

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NAR SUYU KONSANTRESİ ÜRETİM VE DEPOLAMA SÜRECİNDE
ANTİOKSİDAN AKTİVİTEDEKİ DEĞİŞİMLER**

Elif APAYDIN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2008**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NAR SUYU KONSANTRESİ ÜRETİM VE DEPOLAMA SÜRECİNDE ANTİOKSİDAN AKTİVİTEDEKİ DEĞİŞİMLER

Elif APAYDIN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç.Dr. Mehmet ÖZKAN

Bu çalışmada, durultma ve pastörizasyon işlemlerinin nar suyunun toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesine etkisi incelenmiştir. Ayrıca 5°C, 12°C ve 20°C sıcaklıklarda 8 ay depolama süresince, nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğindeki değişimler de gözlenmiştir. Antioksidan aktivite ABTS yöntemi ile belirlenmiş ve sonuçlar “TEAC (troloks eşdeğer antioksidan kapasite) eşdeğeri” olarak verilmiştir. Toplam fenolik bileşik içeriği ise, Folin Ciocalteu yöntemi ile spektrofotometrik olarak ölçülmüş, sonuçlar “gallik asit eşdeğeri” olarak ifade edilmiştir.

Narlar, meyve suyuna iki farklı yöntemle işlenmiştir. Birinci yöntemde nar daneleri laboratuvar koşullarında preslenmiştir. Diğer yöntemde ise, narlar bütün olarak (kabuklarıyla birlikte) pilot işletmede paketli preste preslenmiştir. Elde edilen bulanık nar suları ikiye bölünmüştür. Bir kısım nar suyu sadece jelatin kullanılarak 5°C’de (soğuk durultma) durultulurken, geri kalan kısım durultulmamıştır. Hem durultulmuş hem de durultulmamış nar suyu örnekleri ikiye bölünmüştür. Bu nar sularının da bir bölümü pastörize edilirken, geri kalan kısmı pastörize edilmemiştir. Nar suyu konsantreleri, durultulmuş ve durultulmamış nar sularından elde edilmiştir.

Presleme işleminden hemen sonra, bütün meyveden elde edilen nar sularının, danelerden elde edilen nar sularından %49 daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, bütün meyveden elde edilen nar suyu %42 oranında daha fazla toplam fenolik madde içermiştir. Durultma ve pastörizasyon işlemleri nar sularının antioksidan aktivitesini sırasıyla %11 ve %20 oranlarında düşürmüştür. Bu işlemler ayrıca, toplam fenolik madde miktarını da %20 azaltmıştır. Danelerden elde edilen nar sularında, durultmanın antioksidan aktivite üzerine önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Durultulmamış nar sularından elde edilen konsantreler, durultulmuş nar sularından elde edilenlere göre %39 daha fazla fenolik madde içermiş ve aynı zamanda %25 daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir. Pastörizasyon işlemi, nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriklerinde herhangi bir kayba neden olmamıştır. Nar suyu konsantrelerinin 5°C–20°C sıcaklıklarda depolanması, antioksidan aktivitede yaklaşık %10–17 kayba neden olmuştur. Nitekim, 8 ay depolama sonunda, durultulmamış nar suyundan elde edilen konsantrelerde antioksidan aktivitede %10–11, durultulmuş nar sularından elde edilen konsantrelerde ise %13–17 azalma saptanmıştır. Bununla birlikte, nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivitesi üzerine depolama sıcaklıklarının belirgin bir etkisi görülmemiştir. Depolama, nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde içeriğinde önemli bir değişime neden olmamıştır.

Bu sonuçlar nar suyunun antioksidan aktivitesinin büyük bir kısmının nar kabuğunda bulunduğunu göstermiştir. Her ne kadar nar suyunun antioksidan aktivitesinden sorumlu fenolik maddelerin bir kısmı danelerden gelse de, antioksidan fenolik maddelerin önemli bir bölümü kabuktan nar suyuna geçmektedir. Bu nedenle yüksek antioksidan aktivite için, narlar mutlaka kabuklarıyla preslenmelidir. Jelatinin antioksidan fenolikler üzerine olumsuz etkisi nedeniyle, nar sularının durultulmasında kullanılması gereken optimum jelatin miktarı duyarlı olarak belirlenmelidir.

Haziran 2008, 64 sayfa

Anahtar Kelimeler: Nar, nar suyu, konsantre, durultma, pastörizasyon, depolama, antioksidan aktivite, TEAC, fenolik maddeler

ABSTRACT

Master Thesis

CHANGES IN ANTIOXIDANT ACTIVITY OF POMEGRANATE JUICE CONCENTRATE DURING PRODUCTION AND STORAGE

Elif APAYDIN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Mehmet ÖZKAN

This study was conducted to determine the effects of clarification and pasteurization on the antioxidant activity and total phenolic content of pomegranate juice. Moreover, the changes in antioxidant activity and total phenolic content of pomegranate juice concentrates were also monitored during storage at 5°C, 12°C and 20°C for a period of 8 months. Antioxidant activity was determined by the ABTS method and the results were expressed as “TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity)”. Total phenolic content was measured spectrophotometrically according to the Folin Ciocalteu method and the results were expressed as “gallic acid equivalents”.

Pomegranates were processed into juice by two methods. In the first method, pomegranate arils were hand pressed in the laboratory. In the second method, whole pomegranates (including rinds) were pressed on a rack and cloth press in the pilot plant. The resulting cloudy juices from each processing method were divided into two parts. Halves were clarified at 5°C using only gelatin (cold clarification). The remaining juices were not clarified. Clarified and non-clarified juices from each treatment were again divided into two parts. Halves were pasteurized. The remaining juices were not pasteurized. Pomegranate juice concentrates were obtained from both clarified and non-clarified juices.

Right after pressing, pomegranate juice obtained from whole fruits had 49% more antioxidant activity than the juice obtained from arils. Similarly, the juice obtained from whole fruits had also 42% more phenolics. Clarification and pasteurization decreased the antioxidant activity of pomegranate juice by 11% and 20%, respectively. These processes also caused 20% reduction in total phenolic content. The effects of clarification on the antioxidant activity of the juices obtained from arils were negligible.

The concentrates obtained from non-clarified pomegranate juices had %39 more phenolics and %25 higher antioxidant activity than those obtained from clarified juices. Pasteurization did not produce any loss in both antioxidant activity and the total phenolics of pomegranate juice concentrates. Storage of pomegranate juice concentrate at 5°C–20°C produced a loss of approximately 10–17% of antioxidant activity. In fact, after 8 months of storage, the antioxidant activity decreased %10–11 in the concentrates obtained from non-clarified pomegranate juice and %13–17 in the concentrates obtained from clarified juice. However, there were no significant effects of storage temperatures on the antioxidant activity of concentrate samples. Storage did not cause a significant loss in the total phenolic contents of the pomegranate juice concentrates.

These results suggested that most of the antioxidant activity of pomegranate juice is located in the rinds. While some of the phenolics responsible for the antioxidant activity of pomegranate juice come from the arils, most of the antioxidant phenolics come from rinds. For the higher antioxidant activity, pomegranates should be pressed with their rinds. Due to the adverse effects on the antioxidant phenolics, optimum gelatin content for the clarification of pomegranate juice should be determined with great care.

June 2008, 64 sayfa

Key Words: Pomegranate, juice, concentrate, clarification, pasteurization, storage, antioxidant activity, TEAC, phenolic compounds

TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında ilgi ve desteğini gördüğüm danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet Özkan'a, nar suyu konsantresi üretimi ve istatistik analizlerinde yardımcı olan arkadaşım Özge Turfan'a ve çalışmalarım süresince yardım ve desteklerini gördüğüm her zaman yanımda olan sevgili aileme ve iş arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Elif APAYDIN

Ankara, Haziran 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1 Materyal.....	19
3.1.1 Nar	19
3.1.2 Kimyasallar.....	19
3.2 Yöntem	20
3.2.1 Narın meyve suyuna işlenmesi	20
3.2.2 Nar ham suyunun durultulması.....	21
3.2.3 Nar sularının konsantreye işlenmesi	22
3.2.4 Nar suyu ve konsantrelerinin pastörizasyonu	22
3.2.5 Nar suyu konsantrelerinin depolanması	23
3.2.6 Fiziksel analizler.....	23
3.2.6.1 Suda çözünür kuru madde tayini	23
3.2.6.2 pH tayini.....	24
3.2.6.3 Bulanıklık düzeyinin ölçülmesi	24
3.2.7 Kimyasal analizler.....	24
3.2.7.1 Titrasyon asitliği tayini.....	24
3.2.7.2 Antioksidan aktivite tayini	25
3.2.7.3 Toplam fenolik bileşiklerin tayini.....	27
3.2.8 İstatistik değerlendirme.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	30
4.1 Nar Sularının Bazı Analitik Özellikleri Üzerine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi	30

4.2 Nar Suyu ve Konsantrelerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ile Antioksidan Aktivite Düzeylerinin Belirlenmesinde Kullanılan Standart Eğriler	31
4.3 Nar Sularının Toplam Fenolik Madde İçerikleri Üzerine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi.....	31
4.4 Nar Sularının Antioksidan Aktivite Düzeyine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi	34
4.5 Nar Suyu Konsantrelerinin Bazı Analitik Özelliklerine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi.....	38
4.6 Nar Suyu Konsantrelerinin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Düzeylerine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi.....	39
4.7 Nar Suyu Konsantrelerinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması Süresince Bazı Analitik Özelliklerindeki Değişimler	39
4.8 Nar Suyu Konsantrelerinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması Süresince Toplam Fenolik Madde İçeriklerindeki Değişimler.....	42
4.9 Nar Suyu Konsantrelerinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması Süresince Antioksidan Aktivite Düzeylerindeki Değişimler	45
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	53
EK-1 DUNCAN ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA TESTİ SONUÇLARI.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	64

SİMGELER DİZİNİ

ROS	Reaktif oksijen formları (R eactive O xygen S pecies)
DNA	Deoksiribonükleik asit (D eoxyribonucleic a cid)
R*	Lipit radikali (Lipid radical)
ROO*	Peroksi radikali (Peroxy radical)
RO*	Alkoksi radikali (Alkoxy radical)
*OH	Hidroksi radikali (Hydroxy radical)
SOD	Süperoksit dismutaz (S uperoxide d ismutase)
GSHPx	Glutatiyon peroksidaz (G lutathione p eroxidase)
UV	Ultraviole (U ltraviyole)
TEAC	Troloks eşdeğer antioksidan kapasite (T rolox E quivalent A ntioxidant C apacity)
AEAC	Askorbik asit eşdeğer antioksidan kapasite (A scorbic acid E quivalent A ntioxidant C apacity)
HAT	Hidrojen atomu transferi (H ydrogen A tom T ransfer)
ET	Elektron transferi (E lectron T ransfer)
AH	Antioksidan (A ntioxidant)
LH	Lipit (L ipid)
ORAC	Oksijen radikal absorbans kapasitesi (O xygen R adical A bsorbance C apacity)
TRAP	Toplam radikal tutma antioksidan parametresi (T otal R adical trapping A ntioxidant P arameter)
ABTS	2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)
DPPH	2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
FRAP	Ferrik iyon indirgeme antioksidan parametresi (F erric ion R educing A ntioxidant P arameter)
DMPD	N,N-dimetil-p-fenilendiamin (N,N-dimethyl-p-phenylenediamine)
AAPH	2,2'-azobis (2-amidinopropan) dihidroklorür
ABAP	2,2-azo-bis-2-amidinopropan hidroklorit
ABTS ^{•+}	ABTS radikali
PET	Polietilen terafitalat (P olyethylene teraphthalate)
NTU	Nephelometric Turbidity Unit

Briks	Suda çözünür kuru madde
IFU	Uluslararası Meyve Suyu Federasyonu (I nternational F ruit J uice U nion)
PBS	Fosfat tamponu (P hosphate B uffer S aline)
PVDF	Poliviniliden florür (P olyvinylidene f luoride)
HMF	Hidroksimetil furfural (5- H ydroxymethyl-2-furfural)
h	Saat (h our)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1	Nar kabuğunda bulunan önemli fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları.....	10
Şekil 2.2	Antosiyanin pigmentlerinin genel yapısı.....	12
Şekil 2.3	ABTS ^{•+} radikali ile antioksidan arasındaki reaksiyon.....	16
Şekil 2.4	DPPH radikalinin kimyasal yapısı.....	17
Şekil 2.5	Ferrik-tripiryidyltriazine kompleksi ile antioksidan arasındaki reaksiyon.....	17
Şekil 4.1	Gallik asit standart eğrisi.....	32
Şekil 4.2	Troloks standart eğrisi.....	32
Şekil 4.3	Danelerden elde edilen nar sularının antioksidan aktiviteleri üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkileri.....	36
Şekil 4.4	Bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularının antioksidan aktiviteleri üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkileri.....	37
Şekil 4.5	Nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde içerikleri üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkileri.....	40
Şekil 4.6	Nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite düzeyleri üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkileri.....	40
Şekil 4.7	Nar suyu konsantrelerinin 5°C’de depolanması süresince toplam fenolik madde içeriğindeki değişimler.....	43
Şekil 4.8	Nar suyu konsantrelerinin 12°C’de depolanması süresince toplam fenolik madde içeriğindeki değişimler.....	43
Şekil 4.9	Nar suyu konsantrelerinin 20°C’de depolanması süresince toplam fenolik madde içeriğindeki değişimler.....	44
Şekil 4.10	Nar suyu konsantrelerinin 5°C’de depolanması süresince antioksidan aktivite düzeyindeki değişimler.....	46
Şekil 4.11	Nar suyu konsantrelerinin 12°C’de depolanması süresince antioksidan aktivite düzeyindeki değişimler.....	46
Şekil 4.12	Nar suyu konsantrelerinin 20°C’de depolanması süresince antioksidan aktivite düzeyindeki değişimler.....	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Nar sularının bazı bileşim öğeleri ve özellikleri.....	6
Çizelge 2.2	Nar sularının fenolik bileşik dağılımı.....	11
Çizelge 4.1	Bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularının briks, pH ve titrasyon asitliği değerleri.....	30
Çizelge 4.2	Danelerden elde edilen nar sularının briks, pH ve titrasyon asitliği değerleri.....	31
Çizelge 4.3	Danelerden ve bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularında durultma ve pastörizasyon işlemlerinden önce ve sonra belirlenen toplam fenolik madde miktarları.....	33
Çizelge 4.4	Danelerden ve bütün meyveden elde edilen nar sularının toplam fenolik madde miktarlarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgesi.....	35
Çizelge 4.5	Danelerden ve bütün meyveden elde edilen nar sularının antioksidan aktivite düzeyine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkisi.....	35
Çizelge 4.6	Nar sularının antioksidan aktivite değerlerine ilişkin varyans analiz çizelgesi.....	37
Çizelge 4.7	Nar suyu konsantrelerinin briks, pH ve titrasyon asitliği değerleri.....	38
Çizelge 4.8	5°C’de depolanan nar suyu konsantrelerinde briks, pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim.....	41
Çizelge 4.9	12°C’de depolanan nar suyu konsantrelerinde briks, pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim.....	41
Çizelge 4.10	20°C’de depolanan nar suyu konsantrelerinde briks, pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim.....	42
Çizelge 4.11	Nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimlere ilişkin varyans analiz çizelgesi.....	45
Çizelge 4.12	Nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite düzeylerindeki değişimlere ilişkin varyans analiz çizelgesi.....	47

1. GİRİŞ

Sağlıklı bir yaşam için fenolik bileşiklerce (fenolik madde) zengin bitkisel ürünlerin tüketimine ağırlık verilmesi, günümüzde adeta temel bir beslenme ilkesi haline dönüşmektedir. Fenolik bileşiklerin sağlık üzerine olumlu etkileri, gösterdikleri antioksidan aktiviteden kaynaklanmaktadır. Fenolik bileşiklerin antioksidan etkileri nedeniyle aralarında kalp ve damar hastalıkları ile kanser gibi hastalıkların da bulunduğu pek çok hastalığı önleyici etki gösterdiği ve yaşlanmayı geciktirme gibi olumlu etkiler yarattığı düşünülmektedir. İşte bu nedenlerden dolayı fenolik bileşiklerce çok zengin bir meyve olan nara (*Punica granatum* Linn.) ve bu değerli üründen elde edilen meyve sularına olan ilgi oldukça artmıştır. Nitekim, ülkemizde nar yetiştiriciliğinin hızla yayılması da bunu doğrular niteliktedir.

Nar sularında antioksidan etkinin kaynaklandığı fenolik bileşiklerin bir kısmı doğal olarak segmentler içerisindeki nar danelerinin suyunda bulunurken, önemli bir kısmı da presleme sırasında uygulanan basınca göre özellikle meyve kabuğu ve kısmen de bölüm zarları ve zedelenmiş çekirdeklerinden meyve suyuna geçmektedir. Nar suyunun endüstriyel üretimi üzerine yapılan araştırmalar, presleme boyunca kabuk ve bölmeler arası dokudan meyve suyuna yüksek miktarda fenolik bileşik geçtiğini göstermiştir. Kabukları ile preslenerek elde edilen nar sularının antioksidan aktivitesinin önemli bölümünün, hidrolize olabilen fenoliklerden (ellajitanenler ve gallotanenler), ellajik asitten, antosiyaninlerden (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozitlerden) ve diğer flavonoid bileşiklerden (kuersetin, kamferol ve luteolin glikozitler) kaynaklandığı saptanmıştır. Bu şekilde elde edilen nar sularında bulunan fenolik bileşikler içinde, punikalajinin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve bunu da gallik asit ve ellajik asidin izlediği saptanmıştır. Punikalajin, antioksidan aktivitenin kaynağı olan serbest hidroksil gruplarından 16 tane içermekte ve hidrolize olabilen fenolik bileşik grubunun bir alt grubu olan ellajitanen grubu içinde yer almaktadır.

Meyve suları da dahil olmak üzere gıda ürünlerinin antioksidan aktivitesi; yetiştirme, işleme, ambalajlama ve depolama koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Nitekim, birçok gıda ürününün gerek işlenmesi gerekse de depolanması sırasında antioksidan aktivite düzeylerinin değiştiği saptanmıştır. Bu bağlamda, nar suyu konsantresinin de, üretimi ve depolanması süresince antioksidan aktivite düzeyinin azalabileceği düşünülmektedir. Depolamada öncelikle nar suyunda değil, nar suyu konsantresinde antioksidan aktivitedeki değişim incelenecektir. Çünkü endüstriyel üretimde nar suyunun doğal haliyle değil, konsantre edildikten sonra depolanması zorunludur. Gerek nar suyunun konsantreye işlenme aşamalarında gerekse de nar suyu konsantrelerinin depolanması süresince antioksidan aktivitesindeki değişimler üzerine, literatürde herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, nar suyunun preslemeden başlayarak, durultulma, pastörizasyon ve konsantreye işlenmesi süresince antioksidan aktivitesindeki değişimlerin belirlenmesi ve aktivitedeki muhtemel değişimlerin toplam fenolik madde miktarı ile olan ilişkisinin ortaya konulmasıdır. Bunun yanında, çeşitli depolama sıcaklıklarında (5°C, 12°C ve 20°C) nar suyu konsantrelerinde antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarındaki değişimlerin belirlenmesi de, araştırmamızın ikinci önemli amacını oluşturmaktadır. Durultma işlemi, nar suyu ve konsantresinin bileşimini, özellikle fenolikler açısından çok derinden etkilediğinden, bunun ayrıntılı olarak ele alınması gerekmektedir. Bu amaçla; depolama süresince hem durultulmuş hem de durultulmamış nar suyundan üretilmiş konsantrelerin antioksidan aktivitesi ölçülmüş ve aktivitedeki değişimlerin, toplam fenolik madde miktarındaki değişimlerden ne şekilde etkilendiği ortaya konulmuştur.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

Nar (*Punica granatum* Linn.), tropik ve sub-tropikal iklim kuşağında yetişen bir meyvedir. Hasadı, meyve tam olgunluğa ulaştıktan sonra yapılır. Tam olgun narların kabuklarının rengi, parlak kırmızı-sarıdır (Kulkarni and Aradhya 2005). Meyvenin olgunlaşması için uzun ve sıcak bir yaz mevsimi gereklidir. Nar, düşük sıcaklıklara dayanabilmesinin yanında, kuraklığa ve yetiştiği topraktaki yüksek tuza da tolerans gösterir. Yetişkin bir nar ağacından yılda ortalama 150 kg ürün alınmaktadır. Kısa sürede yetişen nar ağacından, fidan dikiminden 3 yıl sonra ürün alınmaya başlanır.

