



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

WASHINGTON VE VALENCIA PORTAKAL SUYUNDA
FARKLI REÇİNELERLE ACILIK GİDERME VE
ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

İSMET MISIR
YÜKSEK LİSANS



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

WASHINGTON VE VALENCIA PORTAKAL SUYUNDA
FARKLI REÇİNELERLE ACILIK GİDERME VE
ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

İSMET MISIR
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN
PROF.DR. OSMAN KOLA

ADANA 2020

Bu tezde yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm bilgiler için atıf verdiğimi ve kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

İsmet MISIR

ÖZET

WASHINGTON VE VALENCIA PORTAKAL SUYUNDA FARKLI REÇİNELERLE ACILIK GİDERME VE ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

İsmet MISIR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman KOLA

Haziran 2020, 96 sayfa

Washington navel ve Valensiya portakal sularında acılık bileşenlerinin uzaklaştırılması amacıyla adsorbent reçine sisteminin kullanıldığı bu çalışmada; acılık giderme işlemlerinde kullanılan “Seplite LSF904” (Sunresin) ve “Alimentech P-495” (Bucher) reçinelerinin etkinlikleri belirlenmiş ve farklı akış hızlarında (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) acılık giderme sisteminden geçirilen portakal sularının kalite özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Acılık giderme işlemi ile Washington navel ve Valensiya portakal sularında limonin, naringin ve hesperidin uzaklaştırılabildiği görülmüştür. Washington navel ve Valensiya portakal sularında, düşük akış hızlarında (25 mL/dk) Alimentech P-495 (Bucher) reçinesinin limonin, naringin ve hesperidin acılık bileşenlerini Seplite LSF904 (Sunresin)’e göre daha iyi uzaklaştırdığı belirlenmiştir. Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, sitrik asit, malik asit ve askorbik asit miktarının azaldığı, şeker içeriğinde herhangi bir önemli değişikliğin olmadığı ve titrasyon asitliği değerlerinin, işlem görmemiş portakal sularına göre azaldığı, buna karşılık pH değerinin arttığı da tespit edilmiştir. Acılığı giderilmiş portakal sularının HMF içeriğinin de azaldığı ve Seplite LSF904 (Sunresin) reçinesi kullanılarak elde edilen acılığı giderilmiş portakal sularında bu azalmanın çok daha fazla olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Portakal, Acılık, Reçine, Limonin, Hesperidin, Naringin, Acılık giderme

ABSTRACT

DEBITTERING OF WASHINGTON NAVAL AND VALENCIA ORANGE JUICES BY ADSORPTION RESINS AND EFFECTS ON THE PRODUCT QUALITY

İsmet MISIR

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman Kola

June 2020, 96 pages

The purpose of this thesis was to remove compounds contributing to the bitterness of Washington navel and Valencia orange juices by using adsorption resins. The performances of Seplite LSF904 (Sunresin) and Alimentech P-945 (Bucher) resins on debittering of orange juices were first determined. The changes in the quality characteristics of the juices were then evaluated after debittering in an adsorption column with various flow rates (25 mL/min, 75 mL/min and 200 mL/min). The adsorption resins were found to be capable of removing limonin, naringin and hesperidin from Washington navel and Valencia orange juices. Alimentech P-945 (Bucher) resin removed higher amounts of limonin, naringin and hesperidin than Seplite LSF904 (Sunresin) at the lowest flow rate (25 mL/min). The amounts of citric, malic and ascorbic acids in the orange juices were found to decrease during debittering depending on the resin type and flow rate of orange juices. Debittering however did not cause any significant change in the sugar contents of the orange juices. A decrease in titratable acidity hence an increase in pH values was observed. Debittering was also found to decrease hydroxymethyl furfural (HMF) contents of the orange juices. HMF levels in the orange juices debittered by Seplite LSF904 (Sunresin) were lower than those in the orange juices debittered by AlimentechP-945 (Bucher).

Keywords: *Orange, Bitterness, Resin, Limonine, Hesperidin, Naringin, Debittering*

*Tez çalışmamı Türkiye Cumhuriyeti'nin kurucusu
Ulu Önder Gazi Mustafa Kemal Atatürk'e ithaf ediyorum...*

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Osman KOLA'ya teşvik edici ve yönlendirici yaklaşımından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İlgi, sabır ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Ahmet Murat MISIR, Hatice GÖK, tüm yakınlarıma ve sevdiklerime,

Varlıkları ile daima maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemedi sunan eşim Şeyda ORBAY MISIR ve sevgili oğlum Mustafa Yaser MISIR teşekkürü bir borç bilirim.

