



Alınış tarihi (Received): 28.02.2024

Kabul tarihi (Accepted): 15.05.2024

## Altıntop Çeşitlerinin Narincin ve Toplam Flavonoid İçerikleri Üzerine Don Koşullarının, Olgunluk Durumunun ve İşleme Tekniklerinin Etkileri

Nilgün KARABACAK<sup>1</sup>, Ali ALTAN<sup>1</sup>, Osman KOLA<sup>2,\*</sup>, Erva PARILDI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü – Sarıçam/Adana

<sup>2</sup> Adana Alparslan Türkeş Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü – Sarıçam/Adana

\* Sorumlu yazar e-mail: okola@atu.edu.tr

**ÖZET:** Bu çalışma, altıntop meyve ve meyve sularındaki flavonoid ve narincin miktarını etkileyen faktörleri araştırmaktadır. Meyve ve meyve sularındaki başlıca vitamin olan L-askorbik asitin yanı sıra flavonoid ve narincin miktarı, meyvenin don koşullarına maruz kalma, olgunluk durumu ve işleme teknikleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Araştırma, şeker içeriği, asitlik, don koşulları ve ısı işlemi gibi faktörlerin flavonoidler üzerindeki etkisini detaylandırmakta ve narincin ile diğer acı flavonoidlerin kimyasal yapısı, oluşumu ve tad üzerindeki etkilerini incelemektedir. Ayrıca, meyve sularındaki narincin miktarının önemi ve flavonoidlerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmaktadır. Bu çalışma, altıntop meyve ve meyve sularının flavonoid ve narincin içeriğinin anlaşılması açısından önemli bilgiler sunmakta ve bu bileşenlerin sağlık üzerindeki potansiyel faydaları hakkında bilgi sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler-** Altıntop, greylfurt, flavonoidler, narincin, L-askorbik asit, meyve suyu

## The Effects of Freezing Conditions, Maturity Stages, and Processing Techniques on the Naringin and Total Flavonoid Contents of Grapefruit Varieties

**ABSTRACT:** This study investigates the factors affecting the quantities of flavonoids and naringin in Altıntop fruit and fruit juices. It has been determined that the quantity of L-ascorbic acid, the primary vitamin in the fruit and juices, as well as the quantities of flavonoids and naringin, vary depending on various factors such as the fruit's freezing, maturity status, and processing techniques. The research details the impact of factors such as sugar content, acidity, freezing conditions and heat treatment on flavonoids, and examines the chemical structure, formation, and effects on taste of naringin and other bitter flavonoids. Furthermore, the importance of the quantity of naringin in fruit juices and the positive effects of flavonoids on human health are emphasized. This study presents significant findings for understanding the content of flavonoids and naringin in Altıntop fruit and fruit juices, and provides information on the potential health benefits of these components.

**Keywords-** Altıntop, grapefruit, flavonoids, naringin, L-ascorbic acid, fruit juice

### 1. Giriş

Tüm narenciye çeşitleri gibi, greylfurt ağacının kökeni de Asya'nın tropik bölgeleridir ve greylfurt dünyanın en popüler meyvelerinden birisidir. Turunçgil ile ilgili ilk bilgiler MÖ 2200 yılına dayanan eski bir Çin el yazmasında belirtilmiştir. (Tetra-Pak, 2020; Ting ve Attaway, 1971). Ekonomik önemi olan ve ticari amaçla üretilen bu meyvelerin tümü *Rutaceae* familyasının Citrus cinsindedirler. Bunlardan başlıcaları portakal (*C. sinensis*), mandarin (*C. reticulata*), limon (*C. limonia*) ve altıntop (*C. paradisi*)'tur (Altan, 1981).

Altıntop, Batı Hint adalarından A.B.D.'ne pummelo'nun bir mutasyonu veya melezi olarak geçmiştir (Turgutoğlu, 2020; Veldhuis, 1971). Altıntopun ilk olarak 1750'de Barbados adasında yetiştirildiği bildirilmektedir (Turgutoğlu, 2020; Veldhuis, 1971; Ting ve Attaway, 1971).

Altıntoplar, renklilik durumlarına göre, normal altıntop (Common Grapefruit) ve renkli altıntoplar (Pigmented Grapefruit) olarak ikiye ayrılabilirler. Ayrıca altıntoplar, çekirdekli ve çekirdeksiz olarak da gruplandırılabilirler (Ting ve Attaway, 1971).

Renkli altıntopların rengini veren karotenoid ve likopen maddelerinin meyve suyunun depolanması sırasında hoş olmayan, oldukça bulanık, kirli bir renk meydana getirmeleri nedeniyle; bu tip altıntopların meyve suyuna işlenmesi sorun yaratmaktadır. Bu nedenle normal altıntoplar meyve suyuna işlenmeye daha elverişlidirler (Veldhuis, 1971; Ting ve Attaway, 1971).

Altıntop çeşitleri içerisinde, en üstün olarak kabul edileni çekirdeksiz bir çeşit olan Marsh Seedless olup, bunu çekirdekli çeşit olan Duncan izler (Altan, 1978). Dünyada yetiştirilen normal altıntopların %90'ını Marsh Seedless oluşturmaktadır. Renkli altıntop çeşitlerinden Thomson ve Star Ruby de son zamanlarda popüler hale gelmiştir. Kültürü yapılan diğer başlıca altıntop çeşitleri Red Blush, Henderson, Roy Ruby, Rio Red, Oroblanco ve Melogold'dur (Tuzcu, 1992).

Çekirdekli meyvelerden elde edilen meyve suyunun aroması, çekirdeksiz meyvelerden elde edilene göre daha üstündür. Ancak çekirdeksiz çeşitler, meyvelerin taze olarak tüketilmeleri veya dilim kompostosuna işlenmeleri durumunda çekirdeklilere tercih edilmektedirler (Veldhuis, 1971).

Subtropik iklim bitkilerinden olan turunçgiller, dünyanın çeşitli yerlerinde yetiştirilirler. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) verilerine göre, 2020/21 sezonu itibarıyla dünyada toplam 49 milyon ton portakal, 33 milyon ton mandalina, 8 milyon ton limon, 7 milyon ton greyfurt üretimi olmak üzere toplam 98 milyon ton dolayında turunçgil üretimi gerçekleşmiştir. Bu üretimin %51'i portakal, %34'ü mandalina, %9'u limon ve %7'si greyfurta aittir. Dünya portakal üretiminde 2020/21 üretim sezonunda önde gelen ülkeler üretim paylarına göre sırasıyla; Brezilya (%34), Çin (%15), AB (%13) ve ABD (%8)'dir. Türkiye 1,4 milyon tonluk üretim miktarı ile dünya portakal üretiminde 8. sırayı almaktadır. Mandalina üretiminde söz sahibi olan ülkeler sırasıyla Çin (%70), AB (%9), Türkiye (%5) ve Fas (%4)'dür. Türkiye 1,8 milyon tonluk üretim ile dünya mandalina üretiminde üçüncü sırada yer almaktadır. Aynı sezonda dünya limon üretiminde Meksika %35 üretim payı ile lider konuma geçerken, %20 üretim payı ile AB ikinci, %12'lik pay ile Arjantin üçüncü sırada yer almıştır. Türkiye bir milyon ton limon üretimi ile dördüncü sıraya geçmiştir. 2020/21 üretim sezonunda dünya greyfurt üretiminin %72'sini karşılayan Çin üretimde lider konumda bulunmaktadır. Türkiye 290 bin ton greyfurt üretimi ile dünya greyfurt üretiminde beşinci sırada yer almaktadır (Aygören, 2021).

Türkiye'de yetiştirilen turunçgil türleri ve çeşitlerinin üretim dönemleri türlere göre farklılık göstermekle birlikte yetiştirilen turunçgil çeşitlerinin üretim dönemleri genellikle Eylül ayında başlayıp Mayıs ayına kadar devam edebilmektedir. Turunçgillerde tür ve çeşit dağılımı bölgelere özgü isimler almış ve her bölge kendi çeşitleriyle özdeşleşmiştir. 2020 yılında en fazla üretilen turunçgil türü mandalina olurken, gerçekleşen turunçgil üretiminin %36'sı mandalina, %31'i portakal, %27'si limon ve %5'i greyfurta ait olmuştur (Aygören, 2021).

Turunçgil meyve dokuları, diğer meyvelere göre farklı kısımlardan oluşur ki, bunlar: esansiyel yağları içeren ve renkli bir kısım olan flavedo (dış kabuk); süngerimsi yapıdaki parankima hücrelerinden oluşan ve beyaz olan kısım albedo (iç kabuk) ile meyve suyu keseciklerini ve çekirdekleri içeren kısım, dilimler (segment)'dir (Cemeroğlu, 1982). Turunçgil meyvelerinin %20-40'ını kabuk, %20-30'unu dilim zarı ve diğer posa kısmı oluşturur. Turunçgil meyvelerinden yaklaşık %40-50 oranında meyve suyu alınabilmektedir (Cemeroğlu, 1982).

Çeşitli turunçgil sularında, işleme sırasında ya da sonradan oluşan hoşça gitmeyen acı bir tadla karşılaşmaktadır. Bu acılık işlenen meyveye bağlı olduğu gibi, meyvenin işlenmesi sırasında uygulanan işlemlerden de kaynaklanabilmektedir (Altan, 1983).

Kendine özgü acı bir tadı olan altıntopdan elde edilen meyve suyunda da aynı karakteristik acılık hissedilmektedir. Altıntopun meyve suyuna işlenmesi sırasında; meyvenin sıkılmasında fazla basınç uygulanması, sıkacaklardan elde edilen meyve suyunun hemen finişerden geçirilerek albedo parçacıkları ve fazla pulptan arındırılmaması veya yeterli deoilizasyon uygulanmaması gibi işleme hataları bu üründe acılığı arttırmaktadır. Turunçgil meyveleri ve ürünlerinde flavonoidler ve limonoidler olmak üzere, kimyasal bakımdan farklı iki tip acılık ögesi belirlenmiştir (Altan, 1983).

Altıntop suları, diğer meyve suları gibi insan beslenmesi için birçok maddeyi içermektedir. Ancak C vitamininin içeriklerinin diğer meyve ve meyve sularından çok daha fazla ve sodyum içeriklerinin az, dolayısıyla kalp hastalıkları dahil birçok hastalıkların tedavisinde uygulanan tuzsuz diyetler açısından ideal bir içecek olması, bu ürünlerin başlıca özelliklerini oluşturmaktadır (Altan, 1981). Altıntop suyunun mükemmel lezzeti ve ekonomik fiyatı, onu ayrıca, diüretik hastalardaki aşırı potasyum kaybına karşı koruyan ideal bir kaynak yapmaktadır (Nikdel ve Ark., 1987).