“Çin elması” olarak da adlandırılan narın anavatanı Güneybatı Asya olup, özellikle Akdeniz havzasında ve Güney Amerika'da yaygın olarak yetiştirilmektedir (Cemeroğlu vd. 1988). Dünyada; A.B.D.'nin Kaliforniya bölgesinde ve İsrail'de *wonderful*, İspanya'da *mollar* ve *tendral*, İran'da *schahvar* ve *robab*, Türkiye'de *hicaznar* ve *beynar* ve Tunus'ta ise, *zehri* ve *gabsi* nar çeşitleri ticari olarak üretilmektedir (Pekmezci and Erkan 2003). Ülkemizde en fazla yetiştirilen ve ihraç edilen nar çeşidi, *hicaznar*'dır. Bu nar çeşidinin kabukları kırmızı, daneleri kırmızı-viole ve tadı ise tatlı-mayhoştur. Bu özellikleri nedeniyle, gerek sofralık tüketimde ve gerekse meyve suyu endüstrisinde tercih edilen bir çeşittir.

Daha önceleri, ülkemizde nar düzenli plantasyonlarda sınırlı düzeyde yetiştirilen, buna karşın daha çok bahçeleri birbirinden ayırmak için sınır bitkisi olarak yetiştirilen bir üründü. Ancak son yıllarda nara gittikçe artan ilgi nedeniyle ülkemizde modern nar plantasyonları oluşturulmuş ve halen de oluşturulmaya devam edilmektedir. Ülkemizde nar hasadı Ağustos sonunda başlayıp, Kasım ortalarına kadar sürmektedir.

Nar üretimi ile ilgili düzenli bir istatistiksel veriye ulaşılamamıştır. Bununla birlikte dünyada yılda 1 000 000 ton nar üretildiği bildirilmektedir (<http://www.batem.gov.tr> 2008). Ülkemizin nar üreten ülkeler arasındaki konumu ile ilgili olarak çelişkili veriler bulunmakla birlikte, dünya nar üretiminde önemli bir yere sahip olduğumuz birçok kaynakta vurgulanmaktadır. Son yıllarda yayınlanan istatistiksel verilere göre, ülkemiz;

İran'dan sonra en fazla nar üreten 2. ülke konumunda olup, ülkemizi Pakistan, Azerbaycan, Hindistan ve İspanya izlemektedir (<http://www.tarimmerkezi.com> 2006). Diğer bir kaynakta, ülkemizin; İran ve Pakistan'dan sonra en fazla nar üreten 3. ülke olduğu bildirilmektedir (<http://www.batem.gov.tr> 2008). Başka bir kaynakta ise, ülkemizin dünyada en fazla nar üreten ülke olduğu ve ülkemizi İran, Irak ve Suriye'nin izlediği belirtilmektedir (<http://www.cu.edu.tr> 2006).

Son yıllarda ülkemizde nar üretiminde önemli artışlar olmuştur. 1998 yılında 55 000 ton olan yıllık nar üretimimiz, 2005 yılında 80 000 tona, 2006 yılında 91 000 tona ve 2007 yılında ise 102 000 bin tona ulaşmıştır (<http://www.tarimmerkezi.com> 2006, <http://www.batem.gov.tr> 2008). Son yıllarda nar plantasyonlarındaki artışla birlikte birkaç yıl içinde nar üretimimizin 500 000 tona ulaşacağı tahmin edilmektedir (<http://www.tarimmerkezi.com> 2006). Ülkemizde, nar Anadolu'nun hemen her bölgesinde yetişmekle birlikte, başlıca üretim bölgeleri; Akdeniz (%62) ve Ege (%23) bölgelerinin sahil şeridi ile Güneydoğu Anadolu (%9) bölgesidir (<http://www.batem.gov.tr> 2008). Yaklaşık 80 ilimizde nar yetiştirilebilmesine karşın, üretimimizin %85'i 9 ilimizde, en çok da Antalya'da (%38) gerçekleştirilmektedir (Gültekin vd. 2007). Narın en fazla üretildiği diğer iller ise; İçel (%11), Aydın (%9), Denizli (%8), Hatay (%6) ve Siirt (%4)'tir. 2004 yılı verilerine göre, ülkemizden 11 760 ton nar ihraç edilmiş olup, bu ihracatın 4247 tonu Rusya Federasyonu'na, 2355 tonu Almanya'ya ve 1245 tonu ise, Ukrayna'ya gerçekleştirilmiştir (İGEME 2005). İhracatımızın neredeyse tamamı Antalya'dan yapılmaktadır (Gültekin vd. 2007).

Ülkemizde birçok farklı nar çeşidi yetiştirilmektedir. Bölümümüzde yürütülen bir projede, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Menemen, İzmir), Alata Bahçe Kùltürleri Enstitüsü (Erdemli, Mersin) ve Alanya Meyvecilik Üretim İstasyonu'nun (Alanya, Antalya) koleksiyon bahçelerinden sağlanan 120 nar numunesinin kimyasal tanı değerleri (RSK değerleri) belirlenmiştir (Cemeroğlu vd. 1994). Akdeniz narlarının seleksiyonuna ilişkin yapılan bir araştırmada, 72 tip nar çeşidi belirlenmiştir (Onur 1982). Bu çalışmalar ülkemizde çok fazla nar çeşidi bulunduğunu göstermektedir. Üretilen bu nar çeşitlerinden ancak belli bir bölümü meyve suyu üretimine elverişlidir. Nitekim, Onur (1982) tarafından yapılan bir araştırmada suda çözünür kuru madde,

titrasyon asitliği, renk yoğunluğu ve fenolik madde miktarı başlıca kriter alınarak yapılan bir değerlendirmede, 72 nar çeşidi arasından toplam 23 çeşidin meyve suyu üretimine elverişli olduğu saptanmış ve daha sonra söz konusu çeşitler 8'e indirilmiştir (Cemeroğlu vd. 1988).

Akdeniz ülkelerinde genelde narlar taze meyve olarak tüketilirken; ayrıca meyve suyu, salata sosu (nar ekşisi), likör ve şaraba da işlenmektedir (Cemeroğlu 1977). Dünyada olduğu gibi, ülkemizde de son yıllarda nar suyuna ve konsantresine talep oldukça artmıştır. Nitekim, nar suyu konsantresinin diğer meyve suyu konsantrelerine kıyasla oldukça yüksek bir fiyata alıcı bulması da bu talebi doğrular niteliktedir. Meyve Suyu Endüstrisi Derneği verilerine göre, ülkemizde 2005 yılında 17 600 ton, 2006 yılında ise 46 600 ton nar, meyve suyuna işlenmiştir (MEYED 2005). Elde edilen nar suyundan ise, 2005 yılında 2800 ton, 2006 yılında ise, 6900 ton nar suyu konsantresi (65°Briks) üretilmiştir. Nar suyu konsantresi ihracatı ile ilgili olarak herhangi bir istatistiksel veriye ulaşılammıştır.

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

Tüm meyvenin (kabuklar dahil), yaklaşık %45–65'ini meyve suyu oluştursa da, üretilen nar suyunun içilebilir nitelikte olmasına, yani fazla buruk olmamasına özen gösterilmelidir. Bunun için, endüstriyel nar suyu üretiminde randımanın %40'ı geçmemesi önerilmektedir (Cemeroğlu 1977). Vardin and Fenercioğlu (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, nar suyu randımasının %54'e ulaşabildiği, ancak bu denli yüksek randımanda üretilen nar suyunun tadının, içediği fazla miktardaki fenolikler nedeniyle aşırı buruk olduğu saptanmıştır.

Narların kimyasal kompozisyonu; yetiştirme bölgesine, iklime, olgunluğa, kültürel uygulamalara ve depolamaya bağlı olarak değişmektedir. Narın bileşimine yönelik

yapılan en kapsamlı araştırma, Cemeroğlu vd. (2004) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, değişik yörelerden temin edilen 120 farklı nar örneğinden, kabukları ile preslenerek elde edilen nar sularında bazı bileşim öğeleri belirlenmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Nar sularının bazı bileşim öğeleri ve özellikleri (Cemeroğlu vd. 2004)

Bileşen veya özellik	Ortalama	Maksimum	Minimum
<i>pH</i>	3.53	4.41	2.40
<i>Titrasyon asitliği (g/L)</i>	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
<i>Briks</i>	16.3	18.7	13.2
<i>İndirgen şeker (g/L)</i>	153.2	194.2	110.4
Glukoz (g/L)	64.8	82.7	47.1
Fruktoz (g/L)	71.5	97.8	51.7

Bu çalışmada narların bileşim öğelerinin örnekler arasında çok geniş aralıklarda değiştiği saptanmıştır. Örneğin, bazı örneklerde titrasyon asitliği 2 g/L gibi düşük bir değer iken, bazı örneklerde bu değer 55.2 g/L'ye kadar ulaştığı saptanmıştır. Bu çalışmada bulunan diğer ilginç sonuç ise, nar sularında sorbitol düzeyinin nadiren 0.5 g/L düzeyine çıkmasıdır. Nar sularında sorbitol düzeyinin 0.3 g/L'den fazla olması, nar suyuna başka bir meyve suyunun, örneğin vişne suyu, eklenerek tatlandırıldığı kuşkusunu doğurabileceği vurgulanmıştır. Son yıllarda sorbitol düzeyi nar sularına yapılan tatlandırmanın kontrolünde önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde yetiştirilen 13 farklı nar çeşidi ile yapılan çalışmada, nar sularında 6 tane organik asit tanımlanmış ve miktarları belirlenmiştir (Poyrazoğlu *et al.* 2002). Çeşitlerin organik asit dağılımları arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Elde edilen kromatogramlardaki pik ayrımlarının yeterli olmamasına karşın, nar sularındaki başat organik asidin sitrik asit olduğu, bunu da malik ve tartarik asidin izlediği belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada, nar suyunun önemli miktarda fenolik madde içerdiği ve bu oranın çeşide bağlı olarak %0.2–1.0 arasında değişebildiği saptanmıştır (Heftaman and Bennett 1966). Suda çözünen bu fenolik maddelerin önemli bölümünü

antosiyeninler (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozitleri), kateşinler, ellajitanenler, gallik ve ellajik asit oluşturmaktadır (Aviram *et al.* 2000).

Fenolik bileşikler tüm meyve ve sebzelerde bulunan ve onların renk, tat, tekstür özellikleri ile antioksidan ve antimikrobiyel aktiviteleri üzerinde belirleyici rol oynayan bileşiklerdir. Fenolik bileşiklerin gösterdikleri antioksidan etki nedeniyle aralarında kalp ve damar hastalıkları, kanser, diyabet gibi hastalıkların da bulunduğu pek çok hastalığı önleyici etki gösterdiği ve yaşlanmayı geciktirme gibi olumlu etkiler yarattığı düşünülmektedir. Ayrıca, fenolik bileşiklerin sahip oldukları antimikrobiyel ve antioksidan aktiviteleri, onları gıdaların muhafazasında bu etkileri sağlamak amacıyla kullanılan ve aynı zamanda sağlık endişelerine neden olan sentetik gıda katkı maddelerine alternatif doğal bileşikler haline de getirmiştir (Madhavi *et al.* 1996). Bunların dışında, fenolik bileşikler glikozun gerek absorpsiyonu ve gerekse de metabolize edilmesinde önemli rol oynamaktadır (Del Caro *et al.* 2004).

Meyve suları da dahil olmak üzere gıda ürünlerinin antioksidan aktivitesi; yetiştirme, işleme, ambalajlama ve depolama koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Nitekim, birçok gıda ürününün depolanması sırasında antioksidan aktivite düzeylerinin değiştiği saptanmıştır (Arena *et al.* 2001, Del Caro *et al.* 2004, Naithani *et al.* 2006, Klimczak *et al.* 2007).

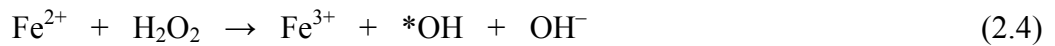
Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için enerjiye ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu enerji de, glukoz ve yağ asitleri gibi moleküllerin oksidasyonu ile elde edilmektedir. Ancak oksidasyon reaksiyonları sonucunda reaktif oksijen formları (ROS, **R**eactive **O**xygen **S**pecies) olarak adlandırılan ve yapısında oksijen içeren serbest radikaller oluşmaktadır. Bu radikaller, aralarında kanser ve kardiyovasküler hastalıkların da bulunduğu birçok kronik hastalığın başlamasına neden olmaktadır. Bu serbest radikaller, doymamış yağ asitleri ile reaksiyona girerek lipidlerin peroksidasyonuna ve protein ve DNA'ların (Deoksiribonükleik asit; **D**eoxyribonucleic acid) zarar görmesine neden olarak hücrenin inaktivasyonuna neden olmaktadır.

Murthy *et al.* 2002). Bu nedenle hücrelerdeki lipit peroksidasyonunu önleyen doğal antioksidanlar son yıllarda büyük önem kazanmıştır.

Antioksidanlar oksidatif zincir reaksiyonlarının (chain-breaking) başlama (initiation) veya gelişmesini (propagation) inhibe ederek, lipitlerin veya diğer moleküllerin oksidasyonunu engelleyen veya geciktiren bileşiklerdir (Javanmardi *et al.* 2003). Antioksidanlar, oksidatif zincir reaksiyonlarının “başlamasını önleyen primer antioksidanlar” ve “gelişimini önleyen ikincil veya koruyucu (preventive) antioksidanlar” olmak üzere 2 ana başlık altında incelenmektedir (Halliwell 1990). Antioksidanların oksidatif zincir reaksiyonlarını önleme mekanizmaları 2.1, 2.2 ve 2.3 No’lu eşitliklerde gösterilmiştir.



Bu reaksiyonlar sonucunda, antioksidanlar, ya lipit radikali (R^*) ile reaksiyona girerek lipit oksidasyonunun başlamasını ya da peroksi (ROO^*) veya alkoksi (RO^*) radikaller ile reaksiyona girerek oksidasyonunun gelişimini önlerler. Diğer yandan, ikincil antioksidanlar ise, lipitlerin oksidasyonunu geciktirerek etkilerini gösterirler. Örneğin, antioksidanlar metallerle kelat oluşturarak, ferro demirin (Fe^{2+}) katıldığı Fenton tipi reaksiyonların oluşumu önlenmekte ve böylece bu reaksiyon sonucu reaktif hidroksi radikalının ($*OH$) oluşumu da önlenmektedir. Bu reaksiyon 2.4 No’lu eşitlikte verilmiştir.



Oksijen tüketen organizmaların tümünde; lipit, protein ve DNA gibi biyolojik moleküllerin oksidasyonunu önleyen enzimatik veya enzimatik olmayan çeşitli antioksidan bileşikler bulunmaktadır. Süperoksit dismutaz (SOD, **S**üper**o**xide **d**ismutase), glutatyon peroksidaz (GSHPx, **G**lutathione **p**eroxidase) ve katalaz en

önemli antioksidan enzimlerdir. Enzimatik olmayan antioksidan bileşikler ise; başta askorbik asit, E vitamini, karotenoidler, fenolik bileşikler olmak üzere, indirgenmiş glutatyon, albumin, seruloplazmin ve ferritinden oluşmaktadır (Guo *et al.* 2003). Askorbik asit, E vitamini ile provitamin A aktivitesi gösteren β -karoten, oksijenin reaktif formlarını inaktive etmek suretiyle antioksidan etki göstermektedir. Buna karşın fenolik maddeler ise, serbest radikalleri bağlayarak, metallerle kelat oluşturarak ve lipoksigenaz enzimini inaktive etmek suretiyle bu etkiyi göstermektedir (Frankel 1999).

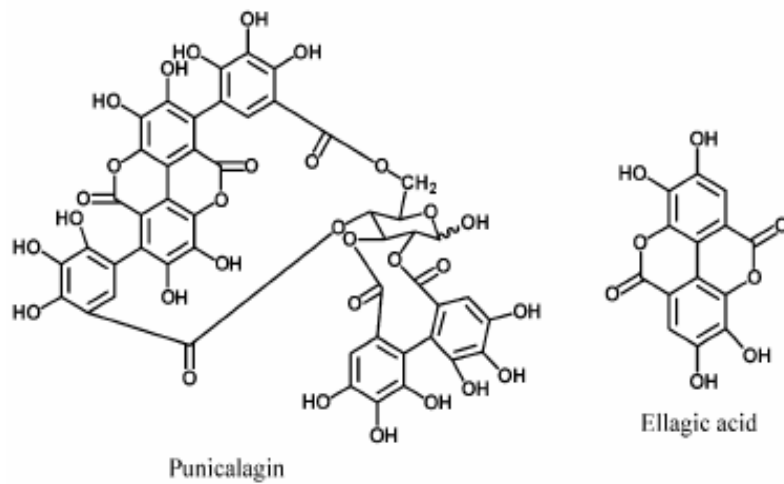
Fenolik bileşikler arasında antioksidan aktivite gösterenler; fenolik asitler, flavonoidler ve fenolik diterpenlerdir. Fenolik asitlerden, kafeik asit esterlerinin (örneğin klorojenik asit) yüksek düzeyde antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmektedir (Koca ve Karadeniz 2005). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, bazı flavonoid bileşiklerin de önemli düzeyde antioksidan aktivite gösterdiği saptanmıştır (Gorinstein *et al.* 2004). Bu grupta flavonoller, flavonlar, flavanonlar, kateşinler ve antosiyaninler bulunmaktadır. Bu bileşiklerin, yapılarındaki hidroksil gruplarının sayısına ve pozisyonuna bağlı olarak antioksidan aktivite gösterdikleri belirlenmiştir (Miller and Rice-Evans 1997).

Kateşinler bitkilerde en yaygın olarak bulunan flavanollerin başında gelmekte ve önemli düzeyde antioksidan aktivite göstermektedirler. Benzer şekilde, antosiyanidinlerin de önemli düzeyde antioksidan aktivite gösterdikleri ve bu etkinin de muhtemelen antosiyanidinlerin ferro demiri ile kelat oluşturmasıyla reaktif *OH radikalinin oluşumunu önlemesinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Noda *et al.* 2002).

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

Yüksek moleköl ağırlığına sahip fenolik bileşikler; kondense olabilen fenolikler (proantosiyanidinler) ile hidrolize olabilen fenolikler (ellajitanenler ve gallotanenler) olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır (Seeram *et al.* 2005a). Nar kabukları hidrolize olabilen fenolikler açısından son derece zengin olup, başta ellajitanen ve izomerleri olmak üzere daha az miktarlarda punikalın (4,6-galla-gylglucose), gallik asit, ellajik asit ve ellajik asit glikozitlerini (hexoside, pentoside, rhmnoside vd.) içermektedir. Ellajitanenlerin içinde en önemli grup, punikalajindir. Punikalajinin hidrolize olması ile punikalın ile ellajik asit oluşmaktadır (Gil *et al.* 2000).

Gil *et al.* (2000), nar suyundaki fenolik bileşikleri dört grupta incelemiştir (Çizelge 2.2). Bu sınıflandırmada; birinci grupta antosiyaninler, ikinci grupta punikalajin izomerleri, üçüncü grupta ellajik asit türevleri ve dördüncü grupta ise, diğer hidrolize olabilen tanenler (fenolik bileşikler) bulunmaktadır. Punikalajin grubu fenoliklerin tipik özelliği, UV (Ultraviole, **ultraviole**) spektrumlarında 378 ve 258 nm dalga boylarında maksimum absorbands göstermeleridir. Buna karşın, diğer hidrolize olabilen fenolik bileşikler ise, sadece 280 nm altındaki bir dalga boyunda maksimum absorbands göstermektedirler. Bu grup içinde yer alan fenolik bileşikler; glukoz, gallik asit, hekzahidroksidifenik asit (hidrolizi ile ellajik asit oluşur) ve tertgallik asidin çeşitli kombinasyonları ile oluşmaktadır.