İSMET MISIR

Haziran 2020

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	x
KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Narenciye Çeşitleri ve Kökeni.....	3
2.2. Dünya Ticaretinde Portakalın Yeri ve Önemi	4
2.3. Portakalın Yapısı ve Kısımları	8
2.4. Portakal Suyu Üretimi ve Kalite Özellikleri.....	9
2.4.1. Portakal Suyu Üretimi.....	10
2.4.2. Portakal Suyunun Kalite Özellikleri	15
2.4.3. Portakal Suyunun Sağlık Üzerine Etkisi.....	22
2.5. Portakal Suyunda Acılık Giderme	23
3. MATERYAL VE METOT	28
3.1. Materyal.....	28
3.2. Metot.....	30
3.2.1. Portakal Suyu Üretimi ve Acılık Giderme İşlemleri.....	30
3.2.2. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Portakal Sularında Yapılan Analizler	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	48
4.1. Acılık Giderme İşleminin Portakal Sularının Limonin, Naringin ve Hesperidin İçerikleri Üzerine Etkisi.....	48
4.1.1. Acılık Giderme İşleminin Washington Navel Portakal Sularının Limonin, Naringin ve Hesperidin İçerikleri Üzerine Etkisi	48
4.1.2. Acılık Giderme İşleminin Valensiya Portakal Sularının Limonin, Naringin ve Hesperidin İçerikleri Üzerine Etkisi	51

4.2. Acılık Giderme İşleminin Portakal Sularının Genel Özellikleri Üzerine Etkisi	55
4.2.1. Acılık Giderme İşleminin Washington Navel Portakal Sularının Genel Özellikleri Üzerine Etkisi	55
4.2.2. Acılık Giderme İşleminin Valensiya Portakal Sularının Genel Özellikleri Üzerine Etkisi.....	58
4.3. Acılık Giderme İşleminin Portakal Suyunun Şeker İçeriği Üzerine Etkisi	63
4.3.1. Acılık Giderme İşleminin Washington Navel Portakal Sularının Şeker İçeriği Üzerine Etkisi.....	63
4.3.2. Acılık Giderme İşleminin Valensiya Portakal Suyunun Şeker İçeriği Üzerine Etkisi.....	65
4.4. Acılık Giderme İşleminin Portakal Suyunun Organik Asit İçeriği Üzerine Etkisi	66
4.4.1. Acılık Giderme İşleminin Washington Navel Portakal Sularının Organik Asit İçeriği Üzerine Etkisi	67
4.4.2. Acılık Giderme İşleminin Valensiya Portakal Sularının Organik Asit İçeriği Üzerine Etkisi.....	70
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	75
KAYNAKLAR.....	77
EKLER.....	81
ÖZGEÇMİŞ.....	96