Acılık ve ekşilik, altıntop suyunun tüketici tarafından kabul edilebilirliğini sağlayan iki önemli faktördür. Altıntop suyunun acılığını veren temel madde narincin, temel asidi sitrik asittir (Barmore ve Ark., 1986). Meyve suyunun aşırı acılığı tüketici tercihini olumsuz yönde etkilediği için, turunçgil endüstrisi açısından ekonomik bir problem oluşturmaktadır. Daha kabul edilebilir altıntop suyu ve altıntop ürünleri elde etmek için etkili ve uygun yöntemler geliştirme çabaları günümüzde hala sürdürülmektedir (Manlan ve Ark., 1990).

## **2. Derim Zamanı, Don Koşulları ve Isıl İşlem Uygulamasının Altıntopların Flavonoid İçerikleri Üzerine Etkileri**

Altıntop meyvelerinde bulunan başlıca vitamin L-askorbik asit (L-AA), bir diğer adıyla C vitamindir. Her bir meyvenin içerdiği L-AA vitamin miktarı çeşide, olgunluk durumuna ve diğer faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Altan, 1978).

Tüm meyvenin esas alınması durumunda; meyve suyuna geçen L-AA'nın tüm meyvedekine oranı, altıntop için %17, portakal için %25'dir. Değişik turunçgil türlerinin sularındaki L-AA içeriği farklı olup, altıntop sularında genellikle 20-50 mg/100 mL arasında bulunur (Altan, 1978). Ham altıntoplarda L-AA içeriği oldukça yüksektir. Meyvenin büyümesi ve olgunlaşması ile birlikte konsantrasyonu azalır. Fakat tüm meyve temelinde düşünüldüğü zaman, toplam L-AA miktarı genel olarak artar (Attaway, 1971; Altan, 1978).

Altıntop suyunun L-AA içeriği üzerinde donun azaltıcı yönünde bir etkisi vardır. L-AA don görmemiş meyveden elde edilen meyve sularında 33.3 mg/100 mL iken, şiddetli don görenlerden elde edilen meyve sularında 32.4 mg/100 mL'dir (Rouse ve ark., 1958).

Turunçgil sularına sanayi koşullarında uygulanan yüksek sıcaklıkta kısa süreli pastörizasyon (HTST) işlemi, üründe %1-5 düzeyinde bir L-AA azalmasına neden olmaktadır (Altan, 1981). Pastörizasyondan önce, deaerasyon işlemi uygulanmaması veya ortamda oksijen bulunması durumunda L-AA kaybı artmaktadır (Altan ve Fenercioğlu, 1989).

Altan ve Fenercioğlu (1989); limon suyunu ev koşullarında dayandırmada uygulanan ısı işleminin, ürünün L-AA içeriğinde yaklaşık %14 oranında azalma getirdiğini bildirmektedirler.

Çeşitli faktörlere göre değişmekle birlikte genel olarak; altıntoplarda bileşiminin %5-8'ini ve altıntop suyu kurumaddesinin yarısından çoğunu oluşturan şekerlerin başlıcaları sakkaroz, glikoz ve fruktoz'dur. Meyvede bulunan şekerin yaklaşık yarısı sakkaroz, diğer yarısı ise 1:1 oranındaki glikoz ve fruktoz'dur. Bununla birlikte meyve suyundaki sakkaroz, asitlik nedeniyle glikoz ve fruktoza indirgendiği için, çok az miktarda kalmaktadır. Altıntop suyunun şeker içeriği, yaklaşık olarak suda çözünen kurumadde (SÇKM) değerinin %55-75'i kadardır (Veldhuis, 1971; Altan, 1978). Meyvenin gelişimi sırasında, toplam şeker miktarında artış meydana gelmektedir (Ting ve Attaway, 1971).

Rouse ve ark. (1962) tarafından Valencia portakalında yapılan bir çalışmada; örneklerin SÇKM içeriklerinin olgunlaşma periyodu boyunca önce bir artış, daha sonra bir azalış gösterdiği belirlenmiştir.

Don gören meyvelerde, donun şiddetine bağlı olarak meyve suyunun SÇKM içeriğinin düştüğü bildirilmektedir. Don görmeyen meyveden elde edilen meyve suyunun SÇKM değeri 9.65 °Brix iken, hafif don görenden elde edilende 9.85 °Brix ve şiddetli don görenden elde edilende ise 9.50 °Brix olarak belirlenmiştir (Rouse ve ark., 1958).

Çoğu turunçgil meyvelerinin ve meyve sularının titrasyon asitliğinin hemen tamamına yakın bir kısmını, sitrik asit oluşturur. Altıntop suyunun temel asidi olan sitrik asit, toplam asitliğin %90'ını oluşturmaktadır (Nikdel ve ark., 1987).

Altıntoplarda, serbest asitlik meyvenin ilk gelişmesi sırasında hızla artar ve sonra sabit kalır. Meyve gelişme ve olgunlaşmasının daha sonraki aşamalarında gözlenen titrasyon asitliğinin azalmasının nedeni, sabit kalan asit miktarına karşın, meyvenin büyüme hızını sürdürmesi ve meyve suyu içeriğinin artmasıdır (Barmore ve ark., 1986; Blundstone ve ark., 1971; Ting ve Attaway, 1971).

Turunçgil meyvelerinin yenilebilir kısımlarında sitrik asitin yanı sıra az miktarda tartarik, benzoik ve süksinik asit de yer alır. Ayrıca turunçgil sularında, pektinin parçalanma ürünü olarak bir miktar galakturonik asit de vardır (Altan, 1978).

Rouse ve arkadaşları (1958) tarafından yapılan çalışmalarda; don gören altıntopların pH'sının yükseldiği ve asitliğinin ise düştüğü saptanmıştır. Don görmeyen meyveden elde edilen altıntop suyunun pH'ı 3.3 iken, hafif don göreninki 3.4 ve şiddetli don göreninki ise 3.5 olarak saptanmıştır. Don görmeyen meyveden elde edilen altıntop suyunun asitliği, %

sitrik asit olarak, 1.55; hafif don görende 1.35 ve şiddetli don görende 1.15 olarak hesaplanmıştır.

Altan ve Fenercioğlu (1989) tarafından yapılan çalışmalarda, turunçgil sularının pH ve asitliğinin, uygulanan sıcaklık derecesi ve süresinden etkilenmediği belirlenmiştir.

Altıntop suyunun asit içeriği, kullanılan meyvenin çeşidine ve yetiştiği yere bağlı olarak farklılık gösterir. ABD'nin çeşitli eyaletlerinde üretilen altıntop suyunun ortalama asit içeriğinin sitrik asit olarak 1.25-1.77 g/100 mL arasında değiştiği bildirilmektedir (Veldhuis, 1971).

Gelişme süresince titrasyon asitliğinin azalması, buna karşın aşamalı olarak toplam şeker miktarının artması sonucu; kuru maddenin asitliğe oranı büyür ki, bu oran meyvenin lezzetliliğinin yanı sıra olgunluk derecesinin saptanmasında da esas alınır (Ting ve Attaway, 1971; Altan, 1978).

Şeker asit oranı, işleme için turunçgil seçiminde ve özellikle de altıntopta göz önüne alınacak önemli bir faktördür. Kaliforniya altıntoplarında şeker asit oranı (SÇKM/% sitrik asit olarak), olgun meyvede 6.0 civarında iken, Florida'da şeker ve asidin her ikisi de daha düşük olma eğilimindedir ve oran genellikle 7'den daha yüksektir (Blundstone ve ark., 1971).

Don gören meyvelerde tat dengesi oranı, don şiddetinin derecesine bağlı olarak yükselme eğilimi göstermektedir. Don görmemiş meyveden elde edilen altıntop suyunda bu oran 6.23 iken, hafif don gören ve şiddetli don görende sırasıyla 7.30 ve 8.26 olarak belirlenmiştir (Rouse ve ark., 1958).

Kaliforniya'da olgun altıntoplarda ortalama olarak, SÇKM'nin 12 °Briks, asitliğin 2.0 g/100 mL ve tat dengesi oranının ise 6.0 olduğu bildirilmektedir (Veldhuis, 1971).

## 2.1. Toplam Flavonoidler

Fenolik maddeler, kendi aralarında fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadırlar. Meyvelerde en yaygın halde bulunan flavonoidlerin bazıları; kateşinler, antosiyanidinler, flavononlar, flavonoller ve proantosiyanidinler olup, bunların bir kısmı renkli, bir kısmı ise renksizdirler (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Flavonoidlerin karakteristik karbon iskeletleri C6-C3-C6 yapısındadır. C6 kısımları aromatik halkalar olup, genellikle çeşitli atomlar taşırlar. Flavonoidin özel tipini, C3 karbon zincirinin strüktürel özellikleri ve oksitlenme düzeyi belirler (Altan, 1983). Bu kadar çok türevlenmeleri, kapalı halkadaki karbon atomlarına bağlı hidroksil (OH) gruplarının, (H) atomunun yerinin ve sayısının farklılığından kaynaklanmaktadır. Genellikle, doğal kaynaklı flavonoidlerde bu bağlantılar 3, 5, 7, 3' ve 4' pozisyonlarında kaynaklanır; doğal flavonoidler genellikle 7 pozisyonunda şekerlerle bağlanırlar ve bunlar glikozid olarak adlandırılırlar. Şekerler ayrıldığı veya bulunmadığında ise aglikon (aglycone) olarak isimlendirilirler. Piron halkasının 3 pozisyonundaki (H) atomu, (OH) ile yer değiştirirse, flavon bir flavonol özelliği gösterir. Çift bağların tümü (H) ile doyurulursa "flavonon" oluşur. Karbonil grubunun redüksiyonu ile antosiyanin ve bunların doyurulması ile de kateşinler oluşur (Sinclair, 1972; Yurdagel, 1982).



Turunçgil türlerinde bulunan flavonoidler; flavon, flavonol, flavonon ve antosiyanlardır (Ting ve Attaway, 1971). Genellikle flavonoidler arasında en fazla bulunanı flavononlardır. Flavon ve flavonoller ise nispeten daha az bulunurlar. Antosiyanlar ise sadece bir grubun bir çeşidinde bulunmaktadır (Kefford ve Chandler, 1970). Turunçgil meyveleri fazla miktarda flavonoid glikozidleri, tamamen metoksilenmiş flavonoid aglikonları ve daha basit fenoller içermekle birlikte turunçgillerde en fazla bulunan flavonoidler, flavonon glikozidlerdir (Horowitz, 1964).