Şekil 2.1 Nar kabuğunda bulunan önemli fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları (Seeram *et al.* 2005a)

Nar kabuklarında bulunan fenolikler üzerine yapılan bir araştırmada, punikalajinin toplam fenolikler içindeki payının %80–85 (w/w) olduğu, bunu da %1.3 (w/w) ile ellajik asidin izlediği saptanmıştır (Seeram *et al.* 2005a). Narın kabukları ile preslenmesiyle elde edilen nar suyunda, fenolik maddeler arasında en fazla punikalajin bulunmuştur (Gil *et al.* 2000). Narın çeşidine ve uygulanan pres basıncı ve süresine bağlı olarak 2 g/L üzerinde punikalajin meyve suyuna geçebilmektedir (Seeram *et al.* 2005b). Nar suyunun diğer önemli fenolik bileşiği ise, ellajik asittir. Punikalajin ile ellajik asidin kimyasal yapıları Şekil 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Nar sularının fenolik bileşik dağılımı (mg/L) (Gil *et al.* 2000)

Fenolik bileşikler	Nar suları			
	1	2	3	4
<i>1. grup: Antosiyaninler</i>				
delfinidin 3,5-diglukozit	22.9	38.8	61.1	21.1
Siyanidin 3,5-diglukozit	53.0	46.4	71.4	1.4
delfinidin 3-glukozit	76.0	23.6	95.2	37.8
Siyanidin 3-glucoside	228.3	59.5	151.1	67.0
pelargonidin 3-glukozit	5.9	3.9	8.5	4.6
toplam antosiyaninler	306.0	172.2	387.4	161.9
<i>2. grup: gallagil-tipi tanenler</i>				
punikalajin izomeri 1	12.7	14.4	421.3	434.9
punikalajin izomeri 2	0.1	11.1	838.5	918.2
Diğer	5.1	102.5	302.0	525.6
toplam gallagil-tipi tanenler	67.9	128.1	1561.7	1878.8
<i>3. grup: ellajik asit türevleri</i>				
ellajik asit glukozit	7.9	17.9	83.2	91.3
ellajik asit	5.3	8.7	37.9	172.8
toplam ellajik türevleri	3.2	26.5	121.1	264.0
<i>4. grup: diğer hidrolize olabilir tanenler</i>				
galloil glukoz	51.1	43.9	49.3	65.5
hidrolize olabilir tanenler	224.5	203.6	116.5	229.0
diğer bileşikler	264.1	277.7	251.5	262.1
toplam hidrolize olabilir tanenler	539.2	525.2	417.3	556.6

(1) Daneden elde edilen nar suyu

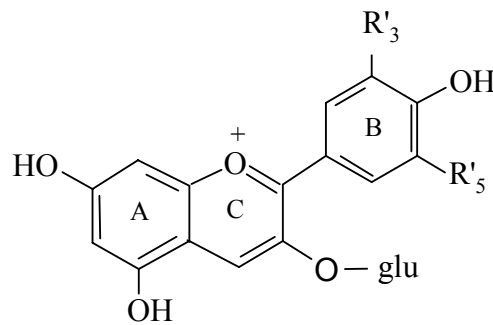
(2) Dondurulmuş danelerden elde edilen nar suyu

(3) Bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilmiş nar suyu

(4) Konsantreden elde edilen nar suyu

Nar, fenolik maddelerin bir alt grubu olan antosiyaninlerce de oldukça zengin bir meyvedir (Şekil 2.2). Narın ticari kalitesini belirleyen en önemli kriter, içerdiği antosiyanin pigmentleridir. Narın karakteristik kırmızı-viole rengi, bir yandan antosiyaninlerin kimyasal yapısına diğer yandan da antosiyaninlerin konsantrasyonuna bağlıdır. Delfinidin ve türevleri mavi ve viole rengi verirken, pelargonidin kırmızı-turuncu rengi vermektedir (Hernandez *et al.* 1999). Nar suyundaki baskın antosiyaninin bazı çalışmalarda "*siyanidin 3,5-diglukozid*" (Turfan vd. 2008) olduğu saptanırken, bazı çalışmalarda ise "*siyanidin 3-glukozid*" (Gil *et al.* 2000, Marti *et al.* 2001) olduğu saptanmıştır. Nar kabuğunda ise, pelargonidin ve siyanidin saptanırken, delfinidin saptanmamıştır (Hernandez *et al.* 1999).

Literatürde narın antioksidan aktivitesinin oldukça yüksek olduğu ile ilgili çeşitli araştırmalar mevcuttur (Gil *et al.* 2000, Seeram *et al.* 2005a,b). Örneğin, Gil *et al.* (2000) bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularının, yüksek antioksidan aktivitesi ile öne çıkan yeşil çay ve kırmızı şaraba göre 3 kat daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğunu saptamışlardır. Genel olarak bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar suyunun antioksidan aktivitesinin büyük oranda hidrolize olabilen fenoliklerden, ellajik asitten, antosiyaninlerden (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozitlerden) ve diğer flavonoid bileşiklerden (kuersetin, kamferol ve luteolin glikozitler) kaynaklandığı belirtilmektedir (Seeram *et al.* 2005b). Noda *et al.* (2002), narda bulunan başlıca üç antosiyanidinin (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin) *in vitro* koşullarda, lipid peroksidasyonunu önlemede ve serbest radikalleri (hidroksil ve superoksit) inhibe etmede etkili olduklarını belirlemişlerdir.



Şekil 2.2 Antosiyanin pigmentlerinin genel yapısı (Wrolstad *et al.* 2005).
Pelargonidin, R₃ ve R₅=H; Siyanidin, R₃=OH, R₅=H; Delfinidin, R₃ ve R₅=OH

Nar kabuğunun, çekirdek ve pulp ekstraktıyla kıyaslandığında çok daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği saptanmıştır. Guo *et al.* (2003) yaptıkları bir çalışmada, Çin’de yaygın olarak tüketilen 28 meyvenin kabuk, pulp ve çekirdek fraksiyonlarında antioksidan aktiviteyi belirlemişler ve nar kabuklarının en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Daha sonraki çalışmalarında ise, nar kabuklarından antioksidan bileşikleri etanol, metanol ve aseton ile ekstrakte etmişler ve kabuklardaki antioksidan aktiviteyi pulp ekstraktının antioksidan aktivitesiyle kıyaslamışlardır (Li *et al.* 2006). Bu çalışmada da, nar kabuğunun belirgin bir şekilde pulp ekstraktından daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği saptanmıştır.

Gil *et al.* (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, nar suyunda bulunan gallik asit, siyanidin 3-glukozit, ellajik asit ve punikalajinin 1 mM çözeltilerinin antioksidan aktivite değerleri belirlenmiş, sonuçlar TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity; Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasite) ve AEAC (Ascorbic acid Equivalent Antioxidant Capacity; Askorbik asit Eşdeğer Antioksidan Kapasite) olarak verilmiştir. Bu çalışmada, punikalajinin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve bunun da punikalajinin yapısında bulunan 16 tane serbest hidroksil grubundan kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Yapılarında sadece 4 adet serbest hidroksil grubu içeren siyanidin 3-glukozit ile ellajik asidin yaklaşık aynı antioksidan aktiviteyi gösterdiği saptanmıştır. Gallik asidin ise, yapısında en az serbest hidroksil grubu içermesine rağmen (3 tane), bu iki fenolik maddeden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Özetle, bu çalışmada narda bulunan fenolik bileşikler içinde, punikalajinin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve bunu da gallik asit ve ellajik asidin izlediği saptanmıştır.

Kulkarni and Aradhya (2005) yaptıkları çalışmada meyve gelişimi süresince nar danelerindeki antioksidan aktivitedeki değişimleri incelemişlerdir. Olgunlaşma süresince, ilk 60 günde antioksidan aktivitede ani bir düşüş (%13) saptanmış, buna karşın 80. gün sonunda aktivitede %10.6’lık bir artış saptanmıştır. Antioksidan aktivitedeki bu azalış, danelerdeki toplam fenolik ve askorbik asit konsantrasyonlarının, sırasıyla %73.9 ve %80.1 oranında düşüşüne bağlanmıştır. 80. günde aktivitedeki artışın ise, antosiyaninlerin konsantrasyonundaki artışla ilişkili olduğu düşünülmüştür. Bu

Çalışma, antosiyanin içeriğindeki artış ile fenoliklerdeki azalışın birbirlerine bağlı olduğunu; fenolik bileşiklerin bir bölümünün antosiyanin pigmentinin yapısında bulunan flavilium halkası biyosentezinde kullanıldığını göstermiştir.

Ülkemizde üretilen nar sularında yapılan bir araştırmada, 2 farklı firmanın ürettiği nar sularının toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivitesi belirlenmiştir (Gültekin vd. 2007). Toplam fenolik madde içeriği fazla olan nar sularının antioksidan aktivitesinin, fenolik madde içeriği daha az olan nar suyuna göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. “Taze nar suyu” olarak nitelendirilen ve laboratuvar koşullarında elde edilen nar sularının ise en az toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve en az antioksidan aktivite gösterdiği saptanmıştır. Bu nar suyunun ne şekilde elde edildiği belirtilmemiş olmasına karşın, toplam fenolik madde miktarı göz önüne alınınca (2128 mg/L), bu nar sularının nar danelerinden elde edildiği ve durultma işlemi yapılmadan analize alındığı sonucuna varılmıştır.

Gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır (Garcia-Alonso *et al.* 2004). Bu yöntemlerin bir bölümü hidrojen atomu transferi (HAT, **H**ydrogen **A**tom **T**ransfer) reaksiyonuna dayanmakta, diğer bölümü ise, elektron transferi reaksiyonuna (ET, **E**lectron **T**ransfer) dayanmaktadır (Huang *et al.* 2005). HAT’ne dayalı antioksidan aktivite ölçüm yöntemlerinde; antioksidan (AH, **A**ntioxidant) ve substrat, yani lipit (LH, **L**ipid), azo bileşiklerinin parçalanması ile oluşan peroksi radikalleri için yarışmaktadır (Apak *et al.* 2007). Bu reaksiyonlar 2.5 ve 2.6 No’lu eşitliklerde verilmiştir. Antioksidanlar peroksi radikali ile reaksiyona girerek okside olmakta ve bu sırada da lipitlerin peroksidasyonunu önlemektedirler.



HAT’ne dayalı yöntemler arasında; oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC, **O**xygen **R**adical **A**bsorbance **C**apacity) ile toplam radikal tutma antioksidan parametresi (TRAP, **T**otal **R**adical **t**rapping **A**ntioxidant **P**arameter) yöntemleri bulunmaktadır.

ET'ne dayalı yöntemler ise, antioksidan tarafından indirgenen oksidanın renginde meydana gelen değişimleri ölçmektedir. Renkteki değişim ile örnek içinde bulunan antioksidan miktarı arasında ilişki bulunmaktadır (Apak *et al.* 2007). ET'ne dayalı yöntemler arasında; troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi (ABTS/TEAC), difenil-1-pikrilhidrazil radikal tutma kapasitesi (DPPH, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay), ferrik iyon indirgeme antioksidan parametresi (FRAP, Ferric ion Reducing Antioxidant Parameter) ve N,N-dimetil-*p*-fenilendiamin analizi (DMPD, N,N-dimethyl-*p*-phenylenediamine assay) yöntemleri bulunmaktadır.

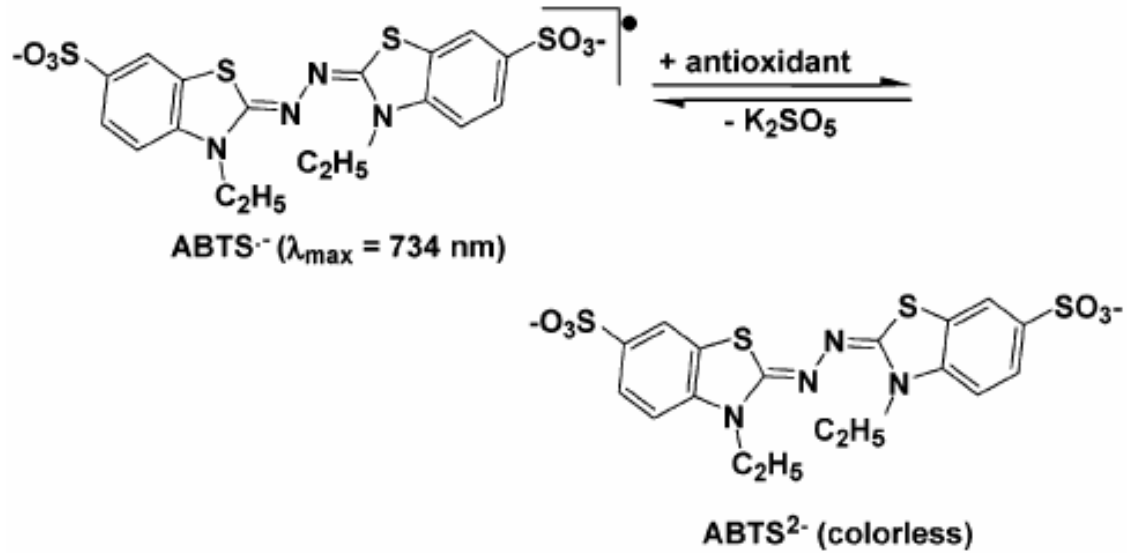
Gıdalarda kullanılan önemli antioksidan aktivite ölçüm yöntemlerine aşağıda özetle değinilmiştir.

a) ORAC metodu: ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) yönteminde, peroksi radikali üretmek için antioksidan içeren örneğe önce 2,2'-azobis (2-amidinopropan) dihidroklorür (AAPH) eklenir. Daha sonra, B-fikoeritrin veya R-fikoeritrin gibi florosan veren bileşikler eklenerek serbest radikal inhibisyonu ölçülür (Prakash 2001).

b) TRAP yöntemi: TRAP (Total Radical trapping Antioxidant Parameter) yöntemi, 2,2-azo-bis-2-amidinopropan hidroklorit'in (ABAP) ısı etkisi ile parçalanması sonucu oluşan peroksi radikallerinin, kimyasal aydınlatıcılar ile izlenmesi ilkesine dayanmaktadır (Gorinstein *et al.* 2001).

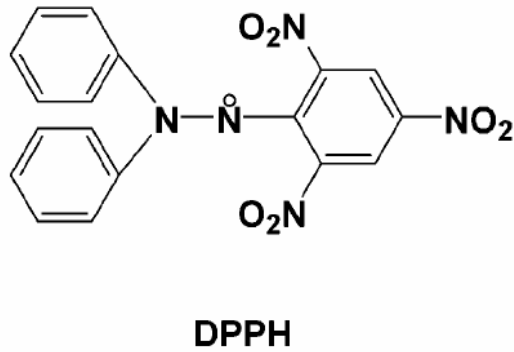
c) ABTS/TEAC metodu: En çok kullanılan antioksidan aktivite ölçüm metodlar(ın)dan birisi ABTS/TEAC yöntemidir. Bu yöntem, ABTS'nin (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)) oksidasyonu sonucu oluşan ABTS^{•+} radikal çözeltisi üzerine, antioksidan içeren örneğin eklenmesi sonucu radikalın indirgenmesi ve oluşan mavi/yeşil renkli ABTS^{•+} radikalinin renginin 600–750 nm dalga boyunda belirlenmesi ilkesine dayanmaktadır. Reaksiyon sonucu harcanan ABTS^{•+} miktarı, troloks eşdeğeri olarak hesaplanmakta ve sonuç “TEAC değeri” (Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi) olarak ifade edilmektedir (Garcia-Alonso *et al.* 2004).

Bu yöntem, hem biyolojik sıvılara hem de gıdalara uygulanabilmektedir (Villano *et al.* 2004). Bu yöntem ile; flavonoidler, hidroksisinasamik asitler, karotenoidler gibi hidrofilik ve lipofilik antioksidanlar ölçülebilmektedir (Re *et al.* 1999). ABTS^{•+} radikali; 414, 645, 734 ve 815 nm dalga boylarında absorbans vermesine karşın, antioksidan aktivite tayininde 734 nm’de ölçüm yapılmaktadır. ABTS çözeltisinden ABTS^{•+} radikali çeşitli yöntemlerle oluşturulabilmektedir. Bu amaçla ABTS^{•+} radikali; miyogloblin ve bayır turbu peroksidazı kullanılarak enzimatik yolla veya MnO₂, potasyum persülfat ve peroksit radikalleri kullanılarak kimyasal olarak elde edilmektedir (Villano *et al.* 2004). Bu yöntemle ilişkin reaksiyon Şekil 2.3’te verilmiştir.



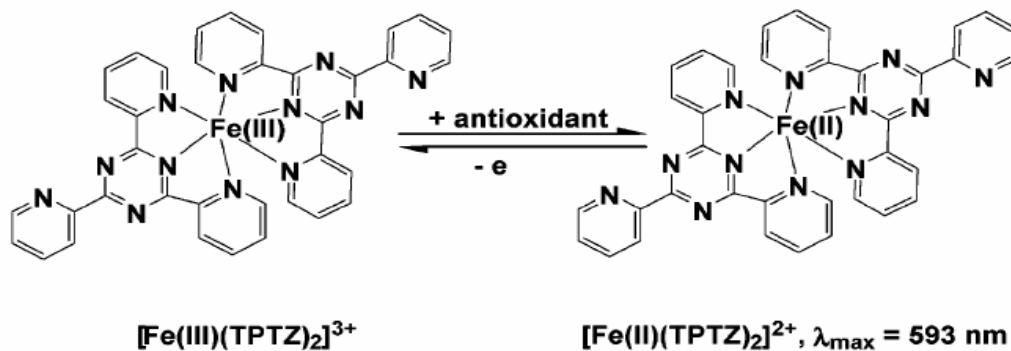
Şekil 2.3 ABTS^{•+} radikali ile antioksidan arasındaki reaksiyon (Apak *et al.* 2007)

d) DPPH metodu: Bu yöntemde kullanılan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali, çok az sayıdaki ticari olarak üretilen ve yapısında azot içeren stabil (kararlı) radikallerden bir tanesidir. DPPH radikali mor renkli olup, 515 nm’de maksimum absorbans vermektedir. DPPH radikali, antioksidan maddenin hidrojeni ile birleşerek, tek elektronu indirgenmiş DPPH-H’i oluşturmakta ve bu sırada DPPH radikalinin 515 nm’deki molar absorpsiyon katsayısı 9660’tan 1640’a düşmekte ve renk de mordan sarıya dönüşmektedir (Prakash 2001). Şekil 2.4’te DPPH radikalinin kimyasal yapısı verilmiştir.



Şekil 2.4 DPPH radikalinin kimyasal yapısı

e) FRAP metodu: Bu yöntemin ilkesi; antioksidan içeren bir örneğin eklenmesi sonucu, oksidan olarak kullanılan ferrik-tripiridiltriiazin kompleksinin, renkli formdaki ferro (Fe^{2+}) formuna indirgenmesine dayanmaktadır. Bu yöntem ile, 1 mmol L^{-1} demir sülfata (FeSO_4) eşdeğer, ferrik indirgeme yeteneğine sahip antioksidanların konsantrasyonu belirlenir. FRAP yöntemi nispeten basit bir yöntem olup, kolaylıkla standardize edilebilmektedir. FRAP yönteminin dezavantajı ise, bu yöntemin glutatyon gibi bazı antioksidanlarla çok yavaş reaksiyona girmesidir. Ancak bitkilerde bulunan glutatyonlar, önemli antioksidan aktivite göstermelerine karşın, iyi absorbe edilemedikleri için, meyve ve sebzelerde antioksidan aktivite tayininde FRAP metodu geçerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Guo *et al.* 2003). Bu yöntemle ilişkin reaksiyon Şekil 2.5’te verilmiştir.


$$[\text{Fe(II)(TPTZ)}_2]^{2+}, \lambda_{\text{max}} = 593 \text{ nm}$$

Şekil 2.5 Ferrik-tripiryidyltriazine kompleksi ile antioksidan arasındaki reaksiyon (Apak *et al.* 2007)

f) DMPD yöntemi: Bu yöntem, N,N-dimetil-*p*-fenilendiamin (DMPD) radikalının 0.2–11 µg troloks (sentetik bir antioksidan) varlığında stabil bir renk oluşturmaya ve bu rengin antioksidan içeren bir örneğin eklenmesi sonucu kaybolmasının ölçülmesi temeline dayanmaktadır. DMPD metodu, hidrofilik grupların antioksidan aktivitesinin hızlı ve duyarlı bir şekilde belirlenmesi için uygun bir yöntemdir (Fogliano *et al.* 1999).

