

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Leman ÖZHAN TÜMER

**BAZI NAR ÇEŞİTLERİNİN OLGUNLAŞMA AŞAMALARINDA
FENOLİK BİLEŞİK MİKTARLARINDAKİ DEĞİŞİMLER**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2006

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI NAR ÇEŞİTLERİNİN OLGUNLAŞMA AŞAMALARINDA
FENOLİK BİLEŞİK MİKTARLARINDAKİ DEĞİŞİMLER**

Leman ÖZHAN TÜMER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 20/04/2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

Prof.Dr. Ahsen I. ÖZGÜVEN	Prof.Dr.Ömür DÜNDAR	Prof.Dr. M.Rıfat ULUSOY
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No :

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü. Araştırma Fonu Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No : ZF2005YL1

- **Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI NAR ÇEŞİTLERİNİN OLGUNLAŞMA AŞAMALARINDA
FENOLİK BİLEŞİK MİKTARLARINDAKİ DEĞİŞİMLER**

Leman ÖZHAN TÜMER

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİMDALI**

Danışman : Prof. Dr. Ahsen I. ÖZGÜVEN

Yıl : 2006, Sayfa : 53

Jüri : Prof. Dr. Ahsen I. ÖZGÜVEN

Prof. Dr. Ömür DÜNDAR

Prof. Dr. M. Rıfat ULUSOY

Bu çalışma 2004-2005 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Arazisi nar parselinde yürütülmüştür. Çalışmada Hicaznar, Silifke aşısı ve Çekirdeksiz VI nar çeşitlerinde yeşil, yarı-olgun ve olgun olmak üzere farklı üç olgunluk aşamasındaki meyvelerin kabuk, tohum ve meyve suyundaki sekiz fenolik bileşiğin (galik, klorogenik, kafeik, katesin, protokatekuik, *p*-koumarik, *o*-koumarik ve ferulik asit) miktarı yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda fenolik bileşik miktarlarının çeşide, olgunluğa, meyve parçasına ve fenolik bileşik grubuna göre değiştiği bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik bileşik miktarı kabukta bulunmuştur, bunu meyve suyu ve tohum izlemektedir. Fenolik bileşikler tekli grup olarak ele alındığında ise tüm çeşitlerde, tüm olgunluk aşamalarında ve meyvenin tüm dokularında genel olarak gallik asit, katesin ve klorogenik asit en yüksek miktarlarda belirlenen fenolik bileşiklerdir. Bunun yanında diğer fenolik bileşikler de nar meyvesinin incelenen tüm dokularında (kabuk, tohum ve meyve suyu) belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Nar, Fenolik Bileşikler, HPLC

ABSTRACT

MSc THESIS

CHANGES ON THE AMOUNT OF PHENOLIC COMPOUNDS ON MATURATION STAGES OF SOME POMEGRANATE VARIETES

Leman ÖZHAN TÜMER

**DEPARTMENT OF HORTICULTURE
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Prof. Dr. Ahsen I. ÖZGÜVEN

Year : 2006, Page : 53

Jury : Prof. Dr. Ahsen I. ÖZGÜVEN

Prof. Dr. Ömür DÜNDAR

Prof. Dr. M. Rıfat ULUSOY

This study was carried out at the pomegranate orchard Horticulture Department of Çukurova University between 2004 and 2005. In this study, the eight phenolic compounds (gallic, chlorogenic, caffeic, catechin, protocatechuic, ferulic, p-coumaric and o-coumaric acids) were determined at juice, seeds and peel of Hicaz, Silifke aşısı and Çekirdeksiz VI during at three different maturation stage with HPLC.

At the end of the study it was determined that, the amounts of phenolic compounds were changed according to the varieties, maturation stage, fruit tissue and kinds of phenolic compounds. The highest total amounts of phenolic compounds were found in fruit peel, fruit juice and seed, respectively. The amounts of gallic acid, catechin and chlorogenic acid were respectively the highest in all varieties, maturation stages and fruit tissues. Although, other phenolic compounds, were determined in all fruit tissues of pomegranate.

Key Words : Pomegranate, Phenolic compounds, HPLC

TEŞEKKÜR

Bu tez konusunun bana verilmesinde ve yüksek lisans öğrenimim boyunca tezimin planlanması, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında bana yardımcı olan Sayın Hocam Prof. Dr. Ahsen Işık ÖZGÜVEN'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan Yük. Zir. Müh. Cenap YILMAZ'a ve Arş. Gör. Muharrem YILMAZ'a teşekkür ederim.

Yüksek lisansım süresince desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Tezimin yürütülmesi aşamasında ve laboratuvar çalışmalarımda her zaman yanımda olan ve desteğini esirgemeyen değerli eşim Arş. Gör. M. Aytaç TÜMER'e sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİL DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Fenolik Bileşikler	4
2.2. Fenolik Bileşiklerin Antioksidant Özelliğe Etkisi	6
2.3. Nar Meyvesinde Yapılan Fenolik Bileşik Çalışmaları	7
2.4. Diğer Meyve Türlerinde Yapılan Fenolik Bileşik Çalışmaları	10
2.5. HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) Analizleri.....	11
3. MATERYAL ve METOD	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Araştırmada Kullanılan Nar Çeşitlerinin Özellikleri	13
3.1.2. Analizlerde Miktarı Belirlenen Fenolik Bileşikler	15
3.2. Metod	16
3.2.1. Meyvelerin Derim Zamanları	16
3.2.2. Fenolik Bileşik Madde Analizleri	17
3.2.2.1. Örnek Alma Şekli ve Örneklerin Hazırlanması	17
3.2.2.2. Fenolik Bileşiklerin Analiz Yöntemi	17
3.2.2.2.(1). Ekstraksiyon	17
3.2.2.2.(2). Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC)	
.....	19
3.2.2.2.(3). Standartların Hazırlanması	19
3.2.3. Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Analiz Yöntemi.....	20
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	21
4.1. Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi	21

4.2. Meyve Örneklerinin Okunması	22
4.2.1. Meyve Suyundaki Fenolik Bileşik Miktarları	22
4.2.2. Meyve Tohumundaki Fenolik Bileşik Miktarları	26
4.2.3. Meyve Kabuğundaki Fenolik Bileşik Miktarları	30
4.2.4. Çeşitler Arasında Fenolik Bileşiklerin Karşılaştırılması.....	34
4.2.4.1 Meyve Suyunda Çeşitlerin Karşılaştırılması.....	34
4.2.4.2. Tohumda Çeşitlerin Karşılaştırılması.....	34
4.2.4.3. Kabukta Çeşitlerin Karşılaştırılması.....	35
4.2.5.Meyve Suyu, Tohum ve Kabuktaki Fenolik Bileşiklerin Karşılaştırılması.....	35
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Fenolik Bileşiklerin HPLC Analizinde Kullanılan Deneme Şartları	19
Çizelge 4.1. Fenolik Bileşiklerin HPLC Okumalarındaki Alıkonma Zamanları ve Maksimum Dalga Boyları	21
Çizelge 4.2. Nar Suyunda Belirlenen Fenolik Bileşik Miktarları	23
Çizelge 4.3. Nar Tohumunda Belirlenen Fenolik Bileşik Miktarları	28
Çizelge 4.4. Nar Kabuğunda Belirlenen Fenolik Bileşik Miktarları	33

Şekil 3.1. Hicaz Nar Çeşidinin Görünümü	13
Şekil 3.2. Silifke Aşısı Nar Çeşidinin Görünümü	14
Şekil 3.3. Çekirdeksiz VI Nar Çeşidinin Görünümü	15
Şekil 3.4. Fenolik Bileşiklerin Analizi İçin Uygulanan Ekstraksiyon Yöntemi	18
Şekil 4.1. Hicaz, Silifke Aşısı ve Çekirdeksiz VI Çeşitlerinin Meyve Suyundaki Fenolik Bileşik Miktarları	24
Şekil 4.2. Hicaz, Silifke Aşısı ve Çekirdeksiz VI Çeşitlerinin Tohumundaki Fenolik Bileşik Miktarları	29
Şekil 4.3. Hicaz, Silifke Aşısı ve Çekirdeksiz VI Çeşitlerinin Meyve Kabuğundaki Fenolik Bileşik Miktarları	34

1. GİRİŞ

Akdeniz Bölgesinin karakteristik bitkilerinden biri olan nar (*Punica granatum L.*), çok eskiden beri yetiştirilen ve kutsal kitaplarda sözü edilen bir meyve türüdür (Roys ve Waskar, 1997).

Bir ılıman iklim meyve türü olan narın anavatanının Ortadoğu, Anadolu, ve Kafkas ile İran Körfezi arasında kalan bölge olduğu bilinmektedir (Özbek, 1977). Tropik ve subtropik bölgelerde kurak ve yarı kurak koşullarda yetişebilmektedir (Kumar, 1990). Birçok iklim ve toprak koşullarına kolayca adapte olabilen bir tür olduğu için, geniş bir yayılım alanı göstermektedir.

Dünya nar üretimi yaklaşık 800 bin tondur (Anonymous, 1997). Günümüzde nar yetiştiriciliği ABD, Afganistan, Çin, Fas, Filistin, Hindistan, Irak, İran, İspanya, İsrail, İtalya, Kıbrıs, Mısır, Suriye, Suudi Arabistan, Tayland, Tunus, Türkiye ve diğer bazı ülkelerde yapılmaktadır. Dünya nar ticareti küçük çaplarda yapılmaktadır. İspanya, Tunus ve Türkiye nar ihraç eden ülkelerdir (Özgüven ve Yılmaz, 2000). Ülkemizde nar üretimi 1978 yılında 40 bin tondan, 2000 yılında 59.000 bin tona ve 2002 yılında ise 60.000 bin tona ulaşarak dünyada ilk sırada yer almıştır. Toplam ağaç sayısı 3.525 bin adettir. Bunun 2.670 bin adeti meyve veren yaşıta, 855 bin adeti ise meyve vermeyen yaşıttır. Nar üretimimizin büyük bir kısmı iç piyasada tüketilirken, bir kısmı da ihraç edilmektedir. Dünya’da Türkiye dışında İspanya ve Tunus, nar ihracatı yapmaktadır (Özgüven, 1997; Anonymous, 2000, Anonymous, 2002).

Nar aynı zamanda oldukça fazla miktarda çeşit ve tip zenginliğine sahiptir (Onur ve Tibet 1995). Ülkemizde uzun zamandan beri bahçe kenarlarında, çit bitkisi ve süs bitkisi olarak yetiştirilen nar son zamanlarda kapama bahçeler halinde yetiştirilmeye başlanmıştır. Nar çok çeşitli iklim ve toprak koşullarına kolayca adapte olabilmesi, çoğaltmasının çok kolay olması, birim alandan yüksek verim elde edilmesi ve erken meyveye yatması gibi avantajlara sahiptir. Nar, Ülkemizde Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde geniş bir yetiştirme alanı bulmuştur. Türkiye nar üretiminin yaklaşık %71’i, Akdeniz ve Ege Bölgelerinden sağlanmaktadır. Taze veya meyve suyu olarak değerlendirilmesinin yanı sıra, çeşitli

kısımlarından tanen, pektin, sirke, sitrik asit, boya ve mürekkep hammaddeleri, yağ, hayvan yemi ve çeşitli ilaç hammaddeleri elde edilmektedir. Bu nedenle, bütün dünyada son yıllarda nara karşı talep artmaktadır (Onur, 1988).

Nar meyvesi iri, küresel, üstten hafif basıktır. Olgunlukta kaliks segmentleri tarafından taçlanır. 5-14 cm çapındadır. İçi tohumla dolu olup, derimsi yapıda bir kabukla kaplıdır. Kabuk 1-5 mm kalınlığında beyazımsı sarı, sarı-yeşil veya kırmızı renklidir. Meyvenin yenilen kısmı danelerden oluşur. Daneler zar şeklinde kabuk uzantılarıyla ayrılmış odacıklara yerleşmiştir. Sapa bağlanan kısımda bir göbek, sonra 2-5 adet alt odacık ve 5-8 adet üst odacık bulunur. Odacıkları ayıran zar kısımlarında kabuk daha ince, alt ve üstte daha kalın ve etli yapıdadır. Daneler bu etli kısma gömülü durumda bağlıdır. Daneler ince bir zar, pulp ve tohumdan oluşur. Renkleri beyaz-sarıdan, pembe, kırmızı ve koyu kırmızı mora kadar değişir. Tohumlar köşeli ve serttir. Bazı çeşitlerde tohum kabuğu (testa) sert değildir ve nar daneleri yenilirken tohumlar ağızda fark edilmez. Bu tip narlara 'çekirdeksiz' adı verilir (Onur, 1988).

Narın yenilebilir kısmı tohum ve etrafıdır, bu toplam meyvenin %52'sini oluşturur, bu oranın da %78'i meyve suyu ve %22'si de tohumdur. Meyve suyu %84.5 oranında su ve önemli miktarlarda suda çözünebilir kuru madde, şeker, antosiyaninler, fenolikler, askorbik asit ve protein içermektedir (El-Nemr ve ark., 1990). Ayrıca, antioksidantlar bakımından da zengindir (Gil ve ark., 2000).

Narlar şeker ve asit oranına göre; tatlı, mayhoş ve ekşi narlar olarak 3 ayrı grupta sınıflandırılmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 1992). Nardaki organik asitler, fenolik bileşikler, şekerler, vitaminler ve mineraller çeşitli araştırmacılar tarafından yıllardır incelenmektedir (Cemeroğlu ve ark., 1988, 1992; Ünal ve ark., 1995; Melgarejo ve ark., 2000).

Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalarla nar meyvelerinin antimikrobiyal (Anesini ve Perez, 1993), antiparazitik (Ponce-Macotella ve ark., 1994) antiviral (Zhanag ve ark., 1995) ve antikanserojen (Mavlyanov ve ark., 1997) gibi farmakolojik özelliklerinin belirlenmesi gelecekte bu meyvenin önemi ve tüketimini daha da arttıracaktır.

Narın içerdiği flavonoidlerin ve polifenollerin güçlü birer antioksidant olduğu ispatlanmıştır. Nar pek çok hastalığın tedavisi için kullanılmaktadır. Narın meyve suyu ve yağının ömrü uzattığı , kalp hastalıkları ile kanseri önlediği açıklanmıştır. Ayrıca son yıllarda AIDS hastalığının tedavisinde kullanılan yiyecekler sınıfına alınmış ve Japon patentli ilaçlarda yer alan dokuz bitkiden biri olmuştur **(Lansky ve ark., 1998)**.

Nar suyu keskinlik ve sertlik bakımından önemli bir ticari üründür. Meyve suyu üretimi, meşrubat ve diğer gıda ürünlerinin geniş bir kısmında renk ve aroma için kullanılır. Fenolik bileşikler aromaya katkıda bulunur ve aynı zamanda nar suyunun renk, keskinlik ve sertlik gibi duyuşal özelliklerinin kazanılmasında büyük bir role sahiptir **(Alper ve Acar, 2004)**.

Meyve fenolik bileşikleri; gözle görülebilir bir role sahip olması (pigmentasyon ve kahverengileşme), tat (sertleşme) ve farklı meyve ürünlerinin sağlığı teşvik eden özellikleri (serbest radikal toplayıcıları) gibi kalite kavramlarıyla ilgilidir. Meyvelerin sağlığa faydaları fenolik bileşiklerin antioksidant içeriğiyle ilişkili görülmektedir. Ancak meyvelerin fenolik içeriği hakkında muhtemel bilgiler tam olarak tamamlanamamıştır ve bir çok kez çok az kültürler ve fenoliklerin tekli bir grubuyla sınırlandırılmıştır. **(Tomas-Barberan ve ark., 2001)**.