Genellikle flavonoidler, glikozid olarak meydana gelirler ve turunçgil meyvelerinin tüm dokularında bulunurlar. Permetoksilenmiş flavonlar ve flavononlar sadece serbest bileşikler olarak meydana gelmekle birlikte; flavonoidler, sadece belli turunçgil meyvelerinin flavedolarında bulunan yağ keseciklerinde bulunurlar (Kefford ve Chandler, 1970). Turunçgillerde bulunan flavonoidlerin kimyasal genel adları Çizelge 1'de; çeşitli turunçgil yapıları ve meyvelerinde bulunan başlıca flavonoid bileşikler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Hagen ve arkadaşları (1965); altıntop meyve suyu kesecikleri ve altıntop suyunda bulunan flavonon glikozidleri belirlemek için kromatografik-fluorometrik bir yöntem geliştirmişlerdir. Bağışıklık sistemini güçlendiren flavonoidler; turunçgil ağaçlarının, özellikle "secca" hastalığına karşı dirençli olmalarını sağlamaktadır (Anonim, 1962; Kefford ve Chandler, 1970). Çalışmalar sonucunda, altıntop suyu ve keseciklerinin, esas olarak acı olan narincini (narincinin-7- $\beta$ -neohesperidozit) ve önemli miktarda da narincinin tatsız izomeri olan narincinin-7- $\beta$ -rutinozit'i içerdiğini; ayrıca az miktarda da, iki acı flavonon glikoziti olan poncirin (isosakuraretin-7- $\beta$ -neohesperidozit) ve neohesperidin (hesperidin-7- $\beta$ -neohesperidozit) ile bunların tatsız izomerleri olan isosakuraretin-7- $\beta$ -rutinozit ve hesperidin (hesperitin-7- $\beta$ -rutinozit)'i içerdiklerini saptamışlardır.

Altıntop suyunda bulunan flavonon glikozitlerin %63'ünü narincin ve %28'ini de narincinin-7- $\beta$ -rutinozit'in oluşturduğu belirtilmektedir (Hasegawa ve Maier, 1981). Altıntop sularında Çizelge 3'te belirtilen altı flavonon glikozide ilaveten, narincinin-4'-glikozit-7-rutinozit ile narincinin-4'-glikozit-7-neohesperidozit'in de bulunduğu bildirilmektedir (Albach ve Redman, 1969; Veldhuis, 1971). Altıntop suyunda bulunan en önemli flavonon glikozitlerinden olan narincin ve narincinin-7-rutinozit'in kimyasal yapıları Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Turunçgil Flavonoidlerinin Genel Adları ve Kimyasal Yapıları (Kefford ve Chandler, 1970).

Table 1. General Names and Chemical Structures of Citrus Flavonoids (Kefford and Chandler, 1970).

Genel Adı	Kimyasal Yapı
Acacetin	5,7-Dihydroxy-4'-methoxyflavone
Apigenin	4',5,7-Trihydroxyflavone
Auranetin	3,4',6,7,8-Pentamethoxyflavone
Cirantin	Hesperetin-7-rutinoside
Citromitin	3',4',5,6,7,8-Hexamethoxyflavanone
Cyanidin	3,3',4',5,7-Pentahydroxyflavylium Ion

---

Chrysoeriol	4',5,7,-Trihydroxy-3'-methoxyflavone
Citrofolioside	Isosakuranetin-7-neohesperidoside
Delphinidin	3,3',4',5,5',7-Hexahydroxyflavylium Ion
Didymin	Isosakuranetin-7-rutinoside
Dihydrokaempferol	3,4',5,7-Tetrahydroxyflavanone
Diosmetin	3',5,7-Trihydroxy-4'-methoxyflavone
Diosmin	Diosmetin-7-rutinoside
Eriocitrin	Eriodictyol-7-rutinoside
Eriodictyol	3',4',5,7-Tetrahydroxyflavanone
Fortunellin	Acacetin-7-neohesperidoside
Hesperetin	3',5,7-Trihydroxy-4'-methoxyflavanone
Hesperidin	Hesperetin-7-rutinoside
Isolimocitrol	3,3',5,7-Tetrahydroxy-4',6,8-trimethoxyflavone
Isorhamnetin	3,4',5,7-Tetrahydroxy-3'-methoxyflavone
Isosakuranetin	5,7-Dihydroxy-4'-methoxyflavanone
Kaempferol	3,4',5,7-Tetrahydroxyflavone
Limocitrin	3,4',5,7-Tetrahydroxy-3',8-dimethoxyflavone
Limocitrol	3,4',5,7-Tetrahydroxy-3',6,8-trimethoxyflavone
Luteolin	3',4',5,7-Tetrahydroxyflavone
Naringenin	4',5,7-Trihydroxyflavanone
Naringin	Naringenin-7-neohesperidoside
Narirutin	Naringenin-7-rutinoside
Neohesperidin	Hesperetin-7-neohesperidoside
Neoponcirin	Isosakuranetin-7-rutinoside
Nobiletin	3',4',5,6,7,8-Hexamethoxyflavone
Poncirin	Isosakuranetin-7-neohesperidoside
Ponkanetin	4',5,6,7,8-Pentamethoxyflavone
Quercetin	3,3',4',5,7-Pentahydroxyflavone
Rhoifolin	Apeigenin-7-neohesperidoside
Rutin	Quercetin-3-rutinoside
Sinensetin	3',4',5,6,7-Pentamethoxyflavone
Sudachitin	4',5,7-Trihydroxy-3',6,8-trimethoxyflavone
Tangeretin	4',5,6,7,8-Pentamethoxyflavone
Tetramethylscutellarein	4',5,6,7-Tetramethoxyflavone
Vitexin	Apigenin-8-C-glucoside

---

Çizelge 2. Çeşitli Turunçgil Meyvelerinde Bulunan Temel Flavonoidler (Ting ve Ataway, 1971.).

Table 2. Principal Flavonoids Found in Various Citrus Fruits (Ting and Attaway, 1971.).

Meyve	Flavonoidler
<b>Portakal</b>	Hesperidin Naringenin rutinoside Isosakuranetin, Naringin 4- $\beta$ -D glucoside Naringenin rutinoside 4- $\beta$ -D glucoside Neohesperidin
<b>Altıntop</b>	Naringin Naringenin rutinoside Neohesperidin Hesperidin, Poncirin Isosakuranetin Naringin 4- $\beta$ -D glucoside R Naringenin rutinoside 4- $\beta$ -D glucoside
<b>Mandalina</b>	Hesperidin, Tangeritin, Nobiletin
<b>Limon</b>	Hesperidin, Eriodicitrin Diosmin Limocitrin Isolimocitrin Isorhamnetin

Turunçgillerde bulunan flavonoidlerin gelişimindeki fizyolojik görevleri henüz tam olarak belirlenememiştir. Ancak bu konuda ileri sürülen çeşitli görüşler vardır. Birinci görüşe göre, glikoz kolayca hidrolize olabilen bir bileşik olduğu için; bitkide depolanacağı veya metabolize işler için kullanılacağı yere gelene kadar, geçici olarak flavonoid glikozitlerde

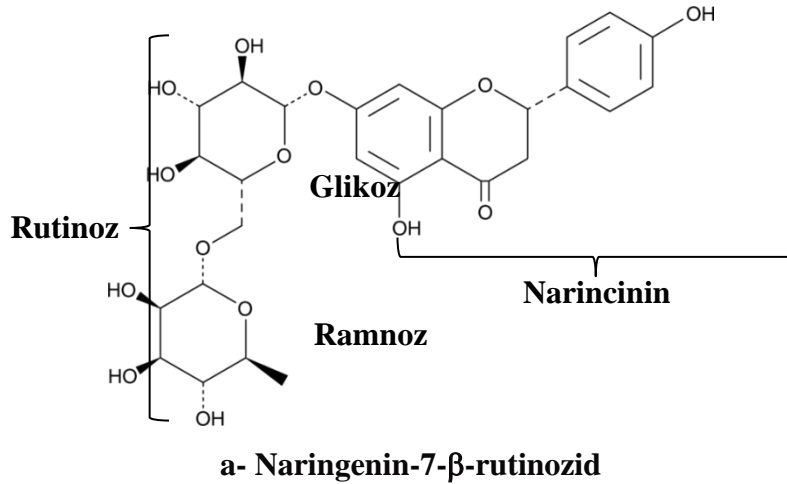


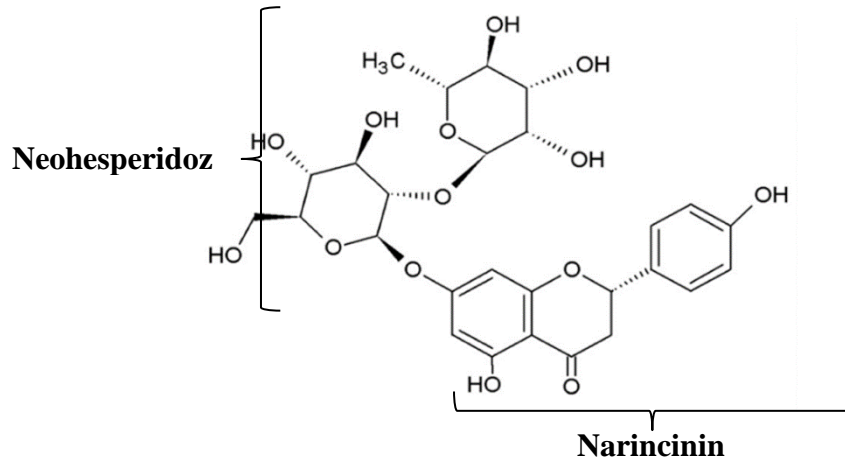
inaktif hale getirilmektedir. İkinci görüşe göre; flavonoid bileşikleri antosiyanidin olarak bilinen bitki pigmentlerinin oluşumunda, bir öncül madde veya ana metabolitler olarak rol oynamaktadırlar. Üçüncü görüşe göre; bazı metoksisillenmiş flavonoidler, turuncgil ağaçlarının, özellikle “mal secca” hastalığına karşı dirençli olmalarını sağlamaktadırlar. Bu konuda ileri sürülen diğer görüşler ise; bu bileşiklerin bitkilerde fotosentezi düzenlemek için ışık filtreleri olarak önemli rol oynadıklarına ilişkindir (Anonim, 1962; Kefford ve Chandler, 1970).

Turuncgillerde bulunan flavonoidlerden acı olanlar narincin, neohesperidin, poncirin ve neoricitrin'dir (Hasegawa ve Maier, 1981).