Bu araştırmada, ABTS/TEAC yöntemi kullanılarak nar suları ve konsantrelerinin antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. Bu yöntem, nar suyunun antioksidan aktivitesini oluşturan fenolik maddelerin duyarlı bir şekilde ölçülmesine olanak verdiği için tercih edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Nar

Araştırmada materyal olarak, Ankara Büyükşehir Belediyesi Toptancı Hali'nden temin edilen Antalya Bölgesine ait yuvarlak şekilli, kırmızı kabuklu ve daneleri koyu kırmızı-viole renkli narlar (*Punica granatum* Linn.) kullanılmıştır. Bu narlar, meyve suyuna işlendiğinde seyreltilmeden içilebilir bir şeker-asit dengesine sahip olması ve yoğun renk vermesi nedeniyle seçilmiştir.

Meyve sularının içilebilir nitelikte olabilmesi için şeker ve asit miktarı ile bunların birbirine oranı önem taşımaktadır. Bu nedenle öncelikle seçilen narlarda ratio değeri olarak adlandırılan “şeker:asit” ya da “briks:titrasyon asitliği, %” oranları belirlenmiştir. Cemeroğlu vd. (1994) tarafından yapılan bir çalışmada nar sularının briks derecesinin 14'ün altında olması durumunda, nar sularına ya sulandırma yapıldığı ya da olgunlaşmamış narlardan nar suyu elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı çalışmada, ratio oranı “15:1”in altında olan nar suları örnekleri “asitçe zengin”, yani meyve suyuna işlemeye elverişli örnekler olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle, bu çalışmada da kullanılacak nar çeşidi seçilirken, briks derecesinin 14'ün üzerinde, ratio değerinin ise, 15:1'in altında olmasına dikkat edilmiştir.

3.1.2 Kimyasallar

Antioksidan aktivite tayininde; radikal çözültisi hazırlanmasında kullanılan ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)) Sigma firmasından (St. Louis, MO, A.B.D.), troloks standardı ise, Fluka firmasından (Seelze, Almanya) temin edilmiştir. Toplam fenolik madde tayininde kullanılan; standart gallik asit ile Folin-Ciocalteu ayracı Merck firmasından (Darmstadt, Almanya) satın alınmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Narın meyve suyuna işlenmesi

Bu çalışmada nar suları iki farklı yöntemle elde edilmiştir. Narların büyük bir kısmı kabukları ile birlikte preslenerek nar suyu elde edilmiştir. Bir kısım narlar ise, danelendikten sonra meyve suyuna işlenmiştir.

Narlar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Meyve Suyu Pilot İşletmesi’nde nar suyuna işlenmiştir. Bu amaçla işletmede etkin bir şekilde yıkanan narların çiçek evleri keskin bir bıçakla alındıktan sonra 4’e bölünmüş ve paketli preste (Bucher-Guyer, Niederweningen, İsviçre) preslenmiştir. Etkin yıkama ve çiçek evlerinin uzaklaştırılması ile mikrobiyel bulaşı olasılığı minimize edilmiştir. Bu işlemler sırasında kullanılan bıçak, her bir kesim işleminden sonra etil alkole daldırılıp kısmen sterilize edilmiştir.

Endüstriyel yöntemle üretilen nar sularında fenolik madde miktarını artıran en önemli faktör, uygulanan pres basıncı ve ulaşılan randıman düzeyidir (Cemeroğlu vd. 1988). Vardin and Fenercioğlu (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, nar suyu randımanının %54’e ulaşabileceği saptanmıştır. Ancak bu denli yüksek bir randıman düzeyinde, kabuktan meyve suyuna önemli düzeyde burukluk veren fenolik madde geçmesi nedeniyle elde edilen nar suyunun tüketilemeyecek bir nitelik kazandığı da belirlenmiştir. Endüstriyel nar suyu üretiminde randımanın %40’ı geçmemesi önerilmektedir (Cemeroğlu *et al.* 1992). Bu çalışmada ise, randımanın %35–40 düzeyinde olması hedeflenmiş ve bu amaçla pres basıncı kademeli olarak artırılarak maksimum pres basıncına 30 dakikada ulaşılmıştır. Kullanılan nar ve elde edilen nar suyu dikkate alındığında %35.2’lik bir randımana ulaşıldığı belirlenmiştir.

168.3 kg nar $\xrightarrow{\text{Presleme}}$ 59.25 kg ham nar suyu

$$\text{Randıman (\%)} = \frac{59.25 \text{ kg nar ham suyu}}{168.3 \text{ kg nar}} \times 100 = \%35.2$$

Presten elde edilen bulanık nar suyu (nar ham suyu) önce tülbentten süzülerek kaba partiküllerinden ayrılmıştır. Daha sonra nar sularının bir bölümü durultulmadan 2 L'lik PET (Polietilen terafitalat, Polyethylene teraphthalate) şişelere doldurularak, konsantrasyon işlemine kadar dondurulmuş olarak -23°C'de muhafaza edilmiştir. Diğer bir kısım nar ham suyu ise, durultma işlemine kadar 10 L'lik PET şişelerde +5°C'de kısa bir süre muhafaza edilmiştir.

Bir kısım nar ise, etkin bir şekilde yıkandıktan sonra çiçek evleri bıçakla uzaklaştırılmış ve ikiye bölündükten sonra daneler elle, kabuk ve dilim zarlarından ayrılmıştır. Tülbent bezi içine konulan daneler elle sıkılarak meyve suyu elde edilmiştir. Bu nar sularının bir bölümünde durultulmadan analizler yapılırken, kalan kısmında ise, durultma işlemi uygulandıktan sonra analizler yapılmıştır. Bu nar sularının bir bölümü durultulmadan analizlere kadar -23°C'de muhafaza edilirken, geri kalan kısmı ise durultma işlemine kadar +5°C'de kısa bir süre muhafaza edilmiştir.

Gerek preslenerek gerekse de daneden elde edilen nar ham sularında suda çözünür kuru madde (briks), pH, titrasyon asitliği, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite ölçümlerini içeren fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

3.2.2 Nar ham suyunun durultulması

Nar suyunda pektin bulunmadığı için (Cemeroğlu 1977), depektinizasyon işlemi uygulanmaksızın, durultmada sadece jelatin kullanılmıştır. Daha önce laboratuvarımızda yürütülen çalışmalarda 1 L bulanık nar suyuna 50 mL %0.5'lik jelatin çözeltisi eklenerek (250 mg jelatin/L meyve suyu) berrak meyve suyu elde edilmişti (Özkan *et al.* 2002). Bu çalışmada ise, elde edilen nar suyunun fenolik madde içeriğinin farklı olabileceği düşüncesiyle ön deneme yapılarak durultmada kullanılacak jelatin miktarı belirlenmiştir. Ön denemelerde kullanılan nar ham suyunun asıl kitleyi temsil

edebilmesi amacıyla her bir durultma denemesinde 500 mL nar suyu kullanılmıştır. Durultma, +5°C'ye kadar soğutulmuş nar suyuna uygulanmış olup, bu amaçla nar suyu, gerekli jelatin çözeltisi eklendikten sonra +5°C'de bir gece bekletilmiştir. 1 L nar ham suyunun durultulması için, bütün meyveden elde edilen nar sularında %1'lik (w/v) jelatin çözeltisinden 100 mL (2 g jelatin/L nar suyu) kullanılırken, danelerden elde edilen nar sularında %0.5'lik (w/v) jelatin çözeltisinden 80 mL (0.4 g jelatin/L nar suyu) kullanılmıştır. Durultulan nar sularının üstteki berrak kısmı kaba filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiş ve türbidimetreyle bulanıklık ölçümleri yapılmıştır. Durultma sonunda bütün meyveden elde edilen nar sularında 1.75 NTU, danelerden elde edilen nar sularında ise 2.23 NTU düzeyinde berraklığa ulaşılmıştır. İki farklı yöntemle elde edilen durultulmuş nar sularında bir önceki bölümde verilen ve nar ham sularına uygulanan aynı analizler yapılmıştır.

3.2.3 Nar sularının konsantreye işlenmesi

Elde edilen durultulmuş ve durultulmamış nar suları 69°Briks derecesine kadar rotary (döner) evaporatörde (Heidolph Laborota 4003, Schwabach, Almanya) vakum altında (0 mm Hg basınç altında) 50°C'de konsantre edilmiştir.

3.2.4 Nar suyu ve konsantrelerinin pastörizasyonu

Konsantre örneklerinin muhafaza edileceği kavanozlar boş olarak ve kapakları hafif aralı olarak kapatılarak otoklavda 121°C'de 15 dak. süreyle sterilize edilmiştir. Nar suyu konsantreleri, steril kavanozlara doldurulmadan önce döner evaporatörde 70°C'ye ısıtılmıştır. Daha sonra steril kavanozların kapakları bunzen beki yanında açılıp, 70°C'ye ısıtılmış yaklaşık 30–35 g konsantre örneği hızlı bir şekilde kavanozlara doldurulmuş ve kapakları hermetik olarak kapatılmıştır. Bunu izleyerek kavanozlar hızla oda sıcaklığına kadar soğutulmuşlardır. Bu şekilde nar suyu konsantrelerinin steril koşullarda saklanma önlemleri alınmasına rağmen, depolama süresince meydana gelebilecek muhtemel mikrobiyel gelişmenin önlenmesi amacıyla, depolanacak örneklerle ayrıca bir pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Bu amaçla kavanozlara nar

suyu konsantresi (70°C) konulmuş ve kavanozların ağzı hermetik olarak kapatıldıktan sonra, 95°C’de 15 dak. süreyle kaynar su içerisinde pastörize edilmiştir. Nar suları da aynı sıcaklık ve sürede pastörize edilmiştir. Bu amaçla 200 mL hacimli cam şişelere 100 mL nar suyu konulmuş ve şişelerin ağzı hermetik olarak kapatıldıktan sonra pastörizasyon işlemi yapılmıştır. Pastörize işlemi sonunda örnekler hızla soğutularak oda sıcaklığına getirilmişlerdir. Pastörize edilen nar suyu ve konsantre örneklerine, diğer örneklerle uygulanan analizler yapılmıştır.

3.2.5 Nar suyu konsantrelerinin depolanması

Pastörizasyon işlemi sonunda hızla oda sıcaklığına soğutulan nar suyu konsantresi örnekleri; sıcaklık kontrollü inkübatörlere yerleştirilmiştir. 5°C ve 20°C'deki depolama deneyleri 253 L’lik inkübatörlerde (Sanyo MIR 253, Gunma, Japonya) yapılırken, 12°C’deki deneyler için 153 L’lik inkübatör (Sanyo MIR 153, Gunma, Japonya) kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan inkübatörlerin sıcaklık salınımı $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ’dir. Her üç sıcaklıkta depolanan örneklerden 2 ay aralıklarla örnek alınmıştır. Periyodik olarak alınan örneklerde daha önceki örneklerle uygulanmış bulunan ve aşağıda ayrıntıları verilen fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

3.2.6 Fiziksel analizler

3.2.6.1 Suda çözünür kuru madde tayini

Örneklerde suda çözünür kuru madde (briks), dijital bir refraktometre (Atago, Rx-7000 α , Tokyo, Japonya) yardımıyla belirlenmiştir. Nar suları ve konsantrelerinin briks ölçümleri 20°C’de yapılmıştır.

3.2.6.2 pH tayini

pH değeri, potansiyometrik olarak pH-metre (WTW Inolab Level 1, Weilheim, Almanya) kullanılarak saptanmıştır. Bu amaçla, nar suyu örneklerinden bir behere 10 mL alınarak, üzerine 10 mL damıtık su ilave edilip manyetik karıştırıcıda (IKA Genius 3, Staufen, Almanya) karıştırıldıktan sonra pH değeri belirlenmiştir. Nar konsantreleri ise, 1.25 g tartılarak üzerine 20 mL damıtık su ilave edilmiş ve iyice karıştırıldıktan sonra pH değeri belirlenmiştir. Nar suyunun tampon niteliği yüksek olduğundan sulandırma oranı fazla bile olsa pH değeri değişmemektedir (Cemeroğlu 2007). pH ölçümleri de 20°C’de yapılmıştır.

3.2.6.3 Bulanıklık düzeyinin ölçülmesi

Bu analiz durultma işleminin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla durultulmuş ve kaba filtreden geçirilmiş nar sularına uygulanmıştır. Bulanıklık düzeyi bir türbidimetre (Hach Ratio/XR 43900, Loveland, A.B.D.) yardımıyla belirlenmiş ve NTU (Nephelometric Turbidity Unit) değeri ile ifade edilmiştir. Bulanıklık düzeyi, nar sularında doğrudan, konsantrelerde ise, doğal nar suyu briksine (16°Briks) kadar seyreltildikten sonra belirlenmiştir. Bu amaçla, 9.05 g nar suyu konsantresi, 30 mL damıtık su ilavesiyle seyreltilerek doğal nar suyu briksine getirilmiştir. Türbidimetrenin sıfır ayarı, konsantrenin seyreltilmesinde kullanılan damıtık su ile yapılmıştır.

3.2.7 Kimyasal analizler

3.2.7.1 Titrasyon asitliği tayini

Titrasyon asitliği, pH izlenerek yürütülen elektrometrik titrasyonla saptanmış ve bu amaçla IFU (1968) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır. pH tayini için hazırlanmış olan örneklerden 20 mL alınarak, ayarlı 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e ulaşınca kadar titre

edilmiştir. Titrasyon asitliği nar suyu ve konsantrelerinde, susuz sitrik asit cinsinden sırasıyla, “g/100 mL” ve “g/100 g” olarak hesaplanmıştır.

3.2.7.2 Antioksidan aktivite tayini

Bu amaçla, Miller and Rice-Evans (1997) ile Arts *et al.* (2001) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemin ayrıntıları Kırca ve Özkan (2007) tarafından verilmiştir. Bu yöntem, ABTS^{•+} (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)) radikal katyonu tarafından tutulan antioksidatif maddelerin miktarının, sentetik bir antioksidan olan Troloks'un (suda çözünen E vitamini analogu) standart miktarlarıyla kıyaslanarak bağıl ölçümünü sağlamaktadır. Ölçümler, mavi/yeşil renkli stabil bir bileşik olan ABTS^{•+} radikalinin kayboluşunun spektrofotometrik olarak belirlenmesiyle yapılmıştır. Mavi/yeşil ABTS^{•+} kromoforu oluşturmak için ABTS ve potasyum persülfat arasında gerçekleşen reaksiyondan yararlanılmıştır.

Antioksidan aktivite tayini analizlerinde öncelikle 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti, 20°C'ye ayarlı bir inkübatörde (Sanyo MIR 253, Gunma, Japonya) 12–16 h arasında bekletilerek, ABTS^{•+} radikalinin oluşması sağlanmıştır. Bunun dışında; radikal çözeltisinin, örneklerin ve troloks standardının seyreltilmesinde kullanılacak olan PBS (fosfat tamponu; **Phosphate Buffer Saline**) çözeltisi hazırlanmıştır. Bu amaçla, hazırlanan 0.1 M fosfat tamponu üzerine 8.77 g NaCl eklenerek 1 L'ye damıtık suyla tamamlanmış ve böylece pH'sı 7.4 olan PBS çözeltisi elde edilmiştir.

Nar suyu ve konsantreleri yüksek antioksidan aktivite gösterdiğinden, örnekler analizden önce seyreltilmişlerdir. Bu amaçla 2 mL nar suyu alınarak 25 mL hacme PBS ile tamamlanmıştır. Nar suyu konsantreleri ise, kavanoz içeriği karıştırılmadan yüzeye yakın kısımdan yaklaşık 1 g örnek alınarak, 50 mL hacme PBS ile seyreltilmiştir. Bulanıklık yapan unsurların uzaklaştırılması için seyreltilmiş nar suyu ve konsantre örnekleri 0.45 µm gözenek çaplı PVDF (Poliviniliden florür, **Polyvinylidene fluoride**) filtreden (Millipore, Bedford, MA, A.B.D.) filtre edilip analize hazır hale getirilmiştir.

Örneklerin absorbens değerleri, örnek ve şahidin (PBS) aynı anda konulabildiği çift huzmeli (double beam) spektrofotometre (ThermoSpectronic Helios- α , Cambridge, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Küvetlerin bulunduğu bölümün sıcaklığı sirkülasyonlu su banyosu (PolyScience 9106, Niles, IL, A.B.D.) ile 30°C’de sabit tutulmuştur. Absorbans ölçümleri 734 nm’de 1.5 mL hacimde 1 cm ışık yolu uzunluğunda tek kullanımlık mikro küvetlerde yapılmıştır. Analize başlamadan önce ABTS^{•+} radikal çözeltisinden 1 mL alınarak 734 nm’de absorbens değeri 0.700±0.02 olacak şekilde yaklaşık 90–100 mL PBS ile seyreltilmiştir. Seyreltilmiş ABTS^{•+} radikal çözeltisinden 1 mL mikro küvete alınmış, PBS çözeltisine karşı okuma yapmak üzere spektrofotometreye yerleştirilmiş ve başlangıç absorbens değeri belirlenmiştir. Mikro küvet içindeki radikal çözeltisi üzerine örnekten 5 µL eklenir eklenmez kronometre çalıştırılmıştır. 6 dak. boyunca, her bir dakikada absorbens ölçümü yapılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Nar suyu örneklerinde bulunan antioksidan bileşikler, radikal çözeltisinin rengini gittikçe açarak 6 dakikalık süreçte absorbens değerleri zamana bağlı olarak düşmüştür. 6. dak. sonunda saptanmış olan absorbens değeri esas alınarak, başlangıç değerine göre yüzde azalma oranı (inhibisyon oranı) hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon oranı (\%)} = \frac{\text{Başlangıç absorbens değeri} - \text{Son absorbens değeri}}{\text{Başlangıç absorbens değeri}}$$

5 µL örnek alınarak yapılan bu işlemler en az 3 kez tekrarlanmış ve inhibisyon oranları hesaplanarak bunların ortalaması alınmıştır. Daha sonra, örnek hacmi değiştirilerek 7.5 µL ve 10 µL hacimlerde aynı işlemler tekrarlanmıştır. Elde edilen ortalama yüzde inhibisyon değerleri örnek hacimlerine (5, 7.5 ve 10 µL) karşı bir grafiğe aktarılmış ve bu verilere linear regresyon analizi uygulanarak örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır.

Analize başlamadan önce 2.5 mM troloks stok çözeltisinden 10 mL’lik 4 ölçü balonuna sırasıyla 2, 4, 6 ve 8 mL alınıp balonlar PBS çözeltisi ile hacme tamamlanarak, standart çözeltiler elde edilmiştir. Böylece bu standart çözeltilerden 10 µL alınıp mikro küvet içerisindeki 1 mL radikal çözeltisine eklendiğinde mikro küvet içerisinde sırasıyla 5, 10,

15 ve 20 μM konsantrasyonlarda troloks olması sağlanmıştır. Örneklere uygulanan spektrofotometrik uygulamalar troloks standartlarına da uygulanmış, ortalama inhibisyon değerleri hesaplanarak troloks konsantrasyonuna karşı grafiğe işlenmiştir. Elde edilen verilere linear regresyon analizi uygulanmak suretiyle, troloks standart eğrisine ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır.