Nar meyvesinin besin değeri üzerine; çevrenin, olgunluk derecesinin ve kültür farklılıklarının etkisinden dolayı daha fazla çalışmaya gereksinim vardır. Meyvede meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimlerin araştırılması meyve kalitesinin belirlenmesi için faydalı olacaktır **(Al-Maiman ve Ahmad, 2002)**

Daha önceki araştırmalar; narda fenolik bileşiklerin bulunduğunu ve aynı zamanda fenolik bileşiklerin insan sağlığı açısından birçok yararlı etkilerinin olduğunu ortaya koymuşlardır. Ancak veriler sınırlıdır.

Bu çalışmada amacımız; bazı önemli ticari nar çeşitlerimizin, farklı olgunlaşma aşamalarında tohum, meyve suyu ve meyve kabuğunda bulunan fenolik bileşiklerin miktarlarındaki değişimleri saptamaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**2.1. Fenolik Bileşikler**

Fenolik bileşikler bitkilerde doğal olarak oluşan maddelerdir. Bir veya daha fazla aromatik benzen halkaları ile bir veya daha fazla hidroksil gruplarının (-OH) bir araya gelmesiyle oluşurlar. Fenolik bileşikler, asidiktir ve kolayca parçalanabilirler.

Fenolik bileşikler bitkileri ultraviyole ışınlarından, hastalık ve zararlılardan korurlar. Renk ve aromaya katkıda bulunurlar, aynı zamanda büyümeye ve üretime yardım ederler. Bu doğal bileşiklerin çoğu bitkilerde belirlenmiştir (**Frank, 2004**).

Fenolik bileşikler ikincil metabolitler olarak sanılmaktadır. Bitki dokularının normal gelişimi sırasında, enfeksiyon, yaralanma ve UV ışınlarına maruz kalma gibi stres koşulları altında sentezlenmektedir. Bitki fenolikleri; basit fenoller (benzoik ve sinamik asit türevleri), kumarinleri, flavonoidleri, stilbenleri, tanenleri, lignanları ve ligninleri içermektedir. Meyvelerde ürünlerin keskinlik, sertlik, renk, aroma, koku ve oksidatif sağlamlığına katkıda bulunmaktadır. Ancak, fenolik bileşiklerin dokulardaki ve hücrelerdeki düzeyleri daima aynı değildir (**Naczki and Shahidi, 2004**). Örneğin hindiba bitkisinde; hidroksikoumarin miktarı çiçeklerde yüksek konsantrasyonda (%1.65 kuru ağırlık), yapraklarda düşük konsantrasyonda (%0.05) bulunmuş, köklerde ise bulunamamıştır (**Harborne, 1989**).

Farklı meyve ve sebzelerin toplam fenolik bileşik içerikleri arasında geniş bir çeşitlilik vardır. Bu farklılıklar bu bileşik gruplarının karmaşıklığından kaynaklanabilir. Örneğin, fenolik bileşikler meyvelerde hem serbest hem de bağlı formlarda bulunmaktadır. Ancak analizlerde bunlardan bağlı formda olanlar dikkate alınmamaktadır. Bu yüzden de toplam fenolik miktarı değerinin altında çıkmaktadır (**Balasundaram ve ark., 2005**).

Fitokimyasallar bitkilerin ikincil metabolizmalarında sentezlenirler, bu yüzden bazen bunlara ikincil bitki metabolitleri de denilir ve iki temel oluşum yolları vardır. Bunlar shikimate ve acetate'dir. Fenoliklerin birçoğunun biyosentezinin başlangıç maddesi ise shikimate'dir (**Bravo, 1998**).

Bütün fenolikler bir veya daha fazla benzen ile bir veya daha fazla hidroksil grubuna sahiptir. Metil, metoksil, amino veya glikosil gruplarıyla farklılaşabilirler (Beckman, 2000).

Fenolik asitler ; çay, kırmızı şarap, meyveler ve çeşitli tıbbi bitkiler gibi birçok bitki aleminde geniş çapta yayılım göstermektedirler (Amakura ve ark., 2000). Fenolik bileşikler özellikle renk, koku ve tat üzerine etkilidir. Bu bileşiklerin bitkiyi dış etkenlerden koruyucu etkileri de vardır. Acı, buruk tatları ve renkleriyle zararlı böcekleri itici etkiye sahiptirler. Ayrıca fenolik bileşiklerin insan sağlığı ve metabolizmasındaki farmakolojik etkileri yanında terapötik özelliği de vardır (Cemeroğlu ve Acar, 1986; Karaçalı, 1990).

Mısırlı ve Özeker (1999)' in bildirdiğine göre; Braun ve Tevini (1993) fenolik bileşiklerin, bitkileri fungal, bakteriyel etmenlere ve abiotik stres faktörlerine karşı koruyabildiklerini belirtmişlerdir.

Gallik, klorogenik, kafeik, ellajik ve ferulik asitler gibi meyvelerdeki fenolik asitler antimutajenik (Malaveille ve ark., 1998), antioksidant (Namiki ve ark., 1993; Rice-Evans ve ark., 1996), , antikanserojen (Arimoto-Kobayashi ve ark., 1999) ve antitümör (Owen ve ark., 2000) etkiye sahiptir.

Bitki fenolik bileşiklerinin farklı kromatografik teknikler ile analizi sayesinde çeşitli türlerde tanımlama ve taksonomik amaçlı araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Ulubelde, 1984; Martelock ve ark., 1994).

Fenolik bileşikler biyolojik özelliklerinden başka, aynı zamanda gıda, kozmetik ve farmakolojide de kullanılmaktadır (Moure ve ark., 2001).

Kromatografik çalışmalar ile bitki dokularında yaygın olarak bulunan ve kararlı bir yapıya sahip olan fenolik bileşiklerin tanımlanabilmesi mümkün olmaktadır. Kromatografi teknikleri olarak kağıt kromatografisi (Yu ve Carlson, 1975a), gaz kromatografisi (Yu ve Carlson, 1975b), ince tabaka kromatografisi (TLC) (Mısırlı ve Özeker, 1999) ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) (Treutter ve ark., 1990) kullanılmaktadır.

2.2. Fenolik Bileşiklerin Antioksidant Özelliğe Etkisi

İnsan organizmasında bulunan serbest radikaller; yağlar, proteinler ve nükleik asitler gibi farklı moleküllerin oksidatif deformasyonuna neden olmaktadır. Antioksidant bileşikler ise; bu serbest radikalleri etkisiz hale getirme yeteneğine sahiptir ve aynı zamanda; kanser, katarakt, beyinsel hastalıklar ve romatizma gibi hastalıkların önlenmesinde temel bir rol oynayabilirler (**Clifford, 1998**).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, meyve ve sebzeler aktiviteleri kanıtlanmış vitamin C, vitamin E ve karotenoidler gibi farklı antioksidant bileşikler içermektedir. Ancak bu bileşikler meyve ve sebzelerdeki antioksidant aktiviteye katkıda bulunanlardan sadece birileri değildir. Son zamanlardaki çalışmalara göre; meyve ve sebzelerdeki flavonoidler gibi polifenol bileşiklerde aynı zamanda gıdalarda sağlıklı etkilere katkıda bulunmaktadır (**Bors ve ark., 1990; Hertog ve ark., 1995; Clifford, 1998**).

Son zamanlardaki çalışmalara göre; bitkilerdeki polifenolik bileşiklerin antioksidant özelliği bakımından, vitamin E ve vitamin C' den daha fazla etkili olduğu bulunmuştur (**Rene ve ark., 2001**).

Gil ve ark. (2002), nektarin, şeftali ve erik kültürlerinin 25 farklı çeşidinde toplam askorbik asite (vitamin C), toplam karotenoid konsantrasyonuna ve toplam fenolik bileşik içeriğine bakmışlardır. Fenolik bileşiklerin antioksidant aktivitesini vitamin C ve karotenoidlerden daha fazla bulmuşlardır. Nektarinlerin, şeftalilerin ve eriklerin antioksidant aktiviteleri ile toplam fenolikler arasında güçlü bir korelasyonun olduğu bulunmuştur.

Fenolik bileşiklerin antioksidant aktivitesi; serbest radikalleri temizlemesi ve hidrojen atomlarını veya elektronlarını vermesinden kaynaklanmaktadır. Fenolik bileşiklerin yapıları serbest radikallerin belirlenmesinde bir anahtardır. Ayrıca, fenolik bileşiklerin sağlığa faydaları onların emilimine ve metabolizmasına bağlıdır (**Balasundram ve ark., 2005**).

Farmakolojik çalışmalara göre; yüksek fenolik içerikli meyve ve sebzelerin tüketimi kalp, beyin hastalıkları ve kanser ölüm oranını azaltmaktadır (**Hertog ve ark., 1997**).

Ayrıca yoğunluğu düşük lipoproteinler (kolesterol) ve trombositlerin (kan pıhtı hücresi) toplanması üzerine fenolik bileşiklerin faydalı etkileri vardır. Çünkü bunlar kalp damarlarının kan pıhtısı ile tıkanmasında bazı temel risk faktörlerini azaltmaktadırlar (Poyrazoğlu ve ark, 2002).

Cai ve ark. (2004), Çin'in antikanserojen özelliğe sahip geleneksel tıbbi bitkilerinin 112 türünde fenolik bileşikler ile antioksidant aktivitesi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuç olarak, incelenen tıbbi bitkilerde fenolik bileşiklerin baskın bir antioksidant özelliğe sahip olduğunu bulmuşlardır.

Hakkinen ve ark. (1999) insan sağlığı üzerine antioksidant ve antikanserojen etkilere sahip olan, bazı flavonoidleri (kaemferol, kuersetin, mirisetin) ve fenolik asitleri (*p*-kumarik, kafeik, ferulik, *p*-hidroksibenzoik, gallik ve ellajik asitler), 19 meyve türünde HPLC cihazı kullanarak incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre; meyve türleri arasında fenolik profillerde belirgin farklılıklar olduğu belirtilmiştir.

2.3. Nar Meyvesinde Yapılan Fenolik Bileşik Çalışmaları

Garcia-Alonso ve ark. (2004), 28 farklı meyve türünde fenolik bileşiklerden flavanoller (katesin ve türevleri) incelemişlerdir. Katesinlerin flavanol içeren tüm meyvelerde bulunduğunu saptamış olup, bu bileşiklerin varlığının özellikle nar, üzüm ve böğürtlenlerde dikkate değer olduğunu bulmuşlardır.

Poyrazoğlu ve ark. (2002), tarafından gallik ve protokatekuik gibi hidroksibenzoik asitler, klorogenik, kafeik, ferulik, *o*- ve *p*-kumarik asitler gibi hidroksisünamik asitler, katesin gibi flavan-3-ols, floridzin gibi dihidrokalkonlar ve kuersetin gibi flavonoller olmak üzere toplam 10 fenolik bileşik işlenmemiş nar suyunda belirlenmiştir.

Artık ve ark. (1998), gallik asit, kuersetin, katesin, klorogenik asit ve *o*-kumarik ve *p*-kumarik gibi asitlerin nar suyunda varlığını tespit etmişlerdir.

Aynı zamanda nar meyvesinin, meyve kabuğu ve tohumu da fenolik içeriği bakımından incelenmiş olup meyve kabuğu ve tohumda da en önemli fenolik bileşiklerden gallik asit ve kuersetinin bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca meyve kabuğunda az miktarda floridzin de belirlenmiştir (Poyrazoğlu ve ark., 2002).

Ferulik asit nar suyundaki temel bir fenolik asittir. Bu fenolik asitin antioksidant özelliği biyolojik ve kimyasal testlerle geniş çapta incelenmiştir. Antioksidant özelliğe sahip olduğu bilinen kuersetin ve katesin'e göre ferulik asit kimyasal analizlerde iyi bir antioksidant olarak bulunmuştur, fakat biyolojik testlerde daha az etkili olduğu belirtilmiştir. (Swatsitang ve ark., 1999).

Nar meyve suyunda antioksidantların bulunduğu Gil ve ark., (2000) tarafından belirtilmiştir. Aynı zamanda nar kabuğunun antioksidant içeriği ve bunun antimitojenik etkilerinin olduğu da belirlenmiştir (Negi ve ark., 2003). Ticari nar çeşitlerinin meyve sularında, kırmızı şarap ve yeşil çaydan üç kat daha fazla antioksidantlara sahip olduğu bulunmuştur (Gil ve ark., 2000).

Guo ve ark. (2003), 28 farklı meyve türünün kabuk, meyve eti ve tohumundaki antioksidant (toplam fenolikler ve flavonoidler) aktivitelerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda; sırasıyla nar kabuğu, üzüm çekirdeği ve alıç kabuğu gibi bazı meyvelerin tohum ve kabuk kısımlarının yüksek antioksidant aktivitesine sahip olduklarını bulmuşlardır.

Li ve ark. (2006)'nın Çin'de yaygın olarak yetiştirilen Beyaz nar çeşidinin meyve eti ve meyve kabuğu parçalarının antioksidant (toplam fenolikler, flavonoidler, proantosiyanidinler ve askorbik asit) özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, narın kabuk parçalarının meyve eti parçalarından daha yüksek antioksidant etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Toplam fenolikler kabukta 249.4mg/g, meyve etinde 24.4mg/g, flavonoidler kabukta 59.1mg/g, meyve etinde 17.2mg/g, proantosiyanidinler kabukta 10.9mg/g, meyve etinde 5.3mg/g ve askorbik asit kabukta 0.99mg/g, meyve etinde ise 0.85mg/g bulunmuştur. Meyve kabuğundaki fenolik bileşiklerin yüksek miktarda olmasının nedenini meyve kabuğunun güçlü bir antioksidant kabiliyetine sahip olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Poyrazoğlu ve ark. (2002), Adana, Antalya, Hatay ve İçel olmak üzere dört ilde farklı 13 nar çeşidinin meyve suyunda toplam 10 fenolik bileşiğin miktarına bakmışlardır. Bulmuş oldukları değerler çeşide ve fenolik bileşiğin grubuna göre değişmektedir. Tüm çeşitlerin ortalamasına göre fenolik bileşiklerin miktarı: gallik asit 4.55 ± 8.55 g/l, protokatekuik asit 0.84 ± 0.64 g/l, katesin 3.72 ± 2.29 g/l, klorojenik asit 1.24 ± 1.42 g/l, kafeik asit 0.78 ± 0.79 g/l, *p*-kumarik asit 0.06 ± 0.07 g/l, ferulik asit

0.01±0.02g/l, *o*-kumarik asit 0.17±0.08g/l, floridzin 0.99±1.47g/l, kuersetin 2.50±1.96g/l'dir.