Neohesperidin; turunç, üç yapraklı ve ponderosa limonlarında bulunan bir flavonon glikoziddir. Bu; portakal, mandarin, turunç, limon ve ağaç kavununda bulunan ve tatsız bir glikozid olan hesperidin ( $C_{28}H_{34}O_{15}$ )'in bir izomeridir. Özellikle turunçların karakteristik acılığında rolü olan neohesperidin alkol ve suda çözünebilen bir bileşiktir (Altan, 1983). Molekül esasına göre hazırlanan çözeltiler karşılaştırıldığında, neohesperidin acılığının narincin acılığının 1/10'u kadar olmasına rağmen, yoğun bir acılığa sahip olduğu bildirilmektedir (Horowitz, 1964; Chandler ve Nicol, 1975).

Diğer bir acı flavonon glikozid olan poncirin; altıntop kabuğunda ve suyunda, ayrıca üç yapraklıda bulunur (Altan, 1983). Molekül esasına göre hazırlanan çözeltiler karşılaştırıldığında, poncirin acılığı narincin acılığına hemen hemen eşittir (Hagen ve ark., 1966). Altıntop suyunda bulunan poncirinin ( $C_{28}H_{34}O_{14}$ ) miktarı, narincinin ancak 1/5'i kadar olup, altıntop acılığında önemli bir etken sayılmamaktadır (Horowitz, 1961). Hagen ve arkadaşları (1966) altıntop meyve suyu keseciklerinde yürüttükleri çalışmada; altıntop suyunda minor neohesperidozidler olarak bulunan poncirin ve neohesperidin genellekle toplam neohesperidozidler sadece %8'ini oluşturduğunu saptamışlardır. Bu minor neohesperidozidler altıntopun acılığına katkısının narincin'in katkısına göre çok küçük olduğu belirtilmiştir.





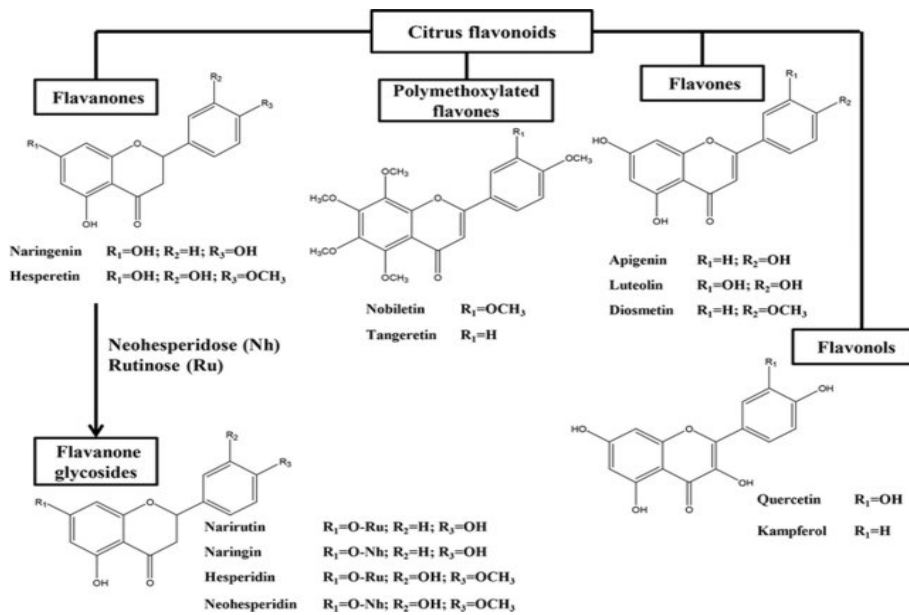
### b- Narincin

Şekil 1. Naringenin-7-β-rutinozid (a) ve Narincin (b) Kimyasal Yapıları.

Figure 1. Chemical Structures of Naringenin-7-β-rutinoside (a) and Narirutin (b).

Günümüzde bilindiği kadarıyla, flavonoidlere fenolik asitler grubunda yer alan maddelerin sentezlenmeleri birbirleri ile yakından ilgilidir. Örneğin sinamik asit fenilalaninden, p-kumarik asit ise tirozinden oluşmaktadır. Diğer bir olasılık ise, p-kumarik asitin doğrudan sinamik asitten oluştuğu yönündedir. Daha sonra p-kumarik asitten kalkonlar oluşmakta ve kalkonlardan ise diğer flavonoidler türemektedir (Velioglu, 1990). Turunçgillerde bulunan flavonoidler Şekil 2'de verilmektedir.

Flavonon glikozidlerin bitki büyümesinin tüm aşamaları sırasında bulunmakla birlikte en hızlı birikimin, yoğun hücre proliferasyonu periyodu sırasında meydana geldiği ileri sürülmektedir (Berhow ve Vander Cook, 1991).



Şekil 2. Turunçgillerdeki Flavonoids (Yi ve ark., 2017).

Figure 2. Flavonoids in Citrus (Yi et al., 2017).

## 2.2. Narincin

Acı flavonoidler arasında, üzerinde en fazla araştırma yapılan narincindir. Yapılan araştırmalar narincinin altıntop, pumelo, turunç, natsudaidai, ağaç kavunu ve üç yapraklıda bulunduğunu göstermiştir. Ancak hem miktar hem de nitelik olarak narincinin en etkin olduğu turunçgil türü, altıntoplardır (Hasegawa ve Maier, 1981; Yusof ve ark., 1990).

Altıntopların karakteristik tadında büyük ölçüde etkin ve kininden çok daha acı olan narincin, beyaz veya sarımsı-beyaz renkte olan bir glikoziddir (Veldhuis, 1971). Bu glikozid, portakallardaki hemen hemen tatsız olan hesperidin ve turunçlardaki neohesperidin ile yakından ilişkilidir. 20 ppm düzeyinde bulunduğu tadarak saptanabilmesini sağlayan yoğun acılığın yanı sıra, diğer birçok karakteristik vasıfları da narincinin belirlemesine yardımcı olmaktadır (Altan, A., 1983; Barmore ve ark., 1986).

110°C'de kurutulduğunda narincinin erime noktası 171°C olup, molekül yapısı  $C_{27}H_{32}O_{14} \cdot 2H_2O$  biçimindedir. Suda çözündürülüp yeniden kristallendirildiğinde bünyesine 6 mol daha kristal suyu alır ve erime noktası 83°C'ye düşer (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Sinclair, 1972).

İmmersiyon (daldırma) yöntemi ile,  $\alpha=1.480$ ,  $\beta=1.625$  ve  $\tau=1.668$  refraktif indeksleri bulunmuştur. Alkoldeki çözeltisinin, spesifik çevrilme derecesi  $[\alpha]=-82^\circ$ 'dir. Narincin eterde, kloroformda ve benzende çözünmez; su, alkol, aseton, glasiyel asetik asit ve piridinde çeşitli derecelerde çözünür. Narincinin bu maddelerdeki çözünürlüğü, sıcaklık artışıyla doğru orantılı olarak artar. Kalsiyum hidroksit ve diğer alkali maddeler, narincinin suda çözünürlüğünü büyük ölçüde artırır. Ortamda alkali ve iki ya da üç değerlikli kationların bulunması, düşük konsantrasyonlu narincin çözeltilerinin viskozitelerini önemli ölçüde artırır. Ayrıca ortam pH'ı da narincin çözeltisinin viskozitesini etkilemektedir (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Veldhuis, 1971).

Narincin, geri soğutucu altında bir mineral asitle birlikte birkaç saat kaynatılarak veya enzim ile ramnoz, glikoz ve narincinine hidrolize edilebilir. Narincinin erime noktası 248°C'dir (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Horowitz, 1961 ve 1964).

Narincinin meyvelerdeki biyolojik etkisi henüz anlaşılammıştır. Ancak 1-1.5 cm çapındaki küçük altıntop meyvelerinin taze ağırlığının %10-20'sini, kuru madde esasına göre ise tüm meyvenin %40-75'ini oluşturan bu maddenin bir metabolizma son ürünü olamayacağı, meyvelerde önemli bir fizyolojik görevi olduğu sanılmaktadır (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Jourdan ve ark., 1985).

Flavonoidlerin çözünürlük özellikleri, turunçgil meyveleri ve ürünlerinde bazı sorunlara neden olmaktadır. Flavonoidler dondurulmuş altıntop ve portakallarda kristaller şeklinde ayrılabilen, ısıtma ile kolayca aşırı doymuş çözelti haline gelebilmekte ve turunçgil ürünlerinin depolanması sırasında yavaşça kristalize olabilmektedirler. Narincin kristalizasyonu altıntop dilim konservesi, konsantre meyve suyu gibi altıntop ürünlerinde sorun oluşturmaktadır. Kristal oluşumunun, altıntop suyunun narincin içeriğine ve meyve suyunun konsantrasyon derecesine bağlı olduğu ve konsantreden elde edilen meyve suyuna uygulanan ısı işlemi ile kolayca tekrar çözündüğü bildirilmektedir. Ancak, bazen portakal suyu konsantrasyonunda oluşan hesperidin kristalleri, ısıtma işlemi ile tekrar çözünür duruma geçmemektedir (Kefford ve Chandler, 1970; Blundstone ve ark., 1971). Ayrıca portakal

suyunda fazla miktarda hesperidin bulunması ve bu flavonoidin bazen işleme hatlarına çökmesi durumu, fabrikalar için çok pahalıya mal olan periyodik kapanmalara neden olabilmektedir (Anonim, 1962).

Flavonoidler, turunçgil işleme endüstrisinde büyük teknolojik ve ekonomik öneme sahiptirler. Altıntop sularının lezzetleri ve genel kabul edilebilirlik düzeyleri; içerdikleri narincin gibi acılık maddelerinin miktarları tarafından büyük oranda etkilenirler. Kabuk ve pulp meyve suyuna göre çok daha fazla flavonoid bileşikleri içerdikleri için; meyve suyu elde etme işleminde, meyvenin bu yenilemeyen kısımlarında bulunan flavonoidlerin meyve suyuna geçişini en az seviyeye indirmek için büyük dikkat gösterilmelidir. Bunun yanı sıra; yine meyve suyu narincin miktarını etkileyen faktörlerden biri olan meyve suyu verimi ile narincin miktarı arasında kabul edilebilir bir denge belirlenmelidir (Anonim, 1962; Yusof ve ark., 1990).