Sonuçlar TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity; troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi) değeri olarak ifade edilmiştir. Bu değer, örneğe ait yüzde inhibisyon eğrisinin eğiminin, troloks standart eğrisinin eğimine oranlanmasıyla elde edilmiştir. Elde edilen eğim değeri, seyreltme faktörü ile de çarpılarak örneklerin antioksidan aktivitesi belirlenmiştir.

3.2.7.3 Toplam fenolik bileşiklerin tayini

Singleton and Rossi (1965) tarafından önerilen Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemin ayrıntıları Özkan vd. (2007) tarafından verilmiştir. Bu yöntemin ilkesi, fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu ayırıcını indirgeyip, kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Folin ayırıcısı ile muamele edildikten sonra oluşacak mavi renk, spektrofotometrede 720 nm dalga boyunda şahide karşı okunmuştur. Örnekte ölçülecek absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanan standart eğrinin denkleminde hesaplanmıştır. Toplam fenolik bileşik miktarı; nar sularında "mg gallik asit/L" cinsinden, nar suyu konsantrelerinde ise, "mg gallik asit/kg" cinsinden belirlenmiştir.

Bu analizde kullanılacak doymuş karbonat çözeltisinin hazırlanmasında önce 35 g Na_2CO_3 tartılarak, üzerine 100 mL damıtık su eklendikten sonra iyice karıştırılarak kendi halinde bir gece bekletilmiştir. Elde edilen doymuş çözeltiye birkaç $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kristali eklenerek kristalizasyon başlatılmıştır. Kristalizasyon sona erince çözelti cam pamuktan filtre edilerek doymuş karbonat çözeltisi elde edilmiştir.

Nar suyu ve konsantre örnekleri fazla miktarda fenolik bileşik içermeleri nedeniyle seyreltilerek analize hazırlanmıştır. 1 mL nar suyu 5 mL'lik ölçü balonunda damıtık su ile seyreltilirken, yaklaşık 1 g nar suyu konsantresi 25 mL'lik ölçü balonunda damıtık suyla seyreltilmiştir. 100 mL'lik ölçü balonuna konulan 75 mL damıtık su üzerine 1 mL seyreltilmiş nar suyu veya konsantresinden eklenmiştir. Daha sonra, balon içeriği üzerine 5 mL Folin-Ciocalteu ayracı eklenerek balon iyice çalkalanmıştır. 3 dak. kendi haline bırakıldıktan sonra, üzerine 10 mL doymuş sodyum karbonat çözeltisi eklenip balon damıtık su ile işareti tamamlanmış ve bir kez daha iyice çalkalanmıştır. Balon içeriği kendi halinde 60 dak. bekletildikten sonra spektrofotometrede aynı şekilde hazırlanmış şahide karşı 720 nm'de absorbansı saptanmıştır.

Nar suyu ve konsantrelerindeki fenolik madde içeriği gallik asit kullanılarak hazırlanan standart eğriden hesaplanmıştır. Bu amaçla 25 mg gallik asit 50 mL absölü etil alkolde çözündürülerek 500 mg/L konsantrasyonda gallik asit stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu stok çözeltiden 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 ve 8.0 mL alınarak her biri 10 mL'lik ölçü balonlarına aktarılmış, balonlar absölü alkol ile çizgisine tamamlanmıştır. Bu şekilde sırasıyla 50, 100, 200, 300 ve 400 mg gallik asit/L konsantrasyonda çözeltiler hazırlanmıştır. Bu çözeltiler ile 500 mg/L konsantrasyonda hazırlanan stok çözeltiliye nar suyu ve konsantresi örneklerine uygulanan analiz aşamaları uygulanmış ve yine 720 nm dalga boyunda bu 6 çözeltinin absorbans değerleri saptanmıştır. Bu absorbans değerleri gallik asit konsantrasyonlarına karşı bir grafiğe aktarılmış ve elde edilen verilere lineer regresyon analizi uygulanarak gallik asit standart eğrisi ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır.

Örneklerin absorbans değerleri gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı standart eğriyi tanımlayan eşitlik yardımıyla bulunmuştur. Regresyon eşitliğinden bulunan konsantrasyon değerleri uygulanan seyreltme oranları ile çarpılarak örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı hesaplanmıştır.

3.2.8 İstatistik değerlendirme

Nar suyu konsantrelerinin depolanması sürecinde durultma işlemleri, farklı depolama sıcaklıkları ve sürelerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik bileşik miktarına etkisinin belirlenmesi için her depolama sıcaklığında elde edilen veriler iki tekerrürlü faktöriyel düzende varyans analiz tekniğı kullanılarak değerlendirilmiştir. Aynı şekilde nar sularında da; durultma, pastörizasyon ve meyve suyu ekstraksiyon işlemlerinin etkisini değerlendirmek amacıyla iki tekerrürlü faktöriyel düzende varyans analiz tekniğı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucuna göre, gerekli olduğu durumda Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak faktörlerin hangi seviyeleri arasındaki farklılığın önemli olduğu araştırılmıştır. İstatistik analizler için "Minitab for Windows (ver. 15.1)" ve "MSTAT" paket programları kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada narların bir bölümü dörde bölündükten sonra kabukları ile, bir bölümü ise, danelendikten sonra preslenmiştir. Elde edilen doğal bulanık nar sularının da bir bölümüne durultulma uygulanmış, diğer bölümü ise durultmamıştır. Aynı şekilde durultulmuş ve durultulmamış nar sularının bir bölümüne pastörizasyon uygulanmamış, diğer bir bölümü ise, pastörize edilmiştir. Endüstride uygulanan yöntemle paralel olarak kabuklarıyla preslenen narlardan elde edilen nar suları, "bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar suyu" ve bu nar sularından elde edilen konsantreler ise, "bütün meyveden üretilen nar suyu konsantresi" olarak tanımlanmıştır. Diğer taraftan, durultulmamış nar sularının konsantre edilmesiyle elde edilen örnekler "durultulmamış nar suyu konsantresi," durultulmuş nar sularının konsantre edilmesiyle elde edilen örnekler ise "durultulmuş nar suyu konsantresi" olarak tanımlanmıştır.

4.1 Nar Sularının Bazı Analitik Özellikleri Üzerine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi

Durultma ve pastörizasyon işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış nar sularında, briks, pH ve titrasyon asitliği gibi bazı nitelikler belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, durultma ve pastörizasyon işlemlerinin, gerek bütün meyvenin gerekse de danelerin preslenmesiyle elde edilen nar sularının briks, pH ve titrasyon asitliği üzerine önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Çizelge 4.1 Bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularının briks, pH ve titrasyon asitliği değerleri

Örnek	Briks (%)	pH	Titrasyon asitliği* (g 100 mL ⁻¹)
Durultulmamış	16.39	3.35	1.11
Durultulmuş	16.45	3.37	1.10
Durultulmamış (P)**	16.40	3.37	1.11
Durultulmuş (P)	16.38	3.38	1.11

*susuz sitrik asit cinsinden

** P: pastörize edilmiş

Çizelge 4.2 Danelerden elde edilen nar sularının briks, pH ve titrasyon asitliği değerleri

Örnek	Briks (%)	pH	Titrasyon asitliği* (g 100 mL ⁻¹)
Durultulmamış	16.46	3.39	1.10
Durultulmuş	16.44	3.39	1.10
Durultulmamış (P)**	16.39	3.40	1.10
Durultulmuş (P)	16.28	3.38	1.10

*susuz sitrik asit cinsinden

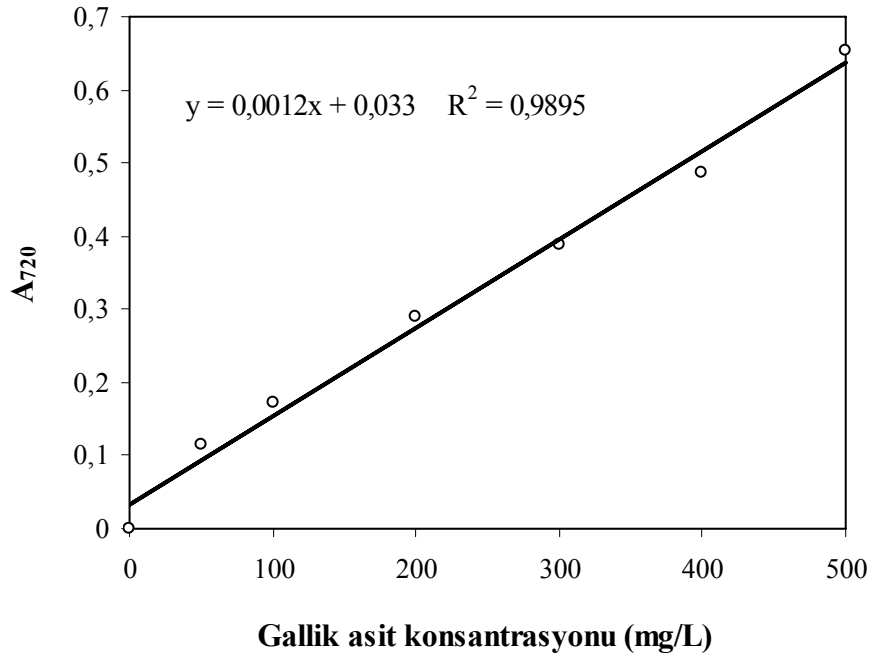
** P: pastörize edilmiş

4.2 Nar Suyu ve Konsantrelerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ile Antioksidan Aktivite Düzeylerinin Belirlenmesinde Kullanılan Standart Eğriler

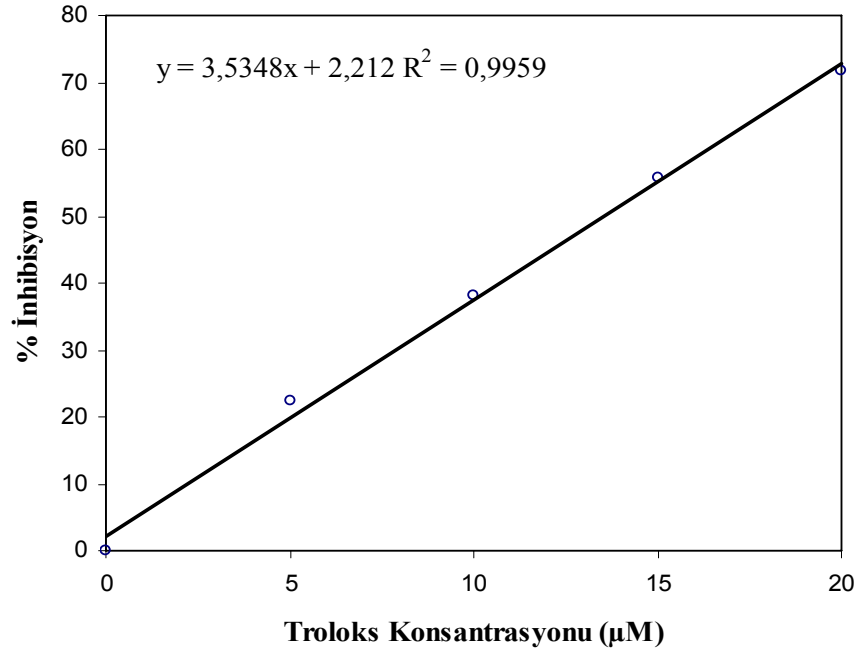
Nar suyu ve konsantrelerinde toplam fenolik madde miktarlarının tayininde yapılacak hesaplamalar için gerekli olan gallik asit standart eğrisi ile antioksidan aktivite tayininde gerekli olan troloks standart eğrisi hazırlanmış ve bu eğriler sırasıyla Şekil 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. Standart eğrilerin oluşturulmasında analizde elde edilen verilere, doğrusal regresyon analizi uygulanmış ve eğrileri tanımlayan eşitlikler belirlenmiştir. Bu eşitlikler yardımıyla nar suyu ve konsantrelerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite miktarları hesaplanmıştır.

4.3 Nar Sularının Toplam Fenolik Madde İçerikleri Üzerine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi

Nar suyunun en tipik özelliği, içerdiği fazla miktardaki fenolik bileşikler nedeniyle buruk bir tadının olmasıdır. Nardan meyve suyu elde edilirken, bir yandan presleme basıncı ve süresi ayarlanırken diğer yandan da durultma yapılarak meyve suyuna geçen fenolik madde miktarı sınırlandırılır. Bu çalışmada da randımanın %35’i geçmemesine özen gösterilmiştir. Presten alınan nar sularının bir bölümüne; filtrasyonunu kolaylaştırmak, sonradan bulanmayı önlemek ve lezzeti düzeltmek için durultma işlemi uygulanmıştır. Bu amaçla jelatin kullanılmıştır. Narda bulunan ve burukluğa neden olan fenolik maddelerin önemli bir bölümü kabukta bulunmaktadır. Bu nedenle kabuktan meyve suyuna geçen fenolik madde miktarı ile durultmanın fenolik madde miktarı



Şekil 4.1 Gallik asit standart eğrisi



Şekil 4.2 Troloks standart eğrisi

üzerine etkisini göstermek için danelerden ve bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularında fenolik madde miktarları durultma yapılmadan ve durultma yapıldıktan sonra belirlenmiştir. Ayrıca durultulmamış ve durultulmuş nar suları pastörize edilerek pastörizasyonun toplam fenolik maddeler üzerine etkisi de ortaya konulmuştur. Danelerden ve bütün meyveden elde edilen nar sularında toplam fenolik madde miktarları saptanmış ve elde edilen veriler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Danelerden ve bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularında durultma ve pastörizasyon işlemlerinden önce ve sonra belirlenen toplam fenolik madde miktarları

Örnek	Toplam fenolik madde miktarı (mg gallik asit L ⁻¹)**	
	Danelerden	Bütün meyveden
Durultulmamış	1784±94	2540±203
Durultulmuş	1292±18	1917±94
Durultulmamış (P)*	1792±47	2021±47
Durultulmuş (P)	1092±12	1505±12

* P: pastörize edilmiş

**Toplam fenolik madde miktarları, aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi, danelerden elde edilen nar sularında 1784 mg L⁻¹ düzeyinde fenolik madde bulunurken, bütün meyveden elde edilen nar sularında 2540 mg L⁻¹ düzeyinde fenolik madde bulunmuştur. Narların kabukları ile preslenmesiyle fenolik madde miktarında %42 düzeyinde bir artış saptanmıştır. Kuşkusuz pres basıncı ve süresine bağlı olarak meyve suyu randımanındaki artışla meyve suyuna geçen fenolik madde miktarı da artacaktır. Cemeroğlu (1977) tarafından yürütülen bir çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu çalışmada danelenmiş narlardan elde edilen nar sularında 1960 mg L⁻¹ düzeyinde fenolik madde saptanırken, aynı narların kabukları ile preslenmesiyle elde edilen nar sularında fenolik madde miktarı 2863 mg L⁻¹ düzeyine ulaşmıştır. Benzer bir çalışmada, danelerden elde edilen nar sularında 2117 mg L⁻¹, bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularında ise, 2566 mg L⁻¹ düzeyinde fenolik madde bulunmuştur (Gil *et al.* 2000).

Durultma işlemi sonunda, beklendiği gibi fenolik madde miktarında önemli düzeyde azalış saptanmıştır ($p<0.01$). Bütün meyveden elde edilen pastörize edilmeyen ve pastörize edilen nar sularının fenolik madde içeriğinde sırasıyla %25 ve %26 düzeyinde azalış saptanmıştır. Benzer şekilde, danelerden elde edilen pastörize edilmeyen ve pastörize edilen nar sularının fenolik madde içeriğinde de sırasıyla %28 ve %39 düzeyinde azalma bulunmuştur. Cemeroğlu (1977) tarafından yürütülen çalışmada da, jelatinle yapılan durultma sonunda nar sularının fenolik madde içeriğinde %33–42 düzeyinde bir azalma saptanmıştır.

Pastörizasyon işlemi de fenolik madde miktarında bir miktar azalmaya neden olmuştur. Bu azalış bütün meyveden elde edilen nar sularında belirgin bir şekilde gözlenirken, danelerden elde edilen nar sularında belirgin bir azalış gözlenmemiştir. Örneğin pastörizasyon işlemi sonunda, bütün meyveden elde edilen ve durultulmamış nar sularının fenolik madde içeriğinde %20, durultulmuş örneklerde ise, %22 düzeyinde azalış gözlenmiştir.

Nar sularının toplam fenolik madde miktarları için yapılan varyans analizi sonuçları (Çizelge 4.4) “ekstraksiyon x pastörizasyon“ ikili interaksiyonunun istatistik olarak önemli olduğunu göstermiştir ($p<0.01$). Gruplar arasındaki farkı değerlendirmek için elde edilen verilere Duncan testi uygulanmıştır (EK–1; Çizelge 1). Analiz sonuçları, danelerden ve bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularının toplam fenolik madde içerikleri üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin önemli etkisinin olduğunu göstermiştir ($p<0.01$). İstatistiksel çizelgelerde kullanılan “ekstraksiyon” terimi, “meyve suyu ekstraksiyon yöntemi” nin kısaltılmış formudur.