Swatsitang ve ark. (1999), nar meyve suyundaki fenolik bileşiklere bakmışlardır. Gallik asidi 3.49 mg/100g, protokatekuik asidi 0.39 mg/100g, *p*-hidroksibenzoik asidi 4.23 mg/100g, vanilik asidi 2.16 mg/100g, kafeik asidi 0.24 mg/100g, *p*-kumarik asidi 10.01 mg/100g ve ferulik asidi 13.95 mg/100g bulmuşlardır. Bu sonuçlara göre nar meyve suyundaki en yüksek fenolik bileşiğin ferulik asit olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar nar suyundaki fenolik bileşik miktarlarını portakal, ananas ve mango sularındaki fenolik bileşik miktarları ile karşılaştırmışlar ve nar suyunda bulunan fenolik bileşik miktarlarının diğer meyve sularına göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Karadeniz ve ark. (2005), farklı meyvelerin (elma, ayva, üzüm, armut ve nar) antioksidant aktivitelerini belirlemişler ve ayrıca toplam fenolik ve flavonoid içerikleri de değerlendirilmiştir. Meyveler arasında nar (%62.7) ile en yüksek antioksidant aktiviteye sahip olup bunu ayva (%60.4), üzüm (%26.6), elma (%25.7) ve armut (%13.7) izlemektedir. Narın toplam fenolik bileşik içeriğini ise 2408±38.9 (mg/kg⁻¹) ve toplam flavonoid içeriğini 459±67.0 (mg/kg⁻¹) olarak bulmuşlardır. Toplam fenolik bileşik bakımından en yüksek miktar ayvada bulunmuştur bunu nar, üzüm, elma ve armut izlemektedir. Toplam flavonoid içeriği bakımından ise en yüksek miktar ayvada bulunmuştur ve bunu elma, üzüm, nar ve armut takip etmiştir.

Taifi nar çeşidinde meyvelerin olgunlaşma sırasındaki fiziksel ve kimyasal değişimlerine bakılmıştır. Meyveler olgunlaşmamış, yarı-olgun ve tam-olgun olmak üzere üç farklı olgunlaşma aşamasında incelenmiştir ve çalışma sonucunda toplam fenolik bileşiklerin miktarının olgunlaşmayla birlikte azaldığı görülmüştür. Toplam fenolik bileşik miktarı olgunlaşmamış meyvelerde 3.65mg/100g, yarı-olgun meyvelerde 3.22mg/100g ve tam-olgun meyvelerde 1.90mg/100g olarak bulunmuştur (**Al-Maiman ve Ahmad, 2002**).

Kulkarni ve Aradhya (2005), Ganesh nar çeşidinde, meyve tutumundan sonraki 20-40-60-80-100-120 ve 140 günlük aralıklarla farklı olgunlaşma aşamalarında meyvenin toplam fenolik bileşik miktarlarındaki değişimleri incelemişlerdir. Meyve tutumundan sonraki 20. gün ile 100. gün arasındaki meyve

gelişiminde toplam fenoliklerde olgunlaşma ile birlikte %71.1 oranında bir azalma gözlemlenmiştir. En yüksek fenolik içeriğini ise, 506mg/100g değeri ile meyve tutumundan sonraki 20 günlük meyvelerde saptamışlardır.

Gallik, protokatekuik, klorogenik, kafeik, ferulik, *o*- ve *p*-kumarik asitler narda belirlenen temel fenolik asitlerdir. Narda aynı zamanda katesin, kuersetin ve floridzin gibi bazı flavonoidler de belirlenmiştir. Yapılan çalışmada narlarda bu fenolik bileşiklerin yeniden saptanmasının narın sağlığa etkisi bakımından önemli olduğu belirtilmiştir (Poyrazoğlu ve ark., 2002).

Wonderful nar çeşidinde yapılan çalışmada, nar suyundaki toplam polifenollerin yaklaşık %40'nı flavonoidler (katesinler, fenolikler ve antosiyaninler) oluşturmaktadır (Aviram ve ark., 2000).

Aviram (2002), nar suyu, kırmızı şarap, yeşil çay ve portakal suyunda toplam polifenolik içeriklerine bakmıştır. Toplam polifenol içeriklerini nar suyunda 6.1 mM, kırmızı şarapta 5.2 mM, yeşil çayda 1.0 mM ve portakal suyunda 0.8mM olarak bulmuştur.

Nar suyunun fenolik içeriği üzerine süzmenin ve lakkaz uygulamasının etkisi araştırılmıştır. Lakkaz uygulanmış ve sonra çok iyi süzölmüş nar sularının renginde hızlı bir artış olduğu görülmüştür. Aynı zamanda lakkazın kinetik parametreleri de belirlenmiştir. Oksidasyon periyodu sırasında nar sularında meydana gelen değişimin fenolik içeriğinden kaynaklandığı tahmin edilmiştir. Lakkaz oksidasyonu sonucunda meyve suyu rengi artarken, nar sularının fenolik içeriğinde önemli bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Buna göre araştırmacılar bu çalışmada, lakkaz uygulamasının nar suyunun doğal kırmızı rengini azaltmasından dolayı ve nar suyunda koyu kahverengi renk oluşumunun istenmemesinden dolayı uygulanmaması gerektiğine karar vermişlerdir (Alper ve Acar, 2004).

2.4. Diğer Meyve Türlerinde Yapılan Fenolik Bileşik Çalışmaları

Kiraz suyu, siyah ve yeşil üzüm suyunda bazı fenolik bileşiklerin (kafeik asit, klorogenik asit, ferulik asit, gallik asit ve ellajik asit) miktarları incelenmiştir. Buna göre, kiraz suyunda klorogenik asit (85mg/l), siyah ve yeşil üzüm suyunda ise gallik

asit (1.45mg/l ve 5.24mg/l) diğer fenolik bileşiklere göre daha yüksek oranlarda bulunmuştur (Sharzad ve Bitsch, 1996).

Jonagold ve Elstar elma çeşitlerinde yapılan çalışmada, fenolik bileşiklerin erken dönemde en yüksek düzeyde olduğu ancak olgunlaşma ile birlikte fenolik bileşiklerin miktarının azaldığı belirlenmiştir (Awad ve ark., 2001).

Koşar ve ark. (2004), farklı olgunlaşma aşamalarında çilek genotiplerinin fenolik içeriği ile ilgili yaptıkları çalışmada çilek suyundaki fenolik konsantrasyonları yeşil ve olgun meyvelerde farklı miktarlarda bulmuşlardır. *P*-hidroksibenzoik ve *p*-koumarik asit düzeylerinin olgunlaşma sırasında değiştiğini, fakat yeşil ve olgun meyvelerde flavonoidlerin içeriğinde bir farklılık gözlenmediğini belirtmişlerdir. Yeşil aşamada ellajik asit, pembe ve olgunluk aşamasında da pelargonidin-3-glukosid ve *p*-koumarik asiti temel bileşik olarak belirlemişlerdir.

Tomas-Barberan ve ark. (2001), toplam 25 tane şeftali, nektarin ve erik çeşidindeki bazı fenolik bileşikleri (hidroksisinatlar, prosiyanidinler, flavonoller ve antosiyaninler) incelemişler, beyaz-yeşil nektarin ve şeftaliler ile yeşil-kırmızı eriklerin meyve kabuğu ve etinin farklı iki olgunluk aşamalarında fenolik bileşik miktarlarına bakmışlardır. Sonuçlara göre; meyve kabuğu fenolik bileşiklerin en yüksek miktarını içermektedir. Aynı zamanda bu çalışmada kullanılan farklı türlerin olgunlaşmaları ile fenolik içeriklerinde önemli bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir.

Erik, nar, elma ve üzüm meyvelerinde 5 farklı fenolik asit (gallik, klorojenik, kafeik, ellajik ve ferulik) konsantrasyonu izokratik ayırım kullanılarak HPLC cihazıyla belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, erikte en yüksek fenolik asit konsantrasyonu olarak 190.2µg/g ile klorojenik asit, narda ellajik asit (14.3µg/g), elmada klorojenik asit (16.6µg/g) ve üzümde de gallik asit (12.5µg/g) bulunmuştur (Amakura ve ark., 2000).

2.5. HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) Analizleri

Choi ve ark. (2006), narda bulunan steroid hormonlarını tespit etmek ve tanımlamak için HPLC cihazını kullanmışlardır. Araştırmacılar %35 asetonitril solüsyonunu kullanarak izokratik olarak 0.1ml/dak. akış hızı ile 225nm ve 254nm

dalga boylarında, 30 dakikadan daha az bir sürede nar örneklerindeki steroid hormonlarını tespit etmiştir.

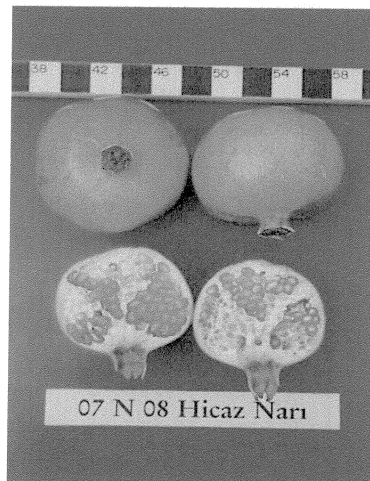
Hernandez ve ark. (1999), HPLC’de antosiyaninlerin saptanmasında taşıyıcı faz olarak; su + %5 formik asit (çözücü A) ve HPLC saflıkta methanol (çözücü B), kolon olarak C-18 kolon ve dalga boyu olarak 520nm kullanmışlar ve 5 farklı nar çeşidinde olgunlaşma esnasında antosiyaninlerde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Sonuç olarak; olgunlaşma ile birlikte toplam antosiyanin içeriğinde bir artış olduğu saptanmıştır.

3. MATERİYAL ve METOD**3.1. Materyal**

Bu çalışma 2004-2005 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Arazisi nar parselinde 6×6m aralıklarla dikilmiş, 8 yaşındaki nar çeşitleri ile yürütülmüştür. Çalışmada 07 N 08 (Hicaz nar), 33 N 16 (Silifke aşısı) ve 33 N 26 (Çekirdeksiz VI) ticari nar çeşitleri kullanılmıştır. Meyvelerdeki fenolik bileşiklerin miktar belirleme analizleri, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji Laboratuvarında yapılmıştır.

3.1.1. Araştırmada Kullanılan Nar Çeşitlerinin Özellikleri**07 N 08 Hicaz Nar**

Geççi mayhoş narlar arasında en küçük meyvelere sahip olan çeşittir. Verimlilik açısından çok yüksek değerlere sahiptir. Meyve ağırlığı ortalama 350 g, meyve eni ortalama 91 mm'dir. Meyve kabuk rengi sarı zemin üzerine %95 kırmızıdır. Daneler koyu kırmızı renkte ve 100 danesinin ağırlığı ortalama 26.1g'dır. Asitlik ortalama %1.9 olup ekşiye yakın mayhoştur. Çekirdekleri serttir. Suda çözünebilir kuru madde içeriği diğer çeşitlere göre oldukça yüksektir. Akdeniz Bölgesinin sahil ve geçit yörelerinde iyi yetişmektedir (Onur, 1983).



Şekil 3.1. Hicaz Nar Çeşidinin Görünümü

33 N 16 Silifke Aşısı

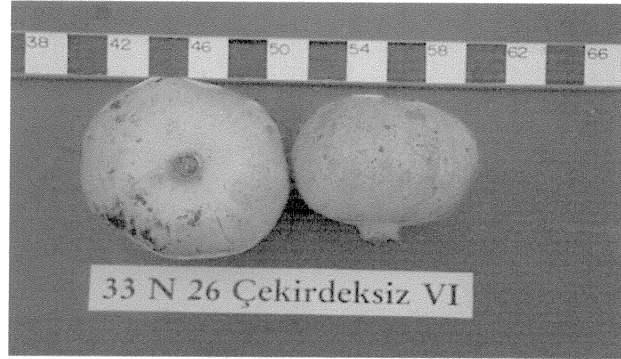
Silifke aşısı iri meyveli çeşitlerden biridir. Meyve eni ortalama 110 mm'dir. Bu çeşit 3.30 mm ile çok kalın kabuklara sahiptir. Kabuğu sarı zemin üzerine %15 pembe renktedir. Ancak sarı kabuk rengi bu çeşitte parlak ve gösterişli bir yapıya sahip olup, kırmızı rengi aratmayacak niteliktedir. Daneler pembe veya kırmızı renkli ve çok iridir. 100 danesinin ağırlığı ortalama 58.4 gramdır. Asitlik ortalama %1.1 olup tatlı narlara yakın bir mayhoş tada sahiptir. Çekirdekler orta derecede serttir. Meyvelerinde çatlama durumu çok düşüktür. Akdeniz Bölgesinin geçit yöreleri için uygundur (Onur, 1983).



Şekil 3.2. Silifke Aşısı Nar Çeşidinin Görünümü

33 N 26 Çekirdeksiz VI

Bol verimli bir çeşittir ve meyveleri yumuşak çekirdeklilik özelliği gösterir. Ancak ağaçta muhafaza ve taşınmaya duyarlı gibi görünmektedir. Meyveleri 480.27 g ağırlığında, 10.16 cm enindedir. Kabuk sarı zemin üzeri %30 kırmızı renkli ve 1.87 mm kalınlığındadır. Daneleri pembe veya kırmızı renkli ve çok iridir. 100 tanesi 56.19 g ağırlığındadır. Titrasyon asitliği çok düşük olup % 0.19 dur. Çekirdekleri son derece yumuşaktır. 91.67 gibi yüksek bir tat puanı almıştır. Meyve iriliği, kabuk rengi ve kalınlığı, dane rengi ve iriliği, çekirdeklerin yumuşaklığı gibi özellikleri bakımından aranan ideal bir nar tipi olarak görülmektedir (Onur, 1983).



Şekil 3.3. Çekirdeksiz VI Nar Çeşidinin Görünümü

3.1.2. Analizlerde Miktarı Belirlenen Fenolik Bileşikler

Gallik asit; renksiz kristal yapıda organik bir maddedir. Serbest bir molekül olarak veya tanin molekülünün bir parçası olarak bulunabilir. Hemen hemen tüm bitkilerde bulunmaktadır. Gallik asitin anti-fungal ve anti-virüs özelliğe sahip olduğu görülmüştür. Bir antioksidant olarak hücrelerin oksidatif deformasyonunun engellenmesine yardımcı olmaktadır (Soong ve Barlow, 2005).

Klorogenik asit; dikotiledon bitkilerin yapraklarından ve meyvelerinden izole edilmiş doğal bir fenolik üründür. Yapısal olarak kuinik asitin 3-hidroksil grubu ile kafeik asitin esteridir. Klorogenik asit bitki metabolizmasında önemli bir faktördür. Tümör oluşturan aktiviteler için hem bir engelleyici hem de bir antioksidanttır (Clifford, 1999).

Ferulik asit birçok bitkinin yapraklarında ve tohumlarında bulunan bir maddedir ve hidroksisinamik asitleri grubundadır. Bitkilerdeki ferulik asit miktarı bitkinin türüne ve yetiştirme koşullarına göre değişmektedir. Ferulik asit, DNA ve hücre membranlarının oksidatif deformasyonuna neden olan serbest radikallerin engellenmesinde rol oynayan bir antioksidanttır. Aynı zamanda ultraviyole ışınlarına karşı hücreleri korumaktadır (Ou ve Kwok, 2004).

Katesinin bir (+) bir de (-) olmak üzere iki oluşumu vardır. (+) Katesin serbest radikallerin oluşumunu engelleyen bir antibiyotik ve antioksidanttır. Birçok bitkide bulunmaktadır. (-) Katesin ise kök hücrelerinde oksidasyona ve hücre ölümüne neden olmaktadır (Frank, 2004).