Davis (1947); turunçgil meyve suyunda flavonoidlerin belirlenmesi için kolorimetrik bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem ile 100 mL altıntop suyunun 0.041 gr toplam flavonoid içerdiğini saptamıştır. Meyve suyu santrifüjlendiği takdirde, santrifüjlenmiş meyve suyu 0.038 g, tortu ise 0.003 g toplam flavonoid içermektedir. Meyvenin diğer kısımlarının flavonoid içeriği ise; meyve suyu albedo, 2.1; flavedo keseciği 0.600 ve 0.140; dilim zarlari, 1.250; göbek ise 2.600 g/100 gr narincin olarak toplam flavonoid içermektedirler.

Fisher ve ark. (1966) ince tabaka kromatografisi ve bir kolorimetre kullanarak narincin ve narincinin-7- $\beta$ -rutinosid'in belirlenmesi için bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntem ile narincinin ortalama laboratuvar koşullarında spesifik olarak belirlenmesinin sağlandığı bildirilmektedir.

18 tanınmış turunçgil türünü temsil eden 41 turunçgil çeşidinin ve ayrıca 49 hibritin, flavonon bileşimleri ince tabaka kromatografisi kullanılarak incelenmiş ve spesifik turunçgil meyvesinin karakterizasyonu ve tanımlanmasında flavonon glikozid bileşiminin kullanılabilceği belirlenmiştir (Albach ve Redman, 1969; Coffin, 1971; Rouseff ve Martin, 1987).

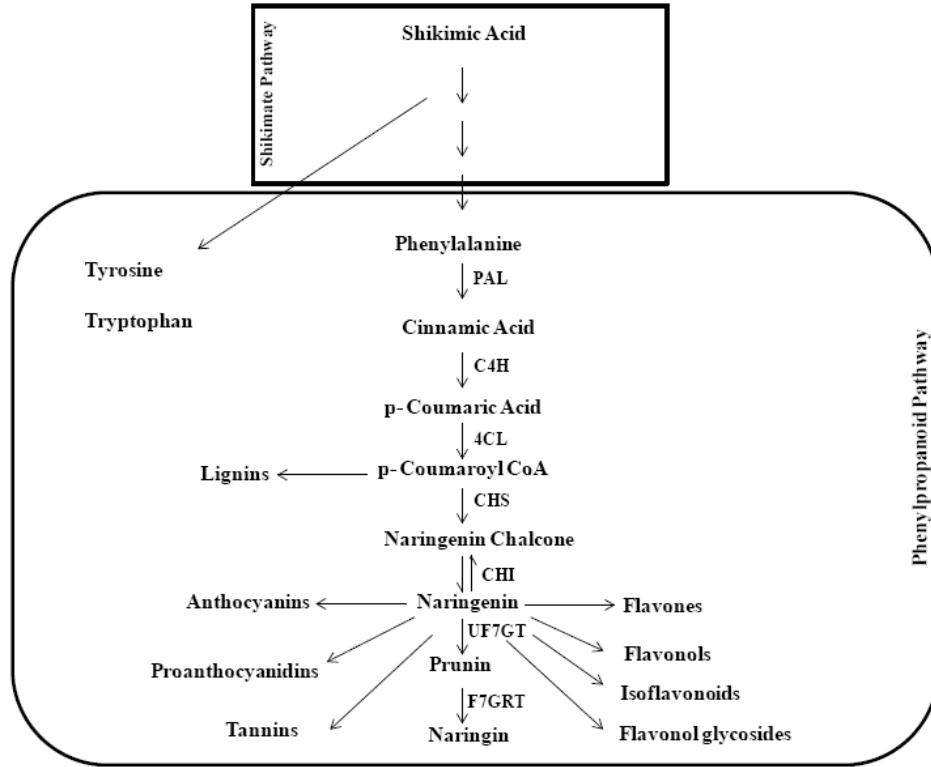
Berhow ve Vander Cook (1991) yaptıkları çalışmalarda; genç ve büyüyen yaprakların narincin biosentezi gerçekleştirdiklerini ve bu biosentetik yeteneğin yaşlı yapraklarda azaldığını; gövde ve köklerin ise narincin oluşturma yeteneğine sahip olmadıklarını göstermişlerdir. Sözü geçen araştırmacıların çalışmaları sonucu elde ettikleri bulgularda; fidelerde narincinin genç yapraklardan gövde ve köklere taşınabildiğini ve ayrıca narincinin bir metabolik son ürün olmayıp, altıntop fidanı tarafından diğer maddelere çevrildiğini kanıtlamışlardır.

Narincin biosentezinin şikimik asitin p-kumarik asite ve sonunda narincin kalkonunun narincine dönüşümü yolu ile meydana geleceği, daha sonra ise bu iki bileşiğin glikozid veya aglikonlar olarak bulunacağı görüşü ileri sürülmektedir (McIntosh ve Mansell, 1990).

Hasegawa ve Maier (1981) tarafından narincin biosentezinin enzim kimyası ve oluşum basamakları, altıntop dokularında aşağıda belirtildiği şekilde incelenmiş olup narincin biosentezi dizisinin (sequence) ilk aşamaları Şekil 3'te verilmektedir.

Şikimat yolu; fenilpropanoid biosentez yolunun başlangıç molekülü olarak işlev gören fenilalaninin sentezine yol açar. Fenilalanin, naringin'e 7 enzim katalizli adımda metabolize edilir. PAL, C4H, 4CL, CHS, CHI, UF7GT ve F7GRT olarak kısaltılan enzimler sırasıyla

fenilalanin amonyak liyaz, sinamat-4 hidroksilaz, 4-kumaroyl: CoA-ligaz, kalkon sentaz, kalkon izomeraz, üridin difosfoglukoz-flavanon 7-O-glukoziltransferaz ve flavanon 7-O-glukozid 2-O-beta-L-ramnoziltransferazı temsil eder (Sharma ve ark., 2019).



Şekil 3. Altıntopta Narincinin Biosentez Aşamaları (Sharma ve ark., 2019).  
Figure 3. Biosynthesis Stages of Naringin in Altıntop

$\beta$ -halkasının oluşumunda yer alan birkaç enzim tanımlanmış ve bunların miktarları belirlenmiştir. L-Fenilalanin (L-Phenylalanine)'in meyvede meydana gelen flavonoid biosentezinin bir öncül maddesi olduğu ileri sürülmüş ve radyoaktif maddelerle yapılan çalışmalarda, L-Fenilalaninin altıntopta narincin molekülüne dönüştüğü kanıtlanmıştır (Hasegawa ve Maier, 1981; Albach ve Wutscher, 1988). L-Fenilalanin PKA (L-Phenylalanine:2-ketoglutarate aminotransferase) (phenylpyruvate) yolu enzim aktivitesi ile sentezlenmektedir. Meyve yüksek oranda bu enzim aktivitesini içerir. Bu enzimin aktivitesi çok genç yapraklarda en düşük seviyede olup, meyve gelişimi süresince düzenli olarak artar.

En önemli enzim PAL (L-Phenylalanine ammonia-lyase)'dir ve flavonoidlerin, birinci ve ikinci metabolizmaları arasında temel bağı oluşturmaktadır. Altıntop dokuları önemli derecede PAL enzim aktivitesine sahiptir (Hasegawa ve Maier, 1981; Albach ve Wutscher, 1988).

Altıntopta, flavonoid biosentezinin bir öncül maddesi olarak tirozin (tyrosine)'in rolü araştırılmıştır. Tirozin, p-hidroksifenilpirüvat (p-hydroxyphenylpyruvate) yolu ile temel olarak sentezlenmektedir. Fenilalanin yolu ile tirozin p-hidroksifenilpirüvik asit biosentezi söz konusu değildir, çünkü fenilalanin hidroksilaz (phenylalanine hydroxylase) enzimi meyvede belirlenememiştir. Tirozin'in p-kumarik aside (p-coumaric acid) dönüşümünü katalizleyen TAL (L-Tyrosine ammonia-lyase) enzimi de meyvede bulunamamıştır.

Dikotiledonlu bitkilerde trans-sinamik asit (trans-cinnamic acid) yolu ile p-kumarik asitin biosentezi tek yoldur. Çünkü bu bitkiler, genellikle belirgin bir TAL aktivitesine sahip değildir. Bu, altıntoptaki durum için de geçerlidir. Fenilalanin hidroksilaz aktivitesinin bulunmayışı, sinamat rotası (cinnamate route)'nı doğrulamada ek kanıtlar sağlamaktadır (Hasegawa ve Maier, 1981; Albach ve Wutscher, 1988).

Altıntopta belirgin bir şekilde sinamat hidroksilaz (cinnamate hydroxylase) aktivitesinin yanı sıra trans-sinamik ve p-kumarik asidin bulunması; büyük oranda p-kumarik asitin, narincin kalkonunun (naringin chalcone)'un B-halkasının oluşumundan çok, trans-sinamik asidi takiben hidroksilasyondan sonra kalkon oluşumunda gerekli olduğunu ortaya koymaktadır (Hasegawa ve Maier, 1981; Albach ve Wutscher, 1988).

Ham altıntoptan izole edilmiş olan narincin kalkon siklaz (naringin chalcone cyclase) enzimi, narincin kalkonun, narincin biçiminde siklizasyonunu dolaylı şekilde katalizlemektedir. Bu enzim büyük oranda spesifiktir. Kalkonların, flavonon'lara siklizasyonundan önce glikolize oldukları saptanmıştır. Kalkonun 4 nolu C'unda bir glikozit için siklazın gerekliliği, diğerlerinin kalkon-flavonon izomerazlarından farklıdır (Hasegawa ve Maier, 1981; Albach ve Wutscher, 1988).

Daha sonra kalkon aglikonlar için spesifiktir. Altıntop siklazın bu tek doğası, meyvede büyük miktarda narincin glikozidlerin birikim mekanizmasını açıklamaktadır (Hasegawa ve Maier, 1981).

### **2.3. Altıntop Meyve ve Meyve Sularında Toplam Flavonoid ve Narincin Miktarını Etkileyen Etmenler**

Altıntop meyvelerindeki ve meyve sularındaki narincin miktarı; çeşide, yetiştirme yeri, meyvenin büyüklüğüne, olgunluk durumuna ve işleme tekniğine bağlı olarak farklılık göstermekte olup, bir meyvedeki narincin miktarı 1.8-6.2 g arasında değişmektedir. ABD'nin Florida eyaletinde üretilen altıntopların sularında ortalama narincin içeriğinin %0.015-0.030 kadar olduğu, Kaliforniya'da üretilen altıntop sularının ise, %0.102 kadar narincin içerdikleri bildirilmektedir (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Veldhuis, 1971; Sinclair, 1972).