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Türlerine Göre 2018 Yılı Dünya Narenciye Üretimi	3
Şekil 2.2. Dünya Üzerinde Portakal Yetiştiriciliği Yapılan Başlıca Bölgeler.....	5
Şekil 2.3. 2013-2014 Narenciye Sezonunda Dünya Narenciye, Portakal ve İşlenmiş Portakal Üretimi.....	6
Şekil 2.4. Dünya Portakal Suyu Üretiminin Yapıldığı Ülkeler ve Dağılımı (2014-2015).....	7
Şekil 2.5. Portakalın Yapısı ve Kısımları.....	9
Şekil 2.6. Portakal Suyu Üretim Aşamaları.....	10
Şekil 2.7. Portakal Suyu Üretim Akış Şeması (Tetra Pak Processing Systems AB).....	11
Şekil 2.8. Rayba Tipi (reamer type) Portakal Suyu Ekstraktörleri.....	12
Şekil 2.9. Sıkacak Tipi (squeezer type, FMC/JBT) Portakal Suyu Ekstraktörleri.....	12
Şekil 2.10. Indelicato/Polycitrus Yağ Ayırma Raspa Ünitesi.....	14
Şekil 2.11. Indelicato/Polycitrus Ekstraksiyon Ünitesi.....	14
Şekil 2.12. Limoninin Yapısı.....	21
Şekil 3.1. Denemelerde Kullanılan Washington navel (A) ve Valensiya (B) Portakal Çeşitleri.....	28
Şekil 3.2. Portex Marka Manuel Narenciye Sıkacağı.....	29
Şekil 3.3. Shimadzu LC-20AT HPLC Model Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi.....	29
Şekil 3.4. Portakal Suyu Konsantresi Üretim Akış Şeması.....	31
Şekil 3.5. Acılık Giderme İşlemlerinde Kullanılan Sistem ve Kısımları.....	32
Şekil 3.6. Acılık Giderme İşlemlerinde Akış Hızı Kontrolü.....	33
Şekil 3.7. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Portakal Sularının Muhafazası.....	34
Şekil 3.8. Acılık Giderme İşlemlerinde Kullanılan Reçinelerin Rejenerasyonu İşlemi..	34
Şekil 3.9. Şeker içeriğine ait standart çözeltilerin HPLC kromatogramı.....	43
Şekil 3.10. ATAGO Marka RX-5000α Model Otomatik Dijital Refraktometre.....	43
Şekil 3.11. WTW inoLab pH Metre.....	44
Şekil 3.12. Renk Ölçümünde Kullanılan USDA Standart Renk Tüpleri.....	45
Şekil 4.1. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının	

	Limonin İçeriklerindeki Değişim.....	49
Şekil 4.2.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Naringin İçeriklerindeki Değişim.....	49
Şekil 4.3.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Hesperidin İçeriklerindeki Değişim.....	50
Şekil 4.4.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Limonin İçeriklerindeki Değişim.....	52
Şekil 4.5.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Naringin İçeriklerindeki Değişim.....	53
Şekil 4.6.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Hesperidin İçeriklerindeki Değişim.....	53
Şekil 4.7.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının SÇKM Değerlerindeki Değişim.....	56
Şekil 4.8.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Titrasyon Asitliği ve pH Değerlerindeki Değişim.....	56
Şekil 4.9.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının SÇKM Değerlerindeki Değişim.....	59
Şekil 4.10.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Titrasyon Asitliği ve pH Değerlerindeki Değişim.....	60
Şekil 4.11.	Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Şeker İçeriklerine Ait HPLC Kromatogramı.....	63
Şekil 4.12.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Şeker İçeriklerindeki Değişim.....	64
Şekil 4.13.	Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Şeker İçeriklerine Ait HPLC Kromatogramı.....	65
Şekil 4.14.	Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Şeker İçeriklerindeki Değişim.....	66
Şekil 4.15.	Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Organik Asit İçeriklerine Ait HPLC Kromatogramı.....	68
Şekil 4.16.	Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Organik Asit İçeriklerindeki Değişim.....	68
Şekil 4.17.	Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Organik Asit İçeriklerine Ait HPLC Kromatogramı.....	71

Şekil 4.18. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Organik Asit İçeriklerindeki Değişim.....	71
---	----



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. Dünya Narenciye Meyve Üretimi (2017-2018).....	3
Tablo 2.2. Türkiye Narenciye Üretimi (2017-2018).....	8
Tablo 2.3. Portakal Suyunun Yaklaşık Besin İçeriği (100g yenilebilir kısım üzerinden)	22
Tablo 3.1. USDA Renk Tüpleri (OJ1-OJ6) Standartları.....	45
Tablo 4.1. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Acılık Bileşenleri ve Miktarları.....	48
Tablo 4.2. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Acılık Bileşenleri ve Miktarları.....	52
Tablo 4.3. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Genel Özellikleri.....	55
Tablo 4.4. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Genel Özellikleri.....	59
Tablo 4.5. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Şeker İçerikleri.....	63
Tablo 4.6. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Şeker İçerikleri.....	65
Tablo 4.7. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Organik Asit İçerikleri.....	67
Tablo 4.8. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Organik Asit İçerikleri.....	70

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
PPM	: mg/kg ya mg/L
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
JBT	: John Bean Technologies Corporation
IFU	: International Fruit and Vegetable Juice Association



1. GİRİŞ

Ülkemizde en fazla tüketilen meyve sularının başında portakal suyu gelmektedir. Ancak, portakallar daha çok sofralık tüketim amacıyla tercih edilmekte, bu sebeple taze meyve suyu sektöründe arz veya ihracat fazlası ürünlerin yanı sıra iç piyasadaki 1. kalite ürünlerin dışında kalan Washington navel portakalları meyve suyu endüstrisinde kullanılmaktadır. Özellikle narenciye'nin anavatanı olan Florida ve Brezilya gibi dünya meyve suyu sektörünü yönlendiren ve portakal suyu konsantresi üretiminde önde gelen bölgelerde endüstriyel çeşit olarak Valensiya portakalı kullanılmaktadır.