Kafeik asit birçok meyve ve sebzede bulunan bir karboksilik asittir. Flavonoidlere bağlı bir yapı olan kafeik asit bal arılarının reçine parçalarının aktif bir bileşimidir. Antivirüstür ve bağışıklık sistemine yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda bir antioksidanttır ve tümör oluşumunu engellemeye yardımcı olmaktadır (Özyurt ve ark., 2004).

Hidroksisinamik asit grubunun bir bileşiği olan *p*-kumarik asit, hücre duvarlarının mikroorganizmalar tarafından deformasyona uğramasını engellemektedir (Yu ve ark., 2004). Ayrıca tarımsal atık sularının güçlü biyolojik muamelelerini engelleyen fenolik bir bileşiktir (Neri ve ark., 2002).

Beyaz kristal yapıda olan *o*-kumarik asit birçok bitkide doğal olarak oluşmaktadır. Biyokimyasal özelliğinden dolayı bazı tıbbi ilaçlarda kullanılmaktadır. Çünkü, *o*-kumarik asitin mekanizması tümör oluşumunu azaltmaktadır (Lake, 1999).

Fenolik bir bileşik olan protokatekuik asit, antioksidant ve antitümör etki göstermektedir. Ayrıca, farklı dokularda çeşitli kimyasalların oluşturduğu kanserojen aktiviteyi engelleyici özelliğe de sahiptir (Liu ve ark., 2002).

Poyrazoğlu ve ark. (2002)' na göre narda temel fenolikler olarak belirlenen yukarıdaki toplam 8 fenolik bileşik miktarı, meyvelerde her bir olgunluk aşamasında belirlenmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Meyvelerin Derim Zamanları

Araştırmada meyveler olgunluğuna göre (meyve yapısı ve rengi) üç farklı aşamada alınmıştır:

1. Yeşil: çok sert yapı ve yeşil renk
2. Yarı-olgun: yarı-sert yapı ve açık yeşil veya pembeye yakın renk
3. Olgun: yumuşak yapı ve meyveye özgü renk (Al-Maiman ve Ahmad, 2002).

Bu özellikler dikkate alınarak;

Yeşil meyve örnekleri: 28.06.2004

Yarı-olgun meyve örnekleri: 05.08.2004

Olgun meyve örnekleri: 10.10.2004 tarihlerinde toplanmıştır.

Toplanan meyve örnekleri araziden laboratuvara getirilene kadar buzluk içerisinde muhafaza edilmiştir. Laboratuvarda ise kabuk, meyve suyu ve tohum olarak parçalara ayrılan meyve örnekleri sıvı azota daldırılıp analizi yapılana kadar -80°C’ de muhafaza edilmiştir. Her bir olgunluk aşamasında, her bir çeşitten toplam 15 meyve alınarak, analizler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 yinelemeli ve her yinelemede 5 meyve olacak şekilde yapılmıştır.

3.2.2. Fenolik Bileşik Madde Analizleri

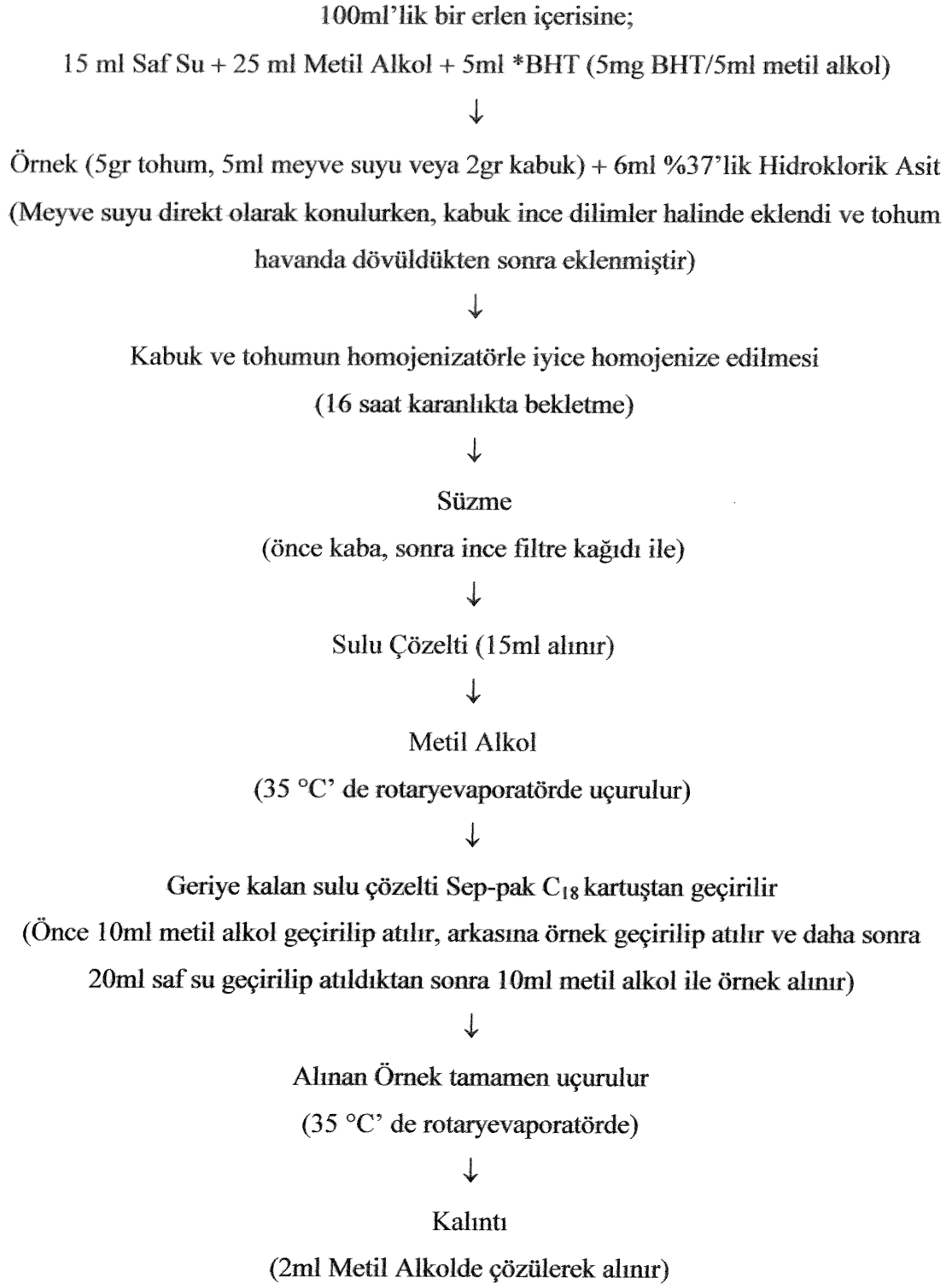
3.2.2.1. Örnek Alma Şekli ve Örneklerin Hazırlanması

Fenolik bileşiklerin analizleri için; kabuk, meyve suyu ve tohum olmak üzere üç parçaya ayrıldıktan sonra -80°C’de muhafaza edilen örnekler alınmıştır.

3.2.2.2. Fenolik Bileşiklerin Analiz Yöntemi

3.2.2.2.(1). Ekstraksiyon

Meyve örneklerinden fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için bir dizi işlemler yapılmıştır. Meyvenin kabuk, tohum ve meyve suyundaki fenolik bileşiklerin madde düzeyini saptama analizi **Hakkinen ve ark. (1998)**’na göre yapılmıştır. Örnekteki kirliliğin önlenmesi için **Zafrilla ve ark. (2001)**’na göre Sep-pak C₁₈ kartuş kullanılmıştır (Şekil 3.4).

**KROMATOGRAFI (HPLC)****Şekil 3.4. Fenolik Bileşiklerin Analizi İçin Uygulanan Ekstraksiyon Yöntemi**

*BHT: Butylated Hydroxytoluene

3.2.2.2.(2). Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC)

Çalışmada; her bir olgunluk aşamasında meyvelerdeki fenolik bileşiklerin miktarının belirlenmesi için **Treutter ve ark. (1990)**' na göre yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Fenolik Bileşiklerin HPLC Analizinde Kullanılan Deneme Şartları

HPLC Şartları

Cihaz: HPLC HP 1100

Kolon: ODS C₁₈

Kolon sıcaklığı : 40 °C

Hareketli faz: Su-etil asetat-asetik asit (95.6-4.1-0.3) (**Shahrzad ve Bitsch, 1996**)

Akış Hızı : 1.0 ml/dk

Dedektör : DAAD 254 ve 360 nm

İnjesiyon hacmi : 20 µl

3.2.2.2.(3). Standartların Hazırlanması

Standartlar DMSO (Dimetil Sülfoksit) ile çözüldükten sonra metil alkol kullanılarak hazırlanmıştır. Kalibrasyon yapmak ve standartların gelme zamanlarını saptamak için standartların her birinden 100, 50, 25 ve 10 ppm olmak üzere farklı dört dozda okuma yapılmıştır. Daha sonra 400 ppm düzeyinde hazırlanan sekiz standardın her birinden 1 ml alınarak toplam 50 ppm oranında elde edilen standart karışımı da okunarak standartların her birinin alıkonma zamanları saptanmıştır.

3.2.3. Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Analiz Yöntemi

Çalışmada istatistiksel analizler, tesadüf parselleri deneme desenine göre, Tukey testi uygulanarak değerlendirilmeler yapılmıştır. Bu amaçla COSTAT istatistik paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTISMA

4.1. Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi

Meyve örneklerinde miktarı belirlenen fenolik bileşiklerin alıkonma zamanlarının saptanması analizi yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Toplam sekiz standardın önce her birinin ayrı ayrı farklı dozlarda (100, 50, 25, 10 ppm) kromatografik okumaları yapılmıştır. Daha sonra da standartlar karıştırılmış ve bütün standartların (50 ppm) birlikte okuması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ise karşılaştırılarak her bir fenolik bileşiğin alıkonma zamanları saptanmıştır. Ayrıca, farklı dozlarda belirlenen standartların dalga boyları karşılaştırılarak her bir fenolik bileşiğin maksimum dalga boyuda belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar **Çizelge 4.1.**'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Fenolik bileşiklerin HPLC okumalarındaki gelme zamanları ve maksimum dalga boyları

Fenolik Bileşikler	Alıkonma Zamanı(dk.)	Maksimum Dalga Boyu (nm)
Gallik Asit	3.8	254
Protokatekuik Asit	7.0	254
Klorogenik Asit	7.6	254
Katesin	9.5	254
Kafeik asit	14.0	320
<i>p</i> - Kumarik Asit	24.5	280
Ferulik Asit	26.5	280
<i>o</i> - Kumarik Asit	44.5	280

4.2. Meyve Örneklerinin Okunması

Farklı üç olgunluk döneminde toplanan meyve örneklerinde fenolik bileşik miktarlarının belirlenme analizleri kabuk, tohum ve meyve suyu olmak üzere nar meyvesinin farklı üç parçasında yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) tekniği kullanılarak saptanmıştır.

4.2.1. Meyve Suyundaki Fenolik Bileşik Miktarları

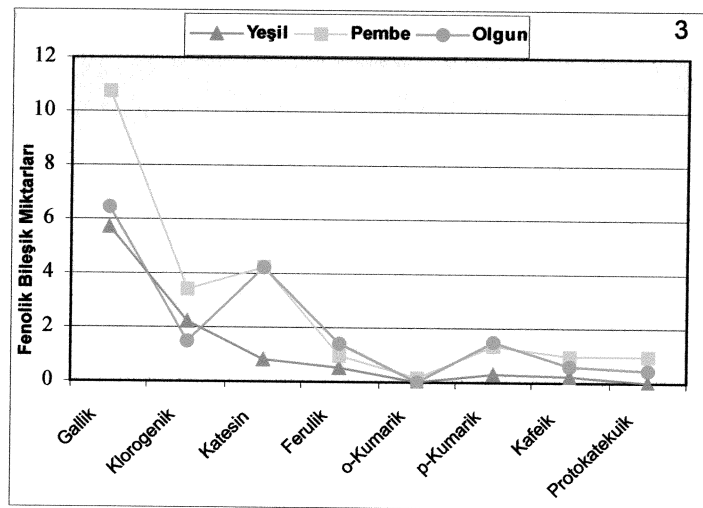
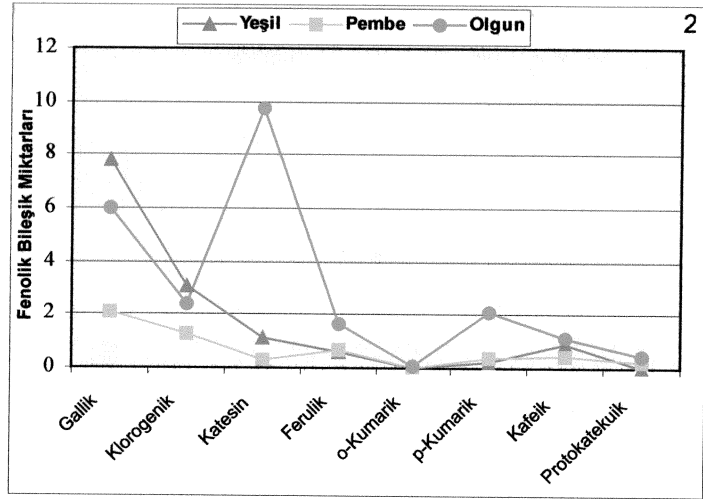
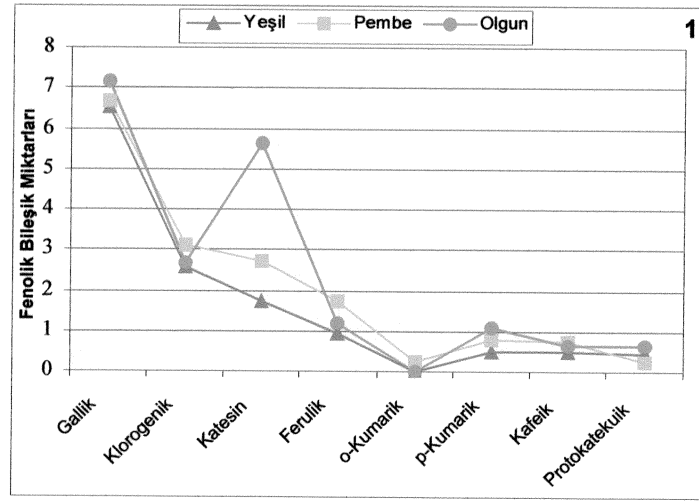
Meyve suyunda belirlenen fenolik bileşik miktarları ile ilgili değerler **Çizelge 4.2.**'de verilirken, bununla ilgili grafiklerde **Şekil 4.1.**' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Nar Suyunda Belirlenen Fenolik Bileşik Miktarları (µg/ml)

Fenolikler	Çesitler											
	07N08 (Hicaz Nar)				33N26 (Silifke Aşısı)				33N16 (ÇekirdeksizVI)			
	Yeşil	Pembe	Olgun	D _{%5}	Yeşil	Pembe	Olgun	D _{%5}	Yeşil	Pembe	Olgun	D _{%5}
Galilik Asit	6.54	6.66	7.17	Ö.D	7.77	2.07	5.99	Ö.D	5.72	10.72	6.45	Ö.D
Klorogenik Asit	2.55	3.11	2.67	Ö.D	3.11	1.26	2.39	Ö.D	2.20	3.41	1.47	Ö.D
Katesin	1.74	2.70	5.61	Ö.D	1.09b	0.30b	9.76a	3.41	0.82b	4.22a	4.20a	2.91
Ferulik	0.93	1.74	1.19	Ö.D	0.58b	0.64b	1.64a	0.51	0.53	1.00	1.39	Ö.D
o-Kumarik	0.00	0.25	0.00	Ö.D	0.00	0.01	0.06	Ö.D	0.00	0.14	0.00	Ö.D
p-Kumarik	0.50b	0.80ab	1.11a	0.42	0.23b	0.36b	2.13a	1.01	0.3b	1.32a	1.50a	0.75
Kafeik	0.48	0.74	0.64	Ö.D	0.87	0.46	1.12	Ö.D	0.24	0.97	0.61	Ö.D
Protokatekuik Asit	0.43	0.25	0.62	Ö.D	0.00	0.20	0.42	Ö.D	0.00	0.97a	0.44ab	0.94
Toplam	13.17	16.25	19.01		13.65	4.94	23.51		9.81	21.78	16.06	

(0.00): Belirlenmemiştir (< 0.01 µg/ml)

Ö.D: Önemli Değil



Şekil 4.1. Hicaz (1), Silifke Aşısı (2) ve Çekirdeksiz VI (3) Çeşitlerinin Meyve Suyundaki Fenolik Bileşik Miktarları

Hicaz nar çeşidinin meyve suyunda, toplam fenolik bileşik miktarı bakımından incelenecek olursa, olgunlaşma ile birlikte bir artış meydana gelmiştir ve en yüksek toplam fenolik bileşik miktarı olgun aşamada 19.01µg/ml olarak bulunmuştur. Fenolik bileşikler teker teker incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Gallik asit, katesin ve p-kumarik miktarları olgunlaşma ile birlikte artmıştır. Bu artışlar gallik asit ve katesinde önemsiz bulunurken p-kumarik asit miktarında olgunlaşmayla birlikte önemli bir artış gözlemlenmiştir. En yüksek miktarlar ise olgun aşamalarda gallik asitte 7.17µg/ml, katesinde 5.61µg/ml ve p-kumarik asitte 1.11µg/ml olarak tespit edilmiştir.