Olgunlaşma mevsimi boyunca meyvenin genel narincin miktarında ve kısımlara dağılımında genellikle önemli bir değişiklik olmaz. Ancak meyve suyunda önceleri artan narincin miktarı daha sonra aşırı olgunlaşma devresinde bir miktar azalır. Yaklaşık olarak %90'ı albedo, pulp ve dilim zarlarında bulunan meyvedeki narincinin meyve kısımlarına dağılımı şöyledir: Albedo'da %50-60, dilim zarları ve pulpta %30-40, flavado'da %5-10 ve meyve suyunda %1-3'dür (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Altan, 1983).

Olgunluğun ilerlemesi ile narincin miktarının azalması ile ilgili olarak altıntoptaki değişik görüşler bulunmaktadır. Bir görüşe göre; narincinin altıntopun olgunlaşması ile birlikte, rhoifoline dönüşerek azaldığı belirtilmektedir (Kefford ve Chandler, 1970). Diğer bir görüşe göre ise; olgunlaşma ile altıntop acılığındaki azalmanın, acı flavonon neohesperidoz'ların, tatsız olan flavonon rutinozidlere dönüşmesini içeren trans-glikolizasyon (trans-glycolisation) reaksiyonlarının bir sonucu olarak gerçekleşebileceği ileri sürülmektedir (Hagen ve ark., 1964).



Bu iki görüşten farklı olarak; Hagen ve ark. (1966) yaptıkları çalışmada; olgunlaşma ile birlikte altıntop meyve suyu keseciklerinin flavonon glikozid konsantrasyonlarındaki azalmanın, temel olarak meyvenin boyutlarının artmasından kaynaklanan seyrelmenin bir sonucu olduğunu ve Kesterson ile Hendrickson (1957) tarafından bu konuda ileri sürülen görüşün doğru olduğunu bildirmektedirler. Benzer şekilde; Albach ve Wutscher (1988), altıntop üzerinde yaptıkları çalışmalarda, altıntopta bulunan flavonon glikozidlerin birbirleri ile olan oransal sabitliklerinin (relative constancy), yumurtalık aşamasından (ovary stage) pazar olgunluğuna gelene kadar ki aşamalarda korunduğunu ve acı flavononlardan, acı olmayan flavononlara bir dönüşümün söz konusu olamayacağını bildirmişlerdir.

Altıntopların toplam flavonoid miktarı, meyvenin ekvatorial çapı 5 cm olana kadar artar ve sonra hemen hemen sabit kalır. Meyvenin daha sonraki gelişme ve olgunlaşma devrelerinde, meyvenin toplam flavonoid miktarında bir azalma olmaz, ama meyvenin boyutlarının ve ağırlığının artması sonucu meyvedeki toplam flavonoid yüzdesi azalır. 5 cm çapındaki meyvede ortalama %3.2 olan toplam flavonoid miktarı, olgun meyvede %0.4'e kadar düşer (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Ting ve Attaway, 1971; Sinclair, 1972). Altıntop suyunun flavonoid içeriği, hacim temelinde olgunluk derecesi ve çeşit ile büyük oranda ilişkili olmayıp bütün sezon süresince %0.02-0.03 arasında değişmektedir (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Anonim, 1962).

Tektaş'ta yetişen altı altıntop çeşidinin farklı dokularında bulunan narincin miktarı ve bunlar üzerine derim zamanının etkisinin incelendiği bir çalışmada, olgunlaşma periyodu süresince en önemli değişikliğin 13 Ekim-17 Kasım arasında olduğu, bu süreç boyunca, ortalama narincin azalmasının flavedo'da %66, meyve suyunda %60, göbekte %54, dilim zarlarında %53 ve albedo'da ise %45 olarak gerçekleştiği bildirilmektedir (Kesterson ve Hendrickson, 1957).

Hagen ve ark. (1966) Texas koşullarında yaptıkları bir çalışmada; Ruby Red altıntop çeşidi meyve suyu keseciklerinin, flavonon glikozid bileşimi üzerinde derim tarihlerinin etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, meyve suyu keseciklerinde bulunan 6 flavonon glikozidin konsantrasyonlarındaki değişikliğin temmuz sonu; kasım sonu arasındaki periyot boyunca en önemli olduğu ve bu periyot boyunca glikozidazların konsantrasyonlarının hızla azaldığı ve kasım sonundaki 6 flavonon glikozid konsantrasyonunun, temmuzdaki konsantrasyonunun sadece %34-38'i kadar olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, aralık-nisan periyodunda, bu 6 flavonon glikozid'in azalma eğiliminde olduğunu fakat azalma derecesinin temmuz-kasım periyoduna göre daha düşük olduğunu ve konsantrasyonda, özellikle de flavonon neohesperidozidlerde aydan aya meydana gelen değişmelerin nispeten daha düzensiz olduğunu bildirmişlerdir.

Jourdan ve ark. (1985) tarafından yapılan çalışmalarda; altıntopta, flavonon glikozid birikiminin genç meyvelerde en yüksek düzeyde olduğu ve olgunlaşma sırasında meyve dokularındaki narincin konsantrasyonunda bir azalma meydana geldiği kanıtlanmıştır. Bir aylık meyvede ortalama narincin içeriği 0.07 mmol ve olgun meyvede 5.56 mmol olduğu halde, narincin konsantrasyonunda oransal olarak 26 katlık bir azalma olmuştur. Bu azalmanın muhtemelen taze meyve ağırlığında 2000 kat artış olmasına karşın, toplam narincin miktarının 80 kat artmasına bağlı olduğu bildirilmektedir. Meyve gelişiminin ilk aşamaları sırasında, meyvenin flavonoid içeriğindeki hızlı artışın meyvede kendi kendine mi sentezlendiği; yoksa sentez yapabilme yeteneğindeki genç yapraklardan mı taşındığı tam olarak anlaşılamamıştır.

Meyve suyuna uygulanan ısı işlemler narincin miktarında istenmeyen artışlara neden olmaktadır (Kefford ve Chandler, 1970).

Don gören meyvelerde toplam narincin miktarı değişmemekle birlikte, narincinin albedo ve dilim zarlarındaki konsantrasyonu azalmakta, meyve suyundaki konsantrasyonu ise artmaktadır (Takakuwa ve Miyomoto, 1978).

Rouse ve ark. (1958) don etkisine bağlı olarak altıntop sularının bileşiminde meydana gelen değişimler üzerinde bir çalışmada; don etkisine bağlı olarak meyve suyundaki toplam flavonoid içeriğinin yükseldiğini saptamışlardır. Don görmüş altıntoptan elde edilen meyve suyunun flavonoid içeriği 27.5 mg/100 mL iken, hafif don görenlerden elde edilenlerde 31.0 mg/100 mL, şiddetli don görenlerden elde edilenlerde ise 35.7 mg/100 mL olarak belirlenmiştir. Meyve suyunda bulunan flavonoid miktarı donun şiddetine bağlı olarak artmıştır. Araştırmacılar, don etkisine bağlı olarak meyve suyu bileşiminde meydana gelen değişimler üzerinde iki faktörün etkili olduğunu bildirmişlerdir. Birinci faktör, don zamanı ile meyvenin olgunluğu arasındaki ilişkidir; ham meyve, kimyasal yönden kısmen kendini onardığı için, olgun meyve veya ileri olgunluk aşamasındaki meyve olduğu gibi dondan zarar görmemektedir. İkinci faktör ise ekstraksiyon ve inceltme teknikleridir.

Matsumoto ve ark. (1983) natsudaidai meyvesinin narincin içeriği üzerine, donun etkisi ile meydana gelen değişiklikleri incelemişlerdir. Ağaç üzerinde  $-4.6^{\circ}\text{C}$ 'nin altındaki don koşullarına maruz kalan meyveden elde edilen meyve suyunun narincin içeriği, dereceli olarak artmış ve sonra azalmış; ağaçtan ayrılmış ve  $-6.5^{\circ}\text{C}$ 'de 11 saat dona maruz bırakılmış meyveden elde edilen meyve suyunun narincin içeriği ise dondan sonra artmış ve daha sonra sabit kalmıştır. Ağaç üzerinde don görmüş meyvede, narincin içeriği/meyve oranı, donun neden olduğu kristallenmenin ilerlemesine bağlı olarak 60 mg'dan 45 mg'a düşmüştür. Ağaçtan ayrılmış ve  $-6.5^{\circ}\text{C}$ 'de 11 saat dona maruz kaldıktan sonra  $5^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan meyvelerde ise, narincin içeriği/meyve oranı, hemen hemen sabit kalmıştır. Kristallenme, ağaç üzerindeki meyveye göre daha yavaş ve daha az şiddetle meydana gelmiştir.

Büyük meyveli altıntop çeşitleri, daha küçük meyvesi olan çeşitlere göre daha fazla flavonoid içerirler. Meyvenin et renginin, flavonoid içeriğiyle ilgisi olup, pembe veya kırmızı renkte olan meyveler beyaz ete sahip meyvelere göre daha az miktarda flavonoid içerirler (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Sinclair, 1972).

Altıntop meyve suyunda bulunan narincin miktarının tüm meyvedekinin %10'u, portakal ve mandarin suyundaki hesperidin miktarının ise meyvedekinin %20-30'u kadar olduğu bildirilmektedir (Ting ve Attaway, 1971).

Altıntop sularında, yüksek narincin konsantrasyonundan dolayı oluşan aşırı acılık istenmeyen bir durumken, düşük narincin konsantrasyonunun verdiği hafif acılık istenen ve altıntopun karakteristik tadını veren önemli etkidir. Altıntop suyu 700 mg/L'den daha fazla narincin içeriğine sahip olduğu zaman, kötü-acı bir tada sahip olduğu halde, 500 mg/L'den daha az narincin içerdiğinde ise üstün bir lezzet ve kaliteye sahip olmaktadır (Kesterson ve Hendrickson, 1957; Sinclair, 1972). Altıntop suları, 300 mg/L'den daha az narincin içerdiğinde ise kötü, zayıf kaliteli olarak kabul edilmektedirler (Kefford ve Chandler, 1970; Chandler ve Nicol, 1975).

Florida Turunçgil Şubesi (Florida Department of Citrus) altıntop suyunun kalitesini düzenlemek amacıyla, erken sezon meyvelerden (1 Ağustos-1 Aralık) elde edilen pastörize

altıntop sularının, en fazla 600 mg/L narincin (Davis testine göre) ve 5 mg/L limonin içerebileceklerini bildirmektedir (Barmore ve ark., 1986; Wagner ve ark., 1988).