4.4 Nar Sularının Antioksidan Aktivite Düzeyine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi

Danelerden ve bütün meyveden elde edilen nar sularında; antioksidan aktivite düzeyi, durultma ve pastörizasyon işlemlerinden önce ve sonra saptanmış ve elde edilen veriler Çizelge 4.5’te verilmiştir. Varyans analiz sonuçları (Çizelge 4.6), fenolik madde miktarında görülen azalmaya bağlı olarak, gerek danelerden gerekse bütün meyveden

elde edilen nar sularının antioksidan aktivite düzeylerinde de önemli azalmalar olduğunu göstermiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.4 Danelerden ve bütün meyveden elde edilen nar sularının toplam fenolik madde miktarlarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Ekstraksiyon*	1	1023638	1023638	128.16	0.000
Durultma	1	1358973	1358973	170.14	0.000
Pastörizasyon	1	315002	315002	39.44	0.000
Ekstraksiyon x durultma	1	689	689	0.09	0.776
Ekstraksiyon x pastörizasyon	1	136346	136346	17.07	0.003**
Durultma x pastörizasyon	1	2576	2576	0.32	0.586
Ekstraksiyon x durultma x pastörizasyon	1	24728	24728	3.10	0.117
Hata	8	63898	7987		
Genel toplam	15	2925848			

* : Meyve suyu ekstraksiyon yöntemi

** : $p<0.01$

Çizelge 4.5 Danelerden ve bütün meyveden elde edilen nar sularının antioksidan aktivite düzeyine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkisi

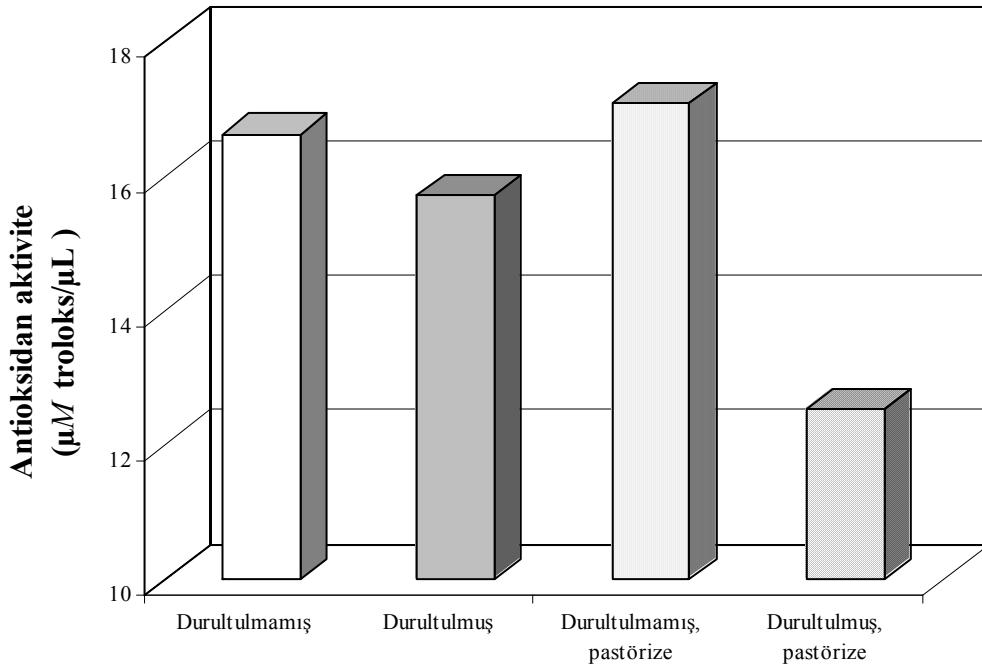
Örnek	Antioksidan aktivite (μM troloks/ μL nar suyu)	
	Daneden	Bütün meyveden
Durultulmamış	16.44	24.44
Durultulmuş	15.53	21.65
Durultulmamış (P)*	17.04	19.43
Durultulmuş (P)	12.30	17.49

* P: pastörize edilmiş

Danelerden elde edilen nar sularının antioksidan aktivitesi “16.44 μM troloks/ μL nar suyu” iken, bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularında ise, bu değer “24.44 μM troloks/ μL nar suyu” olarak bulunmuştur. Gil *et al.* (2000) tarafından yapılan bir çalışmada da, bütün meyveden elde edilen nar sularında danelerden elde

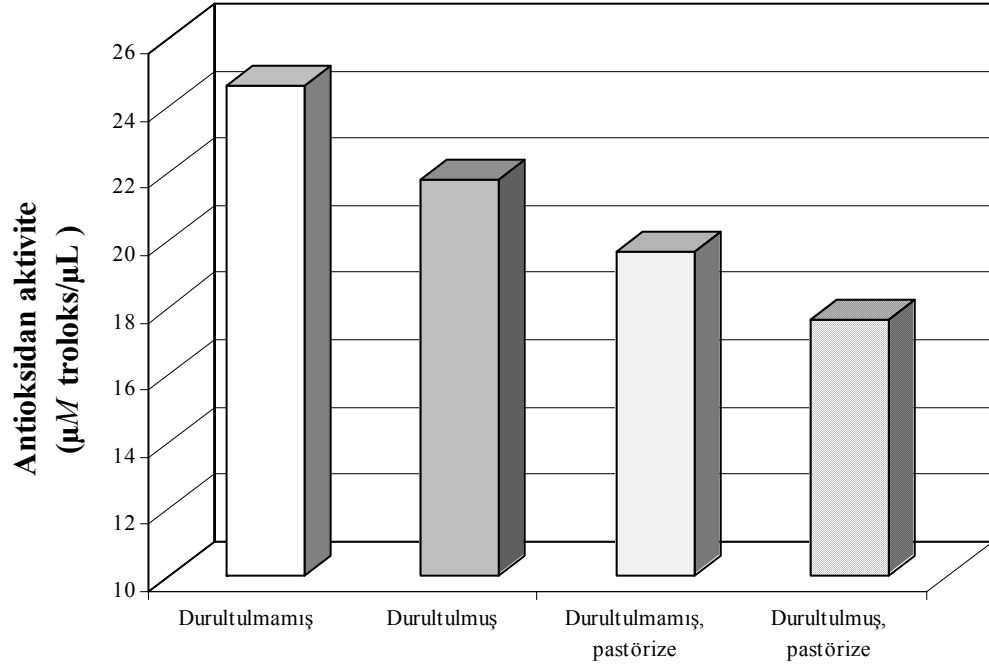
edilen nar sularından daha fazla antioksidan aktivite bulunmuştur. Araştırmacılar bu farklılığı, narın preslenmesi sırasında kabukta yoğun olarak bulunan antioksidan bileşiklerin meyve suyuna geçişine bağlamışlardır.

Pastörizasyon işleminin bütün meyveden elde edilen nar sularının antioksidan aktivite düzeyi üzerine önemli etkisinin olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Örneğin pastörizasyon işlemi sonunda, gerek durultulmamış gerekse de durultulmuş nar sularında yaklaşık %20 düzeyinde bir kayıp saptanmıştır. Danelerden ve bütün meyveden preslenerek elde edilen nar sularındaki antioksidan aktivite düzeyine durultma ve pastörizasyonun etkisini daha açık bir şekilde göstermek için sonuçlar sırasıyla Şekil 4.3 ve 4.4’de histogram olarak verilmiştir.



Şekil 4.3 Danelerden elde edilen nar sularının antioksidan aktiviteleri üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkileri

Nar sularının antioksidan aktivite düzeyleri için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Bu sonuçlar "ekstraksiyon × durultma × pastörizasyon" üçlü interaksiyonunun istatistik olarak önemli olduğunu göstermiştir ($p<0.01$). Üçlü



Şekil 4.4 Bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularının antioksidan aktiviteleri üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkileri

Çizelge 4.6 Nar sularının antioksidan aktivite değerlerine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Ekstraksiyon*	1	117.668	117.668	1842.34	0.000
Durultma	1	26.692	26.692	422.15	0.000
Pastörizasyon	1	34.899	34.899	546.41	0.000
Ekstraksiyon x durultma	1	0.214	0.214	3.35	0.105
Ekstraksiyon x pastörizasyon	1	10.709	10.709	167.68	0.000
Durultma x pastörizasyon	1	2.228	2.228	34.88	0.000
Ekstraksiyon x durultma x pastörizasyon	1	5.487	5.487	85.92	0.000**
Hata	8	0.511	0.064		
Genel toplam	15	198.678			

* : Meyve suyu ekstraksiyon yöntemi

** : p<0.01

interaksiyonun önemli olması; durultma ve ekstraksiyon işlemlerinin birlikte etkisinin pastörizasyon işlemi ile değiştiğini, durultma işleminin pastörizasyon ile birlikte etkisinin ekstraksiyon işlemine göre değiştiğini ve aynı şekilde pastörizasyon ve ekstraksiyon işlemlerinin birlikte etkisinin durultma işlemine göre değiştiğini ifade etmektedir. Duncan testi sonuçları (EK-1; Çizelge 2, 3 ve 4) incelendiğinde, elde edilen tüm değerler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($p<0.01$).

4.5 Nar Suyu Konsantrelerinin Bazı Analitik Özelliklerine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi

Bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularının bir kısmı durultulmadan ve bir kısmı da durultulduktan sonra konsantre edilmişler ve bu örneklerde briks, pH ve titrasyon asitliği belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Nar suyu konsantrelerinin briks, pH ve titrasyon asitliği değerleri

Örnek	Briks (%)	pH	Titrasyon asitliği* (g/100 mg)
Durultulmamış	69.49	3.37	6.30
Durultulmuş	68.63	3.38	6.20
Durultulmamış (P)**	69.35	3.40	6.18
Durultulmuş (P)	69.79	3.40	6.09

*susuz sitrik asit cinsinden

** P: pastörize edilmiş

Durultma ve pastörizasyon işlemlerinin nar suyu konsantrelerinin pH değerleri üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığı gözlenmiştir. Buna karşın, durultma ve pastörizasyon işlemlerinin örneklerin titrasyon asitliği değerlerinde bir miktar azalmaya neden olduğu saptanmıştır.

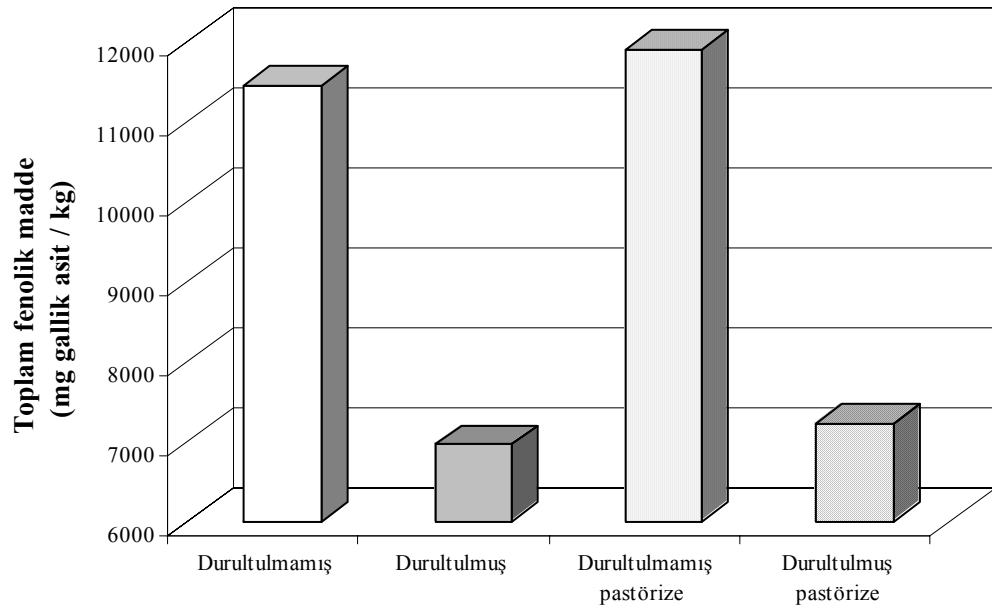
4.6 Nar Suyu Konsantrelerinin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Düzeylerine Durultma ve Pastörizasyon İşlemlerinin Etkisi

Nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivite düzeyine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkisini göstermek için sonuçlar sırasıyla Şekil 4.5 ve 4.6'da histogram olarak verilmiştir. Durultulmamış nar sularından elde edilen konsantrelerin, durultulmuş nar sularından elde edilen konsantrelere göre %39 daha fazla fenolik madde içerdiği ve %25 daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşın, pastörize edilen nar suyu konsantrelerinin gerek toplam fenolik madde içeriğinde ve gerekse de antioksidan aktivite düzeyinde önemli bir fark gözlenmemiştir.

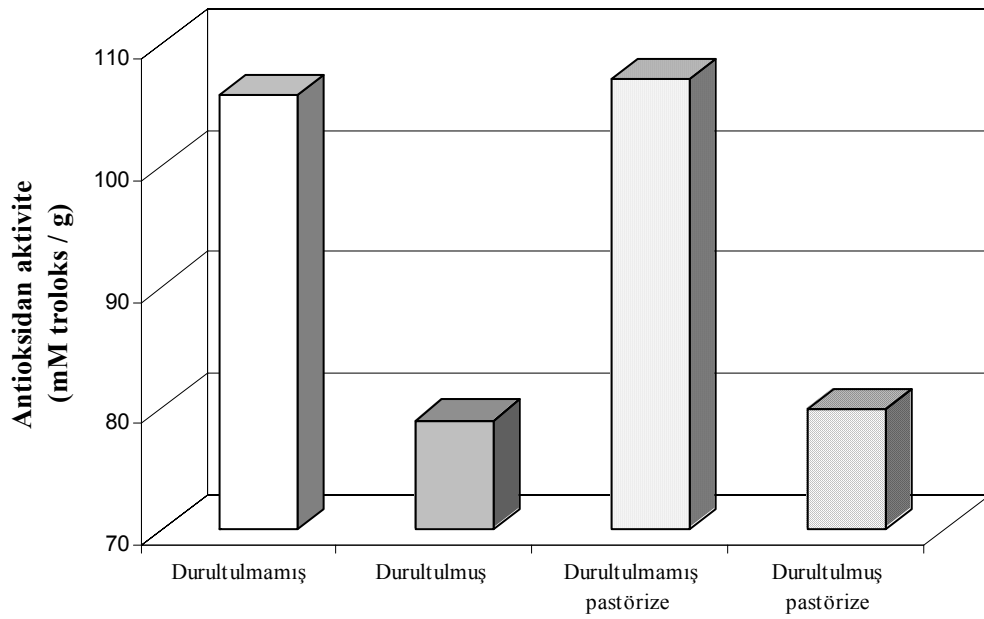
4.7 Nar Suyu Konsantrelerinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması Süresince Bazı Analitik Özelliklerindeki Değişimler

Nar suyu konsantrelerinin 5°C, 12°C ve 20°C sıcaklıklarda 8 ay depolanması boyunca briks, pH ve titrasyon asitliğinde meydana gelen değişimler 2 ay aralıklarla izlenmiş ve sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.8, 4.9 ve 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.8, 4.9 ve 4.10'da görüldüğü gibi, nar suyu konsantrelerinin briks değerlerinde depolama süresince önemli bir değişim gözlenmemiştir. Buna karşın, pH ve titrasyon asitliği değerlerinde ise, bir miktar azalış olduğu gözlenmiştir. Gerek durultma işleminin gerekse de depolama sıcaklığının pH ve titrasyon asitliği üzerine herhangi bir etkisi saptanmamıştır. Titrasyon asitliği değerleri, durultulmamış nar sularından elde edilen konsantrelerde 6.18 g/100 g'dan; 5°C'de 6.05'e, 12°C'de 5.95'ye ve 20°C'de 5.90'a; durultulmuş nar sularından elde edilen konsantrelerde ise, 6.09 g/100 g'dan; 5°C'de 5.95'e, 12°C'de 5.87'e ve 20°C'de 5.77'e düşmüştür.



Şekil 4.5 Nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde içerikleri üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkileri



Şekil 4.6 Nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite düzeyleri üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin etkileri

Çizelge 4.8 5°C’de depolanan nar suyu konsantrelerinde briks, pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim

Örnek	Depolama süresi (ay)	Briks (%)	pH	Titrasyon asitliği* (g 100 g ⁻¹)
Durultulmamış	0	69.35	3.40	6.18
	2	69.10	3.37	5.96
	4	69.12	3.37	6.07
	6	69.17	3.31	6.07
	8	69.07	3.29	6.05
Durultulmuş	0	69.79	3.40	6.09
	2	68.17	3.37	5.82
	4	68.31	3.37	6.05
	6	68.21	3.32	5.98
	8	68.31	3.29	5.95

*susuz sitrik asit cinsinden

Çizelge 4.9 12°C’de depolanan nar suyu konsantrelerinde briks, pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim

Örnek	Depolama süresi (ay)	Briks (%)	pH	Titrasyon asitliği* (g 100 g ⁻¹)
Durultulmamış	0	69.35	3.40	6.18
	2	68.86	3.37	5.93
	4	69.28	3.37	5.99
	6	69.20	3.32	6.06
	8	69.20	3.29	5.95
Durultulmuş	0	69.79	3.40	6.09
	2	68.25	3.37	5.83
	4	68.42	3.37	5.94
	6	68.22	3.32	5.91
	8	68.31	3.29	5.87

*susuz sitrik asit cinsinden

Çizelge 4.10 20°C’de depolanan nar suyu konsantrelerinde briks, pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim

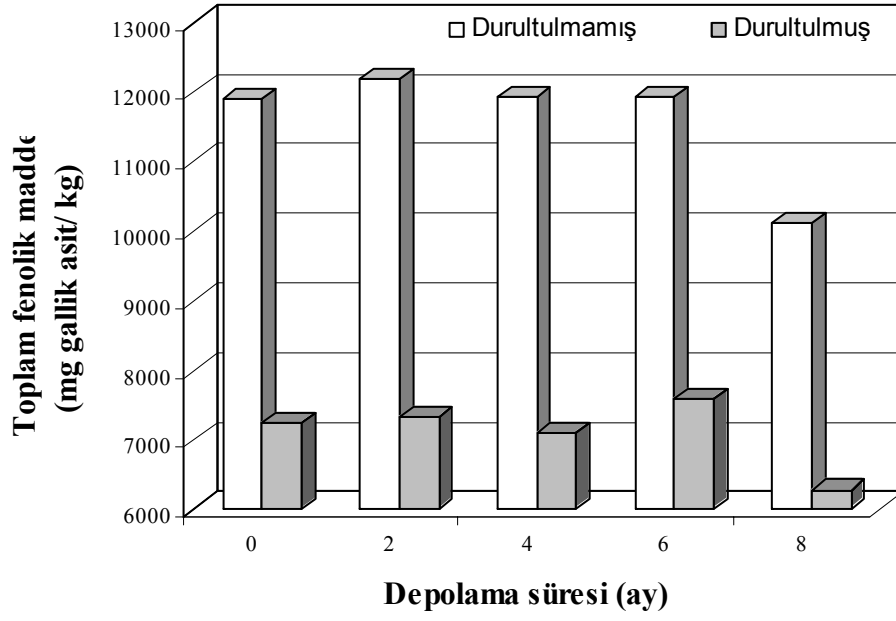
Örnek	Depolama süresi (ay)	Briks (%)	pH	Titrasyon asitliği* (g 100 g ⁻¹)
Durultulmamış	0	69.35	3.40	6.18
	2	69.16	3.33	5.94
	4	69.68	3.38	5.93
	6	69.28	3.33	5.92
	8	69.14	3.29	5.90
Durultulmuş	0	69.79	3.40	6.09
	2	68.18	3.34	5.73
	4	68.37	3.38	5.84
	6	67.94	3.33	5.84
	8	68.13	3.30	5.77

*susuz sitrik asit cinsinden

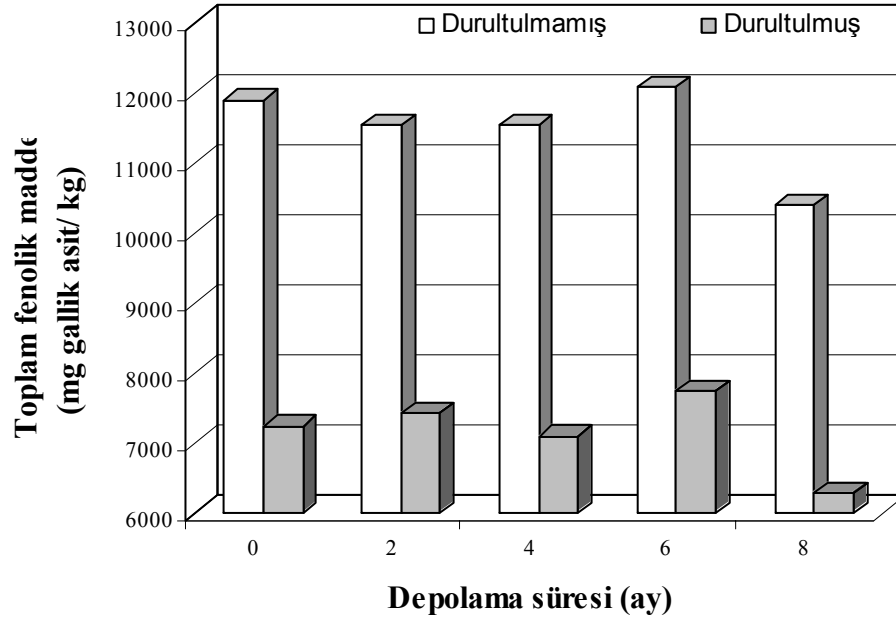
4.8 Nar Suyu Konsantrelerinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması Süresince Toplam Fenolik Madde İçeriklerindeki Değişimler

Nar suyu konsantre örneklerinin 5°C, 12°C ve 20°C sıcaklıklarda 8 ay depolanması boyunca toplam fenolik maddelerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.7, 4.8 ve 4.9’da verilen histogram grafiklerde gösterilmiştir.