Klorogenik asit, ferulik ve kafeik asit miktarları pembe aşamada artarken olgunlaşmayla birlikte tekrar bir azalma meydana gelmiştir. Ancak değerler arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. En yüksek miktarlar ise pembe aşamalarda klorogenik asitte 3.11µg/ml, ferulik asitte 1.74µg/ml ve kafeik asitte 0.74µg/ml olarak tespit edilmiştir.

Protokatekuik asit miktarı ise pembe aşamada azalırken olgunlukla birlikte tekrar bir artış göstermiştir. Ancak değerler arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. En yüksek değer ise olgun aşamada 0.62µg/ml olarak bulunmuştur.

o-Kumarik asit miktarı yeşil aşamada tespit edilememiş, pembe aşamada 0.25µg/ml olarak ortaya çıkmış ancak daha sonra olgunlukla birlikte tekrar kaybolmuştur.

Hicaz nar çeşidinin meyve suyunda fenolik bileşik miktarı bakımından gallik asit tüm olgunluk aşamalarında diğer fenolik maddelere göre daha yüksek miktarda bulunmaktadır.

Silifke aşısı çeşidinin meyve suyunda toplam fenolik bileşik miktarı pembe aşamada azalırken olgunlukla birlikte önemli bir artış göstermiştir. En yüksek toplam fenolik bileşik miktarı ise olgun aşamada 23.51µg/ml olarak bulunmuştur. Fenolik bileşikler teker teker incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Gallik asit, klorogenik asit, katesin ve kafeik asit miktarları pembe aşamada azalırken olgunlukla birlikte bir artış meydana gelmiştir. Gallik, klorogenik ve kafeik asitlerde değerler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunurken, katesin miktarında olgunlaşmayla birlikte önemli bir artış meydana gelmiştir. En yüksek miktarlar gallik ve klorogenik asitlerde yeşil aşamada sırasıyla 7.77µg/ml ve 3.11µg/ml olarak bulunmuştur. Katesin ve kafeik asitte ise olgunluk aşamasında sırasıyla 9.76µg/ml ve 1.12µg/ml olarak bulunmuştur.

Ferulik ve p-kumarik asit miktarlarında meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte bir artış gözlemlenmiştir. Bu artış her iki fenolik bileşikte de önemli bulunmuştur. En yüksek miktarlar olgun aşamada ferulik asitte 1.64µg/ml ve p-kumarik asitte 2.13µg/ml olarak tespit edilmiştir.

o-Kumarik ve protokatekuik asit miktarları ise yeşil aşamada bulunamamış, pembe aşamada ortaya çıkmış olgunlukla birlikte de artmıştır. Bununla birlikte önemli bir artış gözlemlenmemiştir. En yüksek miktarlar olgun aşamada o-kumarik asitte 0.06µg/ml ve protokatekuik asitte 0.42µg/ml olarak bulunmuştur.

Silifke aşısının meyve suyunda en yüksek fenolik bileşik miktarı yeşil ve pembe aşamalarda gallik asitte (sırasıyla 7.77µg/ml ve 2.07µg/ml), olgunluk aşamasında ise 9.76µg/ml ile katesinde bulunmuştur.

Çekirdeksiz VI çeşidinin meyve suyunda toplam fenolik bileşik miktarı pembe aşamada önemli bir artış gösterirken olgunluk aşamasında geri düşmüştür. En yüksek toplam fenolik bileşik miktarı 22.75µg/ml ile pembe aşamada görülmüştür. Fenolik bileşikler teker teker incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Gallik, klorogenik, katesin ve kafeik asitlerin miktarları pembe aşamada önce artmış daha sonra olgunlukla birlikte bir azalma meydana gelmiştir. Değerler arasındaki farklılıklar gallik, klorogenik ve kafeik asitlerde önemsiz bulunmuştur. Katesinde ise olgunlukla birlikte önemli bir artış meydana gelmiştir. Ancak pembe aşamadan olgun aşamaya geçişte meydana gelen azalma önemli bulunmamıştır. En yüksek miktarlar pembe aşamada gallik asitte 10.72µg/ml olarak, klorogenik asitte 3.41µg/ml olarak, katesinde 4.22µg/ml olarak ve kafeik asitte 0.97µg/ml olarak saptanmıştır.

Ferulik asit ve p-kumarik asit miktarları meyve olgunlaştıkça artmıştır. Bu artış ferulik asitte önemsiz bulunurken, p-kumarik asitte önemli bulunmuştur. En yüksek miktarlar olgunluk aşamasında ferulik asitte 1.39µg/ml olarak ve p-kumarik asitte 1.5µg/ml olarak gözlemlenmiştir.

o-Kumarik ve protokatekuik asitlere yeşil aşamada rastlanmamıştır. o-Kumarik asit miktarı pembe aşamada 0.14µg/ml olarak ortaya çıkmış, ancak daha sonra meyve olgunlaşınca geri kaybolmuştur. Protokatekuik asit ise pembe aşamada ortaya çıkmış ve olgunlukla birlikte bir azalma meydana gelmiştir. Bu azalma önemli bulunmuştur.

Çekirdeksiz VI çeşidinin meyve suyunda fenolik bileşik miktarı bakımından gallik asit tüm olgunluk aşamalarında diğer fenolik bileşiklere göre daha yüksek miktarda bulunmuştur.

4.2.2. Meyve Tohumundaki Fenolik Bileşik Miktarları

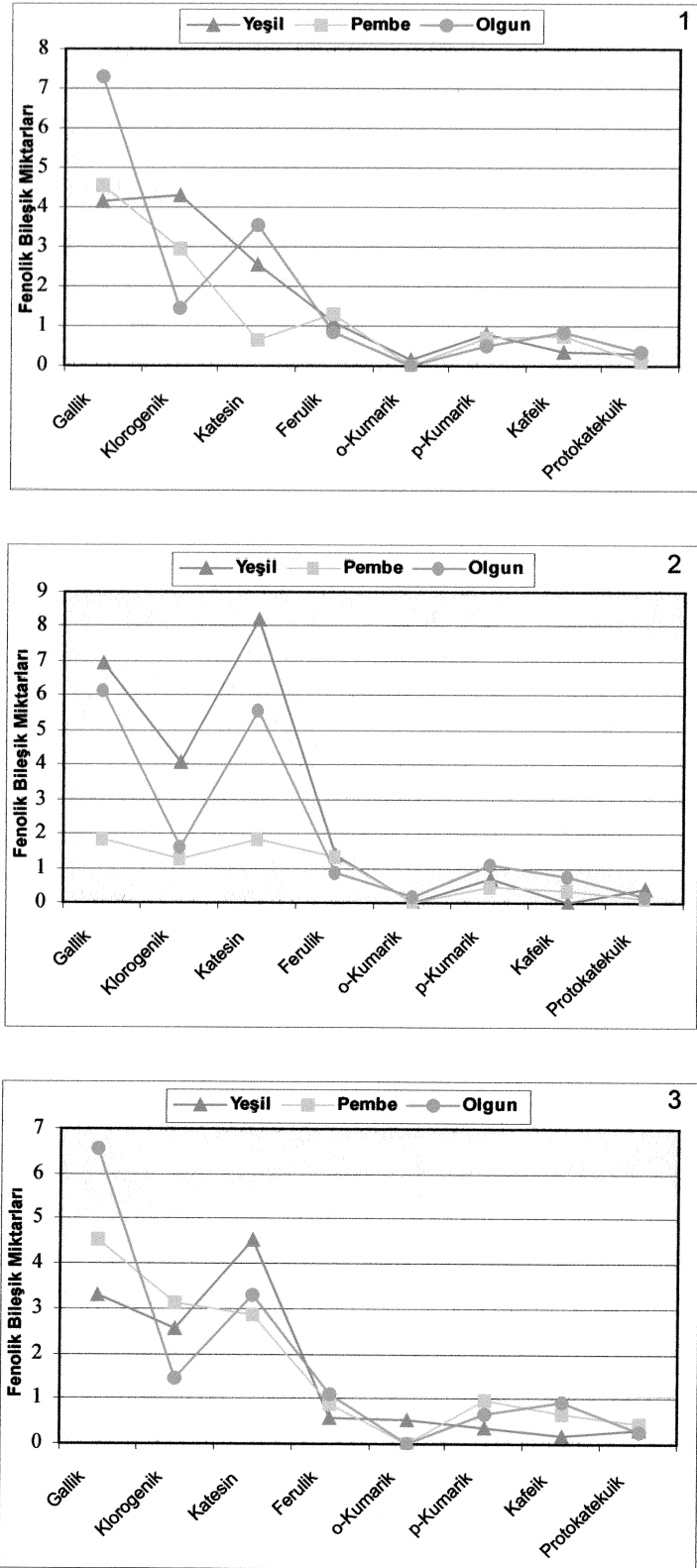
Meyve tohumunda belirlenen fenolik bileşik miktarları ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.3.'de verilirken, bununla ilgili grafiklerde Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Nar Tohumunda Belirlenen Fenolik Bileşik Miktarları (µg/ml)

Fenolikler	Çeşitler											
	07N08 (Hicaz Nar)				33N26 (Silifke Aşısı)				33N16 (ÇekirdeksizVI)			
	Yeşil	Pembe	Olgun	D _{%5}	Yeşil	Pembe	Olgun	D _{%5}	Yeşil	Pembe	Olgun	D _{%5}
Gallik Asit	4.15b	4.55ab	7.28a	2.87	6.95	1.86	6.14	Ö.D	3.31	4.52	6.57	Ö.D
Klorogenik Asit	4.30	2.97	1.43	Ö.D	4.09a	1.25b	1.62b	2.45	2.57	3.11	1.44	Ö.D
Katesin	2.57	0.65	3.56	Ö.D	8.22	1.84	5.58	Ö.D	4.52	2.88	3.28	Ö.D
Ferulik	1.12	1.30	0.86	Ö.D	1.37	1.30	0.86	Ö.D	0.57c	0.87b	1.09a	0.18
o-Kumarik	0.13	0.00	0.00	Ö.D	0.00	0.00	0.17	Ö.D	0.51	0.00	0.00	Ö.D
p-Kumarik	0.80	0.70	0.52	Ö.D	0.70	0.43	1.10	Ö.D	0.36c	0.98a	0.65b	0.22
Kafeik	0.33	0.75	0.83	Ö.D	0.00	0.33ab	0.72a	0.7	0.16b	0.65a	0.94a	0.46
Protokatekuik Asit	0.30	0.12	0.37	Ö.D	0.41	0.11	0.15	Ö.D	0.30	0.42	0.25	Ö.D
Toplam	13.70	11.04	14.85		21.74	7.12	16.34		12.30	13.43	14.22	

(0.00): Belirlenememiştir (< 0.01 µg/ml)

Ö.D: Önemli Değil



Şekil 4.2. Hicaz (1), Silifke Aşısı (2) ve Çekirdeksiz VI (3) Çeşitlerinin Tohumundaki Fenolik Bileşik Miktarları

Hicaz nar çeşidinin tohumunda toplam fenolik bileşik miktarı yeşil aşamadan pembe aşamaya geçişte azalmış ve olgunluk aşamasında artış gözlemlenmiştir. En yüksek toplam fenolik bileşik miktarı olgunluk aşamasında 14.85µg/ml olarak saptanmıştır. Fenolik bileşikler teker teker incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Gallik ve kafeik asit miktarları meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte artmıştır. Bu artış gallik asitte önemli, kafeik asitte ise önemsiz bulunmuştur. En yüksek miktarlar olgunluk aşamasında gallik asitte 7.28µg/ml olarak, kafeik asitte ise 0.83µg/ml olarak bulunmuştur.

Klorogenik ve p-kumarik asitlerin miktarları meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte azalmıştır. Bu azalmadaki değerler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. En yüksek miktarlar yeşil aşamada klorogenik asitte 4.3 µg/ml olarak ve p-kumarik asitte 0.80µg/ml olarak saptanmıştır.

Katesin ve protokatekuik asitlerin miktarı pembe aşamayla birlikte azalırken olgunluk aşamasında tekrardan artmıştır. Bu değerler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. En yüksek değerlere ise olgunluk aşamasında katesinde 3.56µg/ml ve protokatekuik asitte 0.37µg/ml olarak rastlanmıştır.

Ferulik asit miktarı ise pembe aşamada önce artmış olgunluk aşamasında ise geri azalma göstermiştir. Bu değerler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. En yüksek değer ise 1.30µg/ml olarak pembe aşamada bulunmuştur.

o-Kumarik asit miktarı yeşil aşamada 0.13µg/ml olarak tespit edilmiş ancak daha sonra kaybolmuştur.

Hicaz nar çeşidinin tohumunda en yüksek fenolik bileşik miktarı tüm olgunluk aşamalarında gallik asitte saptanmıştır.