#### 2.4. Flavonoid Acılığında Glikozid Yapısının Rolü

Turunçgil meyveleri, iki izomer disakkarit olan neohesperidoz (neohesperidoside) ve rutinozu (rutinoside) temel olarak içermelerine göre iki gruba ayrılabilirler. Rutinoz grubu portakal, limon, mandarin ve citron; neohesperidoz grubu altıntop, pumelo, turunç ve ponderosa limonu tarafından temsil edilirken, hibritler her iki ebeveynin de bazı özelliklerini gösterirler (Albach ve Redman, 1969; Chandler ve Nicol, 1975).

Hagen ve ark. (1963) altıntoplarda narincinin yanısıra bulunan flavonoidin narincin-7- $\beta$ -rutinozid olduğunu belirlemişlerdir. Narincinin izomeri olan bu bileşik acı değildir. Gerek glikozid yapısında aynı şekerleri (ramnoz ve glikoz) içeren ve aynı narincinin molekülüne sahip olan bu iki izomerden birinin acı diğerinin tatsız olması; gerek birer mol ramnoz ve glikoz ile hesperitinden oluşan hesperidin ve neohesperidin adlı iki izomerden birinin tatsız diğerinin acı olması ve ayrıca, hem narincinin, hem de hesperitin yalnız başlarına acı olmamaları, flavonon glikozidlerin acı olup olmamalarında ramnoz ve glikoz şekerlerinin birbirleriyle bağlanma biçimlerinin rol oynadığını göstermektedir (Horowitz, 1961; Altan, 1983).

1 no'lu şekilde bulunan izomerlerin incelenmesinden de görüleceği gibi (Şekil 1), gerek narincin-7- $\beta$ -rutinozid, gerekse hesperidinde; ramnozun 1 no'lu karbon atomu glikozun 6 no'lu karbon atomuna bağlanarak "rutinoz" olarak adlandırılan disakkaridi, buna karşın acı flavonon glikozidler olan narincin, neohesperidin ve poncirinde; ramnoz, 1 no'lu karbon atomu ile glikozun 2 no'lu karbon atomuna bağlanarak "neohesperidoz" adlı disakkaridi oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar ile, neohesperidoz (2-O- $\alpha$ -L-ramnozil- $\beta$ -D-glikoz) disakkaridini içeren turunçgil flavononlarının acı, neohesperidozun bir izomeri olan rutinoz (6-O- $\alpha$ -L-ramnozil- $\beta$ -D-glikoz) disakkaridi içerenlerin ise tatsız oldukları saptanmıştır (Horowitz, 1969; Ting ve Attaway, 1971; Altan, 1983).

Horowitz ve Gentili (1969) tarafından doğal olarak meydana gelen flavonon glikozidlerin çeşitli modifikasyonları üzerinde çalışılmıştır. Bu modifikasyonlar; (1) molekülün kısımlara ayrılması, (2) flavonon aglikon'un diğer tiplerine dönüştürülmesi, (3) Substituent değiştirilmesidir. 1. ve 3. tip modifikasyonların flavonoid grupların genellikle mevcut tatta niceliksel değişiklikleri, 2. tip modifikasyonun ise, belli durumlarda niteliksel değişiklikleri artırdığı saptanmıştır.

1. tip modifikasyon bir veya her iki şekeri kaybetme veya heterosiklik halkanın bir veya daha çok karbonu ile birlikte  $\beta$ -halkasının kaybı yolu ile meydana gelir. Bir şekerin kaybının etkisi, örneğin narincin-7- $\beta$ -D-glikozid (prunin)'de görülmekte ve bu bileşik ana bileşiğin yani narincinin 1/3'ü kadar acılığa sahiptir.

2. tip modifikasyon; narincin ve neohesperidinin uygun flavononlara; yani rhoifolin ve neodiosmine oksidasyonu, tatsız bileşiklerin oluşmasına ve acılığın kaybolmasına neden olmaktadır.

Horowitz ve Gentili (1969); 2. modifikasyonu kullanarak son derece acı bir bileşik olan narincinden çok tatlı bir madde olduğu saptanan narincindihidrokalton'u elde etmişlerdir. Yapılan araştırmalara göre; narincindihidrokalton, sakkarozdan çok daha fazla tatlı

olmakla birlikte, sodyum sakkarinin %40'ı kadar tatlılıktadır. Neohesperidinden elde edilen neohesperidindihidrokalton ise narincindihidrokaltondan 19, sodyum sakkarinden 7.5, sakkarozdan ise 1500 kez daha tatlı bir bileşiktir (Altan, 1983). Poncirinden elde edilen poncirindihidrokalton ise tatlı değildir. Dihidrokaltonun tatlı olması için  $\beta$ -halkasında en azından bir OH grubunun olması gerektiği saptanmıştır. Narincin-7- $\beta$ -rutinozid ile hesperidin gibi flavonon rutinozidler ise, sadece tatsız olan dihidrokalton vermektedirler. Böylece rutinozil radikalinin, tat sorumlularının (taste response) yok olmasındaki etkilerinin çok güçlü olduğu belirlenmiştir.

Ramnozün glikozün 2 no'lu C'una bağlanması genellikle tadı ve suda çözünürlüğü artırırken, 6 no'lu C'ya bağlanması tada zarar vermiştir. Araştırmacılar neohesperidozun çok hafif bir tatlılığa sahip olduğu halde serbest olarak tatsız, serbest rutinoz disakkaridinin esas olarak tatsız olduğunu saptamıştır.

3. modifikasyonda; serbest  $\alpha$  veya  $\beta$ -halkası fenolik hidroksil gruplarının alkollasyonu içerir. Kural olarak, bu gruplardan birinin veya daha çoğunun metillasyonu veya etillasyonu, flavononların acılığında, dihidrokaltonların tatlılığında ve hemen her bileşiğin çözünürlüğünde azalma meydana getirir (Horowitz, 1969).

## 2.5. Flavonoidlerin Fizyolojik ve Gıda Endüstrisi Açısından Önemi

Flavonoidlerin insan fizyolojisi üzerindeki etkilerine ilişkin birçok makale yayınlanmıştır. Bir süre "P vitamini" olarak da adlandırılan bu bileşikler için, son zamanlarda "Biyoflavonoidler" terimi de kullanılmaktadır. Bazı araştırmacılar, flavonoidlerin kılcal damarların kopmaya mukavemetini arttırmak başta olmak üzere, soğuğa dayanıklılık sağlamak, üst solunum yolları enfeksiyonları, bronşitik astım, hemofili, purpura, ülser gibi bazı hastalıkların ve radyasyon yaralarının iyileşmesine yardımcı olmaya kadar uzanan birçok fizyoterapik özellikleri olduğu bildirilmektedir (Altan, 1983). Flavonon aglikonlarının kanama durdurucu ve cilt gerginleştirici etkiye sahip oldukları, askorbik asit ile sinerjistik etkileşime girerek damar sertliklerini azalttıkları, izoflavonoidlerin ise zayıf östrojenik aktivite gösterdikleri bilinmektedir (Velioglu, 1990).

1955 yılında yayınlanan bir tebliğde; flavonoidlerin kapiler permeabilityyi önlemede olduğu kadar, diğer klinik çalışmalarla da, romatizmal ateşlenmelerde, hipertansiyon, gebelik kanamalarında, donmuş organların tedavisinde, çocuk düşürmelerinde, romatizma (eklem rahatsızlıklarında ve kanamaların pıhtılaştırılmasında kullanılabileceği açıklanmıştır (Yurdagel, 1982).

Flavonoidlerin askorbik asitle beraber, kandaki kolesterolü azalttığı saptanmıştır. Flavonoidlerin ayrıca adrenal ve dehidroadrenalin niceliğine etkisi vardır. Bu konuda Fransız araştırmacılar, turunçgil flavonoidlerinin kolesterolü azalttığını saptamışlardır. Ayrıca flavonoidlerin kanserli dokulara etkisi de araştırmalara alınmıştır. Bioflavonoidlerin magnezyum tuzları, klinik çalışmalarda kanser tedavisinde kullanılmaktadır (Yurdagel, 1982).

Ayrıca turunçgil flavonoidlerinin hidrokortizon metabolizmasını hızlandırıcı etkisi, dişlerin korunmasını teşvik edici etkisi, kolera ya karşı etkisinin de olduğu bildirilmektedir (Kefford ve Chandler, 1970).

Flavonoidlerin gıda endüstrisi açısından önemleri, turunçgil flavononlarından bazılarının yapay tatlandırıcı olarak gelecek vaad etmelerinden kaynaklanır (Velioglu, 1990). Turunçgil artıklarından elde edilen narincin, hidrolizasyon ürünlerinden olan ramnoz şekerinin eldesi için ham madde olarak kullanılabilir. Ayrıca şekerleme ve meşrubatlara keskin bir tat vermek amacıyla kullanılan narincin "Amerin" ticari adı altında satılmaktadır (Kesterson ve Hendrickson, 1957).

Narincin'in asidik hidrolizasyonu narincin'in, tekrar potasyum hidroksit ile elde edilen tarafından hidrolize edilmesi ile elde edilen p-kumarik asit ve phloroglucin, organik kimyasal maddelerin sentezlenmesi için kullanılabilirler. Mükemmel bir boya ortamı olma özelliği gösteren narincin, asit azo boyalar gibi özel boyaların hazırlanması amacıyla da kullanılır (Kesterson ve Hendrickson, 1957).

### 3. Sonuç

Bu derlemede, "Altıntop Çeşitlerinin Narincin ve Toplam Flavonoid İçerikleri Üzerine Don Koşullarının, Olgunluk Durumunun ve İşleme Tekniklerinin Etkileri" başlığı altında, altıntop meyvelerinde ve sularında bulunan narincin ve toplam flavonoid içeriklerine etki eden faktörler incelenmiştir. Araştırma, don koşullarının, meyvenin olgunluk durumunun ve işleme tekniklerinin altıntop meyvelerinin ve sularının narincin ve toplam flavonoid içerikleri üzerindeki etkilerine odaklanmıştır.

Çalışmada belirtilen bulgulara göre, don koşulları altıntop meyve suyunun flavonoid içeriğini artırırken, narincin miktarının dağılımını etkileyebilmekte, özellikle meyve suyundaki konsantrasyonun artmasına yol açmaktadır. Olgunluk durumu, narincin ve flavonoidlerin meyve ve su içeriklerini etkilerken, genel olarak olgunlaşma ile birlikte meyve dokularındaki narincin konsantrasyonunun azaldığı gözlemlenmiştir. İşleme teknikleri ise, narincin miktarındaki artışlara neden olabilecek faktörler arasında yer almaktadır.