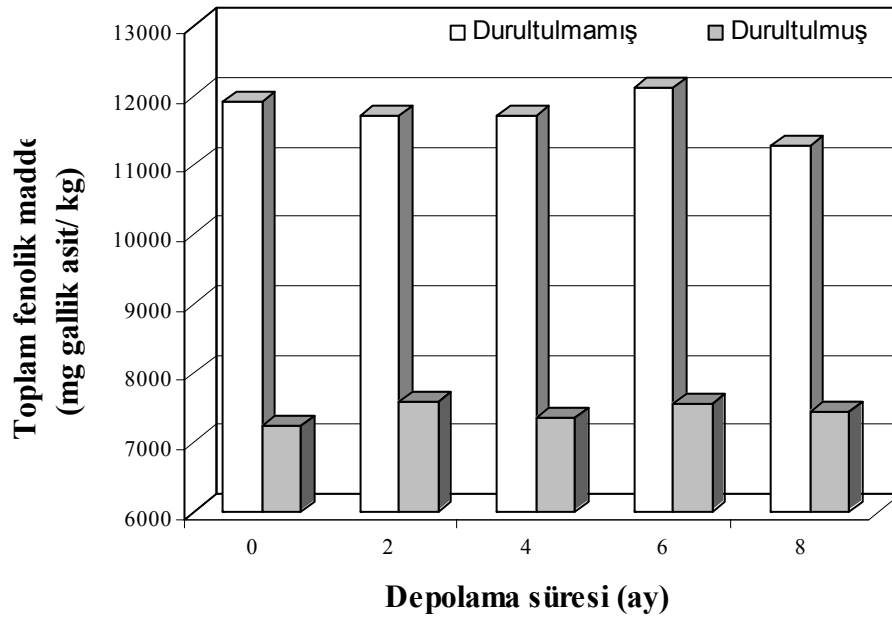
Şekil 4.7, 4.8 ve 4.9’da görüldüğü gibi, depolama süresince gerek durutulmamış ve gerekse de jelatinle durultulmuş nar sularından elde edilen konsantrelerin toplam fenolik madde düzeyinde önemli bir değişim gözlenmemiştir ($p>0.05$). Buna karşın durutulmamış ve durultulmuş konsantrelerin toplam fenolik madde içeriğinde önemli farklılıklar saptanmıştır ($p<0.01$). Örneğin depolama başlangıcında durutulmamış nar sularından elde edilen konsantre örneklerinde toplam fenolik madde miktarı 11 906 mg kg⁻¹ olarak, durultulmuş nar sularından elde edilen konsantrelerde ise, 7236 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.7 Nar suyu konsantrelerinin 5°C’de depolanması süresince toplam fenolik madde içeriğindeki değişimler



Şekil 4.8 Nar suyu konsantrelerinin 12°C’de depolanması süresince toplam fenolik madde içeriğindeki değişimler



Şekil 4.9 Nar suyu konsantrelerinin 20°C’de depolanması süresince toplam fenolik madde içeriğindeki değişimler

5°C, 12°C ve 20°C’lerde depolanan nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde miktarları için yapılan varyans analizi sonuçları (Çizelge 4.11), "durultma × sıcaklık × süre" üçlü interaksiyonunun istatistik olarak önemli olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$). Üçlü interaksiyonun önemli olması, durultma işleminin depolama sıcaklığı ile birlikte etkisinin sürelerle değiştiğini, durultma işleminin sürelerle birlikte etkisinin depolama sıcaklığına göre değiştiğini ve aynı şekilde depolama sıcaklığının depolama sürelerine göre birlikte etkisinin durultma işlemine göre değiştiğini göstermektedir.

Duncan testi sonuçlarına göre (EK-1; Çizelge 5, 6 ve 7); toplam fenolik madde miktarı ortalamalarının 8. aya kadar önemli bir değişim göstermediği belirlenmiştir ($p > 0.01$). Sadece 5°C ve 12°C’de depolanan durultulmuş ve durultulmamış konsantreler ile 20°C’de depolanan durultulmamış konsantrenin 8. ay ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Farklı depolama sıcaklıklarında aynı sürelerde depolanan örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farkların önemsiz olduğu ($p > 0.01$), sadece 20°C’de depolanan durultulmuş ve durultulmamış konsantrelerin 8. ay toplam fenolik madde miktarlarının istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.01$). Ayrıca tüm depolama sıcaklıklarında ve sürelerinde durultulmuş

örneklerle durultulmamış örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farkların istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

4.9 Nar Suyu Konsantrelerinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması Süresince Antioksidan Aktivite Düzeylerindeki Değişimler

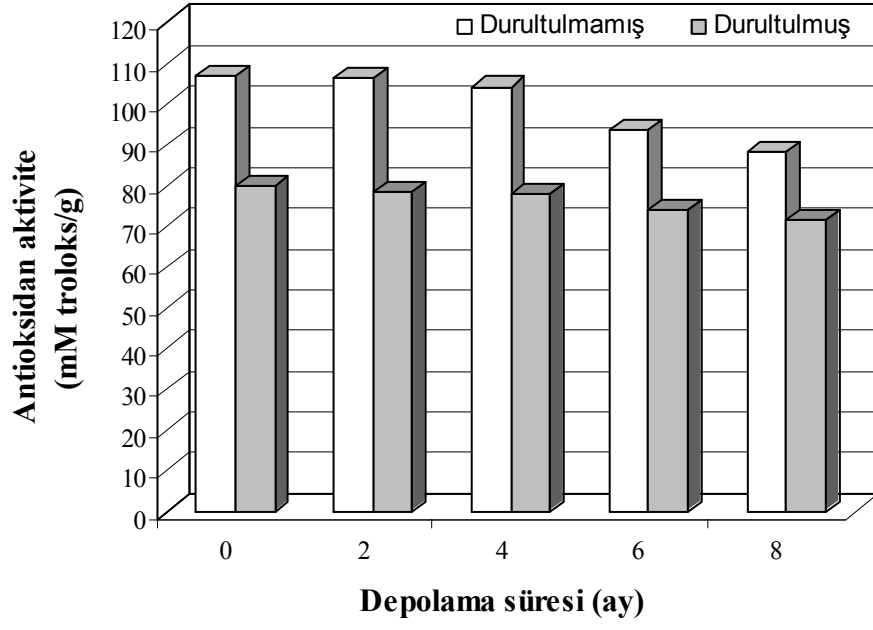
Nar suyu konsantre örneklerinin 5°C, 12°C ve 20°C sıcaklıklarda 8 ay depolanması boyunca antioksidan aktivite düzeylerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12’de verilen histogram grafiklerde gösterilmiştir.

Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12’de görüldüğü gibi, depolama süresince özellikle durultulmamış nar sularından elde edilen konsantre örneklerinde antioksidan aktivite düzeyinde bir miktar azalış saptanmıştır. Durultulmuş nar sularından elde edilen konsantrelerin antioksidan aktivite düzeyinde ise, durultulmamış nar sularından elde edilen konsantrelere göre daha az da olsa bir azalış saptanmıştır. Depolama sıcaklıklarının ise, antioksidan aktivite düzeyi üzerine belirgin bir etkisi gözlenmemiştir. 8 ay depolama sonunda, durultulmamış konsantrelerin antioksidan aktivitesinin %10–11 oranında, durultulmuş konsantrelerin ise %13–17 oranında düştüğü gözlenmiştir.

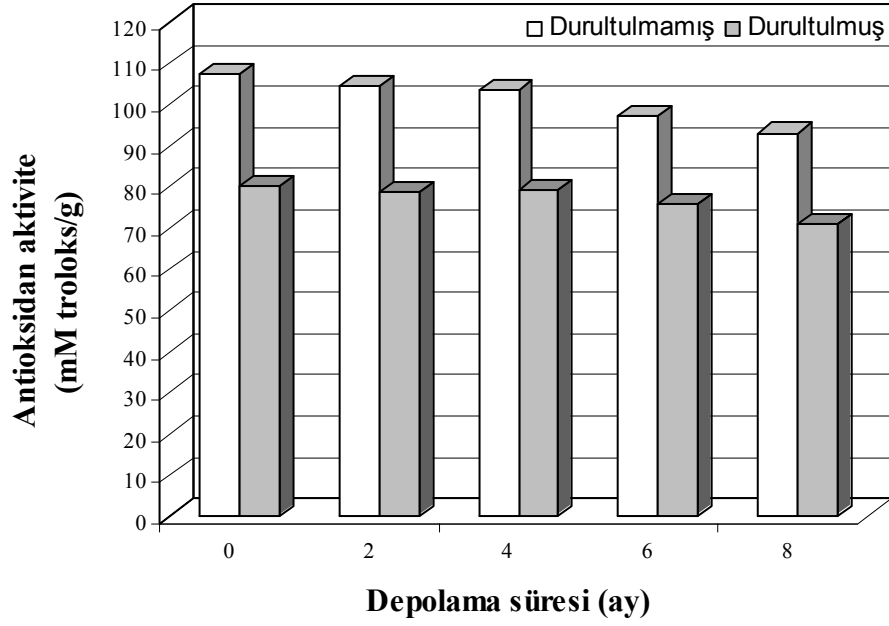
Çizelge 4.11 Nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimlere ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sıcaklık	2	3566305	1783153	21.38	0.000
Durultma	1	265625792	265625792	3185.25	0.000
Süre	4	22703424	5675856	68.06	0.000
Sıcaklık x durultma	2	970564	485282	5.82	0.007
Sıcaklık x süre	8	11228308	1403538	16.83	0.000
Durultma x süre	4	6373550	1593388	19.11	0.000
Sıcaklık x durultma x süre	8	6037501	754688	9.05	0.000**
Hata	30	2501770	83392		
Genel toplam	59	319007215			

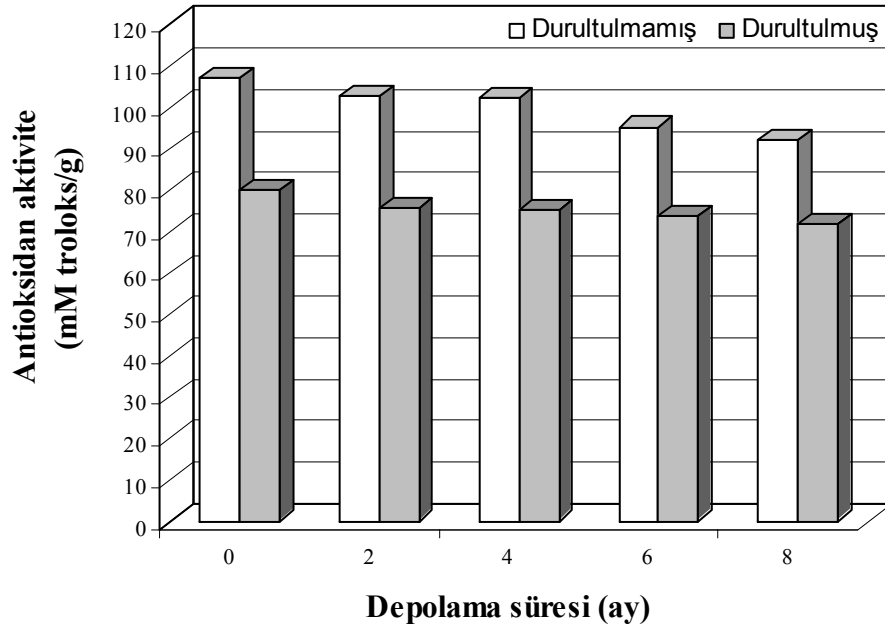
** : $p<0.01$



Şekil 4.10 Nar suyu konsantrelerinin 5°C’de depolanması süresince antioksidan aktivite düzeyindeki değişimler



Şekil 4.11 Nar suyu konsantrelerinin 12°C’de depolanması süresince antioksidan aktivite düzeyindeki değişimler



Şekil 4.12 Nar suyu konsantrelerinin 20°C’de depolanması süresince antioksidan aktivite düzeyindeki değişimler

5°C, 12°C ve 20°C’lerde depolanan nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite düzeyleri için yapılan varyans analizi sonuçları (Çizelge 4.12), "durultma × sıcaklık × süre" üçlü interaksiyonunun istatistik olarak önemli olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.12 Nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite düzeylerindeki değişimlere ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sıcaklık	2	75.26	37.63	167.41	0.000
Durultma	1	7809.92	7809.92	347725.59	0.000
Süre	4	1834.47	458.62	20419.34	0.000
Sıcaklık x durultma	2	80.96	40.48	1802.36	0.000
Sıcaklık x süre	8	349.85	43.73	1947.07	0.000
Durultma x süre	4	446.86	111.72	4973.98	0.000
Sıcaklık x durultma x süre	8	322.99	40.37	1797.60	0.000**
Hata	30	0.67	0.02		
Genel toplam	59	10920.99			

** : $p < 0.01$

Duncan testi sonuçlarına göre (EK-1; Çizelge 8, 9 ve 10); durultulmuş ve durultulmamış konsantrelerin, farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince antioksidan aktivite değerlerinde önemli değişimler olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Bu üç depolama sıcaklığında, sadece durultulmuş konsantrelerin 5°C ve 20°C sıcaklıklarda 4 ay depolanması sonunda antioksidan aktivite düzeyinde gözlenen değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.01$). Aynı depolama sürelerinde farklı depolama sıcaklıklarının etkisi incelendiğinde ise; sadece 5°C ve 20°C’de depolanan durultulmuş konsantre örneklerin 2, 4 ve 8 ay sonundaki ortalamaları arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0.01$). Tüm depolama sıcaklıklarında ve sürelerinde, durultulmuş örneklerle durultulmamış örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin ortalamaları arasındaki farkların istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Bu konuda yapılan benzer bir çalışmada; 18°C, 28°C ve 38°C sıcaklıklarda 6 ay süreyle depolanan portakal sularında antioksidan aktivite düzeyinde sırasıyla %18, %45 ve %84 oranlarında düşüş saptanmıştır (Klimczak *et al.* 2007). Antioksidan aktivitedeki bu düşüşün, askorbik asit ve fenolik madde miktarındaki azalmadan kaynaklandığı bildirilmiştir. Ancak bu azalışa en önemli pay, askorbik asit miktarındaki azalmadan kaynaklanmıştır. 18°C, 28°C ve 38°C sıcaklıklarda 6 ay süreyle depolama sonunda, askorbik asit içeriğinde sırasıyla %20, %32 ve %81 düzeyinde azalma saptanırken, Folin-Ciocalteu yöntemiyle yapılan toplam fenolik madde miktarında ise, ancak %3, %9 ve %17 düzeyinde bir azalma saptanmıştır. Bu sonuçlar, portakal suyunun depolanması süresince antioksidan aktivite düzeyindeki azalmanın başlıca nedeninin askorbik asit miktarındaki azalmadan kaynaklandığını göstermiştir.

Meyvelerin antioksidan aktivitelerinin önemli bölümü, yapılarında bulunan fenolik maddelerden ya da askorbik asit içeriklerinden kaynaklanmaktadır. Miller and Rice-Evans (1997) elma sularındaki antioksidan aktivitenin başta klorojenik asit ve *p*-kumaroil quinic asit olmak üzere fenolik maddelerden kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Buna karşın, Frenk üzüm (black currant) suyu ve portakal sularında ise, ölçülen antioksidan aktivitenin sırasıyla %73 ve %87’sinin askorbik asitten oluştuğu gözlenmiştir. Portakal sularında yapılan bir çalışmada da, antioksidan aktivitenin çeşide bağlı olarak %59–83’lük bölümünün askorbik asitten kaynaklandığı saptanmıştır (Arena

et al. 2001). Yine bu çalışmada, kan portakalı sularının 2°C ve 20°C’de 60 gün süreyle depolanması sonunda antioksidan aktivite ve askorbik asit içeriğinde önemli bir değişim saptanmamıştır (Arena *et al.* 2001). Buna karşın, antosiyanin içeriğinde ise önemli azalmalar saptanmıştır. Bu sonuçlar, kan portakalı sularında antioksidan aktivitenin tamamen askorbik asitten kaynaklandığını göstermiştir. Antosiyaninlerin nar sularının antioksidan aktivitesi üzerine etkisinin sınırlı olduğu Gil *et al.* (2000) tarafından yürütülen bir çalışmada da ortaya konulmuştur. Bu çalışmada nar sularında bulunan ve antioksidan aktivite gösteren bileşenlerin tek tek antioksidan aktiviteleri belirlenmiş ve nar sularının antioksidan aktivitesi üzerine en az katkıyı, ellajik asit ile antosiyaninlerin yaptığı saptanmıştır.

Yapılan çalışmalar, meyve bazlı ürünlerin depolanması süresince antioksidan aktivitede saptanan değişimlerin fenolik maddelerdeki değişimlerden çok, askorbik asit miktarındaki azalmanın yanında esmerleşme reaksiyonları sonucu oluşan hidroksimetil furfural’dan (5-Hydroxymethyl-2-furfural, HMF) de kaynaklanabileceğini göstermiştir. Del Caro *et al.* (2004) tarafından yürütülen bir çalışmada, erikler farklı sıcaklıklarda kurutulduktan sonra 1 yıl süreyle depolanmış ve bu süre sonunda kuru eriklerin antioksidan aktivite düzeylerinde çeşide bağlı olarak %53–78 düzeyinde bir artış saptanmıştır. Bu çalışmada depolama süresince; antioksidan aktivite gösteren askorbik asit, antosiyanin ve diğer fenolik maddelerin miktarlarında azalma saptanmıştır. Araştırmacılar, fenolik maddelerdeki bu azalışı polifenol oksidaz enzimi tarafından katalize edilen oksidasyon reaksiyonlarına bağlamışlardır. Bu çalışmada Maillard reaksiyonunun bir ürünü olan HMF miktarındaki değişim de incelenmiş ve depolama süresince HMF miktarında önemli artışlar saptanmıştır. Araştırmacılar, antioksidan aktivitedeki artışın, depolama süresince oluşan HMF’den kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir.

Diğer taraftan Naithani *et al.* (2006), piyasadan aldıkları 8 farklı bitki çayının 27°C’de 15 ay süresince depolanması sonunda antioksidan aktivitede önemli azalmalar gözlemişlerdir. Örneğin, başlangıçta 786 mg 100 g⁻¹ fenolik madde içeren bitkisel çayda 5, 10 ve 15 ay sonunda antioksidan aktivitede sırasıyla %36, %62 ve %70 oranında azalma saptamışlardır. Benzer şekilde, 2651 mg 100 g⁻¹ fenolik madde içeren

diğer bir bitkisel çay örneğinde aynı depolama sürelerinde antioksidan aktivitede sırasıyla %58, %68 ve %72 oranında azalma bulunmuştur. Araştırmacılar, toplam fenolik madde içeriği arttıkça, antioksidan aktivite düzeyinde daha az azalma olduğunu gözlemişlerdir. Ancak, bu çalışmada depolama süresince antioksidan aktivitede saptanan bu azalmaların fenolik maddelerdeki değişimle ilişkisi ortaya konulmamıştır.

Literatürde, antioksidan aktivitenin depolama dışında çeşitli proses aşamalarında değiştiğini gösteren araştırmalara da rastlanmıştır. Nitekim Yang *et al.* (2007), Pasifik Adaları'nda halk ilacı olarak kullanılan tropik bir meyve olan “noni” den (*Morinda citrifolia L.*) elde ettikleri meyve suyunda antioksidan aktivitenin üretimin çeşitli aşamalarında değiştiğini göstermişlerdir. Örneğin, 24°C’de 3 ay süreyle fermente edilen noni sularında, antioksidan aktivite düzeyinde %90 üzerinde bir kayıp saptanmıştır. Aynı meyve sularının 24°C, 4°C ve -18°C sıcaklıklarda 3 ay süreyle depolanması sonunda, antioksidan aktivite düzeyinde sırasıyla %90, %55 ve %15 düzeyinde bir azalma saptanmıştır. Bu sonuçlar, noni sularında depolama sıcaklığı arttıkça antioksidan aktivitenin düştüğünü göstermektedir. Bu çalışmada, antioksidan aktivitenin ancak %41’inin fenolik antioksidanlardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, kullandıkları antioksidan aktivite ölçüm yönteminin (DPPH yöntemi) ortamda serbest olarak bulunan antioksidan bileşikleri belirleyebildiğini, buna karşın Folin-Ciocalteu yöntemiyle hem serbest ve hem de bağlı fenolik bileşiklerin belirlendiğini ileri sürmüşlerdir. Bu durumda, bağlı fenolik bileşiklerin antioksidan aktivite üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada ulaşılmış bulunan başlıca sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetle sunulmuştur:

1. Durultma ve pastörizasyon işlemlerinin, nar sularının pH, titrasyon asitliği ve briks değerleri üzerine önemli bir etkisi gözlenmemiştir.
2. Bütün meyveden elde edilen nar sularının toplam fenolik madde içeriği, danelerden elde edilen nar sularına göre %42 daha fazla bulunmuştur. Benzer şekilde, bütün meyveden elde edilen nar sularının antioksidan aktivite düzeyinde de %49'luk bir artış saptanmıştır. Bu bulgu, nar sularındaki antioksidan aktivitenin fenolik maddelerden kaynaklandığını göstermiştir.
3. Nar suyunun antioksidan aktivitesinin büyük bir kısmının nar kabuğunda bulunduğu saptanmıştır. Bu nedenle yüksek antioksidan aktivite için, narlar mutlaka kabuklarıyla preslenmelidir.
4. Durultma işleminin nar sularının gerek toplam fenolik madde miktarını gerekse de antioksidan aktivitesini düşürdüğü saptanmıştır. Jelatinin antioksidan fenolikler üzerine olumsuz etkisi nedeniyle, nar sularının durultulmasında kullanılması gereken optimum jelatin miktarı ön denemelerle duyarlı olarak belirlenmelidir.
5. Pastörizasyon işlemi sonunda da, nar sularının gerek toplam fenolik madde içerikleri gerekse de antioksidan aktivitelerinde belirgin azalmalar gözlenmiştir.
6. Depolama başlangıcında durultulmamış nar sularından elde edilen konsantrelerin, durultulmuş nar sularından elde edilen konsantrelere göre %39 daha fazla toplam fenolik madde içerdiği ve %25 daha fazla antioksidan aktivite içerdiği saptanmıştır.