Washington navel portakalındaki gecikmiş acılığına sebep olan limonin ve diğer acılık etkenleri sebebiyle, endüstriyel düzeyde portakal suyu üretiminde gecikmiş acılık değerleri, tüketici tadım kabul kriterlerinin üzerine çıkmaktadır. Bu nedenle, Ülkemizde %100 portakal suyu üretiminde Washington navel portakalı kullanılamamakta ya da kısıtlı miktarlarda şeker, su ve portakal konsantresi karışımı ile elde edilen portakal nektarlarının ya da karışık meyve nektarlarının üretiminde kullanılmaktadır. Bu nedenle, günümüzde hem verim hem de tat açısından Washington navel portakalı yerine endüstriyel üretim sırasında çok daha düşük acılık etkenlerine sahip olan Valensiya portakalı tercih edilmektedir. Ancak, ülkemizde yetiştirilen Valensiya portakal miktarı çok daha düşüktür. Bu durumda Washington navel portakallarından üretilen portakal sularında acılık sorunu kendisini göstermektedir.

Ülkemizde daha çok sofralık olarak üretilen ve üretim miktarı Valensiya'ya göre çok daha fazla olan Washington navel portakal suyunun tüketici tarafından tercih edilebilmesi ve kabul edilebilirliğinin artırılması için limonin ve diğer acılık etkenlerinin portakal suyundan uzaklaştırılması ülkemizin rekabet gücünü de artıracaktır. Washington navel portakallarında acılığa sebep olan Limonin miktarının azaltılması amacıyla bir çok yöntem bulunmakla birlikte, kullanılan yöntemlerin başında hem ticarileşmiş hem de en iyi sonucu verdiği bilinen adsorbsiyon reçine yöntemi kullanılmaktadır.

Washington navel ve Valensiya portakal sularında acılık bileşenlerinin azaltılması amacıyla adsorbent reçine sisteminin kullanıldığı bu çalışmada; acılık giderme işlemlerinde kullanılan "Seplite LSF904" (Sunresin) ve "Alimentech P-495" (Bucher) reçinelerinin etkinlikleri belirlenmiş ve farklı akış hızlarında acılık giderme sisteminden geçirilen portakal sularının

kalite özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Acılık giderme işlemi ile Washington navel ve Valensiya portakal sularında limonin, naringin ve hesperidinin uzaklaştırılması sağlanmış ve portakal sularındaki miktarları belirlenmiştir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