Ayrıca, meyvenin büyüklüğü, çeşidi ve yetiştirildiği yer gibi faktörlerin de narincin ve flavonoid içerikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Özellikle büyük meyveli altıntop çeşitlerinin daha fazla flavonoid içerdiği, renkli etli meyvelerin ise beyaz ete sahip meyvelere göre daha az flavonoid içerdiği saptanmıştır.

Sonuç olarak, don koşulları, olgunluk durumu ve işleme tekniklerinin altıntop meyvelerinin ve sularının narincin ve toplam flavonoid içerikleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğu, bu etkilerin meyvenin kalitesi ve lezzeti üzerinde doğrudan bir rol oynadığı ortaya konmuştur. Bu bulgular, turunçgil meyvelerinin işlenmesi ve saklanması dikkate alınması gereken önemli parametreler olarak değerlendirilmektedir.

### 4. Kaynaklar

- Albach, R.F., Redman, G.H., 1969. Composition and Inheritance of Flavonones In Citrus Fruits, *Phytochemistry*, 8, p. 127-143, U.S.A.
- Albach, R.F., Wutscher, H.K., 1988. Flavonone Content of Whole Grapefruit and Juice As Influenced By Fruit Development, *J. Rio Grande Valley Horticultural Society*, 41, p. 89-95, U.S.A.
- Altan, A., 1978. Turunçgil Suyu Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Adana. (Yayınlanmamış Seminar Notları)
- Altan, A., 1981. Pastörize Portakal Suyu Üretiminde Ticari Pektinaz Preparatları Kullanarak Verim ve Kaliteyi İyileştirme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Adana (Yayınlanmamış)



- Altan, A., 1983. Turunçgil Sularında Acılık Ögesi Olarak Naringin Gıda Dergisi, 8 (1): 29-32, Ankara.
- Altan, A., Fenercioglu, H., 1989. Limon Suyunun Ev Koşullarında Pastörize Edilerek Dayandırılması Olanakları Üzerinde Bir Araştırma, Gıda Dergisi, 14 (5): 321-328, Ankara.
- Anonim, 1962. Products, Handbook Chemistry and Technology of Citrus, Citrus And Byproducts. U.S.D.A., A.R.S., Agriculture No.98, p.9-11, U.S.A.
- Aygören, E., 2021. Ürün Raporu, Turunçgiller, 2021. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bulvarı 06800, Çankaya/ANKARA
- Barmore, C.R., Fisher, J.T., Fellers, P.J., Rouseff, R.L. 1986. Reduction of Bitterness and Tartness In Grapefruit Juice With Florisil, J. Food Sci., 51, No.2, p. 415-416, U.S.A.
- Berhow, M.A., Vander Cook, C.E., 1991. Sites of Naringin Biosynthesis In Grapefruit Seedlings, J. Plant Physiol., 138. p. 176-179, U.S.A.
- Blundstone, H.A.W., Woodman, J.S, Adams, J.B., 1971. Canned Citrus Products, S. 548-550, In "The Biochemistry Of Fruit And Their Products Volume 2." Ed. By Hulme, A.C. Academic Press New York.
- Chandler, B.V., Nicol, K.J., 1975. Debittering Citrus Products With Enzymes, Csiro Fd. Res., Q., 35, S. 79-88.
- Coffin, D.E., 1971. A Method For The Isolation and Identification of Flavanone Glycosides of Citrus Fruit Juices, J. Agr. Food Chem., 19, No.3, p. 513-516, U.S.A.
- Davis, W.B., 1947. Determination of Flavanones In Citrus Fruits, Anal. Chem., 19, No. 7, S. 476-478, U.S.A
- Fisher, J.F., Nordby, H.E., Kew, T.J., 1966. A Thin Layer Chromatographic-Colorimetric Method For Determining Naringin In Grapefruit, J. Food Sci., 31, p. 947-950, U.S.A.
- Hagen, R.E., Dunlap, W.J., Mizelle, J.W., Wender, S.H., Lime, B.J., Albach, R.F., Griffiths, F.P., 1965. A Chromatographic-Fluorometric Method For Determination Of Naringin, Naringenin Rutinoside Glycosides In Grapefruit Juice and Juice Sacs, Anal. Biochem., 12, p. 472-482, U.S.A.
- Hagen, R.E., Dunlap, W.J., Wender, S.H., 1966. Seasonal Variation of Naringin and Certain Other Flavanone Glycosides In Juice Sacs Of Texas Ruby Red Grapefruit, J. Food Sci., 31, S. 542-547, U.S.A.
- Hasegawa, S., Maier, V.P., 1981. Some Aspects of Citrus Biochemistry and Juice Quality Proc. Int. Soc. Citriculture, 2, p. 914-918, U.S.A.
- Horowitz, R.M. And Gentili. 1961., Phenolic Glycosides of Grapefruit: A Relation Between Bitterness and Structure, Arch. Biochem. Biophys., 92, p. 191-192.
- Horowitz, R.M., 1964. Relations Between The Taste Structure of Some Phenolic Glycosides. In «Of Phenolic Compound» Ed. Harborne, Academic Pres, New York. Biochemistry J.B., p. 545,
- Horowitz, R.M., Gentili, B., 1969. Taste and Structure In Phenolic Glycosides, S. Agric. Food Chem., 14, p. 696-700, U.S.A.
- Jourdan, P.S., Mcintosh, C.A., Mansell, R.L., 1985. Naringin Levels In Citrus Tissues. Ii. Quantitative Distribution of Naringin In Citrus Paradisi Macfad., Plant Physiol., 77, p. 903-908, U.S.A.
- Kefford, J.F., Chandler B.V., 1970. The Chemical Constituents of Citrus Fruits, p. 113-148, Academic Press, New York.
- Kesterson, J.W., Hedrickson R., 1957. Principle of Grapefruit, Techn. Bull. Agric. Exp. Sta., Gainesville, Florida. Naringin, A Bitter 511 A, Univ. Fla.
- Manlan, M; Matthews, R.F; Rouseff, R.L and Teixeira. A.A. 1990. Evaluation of The Properties of Polystyrene Divinylbenzene Adsorbents For Debittering Grapefruit Juice. J. Food Sci., 55, No.2, p. 441-445, U.S.A.
- Matsumoto, R., Okudai, N., Maotoni, J., 1983. Changes In Naringin Content of Natsumikan Fruit (Citrus Natsudaidai Hayata) After Freezing, Journal of The Japanese Society For Horticultural Science, 52, (1), p. 1-6, Abstracts.
- Mcintosh, C.A., Mansell, R.L.' Barrows, S., 1987. Relationship Between Limonin Concentration and Naringin Concentration In Commercial Single Strength Grapefruit Juice, J. Food Sci., 52, No. 6, p. 1734-1735, U.S.A.
- Mcintosh, C.A., Mansell, R.L., 1990. Biosynthesis of Naringin In Citrus Paradisi Udp-Glucosyl-Transferase Activity In Grapefruit Seedlings, Phytochemistry, 29, No.5, p. 1533-1538, U.S.A.
- Nikdel, S., Rouseff, R., Fisher, J., 1987. Comparative Effects Of Three Types of Florisil Treatments On Flavanone Glycosides And Mineral of Processed Grapefruit Juice, J. Food Sci., 52, No. 6, p. 1673-1675, U.S.A.
- Rouse, A.H., Atkins, C.D., Moore, E.L., 1958. Chemical Characteristics of Citrus Juices From Freeze-Damaged. Fruit, Florida State Horticultural Society, p. 216-220, U.S.A.
- Rouse, A.H., Atkins, C.D., Moore, E.L., 1962. Seasonal Changes Occurring In The Pectinesterase Activity and Pectic Constituents of The Component Parts of Citrus Fruits. 1. Valencia Oranges, Florida Agricultural Experiment Stations. Journal Series. No: 1444, p. 419-425, U.S.A.



- Rouseff, R.L., Martin, S.F., Youtsey, C.O., 1987. Quantitative Survey of Narirutin, Naringin, Hesperidin and Neohesperidin In Citrus, *J. Agric. Food Chem.*, 35, p. 1027-1030, U.S.A.
- Sharma, P., Kumar, V., Guleria, P., 2019. Naringin: Biosynthesis and Pharmaceutical Applications. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 81(6), 988-999
- Sinclair, W.P., 1972. Grapefruit, Its Composition, Physiology and Products, Univ. Calif., Division of Agricultural Sciences, Berkeley California, p. 133-146; 268-274, U.S.A.
- Takakuwa, M., Miyomoto, H., 1978. International Congress of Food Science and Technology-Abstracts, S. 123.
- Altan, A., 1983. "Turunçgil Sularında Acılık Ögesi Olarak Naringin, *Gıda Dergisi*, 8 (1):29-32, Ankara" dan Alınmıştır.
- Tetra-Pak. (2020). Orange Book. Retrieved 29 June 2020, from <https://orangebook.tetrapak.com/>
- Ting, S.V., Attaway, J.A., 1971. Citrus Fruits, In «The Biochemistry of Fruits and Their Products». Volume 2. Ed By Hulme, A.C. Academic Press New York.
- Turgutoğlu, E., 2020. Altıntop Yetiştiriciliği. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Demircikara Mahallesi Paşa Kavakları Cad. No:11 Pk:35 Muratpaşa/ANTALYA.
- Tuzcu, Ö., 1992. Turunçgiller Ders 1, Ders Notları (Yayınlanmamış).
- Veldhuis, M.K., 1971. Grapefruit Juice, In «Fruit and Vegetable Juice Processing Technology» Avi. Ed. By Tressler, D.K., Joslyn, M.A. Amacıyla Muhafaza Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Wagner, C.J., Wilson, C.W., Shaw, P.E., 1988. Reduction Grapefruit Bitter Components In Fluidized  $\beta$ -Cyclodextrin Polymer Bed, *J. Food Sel.*, 53, No. 2, p. 516-518.
- Yi, L., Ma, S., Ren, D., 2017. Phytochemistry And Bioactivity Of Citrus Flavonoids: A Focus On Antioxidant, Anti-Inflammatory, Anticancer, and Cardiovascular Protection Activities. *Phytochemistry Reviews*, 16(3), p. 479-511.
- Yurdagel, O., 1982. Meyve Orjinli Flavon Benzerlerinin Biyokimyasal, Fizyolojik ve Besleyici Önemleri, *Gıda Dergisi*, 7 (45): 177-181 Ankara.
- Yusof, S., Ghazali, H.M., King, G.S., 1990. Naringin Content In Local Citrus Fruits, *Food Chem.*, 37, p. 113-121.