7. Depolama süresince durultulmamış nar sularından elde edilen konsantre örneklerinde antioksidan aktivite düzeyinde bir miktar azalış saptanmıştır. Depolama sıcaklıklarının ise, nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivitesi üzerine önemli bir etkisi bulunmamıştır.
8. Konsantre örneklerinin depolanması süresince toplam fenolik madde düzeyinde de önemli bir değişim gözlenmemiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim. 2005. MEYED (Meyve Suyu Endüstrisi Derneği). Web sitesi. <http://www.meyed.org.tr/> Erişim tarihi: 02.02.2008.
- Anonim. 2006. <http://www.cu.edu.tr/merkezler/tyhm/2006-05.html>. Çukurova Üniversitesi Tarımsal Yayım, Haberleşme, Araştırma ve Uygulama Merkezi. Erişim tarihi: 21.05.2008.
- Anonim. 2006. http://www.tarimmerkezi.com/haber_detay.php?hid=12979. Ege İnternet Yayıncılık Merkezi. Erişim tarihi: 28.01.2008.
- Anonim. 2008. <http://www.batem.gov.tr/urunler/meyvelerimiz/nar/nar.htm>. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Erişim tarihi: 20.05.2008.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., Bektaşoğlu, B., Berker, K.I. and Özyurt, D. 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12, 1496-1547.
- Arena, E., Fallico, B. and Maccarone, E. 2001. Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage. *Food Chemistry*, 74, 423-427.
- Arts, M.J.T.J., Haenen, G.R.M.M., Voss, H.P. and Bast, A. 2001. Masking of antioxidant capacity by the interaction of flavonoids with protein. *Food and Chemical Toxicology*, 39, 787-791.
- Aviram, M., Dornfeld, L., Rosenblat, M., Volkova, N., Kaplan, M., Coleman, R., Hayek, T., Presser, D. and Fuhrman, B. 2000. Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1062-1076.
- Cemeroğlu, B. 1977. *Nar Suyu Üretim Teknolojisi Üzerinde Araştırmalar*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, No: 664, 71 s. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Cemeroğlu, B. 2007. Gıda analizlerinde genel yöntemler, *Gıda Analizleri*, Cemeroğlu, B. (ed.), s. 45-128, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Cemeroğlu, B., Artık, N. ve Yüncüler, O. 1988. Nar suyu üzerinde araştırmalar. *Doğa, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 12(3), 322-334.
- Cemeroğlu, B., Artık, N. und Erbaş, S. 1992. Gewinnung von Granatapfelsaft und seine Zusammensetzung. *Flüssiges Obst*, 59, 335-340.

- Cemeroğlu, B., Velioğlu, S., Erbaş, S., Ünal, Ç. ve Yıldız, O. 1994. Vişne ve nar sularının kimyasal tanı değerlerinin saptanması üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK projesi, Proje No: TBGAG-29/A, 49 s., Ankara.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A. ve Özkan, M. 2004. Meyve ve sebzelerin bileşimi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt I, Cemeroğlu, B. (ed.), s. 1-188, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Del Caro, A., Piga, A., Pinna, I., Fenu, P.M. and Agabbio, M. 2004. Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity, and ascorbic acid of prunes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4780-4784.
- Fogliano, V., Verde, V., Randazzo, G. and Ritieni, A. 1999. Method for measuring antioxidant activity and its application to monitoring the antioxidant capacity of wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 1035-1040.
- Frankel, E.N. 1999. Natural phenolic antioxidants and their impact on health. *Antioxidant Food Supplements in Human Health*, 385-392.
- Garcia-Alonso, M., Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J.C. 2004. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chemistry*, 84, 13-18.
- Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M. and Kader, A.A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4581-4589.
- Gorinstein, S., Cvikrova, M., Machackova, I., Haruenkit, R., Park, Y.S., Jung, S.T., Yamamoto, K., Ayala, A.L.M., Katrich, E. and Trakhtenberg, S. 2004. Characterization of antioxidant compounds in Jaffa sweeties and white grapefruits. *Food Chemistry*, 84, 503-504.
- Gorinstein, S., Martin-Belloso, O., Park, Y.S., Haruenkit, R., Lojek, A., Ciz, M., Caspi, A., Libman, I. and Trakhtenberg, S. 2001. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chemistry*, 74, 309-315.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. and Jiang, Y. 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23, 1719-1726.
- Gültekin, M., Özçoban, D. ve Karaali, A. 2007. Antioksidan kaynağı bir içecek: Nar suyu. *Dünya Gıda*, 12(7), 85-89.
- Halliwell, B. 1990. How to characterize a biological antioxidant. *Free Radicals Research Com.*, 9, 1-32.

- Heftaman, E. and Bennett, S.T. 1966. Identification of estrone in pomegranate seeds. *Phytochemistry*, 5, 1337-1340.
- Hernandez, F., Melgarejo, P., Tomas-Barberan, F.A. and Artes, A. 1999. Evolution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones. *European Food Research and Technology*, 210, 39-42.
- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856.
- IFU. 1968. *Analysen. Nr: 3. Internationale Fruchtsaft Union* Juris Verlag, Zurich, Schweiz.
- İGEME. 2005. *Nar Üretimi İhracat Bilgileri*. Ankara.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E. and Vivanco, J.M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry*, 83, 547-550.
- Kırca, A. ve Özkan, M. 2007. Değişik amaçlı bazı test ve analiz yöntemleri. *Gıda Analizleri*, Cemeroglu, B. (ed.), s. 463-486, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M. and Gliszczynska-Swiglo, A. 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 313-322.
- Koca, N. ve Karadeniz, F. 2005. Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler. *Gıda*, 30(4), 229-236.
- Kulkarni, A.P. and Aradhya, S.M. 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food Chemistry*, 93, 319-324.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J. and Cheng, S. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96, 254-260.
- Madhavi, D.L., Singhal, R.S. and Kulkarni, P.R. 1996. Technological aspects of food antioxidants. In *Food Antioxidants*, Madhavi, D.L., Deshpande, S.S. and Salunke, D.K. (eds.), pp. 159-265, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Marti, N., Perz-Vicente, A. and Garcia-Viguera, C. 2001. Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 217-221.
- Miller, N.J. and Rice-Evans, C.A. 1997. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chemistry*, 60, 331-337.

- Murthy, K.N.C, Jayaprakasha, G.K. and 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.
- Naithani, V., Nair, S. and Kakkar, P. 2006. Decline in antioxidant capacity of Indian herbal teas during storage and its relation to phenolic content. Food Research International, 39, 176-181.
- Noda, Y., Kaneyuki, T., Mori, A. and Packer, L. 2002. Antioxidant activities of pomegranate fruit extract and its anthocyanidins: Delphinidin, cyanidin and pelargonidin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 166-171.
- Onur, C. 1982. *Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu*. Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi Yayını, 121.
- Özkan, M., Yemenicioğlu, A., Asefi, N. and Cemeroğlu, B. 2002. Degradation kinetics of anthocyanins from sour cherry, pomegranate and strawberry juices by hydrogen peroxide. Journal of Food Science, 67(2), 525-529.
- Özkan, M., Kırca, A. ve Cemeroğlu, B. 2007. Gıdalara uygulanan bazı özel analiz yöntemleri. *Gıda Analizleri*, Cemeroğlu, B. (ed.), s.129-186, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Pekmezci, M. and Erkan, M. 2003. Pomegranate. *Postharvest Quality Maintenance Guidelines*. Agricultural Handbook Number-66.
- Poyrazoğlu, E., Gökmen, V. and Artık, N. 2002. Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 15, 567-575.
- Prakash, A. 2001. Antioxidant activity. Web sitesi. <http://www.medlabs.com>. Erişim Tarihi: 12.10.2006.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine, 26, 1231-1237.
- Rieger, M. 2006. Mark's fruit crops. Web sitesi. <http://www.uga.edu/fruit/pomegran.html>. Erişim tarihi: 21.05.2008.
- Seeram, N., Lee, R., Hardy, M. and Heber, D. 2005a. Rapid large scale purification of ellagitannins from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry. Separation and Purification Technology, 41(1), 49-55.

- Seeram, N.P., Adams, L.S., Hennig, S.M., Niu, Y., Zhang, Y., Nair, M.G. and 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.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-153.
- Turfan, Ö., Yemiş, O. ve Özkan, M. 2008. Nar suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinde antosiyaninlerdeki değişimler. Yüksek lisans tezi (yöntem çalışmasından bir bölüm), Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Vardin, H. and Fenercioğlu, H. 2003. Study on the development of pomegranate juice processing technology: clarification of pomegranate juice. *Nahrung/Food*, 47, 300-303.
- Villano, D., Fernandez-Pachon, M.S., Troncoso, A.M. and Garcia-Parrilla, M.C. 2004. The antioxidant activity of wines determined by the ABTS^{•+} method: Influence of sample dilution and time. *Talanta*, 64, 501-509.
- Yang, J., Paulina, R., Janke-Stedronsky, S. and Abawi, F. 2007. Free-radical-scavenging activity and total phenols of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder in processing and storage. *Food Chemistry*, 102, 302-308.

EK-1 DUNCAN ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA TESTİ SONUÇLARI

Çizelge 1 Meyve suyu ekstraksiyon yöntemi ve pastörizasyon işleminin nar sularının toplam fenolik madde içeriğine etkilerinin Duncan testi ile karşılaştırılması

Meyve suyu ekstraksiyon yöntemi	Pastörizasyon	
	P. öncesi	P. sonrası
Danelerden	1538±145A	1442±203B
Bütün meyveden	2228±191B	1763±150A

A–B: Aynı satır ya da aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01)

Çizelge 2 Durultma ve meyve suyu ekstraksiyon yönteminin nar sularının antioksidan aktivite düzeyine birlikte etkilerinin pastörizasyon işlemine göre Duncan testi ile karşılaştırılması

Durultma	Meyve suyu ekstraksiyon yöntemi	Pastörizasyon	
		P. öncesi	P. sonrası
Durultulmuş	Danelerden	15.53±0.21Ad	12.30±0.24Bd
	Bütün meyveden	21.65±0.15Ab	17.49±0.14Bb
Durultulmamış	Danelerden	16.44±0.20Bc	17.04±0.06Ac
	Bütün meyveden	24.44±0.16Aa	19.43±0.22Ba

A–B: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

a–d: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 3 Durultma ve pastörizasyon işlemlerinin nar sularının antioksidan aktivite düzeyine birlikte etkisinin meyve suyu ekstraksiyon yöntemine göre Duncan testi ile karşılaştırılması

Durultma	Pastörizasyon	Meyve suyu ekstraksiyon yöntemi	
		Danelerden	Bütün meyveden
Durultulmuş	Pastörize edilmemiş	15.53±0.21Bc	21.65±0.15Ab
	Pastörize edilmiş	12.30±0.24Bd	17.49±0.14Ad
Durultulmamış	Pastörize edilmemiş	16.44±0.20Bb	24.44±0.16Aa
	Pastörize edilmiş	17.04±0.06Ba	19.43±0.22Ac

A–B: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

a–d: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 4 Pastörizasyon ve meyve suyu ekstraksiyon yönteminin nar sularının antioksidan aktivite düzeyine birlikte etkilerinin durultma işlemine göre Duncan testi ile karşılaştırılması

Pastörizasyon	Meyve suyu ekstraksiyon yöntemi	Durultma	
		Durultulmuş	Durultulmamış
Pastörize edilmemiş	Danelerden	15.53±0.21Ac	16.44±0.20Bd
	Bütün meyveden	21.65±0.15Aa	24.44±0.16Ba
Pastörize edilmiş	Danelerden	12.30±0.24Ad	17.04±0.06Bc
	Bütün meyveden	17.49±0.14Ab	19.43±0.22Bb

A–B: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

a–d: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 5 Durultma ve depolama sıcaklıklarının nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde içeriğine birlikte etkilerinin depolama sürelerine göre Duncan testi ile karşılaştırılması

Durultma	Sıcaklık (°C)	Süre (ay)				
		0	2	4	6	8
Durultulmuş	5	7236±155Ab	7330±59Ab	7100±68Ab	7588±129Ab	6284±100Bd
	12	7236±155Ab	7434±106Ab	7095±140Ab	7751±54Ab	6271±560Bd
	20	7236±155Ab	7578±66Ab	7362±170Ab	7549±133Ab	7446±78Ac
Durultulmamış	5	11906±206Aa	12184±41Aa	11936±158Aa	11636±352Aa	10117±61Bb
	12	11906±206Aa	11785±360Aa	11545±142Aa	12093±71Aa	10394±51Bb
	20	11906±206Aa	12137±6Aa	11697±171ABa	12106±78ABa	11267±53Ba

A–B: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.01$).

a–d: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.01$).

Çizelge 6 Durultma ve depolama sürelerinin nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde içeriğine birlikte etkilerinin depolama sıcaklıklarına göre Duncan testi ile karşılaştırılması

Durultma	Süre (ay)	Sıcaklık (°C)		
		5	12	20
Durultulmuş	0	7236±155Ad	7236±155Ad	7236±155Ad
	2	7330±59Ad	7434±106Ad	7578±66Ad
	4	7100±68Ad	7095±140Ad	7362±170Ad
	6	7588±129Ad	7751±54Ad	7549±133Ad
	8	6284±100Be	6271±560Be	7446±78Ad
Durultulmamış	0	11906±206Aab	11906±206Aab	11906±206Aab
	2	12184±41Aab	11785±360Aab	12137±6Aa
	4	11936±158Aab	11545±142Aab	11697±171Aab
	6	11636±352Aab	12093±71Aab	12106±78Aab
	8	10117±61Bc	10394±518Bc	11267±53Ab

A–B: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.01$).

a–e: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.01$).

Çizelge 7 Depolama sıcaklık ve sürelerinin nar suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde içeriğine birlikte etkilerinin durultma işlemine göre Duncan testi ile karşılaştırılması

Sıcaklık (°C)	Süre (ay)	Durultma	
		Durultulmuş	Durultulmamış
5	0	7236±155Ba	11906±206Aab
	2	7330±59Ba	12184±41Aab
	4	7100±68Ba	11936±158Aab
	6	7588±129Ba	11636±352Aab
	8	6284±100Bb	10117±61Ac
12	0	7236±155Ba	11906±206Aab
	2	7434±106Ba	11785±360Aab
	4	7095±140Ba	11545±142Aab
	6	7751±54Ba	12093±71Aab
	8	6271±560Bb	10394±518Ac
20	0	7236±155Ba	11906±206Aab
	2	7578±66Ba	12137±6Aa
	4	7362±170Ba	11697±171Aab
	6	7549±133Ba	12106±78Aab
	8	7446±78Ba	11267±53Ab

A–B: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.01$).

a–c: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.01$).

Çizelge 8 Durultma ve depolama sıcaklıklarının nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite düzeyine birlikte etkilerinin depolama sürelerine göre Duncan testi ile karşılaştırılması

Durultma	Sıcaklık (°C)	Süre (ay)				
		0	2	4	6	8
Durultulmuş	5	79.90±0.07Ab	78.23±0.11Bd	77.90±0.07Be	74.13±0.15Ce	71.69±0.12Dd
	12	79.90±0.07Ab	78.47±0.90Cd	78.87±0.12Bd	75.50±0.13Dd	71.01±0.12Ee
	20	79.90±0.07Ab	75.43±0.11Be	75.12±0.12Bf	73.90±0.04Ce	71.77±0.21Dd
Durultulmamış	5	107.05±0.10Aa	106.32±0.08Ba	104.20±0.09Ca	93.51±0.06Dc	88.46±0.11Ec
	12	107.05±0.10Aa	104.43±0.17Bb	103.53±0.13Cb	97.14±0.09Da	92.93±0.08Ea
	20	107.05±0.10Aa	102.87±0.09Bd	102.23±0.05Cc	95.20±0.10Db	92.02±0.13Eb

A–E: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

a–f: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 9 Durultma ve depolama sürelerinin nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite düzeyine birlikte etkilerinin depolama sıcaklığına göre Duncan testi ile karşılaştırılması

Durultma	Süre (ay)	Sıcaklık (°C)		
		5	12	20
Durultulmuş	0	79.90±0.07Af	79.90±0.07Af	79.90±0.07Af
	2	78.23±0.11Ag	78.47±0.09Ag	75.43±0.11Bg
	4	77.90±0.07Bg	78.87±0.12Ah	75.12±0.12Cg
	6	74.13±0.15Bh	75.50±0.13Ai	73.90±0.04 Bh
	8	71.69±0.12Ai	71.01±0.12Bj	71.77±0.21Ai
Durultulmamış	0	107.05±0.10Aa	107.05±0.10Aa	107.05±0.10Aa
	2	106.32±0.08Ab	104.43±0.17Bb	102.87±0.09Cb
	4	104.20±0.09Ac	103.53±0.13Bc	102.23±0.05Aa
	6	93.51±0.06Cd	97.14±0.09Ad	95.20±0.10Bd
	8	88.46±0.11Ce	92.93±0.08Ae	92.02±0.13Be

A–C: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

a–j: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 10 Depolama sıcaklık ve sürelerinin nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite düzeyine birlikte etkilerinin durultma işlemine göre Duncan testi ile karşılaştırılması

Sıcaklık (°C)	Süre (ay)	Durultma	
		Durultulmuş	Durultulmamış
5	0	79.90±0.07Ba	107.05±0.10Aa
	2	78.23±0.11Bc	106.32±0.08Ab
	4	77.90±0.07Bc	104.20±0.09Ac
	6	74.13±0.15Be	93.51±0.06Ai
	8	71.69±0.12Bf	88.46±0.11Al
12	0	79.90±0.07Ba	107.05±0.10Aa
	2	78.47±0.09Bc	104.43±0.17Ac
	4	78.87±0.12Bb	103.53±0.13Ad
	6	75.50±0.13Bd	97.14±0.09Ag
	8	71.01±0.12Bg	92.93±0.08Aj
20	0	79.90±0.07Ba	107.05±0.10Aa
	2	75.43±0.11Bd	102.87±0.09Ae
	4	75.12±0.12Bd	102.23±0.05Af
	6	73.90±0.04Be	95.20±0.10Ah
	8	71.77±0.21Bf	92.02±0.13Ak

A–B: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

a–l: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Elif APAYDIN

Doğum Yeri : Eskişehir

Doğum Tarihi : 1982

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce, Almanca (Temel düzeyde)

Eğitim Durumu:

Lise : Ankara Atatürk Anadolu Lisesi (1997–2000)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
(2000–2004)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği
Anabilim Dalı (Eylül 2004–Haziran 2008)

Çalıştığı Kurumlar:

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Antalya İl Müdürlüğü (2004–....)