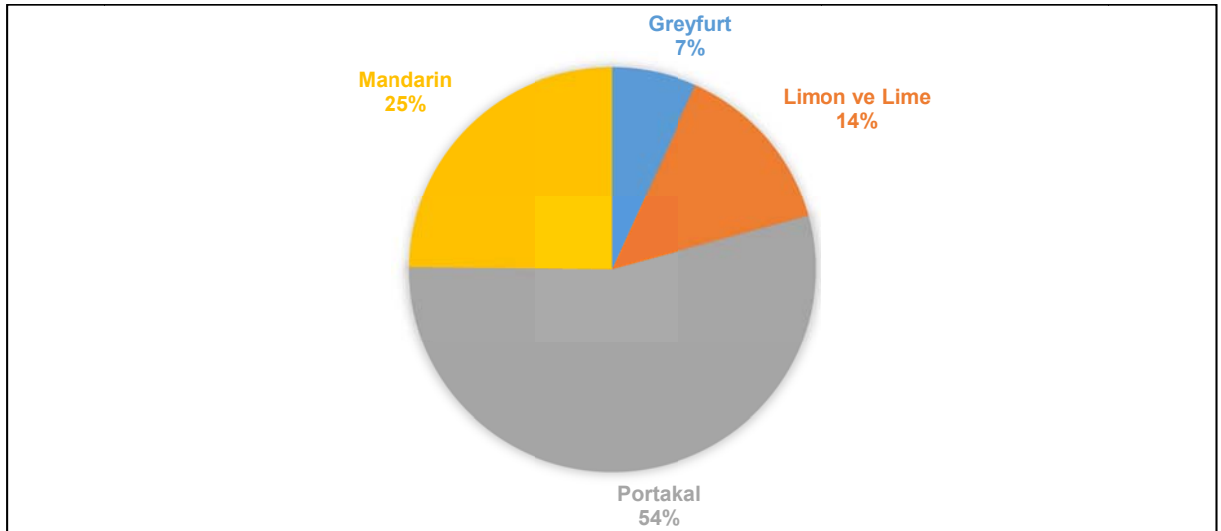
2.1. Narenciye Çeşitleri ve Kökeni

Tüm narenciye çeşitleri gibi, portakal ağacının kökeni de Asya'nın tropik bölgeleridir ve portakal dünyanın en popüler meyvelerinden birisidir. Portakal ile ilgili ilk bilgiler MÖ 2200 yılına dayanan eski bir Çin el yazmasında belirtilmiştir. Arap ticaret yollarının gelişimi, İslamiyet'in yayılması ve Roma İmparatorluğu'nun genişlemesi ile portakal yetiştiriciliği dünyanın her tarafına yayılmıştır (Tetra-Pak, 2020).

FAO'nun 2018 yılı verilerine göre; Tablo 2.1. ve Şekil 2.1.'den de görülebileceği gibi, dünya narenciye üretimi toplam 138.5 bin tondur ve 75.4 bin ton ile portakal (%54) birinci sırada yer alırken bunu sırasıyla 34.9 bin ton (%24.82) ile mandalina, 19.38 bin ton (%13.98) ile limon ve 9.37 bin ton (%6.77) ile greyfurt (altıntop) izlemektedir (FAO, 2020).

Tablo 2.1. Dünya Narenciye Meyve Üretimi (2017-2018) (FAO, 2020)

Narenciye Çeşidi	Miktar	
	ton	%
Greyfurt	9.374.739	6,77
Limon	19.368.838	13.98
Portakal	75.413.374	54.43
Mandalina	34.393.430	24.82
Toplam Üretim	138.550.381	



Şekil 2.1. Türlerine Göre 2018 Yılı Dünya Narenciye Üretimi (FAO, 2020)

Portakal suyu ve ürünlerinin üretiminde beş meyve grubu ticari öneme sahiptir (Tetra-Pak, 2004, 2020):

- Çin portakalı; *Citrus sinensis* olarak da bilinen tatlı portakal
- Seville portakalı; *Citrus aurantium* olarak da bilinen ekşi veya acı portakal (turunç)
- Mandalina, Mandarin ve tangerin çeşitleri,
- *Citrus reticulata*
- Tangerinler ve tatlı portakallardan elde edilen hibrit portakal çeşitleri (tangorlar).

Bunlardan, *Citrus sinensis* olarak da bilinen tatlı portakallar en önemli narenciye türüdür. Dünya meyve suyu sektöründe, sadece tatlı portakal çeşitleri (*Citrus sinensis*) portakal suyu üretiminde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, mandalina kelimesi genellikle ortak tür adı olarak (mandarin ve tangerin) da kullanılmaktadır.

2.2. Dünya Ticaretinde Portakalın Yeri ve Önemi

Taban suyu seviyesi 1.5-2 metrenin altında olan orta yapıdaki (killi-tınlı, kumlu-tınlı), zengin mineral içeriğine sahip, gevşek yapılı, havadar, su geçirgenliği iyi olan topraklar narenciye yetiştiriciliği için uygundur. Ayrıca, toprak pH'sının 5.5-6 arasında olması en idealidir. Anavatanı Çin, Güneydoğu Asya ve Hindistan olan narenciyeler genel olarak tropik ve subtropik iklim koşullarında yetişebilmekte, sıcaklığın -4 °C'nin altına düşmediği yörelerde de ticari anlamda yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Türktob, 2011).