Silifke aşısının tohumunda toplam fenolik bileşik miktarı yeşil aşamadan pembe aşamaya geçince önce azalmış daha sonra olgunlukla birlikte tekrar artmıştır. Toplam fenolik miktarı bakımından en yüksek değere yeşil aşamada rastlanmıştır. Fenolik bileşikler teker teker incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Gallik, klorogenik, katesin, ferulik, p-kumarik ve protokatekuik asitlerin miktarı yeşil aşamadan pembe aşamaya geçince azalmış, olgunlukla birlikte ise geri artmıştır. Değerler arasındaki bu farklılıklar gallik, katesin, ferulik, p-kumarik ve protokatekuik asitlerde önemsiz, klorogenik asitte ise önemli bulunmuştur. En yüksek değerlere gallik asitte 6.95µg/ml, klorogenik asitte 4.09µg/ml, katesinde 8.22µg/ml ve protokatekuik asitte 0.41µg/ml olarak yeşil aşamada rastlanmıştır. Ferulik asit ve p-kumarik asitte ise en yüksek değerler sırasıyla 1.42µg/ml ve 1.10µg/ml olarak olgunluk aşamasında bulunmuştur.

o-Kumarik asit yeşil ve pembe aşamada bulunamamış ve olgun aşamada ise 0.17µg/ml düzeyinde saptanmıştır.

Kafeik asit ise yeşil aşamada bulunamamıştır. Pembe aşamada ortaya çıkmış ve olgunlukla birlikte miktarı artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Silifke Aşısı'nın tohumunda en yüksek fenolik bileşik miktarı yeşil aşamada 8.22µg/ml ile katesinde, pembe ve olgunluk aşamalarında ise gallik asitte (sırasıyla 1.86µg/ml ve 6.14µg/ml) bulunmuştur.

Çekirdeksiz VI çeşidinin tohumundaki toplam fenolik bileşik miktarı olgunlukla birlikte artış göstermiştir. En yüksek değere 14.22µg/ml olarak olgun aşamada rastlanmıştır. Fenolik bileşikler teker teker incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Gallik, ferulik ve kafeik asitlerin miktarı meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte artış göstermiştir. Bu artış gallik asitte önemsiz, ferulik ve kafeik asitte ise önemli düzeyde bulunmuştur. En yüksek miktarlara gallik asitte 6.57µg/ml olarak, ferulik asitte 1.09µg/ml olarak ve kafeik asitte 0.94µg/ml olarak olgunluk aşamasında rastlanmıştır.

Klorogenik, p-kumarik ve protokatekuik asitlerin miktarı önce artmış daha sonra olgunlukla birlikte azalmıştır. Değerler arasındaki farklılıklar klorogenik ve protokatekuik asitlerde önemsiz, p-kumarik asitte ise önemli bulunmuştur. En yüksek değerlere klorogenik asitte 3.11µg/ml olarak, p-kumarik asitte 0.98µg/ml olarak ve protokatekuik asitte 0.42µg/ml olarak pembe aşamada bulunmuştur.

Katesin miktarı önce azalmış sonra da olgunlukla birlikte artmıştır. Bu miktar değişimi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek değer ise 4.52µg/ml olarak yeşil aşamada bulunmuştur.

o-Kumarik asit miktarı ise yeşil aşamada 0.51µg/ml olarak bulunmuş daha sonra olgunlukla birlikte kaybolmuştur.

Çekirdeksiz VI çeşidinin tohumunda fenolik bileşik miktarı yeşil aşamada en fazla katesinde (4.52µg/ml), pembe ve olgunluk aşamalarında ise en fazla gallik asitte (sırasıyla 4.52µg/ml ve 6.57µg/ml) bulunmaktadır.

4.2.3. Meyve Kabuğundaki Fenolik Bileşik Miktarları

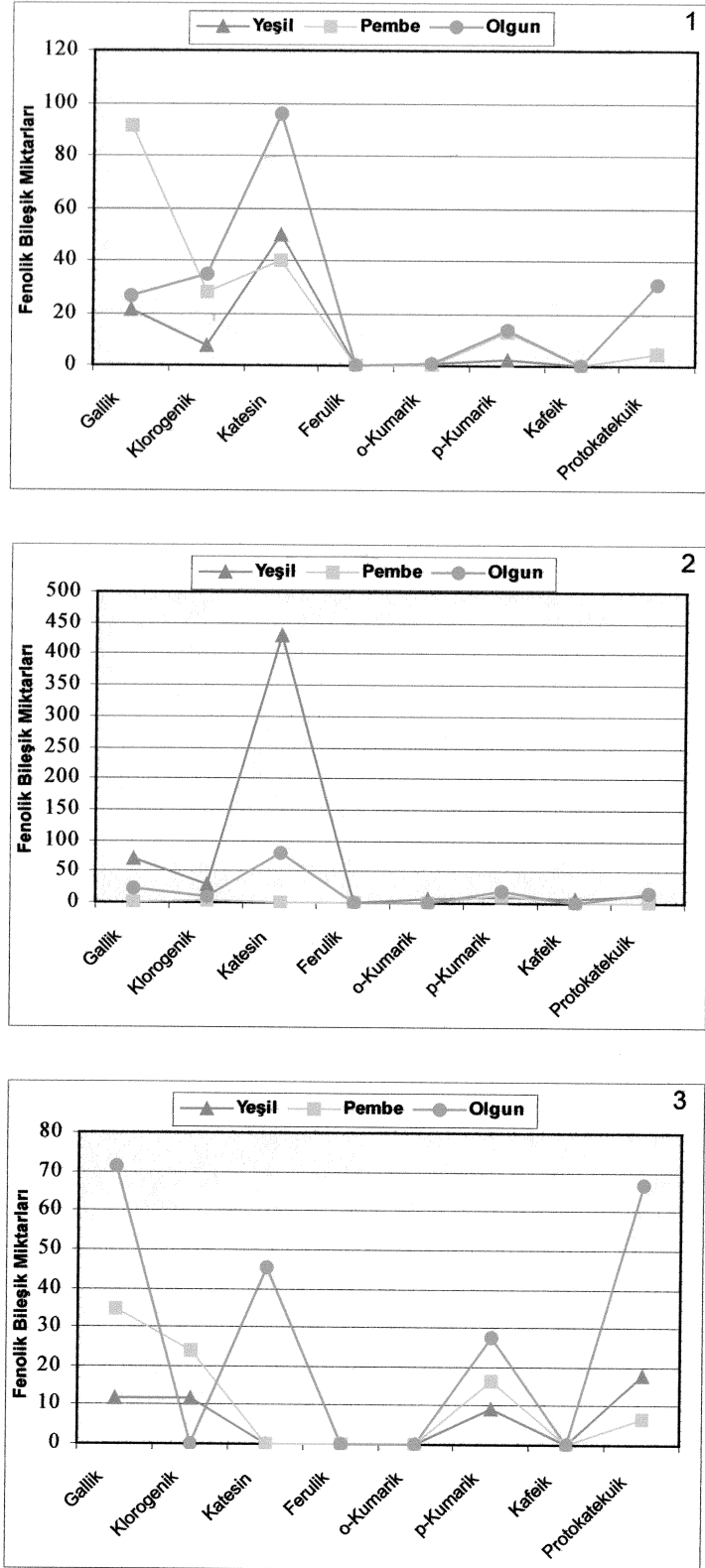
Meyve kabuğunda belirlenen fenolik bileşik miktarları ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.4.'de verilirken, bununla ilgili grafiklerde Şekil 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Nar Kabuğunda Belirlenen Fenolik Bileşik Miktarları (µg/ml)

Fenolikler	Çeşitler											
	07N08 (Hicaz Nar)				33N26 (Silifke Aşısı)				33N16 (ÇekirdeksizVI)			
	Yeşil	Pembe	Olgun	D _{%s}	Yeşil	Pembe	Olgun	D _{%s}	Yeşil	Pembe	Olgun	D _{%s}
Gallik Asit	21.23	91.48	26.06	Ö.D	68.65	0.00	21.8	Ö.D	11.81	34.86	71.31	Ö.D
Klorogenik Asit	7.82	27.85	34.69	Ö.D	29.39a	1.66b	10.59ab	25.94	11.86	23.73	0.00	Ö.D
Katesin	49.68	40.37	95.78	Ö.D	429.25	0.00	80.77	Ö.D	0.00	0.00	45.57	Ö.D
Ferulik	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
o-Kumarik	0.88	0.00	0.49	Ö.D	6.46	0.68	0.75	Ö.D	0.00	0.00	0.00	-
p-Kumarik	2.39b	12.89a	13.7a	5.48	10.00	12.03	19.65	Ö.D	9.02b	16.41ab	27.64a	14.74
Kafeik	0.00	0.00	0.00	-	6.09a	0.59b	0.00	2.85	-	-	-	Ö.D
Protokatekuik Asit	4.56b	4.55b	31.14a	17.47	13.01	0.00	17.29	Ö.D	17.63 ab	6.59b	66.61a	58.71
Toplam	86.56	177.14	201.86		562.85	14.96	150.85		50.32	81.59	211.13	

(0.00): Belirlenmemiştir (<0.01µg/ml)

Ö.D: Önemli Değil



Şekil 4.3. Hicaz (1), Silifke Aşısı (2) ve Çekirdeksiz VI (3) Çeşitlerinin Meyve Kabuğundaki Fenolik Bileşik Miktarları

Hicaz nar çeşidinin kabuğundaki toplam fenolik bileşik miktarı olgunlukla birlikte artmaktadır. En yüksek değer 204.86µg/ml olarak olgunluk aşamasında saptanmıştır. Fenolik bileşikler teker teker incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Gallik asit miktarı önce artmış daha sonrada azalmıştır. Değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. En yüksek değere 91.48µg/ml'lık değerle pembe aşamada rastlanmıştır.

o-Kumarik asit miktarı yeşil aşamada 0.88µg/ml olarak bulunmuş, pembe aşamada belirlenememiş ve olgun aşamada 0.49µg/ml olarak tespit edilmiştir.

Klorogenik ve p-kumarik asitler meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte bir artış göstermişlerdir. Bu artış klorogenik asitte önemsiz, p-kumarik asitte ise önemli bulunmuştur. En yüksek değerler klorogenik asitte 34.69µg/ml ile ve p-kumarik asitte 13.7µg/ml ile olgunluk aşamasında belirlenmiştir.

Protokatekuik asit miktarı pembe aşamada önce azalmış daha sonra olgunlukla birlikte artış göstermiştir. Bu artış önemli bulunmuştur ve en yüksek değer 31.14µg/ml ile olgun aşamada saptanmıştır.

Katesin miktarı önce azalmış daha sonra meyve olgunlaşınca tekrardan artmıştır. Bu değişim önemsiz bulunmuştur. En yüksek miktar 95.78µg/ml ile olgunluk aşamasında belirlenmiştir.

Ferulik ve kafeik asit miktarlarına ise hiçbir olgunluk aşamasında rastlanmamıştır.

Hicaz nar çeşidinin kabuğunda en yüksek fenolik bileşik miktarı yeşil ve olgunluk aşamalarında sırasıyla 49.68µg/ml ve 95.78µg/ml ile katesinde, pembe aşamada ise 91.48µg/ml ile gallik asitte görülmüştür.

Silifke aşısının kabuğundaki toplam fenolik bileşik miktarı yeşil aşamadan pembe aşamaya geçişte önemli miktarda düşmüş ancak olgunlukla birlikte tekrar yükselmiştir. En yüksek toplam fenolik bileşik miktarı 562.85µg/ml ile yeşil aşamada görülmüştür. Fenolik bileşikler teker teker incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Gallik, klorogenik, katesin, o-kumarik ve protokatekuik asitlerin miktarı pembe aşamaya geçince önce azalmış fakat meyve olgunlaştıkça geri artmıştır. Bu değişimler gallik, katesin, o-kumarik ve protokatekuik asitlerde önemsiz bulunurken, klorogenik asitte önemli bulunmuştur. En yüksek miktarlar gallik asitte 68.65µg/ml, klorogenik asitte 29.39µg/ml, katesinde 429.25µg/ml ve o-kumarik asitte 6.46µg/ml olarak yeşil aşamada saptanmıştır. Protokatekuik asitte ise en yüksek değer 17.29µg/ml ile olgunluk aşamasında bulunmuştur.

Katesin miktarı yeşil aşamada 429.25µg/ml olarak bulunmuş, pembe aşamada belirlenememiş ve olgunluk aşamasında 80.77µg/ml olarak tespit edilmiştir. Katesin miktarı diğer çalışmalarda da yüksek miktarda belirlenen bir fenolik bileşiktir (**Poyrazoğlu ve ark., 2002 ve Garcia-Alonso ve ark., 2004**). Yeşil aşamada bu kadar yüksek oranda bulunduktan sonra pembe aşamada kaybolması ve daha sonra olgun aşamada ortaya çıkmasının nedeni fenolik bileşiklerin başka bileşikler ile etkileşime girince farklı bir bileşiğe dönüşebilmesinden kaynaklanabilir. **Beckman (2000)** fenolik bileşiklerin metil, metoksil, amino veya glikosil gruplarıyla farklılaşabildiklerini belirtmiştir.

p-Kumarik asit miktarı meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte artmıştır. Bu artış önemsiz bulunmuş ve en yüksek değer 19.65µg/ml ile olgunluk aşamasında belirlenmiştir.

Kafeik asit miktarı yeşil aşamadan pembe aşamaya geçince bir azalma göstermiştir, olgunluk aşamasında ise kafeik asit belirlenememiştir. Bu azalma önemli bulunmuştur. En yüksek değer ise 6.09µg/ml ile yeşil aşamada saptanmıştır.

Ferulik asit miktarı ise Silifke Aşısının kabuğunda belirlenememiştir.

Silifke aşısının kabuğunda fenolik bileşik miktarı yeşil ve olgunluk aşamasında en fazla katesinde (sırasıyla 429.25µg/ml ve 80.77µg/ml), pembe aşamada ise p-kumarik asitte bulunmuştur.

Çekirdeksiz VI çeşidinin kabuğundaki toplam fenolik bileşik miktarları olgunlaşmayla birlikte artmıştır. En yüksek değer 211.13µg/ml ile olgunluk aşamasında bulunmuştur. Fenolik bileşikler teker teker incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Gallik ve p-kumarik asitlerin miktarı meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte artmıştır. Bu artış gallik asitte önemsiz, p-kumarik asitte ise önemli bulunmuştur. En yüksek değer ise gallik asitte 71.31µg/ml ile ve protokatekuik asitte 27.64µg/ml ile olgunluk aşamasında belirlenmiştir.

Klorogenik asit miktarı yeşil aşamadan pembe aşamaya geçince artmıştır. Fakat olgunluk aşamasında klorogenik asit belirlenememiştir. Bu artış ise önemli bulunmamıştır. En yüksek değer pembe aşamada 23.73µg/ml olarak saptanmıştır.

Katesin miktarı yeşil ve pembe aşamada belirlenememişken olgunluk aşamasında 45.57µg/ml olarak belirlenmiştir.

Protokatekuik asit miktarı yeşil aşamadan pembe aşamasına geçince azalma gösterirken meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte tekrardan bir artış göstermiştir. En yüksek değer ise 66.61µg/ml ile olgunluk aşamasında bulunmuştur.

o-Kumarik, ferulik ve kafeik asit miktarlarına ise hiçbir olgunluk aşamasında rastlanmamıştır.

Çekirdeksiz VI çeşidinin kabuğunda en yüksek fenolik bileşik miktarı yeşil aşamada 7.63µg/ml ile protokatekuik asitte, pembe ve olgunluk aşamalarında ise gallik asitte bulunmaktadır.

4.2.4. Çeşitler Arasında Fenolik Bileşiklerin Karşılaştırılması

4.2.4.1 Meyve Suyunda Çeşitlerin Karşılaştırılması

Olgunluk aşamasına göre; meyve suyundaki toplam fenolik bileşikler bakımından çeşitler arasında en yüksek değere yeşil aşamadayken 13.65µg/ml ile Silifke Aşısı; pembe aşamadayken 22.75µg/ml ile Çekirdeksiz VI çeşidi; olgunluk aşamasındayken ise 23.51µg/ml ile yine Silifke Aşısı bulunmuştur.

Gallik asit Hicaz nar ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinin bütün olgunluk aşamalarında, Silifke aşısının ise yeşil ve pembe aşamalarında en yüksek miktarda bulunan fenolik bileşiktir. Silifke aşısının olgunluk aşamasında ise en yüksek miktarda katesin bulunmaktadır. Bu sonuç, Poyrazoğlu ve ark. çalışmalarıyla

benzerlik göstermektedir. **Poyrazoğlu ve ark. (2002)** narın meyve suyunda toplam 10 fenolik bileşiğe bakmışlar ve en önemli fenolik bileşikler gallik ve katesin olarak bulmuşlardır.

4.2.4.2. Tohumda Çeşitlerin Karşılaştırılması

Olgunluk aşamalarına göre; tohumdaki toplam fenolik bileşikler bakımından en yüksek değer yeşil aşamadayken 21.74 µg/ml ile Silifke aşısında; pembe aşamadayken 13.43µg/ml ile Çekirdeksiz VI çeşidinde ve olgunluk aşamasındayken 16.9µg/ml ile Silifke aşısında bulunmuştur.

Yeşil aşamada, Hicaz narda en yüksek miktarda gallik asit bulunurken Silifke aşısı ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinde katesin en yüksek miktarda bulunmuştur.

Pembe ve olgunluk aşamalarında ise üç çeşitte de en yüksek miktarda gallik asit bulunmuştur.

4.2.4.3. Kabukta Çeşitlerin Karşılaştırılması

Olgunluk aşamalarına göre; kabuktaki toplam fenolik bileşikler bakımından en yüksek değer yeşil aşamadayken 562.85µg/ml ile Silifke aşısında, pembe aşamadayken 177.14µg/ml ile Hicaz narda ve olgunluk aşamasındayken 211.13µg/ml ile Çekirdeksiz VI bulunmuştur.

Hicaz nar ve Silifke aşısının yeşil ve olgunluk aşamalarında en yüksek miktarda katesin bulunmuştur.

Pembe aşamada Hicaz nar ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinde en yüksek miktarda gallik asit belirlenmiştir.

Silifke aşısının yeşil aşamasında ise en yüksek miktarda protokatekuik asit belirlenmiştir.

Ferulik asit hiç bir çeşidin hiçbir olgunluk aşamasında saptanamamıştır. Kafeik asit sadece Silifke aşısında saptanmıştır, Hicaz narın ve Çekirdeksiz VI çeşidinin hiçbir olgunluk aşamasında bulunamamıştır. o-Kumarik asit ise Hicaz nar

ve Silifke aşısında bulunurken, Çekirdeksiz VI çeşidinin hiçbir olgunluk aşamasında bulunamamıştır.

Poyrazoğlu ve ark. (2002) narın tohumunu ve meyve kabuğunu fenolik içeriği bakımından incelemişler ve en önemli fenolik bileşik olarak gallik asit ve kuersetini bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da narın tohumunda ve kabuğunda en önemli fenolik bileşik olarak gallik asit bulunmuştur.

4.2.5. Meyve Suyu, Tohum ve Kabuktaki Fenolik Bileşiklerin Karşılaştırılması

Araştırmamıza göre çeşitlerin tüm olgunluk aşamalarındaki toplam fenolik bileşik miktarları meyve suyu ve tohuma oranla en fazla kabukta bulunmuştur ve bu sonuç, **Li ve ark. (2006)**'nın bulguları ile benzerlik göstermektedir. Beyaz nar çeşidinin kabuk ve meyve eti parçalarının toplam fenolik içeriklerini karşılaştırmışlardır ve kabuktaki toplam fenolik bileşik miktarının meyve etindeki toplam fenolik bileşik miktarından daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Ancak, fenolik bileşikleri tekli grup olarak ele aldığımızda gallik, katesin ve protokatekuik asit Silifke aşısının kabuğunda pembe aşamada tespit edilememişken meyve suyu ve tohumda saptanmıştır. Yine katesin Çekirdeksiz VI çeşidinin kabuğunda yeşil ve pembe aşamalarda belirlenememişken meyve suyu ve tohumda saptanmıştır.

Ferulik asit ise kabukta hiçbir çeşidin hiçbir olgunluk aşamasında saptanamamıştır. Ancak meyve suyu ve tohumda yine bulunmaktadır.

Kafeik asit Hicaz nar ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinin kabuğunda hiçbir olgunluk aşamasında belirlenememiş, ancak yine meyve suyu ve tohumda bulunmaktadır.

o-Kumarik asit ise Çekirdeksiz VI çeşidinin kabuğunda hiçbir olgunluk aşamasında saptanamamış, ancak meyve suyunda pembe aşamada ve tohumda da yeşil aşamada belirlenmiştir.

Nack ve Shahidi (2004) fenolik bileşiklerin dokulardaki ve hücrelerdeki düzeylerinin daima aynı olmadığını ve değişebileceğini belirtmişlerdir. Bizim

çalışmamızda da meyve suyu, tohum ve kabuktaki fenolik bileşik miktarlarında meydana gelen farklılıklar bu kaynakla benzerlik göstermektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Nar meyvesi yetiştiriciliği ülkemizde ve dünyada, birçok iklim ve toprak koşullarına kolayca adapte olabilmesi, birçok ürünün hammaddesi olarak kullanılması ve sağlığa faydaları gibi nedenlerden dolayı artış göstermektedir.

Nar meyvesinin çeşitli vitaminler, mineraller ve fenolik bileşikler bakımından zengin olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bulunmuştur. Ancak bu çalışmalarda az sayıda çeşit kullanılmış ve fenolik bileşiklerin tekli bir grubu veya toplam fenolik içeriğine bakılmıştır. Güçlü birer antioksidant olan fenolik bileşiklerin farklı gruplarının ele alınarak farklı çeşitlerde belirlenmesi gerekmektedir.

Yapılan çalışmada Hicaz nar, Silifke aşısı ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinde, farklı üç olgunluk aşamasında meyve suyu, tohum ve kabuktaki sekiz fenolik bileşik miktarı belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda toplam fenolik bileşik miktarı tüm çeşitlerde en yüksek kabukta bulunmuştur, bunu meyve suyu ve tohum takip etmektedir. Ancak fenolik bileşikler tekli grup olarak ele alındığında değerlendirmelerde farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Meyve suyu, tohum ve kabukta gallik asit ve katesin en yüksek miktardaki fenolik bileşikler olarak bulunmuştur. Bunun yanında kabukta klorogenik, p-kumarik ve protokatekuik asitler, meyve suyu ve tohumda ise klorogenik, ferulik, p-kumarik, kafeik ve protokatekuik asitlerin varlığı da ispatlanmıştır.

Meyve suyunda; gallik, klorogenik, o-kumarik ve kafeik asitlerin olgunlaşmayla birlikte değerlerinde meydana gelen farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Katesinde Hicaz narda olgunlaşmayla meydana gelen farklılık önemsiz bulunurken, Silifke aşısında pembe aşamada önce bir azalma olmuş daha sonra olgunlukla birlikte tekrardan bir artış meydana gelmiştir ve Çekirdeksiz VI çeşidinde pembe aşamada bir artış sonra meyvenin olgunlaşmasıyla geri bir azalma meydana gelmiştir. Olgunlaşmalar arasında meydana gelen bu miktar farklılığı ise önemli bulunmuştur.

Ferulik asitte Hicaz nar ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinin olgunluk aşamalarında değerler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunurken, Silifke aşısında olgunlaşmayla birlikte meydana gelen artış önemli bulunmuştur.

Hicaz nar ve Silifke aşısında olgunluk aşamaları arasında protokatekuik asitte meydana gelen değişim önemsiz bulunmuştur. Çekirdeksiz VI'da ise protokatekuik asit yeşil aşamada saptanamamış, pembe aşamada ortaya çıkmış ve olgunlukla birlikte geri azalmıştır. Bu azalma önemli bulunmuştur.

Tohumda; Katesin, o-kumarik ve protokatekuik asitlerin tüm çeşitlerde olgunlaşmayla birlikteki değişimleri önemsiz bulunmuştur.

Gallik asitin Hicaz narda olgunlaşmayla birlikte gösterdiği artış önemli bulunmuştur. Silifke aşısı ve Çekirdeksiz VI çeşitlerindeki miktar değişimi ise önemsiz bulunmuştur.

Klorogenik asitin Hicaz nar ve Çekirdeksiz VI çeşitlerindeki miktar değişimi önemsiz bulunurken, Silifke aşısında pembe aşamada önce azalma olmuş sonra olgunlukla birlikte tekrardan artış meydana gelmiştir. Meydana gelen bu azalma önemli bulunmuştur.

Ferulik ve p-kumarik asitlerin Hicaz nar ve Silifke aşısında olgunluk aşamalarında meydana gelen miktar farklılığı önemsiz bulunurken, Çekirdeksiz VI çeşidinde; ferulik asitte olgunlaşmayla meydana gelen artış önemli bulunmuştur, p-kumarik asitte ise pembe aşamada önce bir artış olmuş sonra meyve olgunlaşınca geri azalma meydana gelmiştir. Bu farklılık ise önemli bulunmuştur.

Kafeik asitin Hicaz narda olgunlaşmayla meydana gelen artışı önemsiz bulunmuştur. Silifke aşısında yeşil aşamada tespit edilememiştir. Pembe aşamada ortaya çıkmış ve olgunlukla artmıştır. Bu artış önemli bulunmuştur. Çekirdeksiz VI çeşidinde ise kafeik asit meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte artmıştır ve bu artış önemli bulunmuştur.

Kabukta; gallik, katesin, o-kumarik asitlerin tüm çeşitlerde olgunlaşmayla meydana gelen değişimleri önemsiz bulunmuştur.

Klorogenik asidin Hicaz nar ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinde olgunluk aşamaları arasındaki miktar değişimi önemsiz bulunmuştur. Silifke aşısında ise pembe aşamada bir azalma meydana gelmiş sonra olgunlukla birlikte geri artmıştır. Bu değişim önemli bulunmuştur.

p-Kumarik asidin Silifke aşısı ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinde olgunluk aşamaları arasındaki miktar değişimi önemsiz bulunmuştur. Hicaz narda ise olgunlaşmayla birlikte meydana gelen artış önemli bulunmuştur.

Protokatekuik asidin Silifke aşısında olgunluk aşamaları arasındaki miktar değişimi önemsiz bulunmuştur. Hicaz nar ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinde olgun aşamada meydana gelen artışlar önemli bulunmuştur.

Kafeik asit Hicaz nar ve Çekirdeksiz VI çeşitlerinin hiçbir olgunluk aşamalarında tespit edilememiştir. Silifke aşısında ise yeşil aşamadan pembe aşamaya geçince bir azalma meydana gelmiştir ve olgunluk aşamasında kafeik asitte rastlanmamıştır. Bu azalma ise önemli bulunmuştur.

Nar meyvesinde tespit edilen bu fenolik bileşikler antioksidant özelliğe sahip olmaları, aromaya katkıda bulunmaları, nar suyunun renk, keskinlik ve sertlik gibi duyuşal özelliklerinin kazanılmasında rol oynamaları, bitkileri ultraviyole ışınlarından, hastalık ve zararlılardan korumaları ve aynı zamanda bitkinin büyümeye ve üretime yardımcı olmalarından dolayı önemli bileşiklerdir.

Nar meyvesi için önemli olan bu bileşiklerin toplamının veya tekli gruplarının farklı olgunluk aşamalarında, farklı çeşitlerde ve meyvenin farklı parçalarında değerlendirilmesi ileride bu konuda çalışacak araştırmacılara ışık tutacaktır.

Değerlendirme sonuçlarına göre, fenolik bileşikler çeşide, olgunluğa ve meyve parçasına göre değişim göstermektedir. Ayrıca fenolik bileşiklerin toplam olarak veya tekli bir grup olarak değerlendirilmesi de ortaya farklı sonuçlar çıkartmaktadır. Bir çeşidin toplam fenolik bileşik miktarı olgunlukla birlikte bir artış veya azalış gösterirken tekli bir grup ele alındığında aynı sonuç elde edilememektedir. Değerlendirmelerde bu farklılıklara dikkat etmek gerekmektedir.

Bu araştırma sonucunda; fenolik maddelerin narda olgunlaşma dönemi boyunca değişiminin çeşide özgü derim ve kalite kriterleri olarak kullanılması önerilebilir. Ancak bu pratikte uygun olmayabilir ve ayrıca bunun desteklenmesi için daha fazla çeşit kullanılarak, daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- AL-MAIMAN, S.A. and AHMAD, D., 2002.** Changes in Physical and Chemical Properties During Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit Maturation. Food Chemistry, 76: 437-441.
- ALPER, N. ve ACAR, J., 2004.** Removal of Phenolic Compounds in Pomegranate Juices Using Ultrafiltration and Laccase-Ultrafiltration Combinations. Nahrung/Food 48: 184-187.
- AMAKURA, Y., OKADA, M., TSUJI, S. and TONOGAI, Y., 2000.** Determination of Phenolic Acids in Fruit Juices by Isocratic Column Liquid Chromatography, Journal of Chromatography A, 891:183-188.
- ANESİNİ, C. and PEREZ, C., 1993.** Screening of Plant Used in Argentine Folk Medicine for Antimicrobial Activity. *J Ethnopharmacol*, 39:119-128.
- ANONYMOUS, 1997.** Tarımsal Yapı ve Üretim. DİE Yayınları.
-, **2000.** Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara
-, **2002.** Devlet İstatistik Enstitüsü, Tarımsal Yapı
- ARİMOTO-KOBAYASHI, S., SUGIYAMA, C., HARADA, N., TAKEUCHI, M., TAKEMURA, M. and HAYATSU, H., 1999.** Inhibitory Effects of Beer and Bloker Alcoholic Beverages on Mutagenesis and Dna. Adduct Formation Onduced by Several Carcinogenesis. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 221-230.
- ARTIK, N., MURAKAMI, H. and MORI, T., 1998.** Determination of Phenolic Compounds in Pomegranate Juices by Using HPLC, Fruit Processing 12: 492-499.
- AVIRAM, M., DORENFELD, L., ROSENBLAT, M.,VOLKOVA, N., KAPLAN, M., HAYEK, T., PRESSER, D. and FUHRMAN, B., 2000.** Pomegranate Juice Consuption Reduces Oxidative Stress, Low Density Lipoprotein Modifications and Platelet Aggregation: Studies in The Atherosclerotic Apolipoprotein E Deficient Mice and in Humans. American Journal of Clinical Nutrition. 71:1062-1076.