Ekolojik koşullar, toprak yapısı, yetiştirme tekniği, kültürel uygulamalar, olgunluk düzeyi, işleme teknikleri, taşıma ve depolama koşulları gibi koşullar, üretilen narenciye kalitesi ve üretilen narenciye suyunun kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Örneğin, Valensiya portakal çeşidi dünyanın neresinde yetiştirildiğine bağlı olarak oldukça farklı özelliklere sahip olabilir. Dünya narenciye üretiminin yapıldığı alanlar içerisinde portakal yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlar Şekil 2.2.'de görülmektedir (Tetra-Pak, 2020).

FAO'nun 2018 yılı verilerine göre dünya portakal üretimi 75.4 bin ton (%54)'dur. Toplam üretim miktarının yaklaşık üçte biri endüstriyel düzeyde işlenmekte ve geri kalan portakallar ise genellikle taze meyve olarak sofralık olarak tüketilmektedir. Narenciye yetiştiricileri sofralık olarak portakal satışından daha çok gelir elde ettiği için endüstriyel portakal çeşidi

yetiştiriciliğinden uzak kalmaktadır. Bu nedenle, bazı ülkelerde bir yıldan diğer yıla göre işlenen narenciye miktarında önemli değişiklikler görülebilmektedir (FAO, 2020).



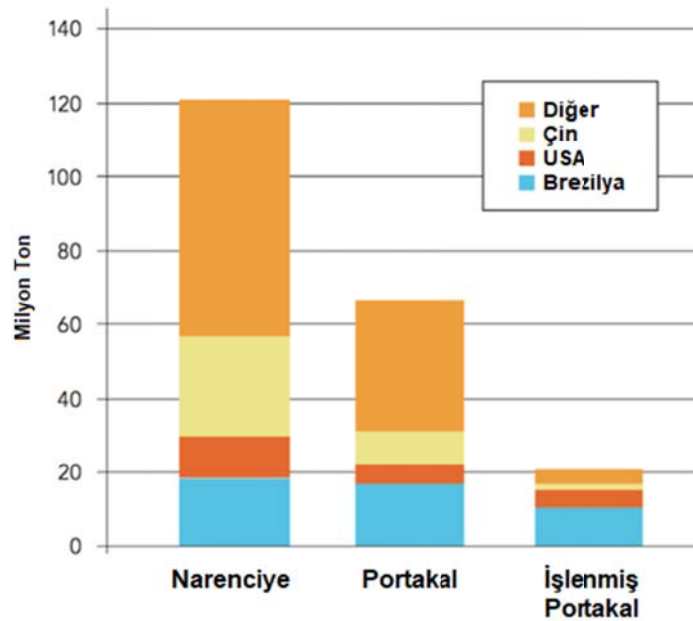
şekil 2.2. Dünya zerinde Portakal Yetiştiriciliği Yapılan Başlıca Bölgeler (Tetra-Pak, 2020)

ABD (zellikle Florida bölgesi) ve Brezilya dünyanın en büyük narenciye suyu reteci ülkeleridir. Bu ülkelerde derimi yapılan özellikle portakalların çoğu işlenmektedir. Çünkü bu bölgelerde yetiştiriciliği yapılan narenciye eşitleri daha çok endüstriyel narenciye çeşitleridir ve sofralık olarak yetiştirilmemektedir (Tetra-Pak, 2004).

Narenciye yetiştiriciliğinin artması ve yeni narenciye bahçelerinin kurulması ile birlikte, dünya portakal üretimi 2000’li yılların başlarında özellikle Florida, Brezilya ve Çin’de artış göstermiştir. Dikim programlarının iyileştirilmesi, yetiştirme teknikleri ve portakal yetiştiricilerine verilen destekler sayesinde portakal üretiminin narenciye yetiştiriciliğinin yapıldığı diğer bölgelerde daha da artması beklenmektedir. Bununla birlikte, don ve fırtına gibi istenmeyen iklim etkileri yansıra meyve ağacı ve meyvedeki hastalıklar-zararlılar yetiştirilen narenciye miktarının azalmasına ve dolayısıyla meyve suyu veriminin de önemli ölçüde sebep olmaktadır. Son yıllarda, özellikle 2010 yılından sonra, bu sebeple dünya portakal üretiminde kayda değer dalgalanmalar görülmüştür (Tetra-Pak, 2020).