- AVIRAM, M., 2002.** Polyphenolic Flavonoids Content and Anti-Oxidant Activities of Various Juices: A Comparative Study. Article in Press.
- AWAD, M.A., JAGER, A., PLAS, L.H.W. and KROL, A.R., 2001.** Flavonoid and Chlorogenic Acid Changes in Skin of 'Elstar' and 'Jonagold' Apples During Development and Ripening. *Scientia Horticulturae*. 90(1-2): 69-83.
- BALASUNDRAM, N., SUNRDAM, K. and SAMMAN, S., 2005.** Phenolic Compounds in Plants and Agri-Industrial By-Products: Antioxidant Activity, Occurrence and Potential Uses. *Food Chemistry*, Article in Press.
- BECKMAN, C.H., 2000.** Phenolic-Storing Cells: Keys to Programmed Cell Death and Periderm Formation in Wilt Disease Resistance and in General Defence Responses in Plants? *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 57: 101-110.
- BORS, W., HELLER, W., MICHEAL, C. and SARAN, M., 1990.** Flavonoids As Antioxidants: Determination of Radical Scavenging Efficiencies. *Methods in Enzymology* 186: 343-355.
- BRAUN, J. and TEVINI, M., 1993.** Regulation of UV Protective Pigment Synthesis in The Epidermal Layer of Rye Seedlings. *Photochem. Photobiol.*, 57:518-523.
- BRAVO, L., 1998.** Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutr. Rev.* 56(11):317-33.
- CAI, Y., LUO, Q., SUN, M. and CORKE, H., 2004.** Antioxidant Activity and Phenolic Compounds of 112 Traditional Chinese Medicinal Plants Associated With Anticancer. *Life Sciences*, V 77, issue 17, p. 2157-2184.
- CEMEROGLU, B. ve ACAR, J., 1986.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Tekn. Derneği. Yayın No: 6, 513s.
- CEMEROGLU, B., ARTIK, N. and ARBAŞ, S., 1992.** Extraction and Composition of Pomegranate Juice. *Fluessiges-Obst*, 59(6): 335-340.
- CEMEROĞLU, B., ARTIK, N. ve YÜNCÜLER, O. 1988.** Nar Suyu Uzerinde Araştırmalar, *Doğa* 12(3): 322-334.
- CHOI, D.W., KIM, J.Y., CHOI, S.H., JUNG, H.S., KIM, H.J., CHO, S.Y., KANG, C.S. and CHANG, S.Y., 2006.** Identification of Steroid Hormones

- in pomegranate (*Punica garanatum*) Using HPLC and GC-Mass Spectrometry. Food Chemistry. 96(4): 562-571.
- CLIFFORD, M.N., 1998.** understanding The Biological Effects of Dietary Complex Phenols and Tannins and Their Implications for The Consumer's Health and Well Being. VTT Symposium (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus), 187:47-49.
-, **1999.** Chlorogenic acids and Other Cinnamates-Nature, occurrence and Dietary Burden. Journal of The Science of Food and Agriculture, 79: 362-372.
- EL-NEMR, S.E., ISMAIL, I.A. ve RAGAB, M., 1990.** Chemical Composition of Juice and Seeds of Pomegranate Fruit. Die Nahrung 34: 601-606.
- FRANK, J., 2004.** Dietary Phenolic Compounds and Vitamin E Bioavailability-Model Studies in Rats and Humans. Doctoral Dissertation ISSN 1401-6249, ISBN 91-576-6453-6.
- GARCIA-ALANSO, M., PASCUAL-TERESA, S., SANTOS-BUELGA, C. and RIVAS-GONZALO, J.C., 2004.** Evalution 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 Proccesing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 4581-4589.
- GIL, M.I., TOMAS-BARBERAN, F.A., HESS PIERCE, B. and KADER, A.A., 2002.** Antioksidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach and Plum Cultivars From California. J. Agric. Food. Chem. 50: 4976-4982.
- GUO, C., YANG, J., WEI,J., FENG LI, Y., XU, J. and JIANG, Y., 2003.** Antioxidant Activities of Peel, Pulp and Seed Fractions of Common Fruits as Determined by Frap Assay. Nutition Research. 23(12): 1719-1726.
- HAKKINEN, S., KARENLAMPI, S.O, HEINONEN, I.M., MYKKANEN, H.M. and TORRONEN, A.R., 1998.** HPLC Method for Screening of Flavonoids and Phenolic Acids in Berries. J. Sci Food Agric, 77: 543-551.

- HAKKINEN, S.H., HEINONEN, M., KARENLAMPI, S., MYKKANEN, H., RUUSKANEN, J. and TORRONEN, R., 1999.** Screening of Selected Flavonoids and Phenolic Acids in 19 Berries. *Food Research International*, 32: 345-353.
- HARBORNE, J.B., 1989.** Methods in plant Biochemistry. Vol. 1, ISBN 0-12-461011-0. Academic Press, pp: 8
- HERNANDEZ, F., MELGAREJO, P., TOMAS-BARBERAN, F.A. and ARTES, F., 1999.** Evolution of Juice Anthocyanins During Ripening of New Selected Pomegranate (*Punica granatum*) Clones. *Eur. Food Res. Technol.* 210:39-42.
- HERTOG, M.G.L., KROMHOUT, D., ARAVANIS, C., BLACKBURN, H., BUZINA, R., FIDANZA, F., GIAMPAOLI, S., JANSEN, A., MENTTI, A., NEDELJKOVIC, S., PEKKARINEN, M., SIMIC, B.S., TOSHIMA, H., FESKENS, E.J.M., HOLLMAN, P.C.H. and KATAN, M.R., 1995.** Flavonoid Intake and Long-term and Risk of Coronary Heart Disases and Cancer Risk in The Seven Countries Study. *Archives of International Medicine* 155:381-386.
- HERTOG, M.G.L., SWEETNAM, P. W., FEHILY, A.M., ELWOOD, P.C. and KROMHOUT, D., 1997.** Antioxidant Flavonols and Ischaemic Heart Disease in a Welsh Population of Men. The Caerphilly Study. *Am. J. Clin. Nutr.* 65: 1489-1494.
- KARAÇALI, I. 1990.** Bahçe Ürünleri Muhafazası ve Pazarlaması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 494, s. 75-200.
- KARADENİZ, F., BURDURLU, H.S., KOCA, N. and SOYER, Y., 2005.** Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey. *Turkish J. Agric. Forest.* 29: 297-303. TÜBİTAK
- KOŞAR, M., KAFKAS, E., PAYDAŞ, S. and BAŞER, K.H.C., 2004.** Phenolic Composition of Strawberry Genotypes at Different Maturation Stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*
- KULKARNI, A.P. and ARADHYA, S.M., 2005.** Chemical Changes and Antioxidant Activity in Pomegranate Arils During Fruit Development. 93(2): 319-324.

- KUMAR, G.N.M., 1990.** Pomegranate. In: Fruits of Tropical and Subtropical Origin, Composition, Properties and Uses. Ed. N. Steven, P.E. Shaw and W.F. Wardowski. Florida Science Source (FSS) Inc. Lake Alfred, Florida, p. 328-347.
- LAKE, B.G., 1999.** Coumarin Metabolism, Toxicity and Carcinogenicity: Relevance for Human Risk Assessment. *Food and Chemical Toxicology*. 37(4): 423-453.
- LANSKY, E., SHUBERT, S. and NEEMAN, I., 1998.** Pharmacological and Therapeutic Properties of Pomegranate. I. International Symposium of Pomegranate. Orihuela (Alicante) Spain, p. 231-235.
- LI, Y., GUO, C.J., YANG, J., WEI, J., XU, J. and CHANG, S., 2006.** Evaluation of Antioxidant Properties of Pomegranate Peel Extract in Comparison With Pomegranate Pulp Extract. *Food Chemistry*. Article in Press.
- LIU, C.L., WANG, J.M., CHU, C.Y., CHENG, M.T. and TSENG, T.H., 2002.** In Vivo Protective Effect of Protocatechuic Acid on Tert-Butyl Hydroperoxide-Induced rat Hepatotoxicity. *Food and Chemical Toxicology*. 40(5): 661-668.
- MALAVEILLE, C., HAUTEFEUILLE, A., PIGNATELLI, B., TALASKA, G., VINEIS, P. and BARTSCH, S., 1998.** Antimutagenic Dietary Phenolics As Antigenotoxic Substances In Urothelium of Smokers. *Mutation Research. Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 402(1-2), 219-224.
- MARTELOCK, G., BAUER, H. and TREUTTER, D., 1994.** Characterization of P. Avium L. Varieties with Phenolic Compounds. *Fruit Varieties Journal*, 48(2): 81-88.
- MAVLYANOV, S.M., ISLAMBEKOV, S.Y., KARIMDZHANOV, A.K. and ISMAILOV, A.I., 1997.** Polyphenols of Pomegranate Peels Show Marked Antitumor and Antiviral Action. *Khim Priir Soedin* 33:124-126.
- MELGAREJO, P., SALAZAR, D.M. and ARTES, F., 2000.** Organic Acids and Sugar Composition of Harandsted Pomegranate Fruits, *Eur. Food Res. Technol.* 211(3), 185-190.

- MISIRLI, A. ve ÖZEKER, E., 1999.** Farklı İdris Tiplerinin Fenolik Madde İçeriklerinin Kalitatif ve Kantitatif Değerlendirilmesi. Türkiye III: Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Ankara., s. 196-201.
- MOURE, A., CRUZ, M.J., FRANCO, D., DOMINGUEZ, J.M., SINEIRO, J., NUNEZ, M.J. and PARAJO, J.C., 2001.** Natural Antioxidants From Residual Sources. Food Chemistry 72: 145-171.
- NACZK, M. and SHAHIDI, F., 2004.** Extraction and Analysis of Phenolics in Food. Journal of Chromatography. 1054(1-2): 95-111.
- NAMIKI, M., YAMASHITA, K., OSAWA, T. and YAGI, K., 1993.** Actiand Oxygen Lipid Peroxides and Antioxidants, Japan Sci. Soc. Pres, Tokyo, Japan, p. 319.
- NEGI, P.S., JAYAPRAKASHA, G.K. and JENA, B.S., 2003.** Antioxidant and Antimutagenic Activities of Pomegranate Peel Extracts. Food Chemistry 80: 393-397.
- NERI, G., PISTONE, A., MILONE, C. and GALVAGNO, S., 2002.** Wet Air Oxidation of *P*-Coumaric Acid Over Promoted Ceria Catalysis. Applied Catalysis B: Environmental. 38(4): 321-329.
- ONUR, C. ve TİBET, H. 1995.** Narlarda Kombinasyon Islahı. II.Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Adana, s. 677-680.
- ONUR, C., 1983.** Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 121 s. (Doktora Tezi).
-, **1988.** Nar. Derim 5 (4):147-190.
- OU, S. and KWOK, K.C., 2004.** Ferulic Acid: Pharmaceutical Functions, Preparation and Applications in Foods. J. Sci. Food Agricult. 84: 1261-1269.
- OWEN, R.W., GIACOSA, A., HULL, W.E., HAUBNER, R., SPIEGELHALDER, B., and BARTSCH, H., 2000.** The Antioxidant/Anticancer Potential of Phenolic Compounds Isolated From Olive Oil. European Journal of Cancer V. 36, Issue 10, pp. 1235-1247.
- ÖZBEK, S., 1977.** Genel Meyvecilik, Ç.Ü.Z.F. Yayınları, 111, Ders Kitabı: 6.

- ÖZGÜVEN, A.I., 1997.** World Production Status of Pomegranate (*Punica granatum* L.) 2nd MESFIN Meeting on Plant Genetic Resources, 5-8 August, 1997, Madeira, Portugal.
- **and YILMAZ, C., 2000.** Pomegranate Growing in Turkey. I. Int. Symp. on Pomegranate, 15-17 October, Orihuela (Alicante) Spain, p:41-48.
- ÖZYURT, H., SÖĞÜT, S., YILDIRIM, Z., KART, L., IRAZ, M., ARMUTÇU, F., TEMEL, İ., ÖZEN, S., UZUN, A. and AKYOL, Ö., 2004.** Inhibitory Effect of Caffeic Acid Phenethyl Ester On Bleomycine-Induced Lung Fibrosis in Rats. *Clinica Chimica Acta*. 339(1-2): 65-67.
- PONCE-MACOTELA, M., NAVARRO-ALEGRIA, I., MARTÍNEZ-GORDILLO, M.N. and ALVAREZ-CHACON, R., 1994.** *In Vitro* Effects Against Giardia of 14 Plant Extracts. *Revista de Clinica* 46:343-347.
- POYRAZOĞLU, E., GÖKMEN, V. and ARTIK, N., 2002.** Organic Acids and Phenolic Compounds in Pomegranates (*Punica granatum* L.) Grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 567-575.
- RENE, D.T., YOLANDA, V. and ZENO, A., 2001.** Comparison of The Antioxidant Content of Fruits, Vegetables and Tea Measured As Vitamin C Equivalents. *Toxicology*, 166: 63-69.
- RICE-EVANS, C.A., MILLER, N.J. and PAGANGA, G., 1996.** Structure-Antioxidant Activity Relationships of Flavonoids and Phenolic Acids. *Free Radical Biology and Medicine*. 20: 933-956.
- ROYS, S.K. and WASKAR, D.P., 1997.** Pomegranate. In: *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*. Ed: S.K. Mitra. CAB International, Wallingford.
- SHARZAD, S. and BITSCH, I., 1996.** Determination of Some Pharmacologically Active Phenolic Acids in Juices by High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatography*. 741, 223-231.
- SOONG, Y.Y. and BARLOW, P.J., 2005.** Quantification of Gallic Acid and Ellagic Acid from Longan (*Dimocarpus Longan* Lour) Seed and Mango (*Mangifera indica* L.) Kernel and Their Effects on Antioxidant Activity. *Food Chemistry*. Article in Press.

SWATSITANG, P., TUCKER, G. and SALTER, A., 1999. Antioxidant in fruits.
(abstract of a poster presentation for The 8th European Nutrition Conference,
Lillehammer, Norway, 17-19 June 1999) Scand. J. Nutr. 43(2s): 51s (4-19-
P).

**TOMAS-BARBERAN, F.A., GIL, M.I., CREMIN, P., MATERHOUSE, A.L.,
HESS-PIERSE, B. and KADER, A.A., 2001.** HPLC-DAD-ESIMS
Analysis of Phenolic Compounds in Nectarines, Peaches, and Plums. J.Agric.
Food Chem.49: 4748-4760.

TREUTTER, D., SCHMİDT, P.P.S. and FEUCHT, W., 1990. Wall-bound
Phenols and Peroxidase Activity in Shoots of Prunus I. Isolation and
Identification of Phenolic Acids. Gartenbauwissenschaft, 55 (2): 69-72.

ULUBELDE, M., 1984. Citrus and Prunus Cinsindeki Bazı Meyve Türlerinin
Yaprak Fenolik Bileşik Yardımıyla Tanımlanmaları Üzerinde Araştırmalar.

ZHANAG, J., ZHAN, B., YAO, X., GAO, Y. and SHONG, J., 1995. Antiviral Activity of Tanin From The Pericarp of *Punica granatum* L. Against Herpes Virus *In Vitro*. Chung Kuo Chung Yao Tsa Chih 20:556-558.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Adana’da doğdum. İlk, orta ve lise tahsilimi Adana’da tamamladım. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nde üniversite öğrenimime başladım. 2002 yılının Haziran ayında bölüm üçüncüsü olarak mezun oldum ve ‘Ziraat Mühendisi’ ünvanını aldım. Şubat 2003 yılında ise Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Programı’ na başladım.