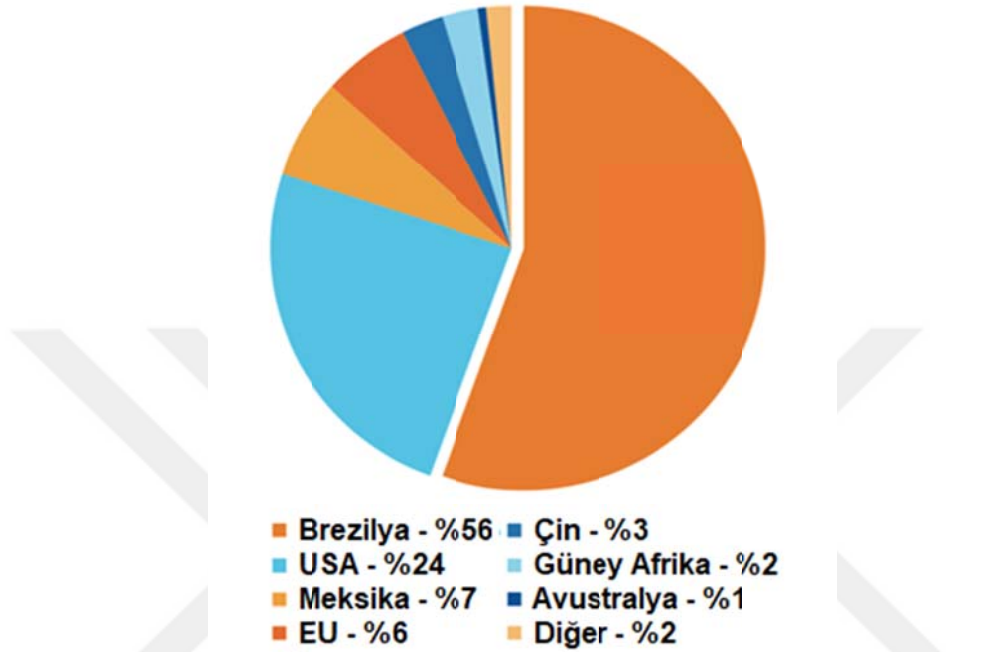
Narenciye'nin endüstriyel düzeyde ticari olarak yetiştirilmesi ve alternatif sektörlerde kullanılmaya başlanması ilk kez 1920'lerde Florida 'da gerçekleştirilmiş ve 1940'de de dondurulmuş portakal konsantresi üretilerek ev tüketimine uygun hale getirilmiştir. Böylelikle, portakal suyu tüketimi hızla artmış ve portakal yetiştiriciliği ve işleme kapasitesi hızla büyümüştür. 1960-1980 yılları arasında şiddetli don koşulları sebebiyle portakal üretiminde dalgalanma meydana gelmiş ve üretimin garanti altına alınması amacıyla Brezilya'da da narenciye bahçeleri kurulmuştur. Brezilya'da portakal konsantresi üretmek amacıyla 1960'ların başında ABD şirketleri tarafından işleme tesisleri kurulmuştur (Tetra-Pak, 2004, 2020).

Sonraki yıllarda, Çin yeni narenciye bahçelerinin kurulması ile narenciye üretiminde en hızlı büyümeyi göstermiş ve günümüzde dünyanın en büyük üreticisi konumuna gelmiştir. Taze meyve tüketiminde mandalina, narenciye ürünleri arasında kolay soyulabilmesi sebebi ile en çok tercih edilen çeşittir. Çin'deki portakalların çoğu taze olarak tüketilmekte, sadece az miktarda meyve işlenmektedir. Akdeniz bölgesi, yüksek kaliteli meyve yetiştirmek için önemli bir bölgedir. Akdeniz bölgesinde, İspanya hariç, taze meyve olarak sofralık tüketim arttıkça narenciye suyu üretimi giderek azalmaktadır. Şekil 2.3.'de de 2013-2014 narenciye sezonunda dünya narenciye, portakal ve işlenmiş portakal üretimi görülmektedir (Tetra-Pak, 2020).



Şekil 2.3. 2013-2014 Narenciye Sezonunda Dünya Narenciye, Portakal ve İşlenmiş Portakal Üretimi (FAO, 2020)

Brezilya ve ABD, dünya portakal yetiştiriciliğinin üçte birini, dünya portakal suyu üretiminin ise yaklaşık %80'ini (10 milyar litre/yıl) sağlamaktadır. Dünya portakal suyu ihracatında ise Brezilya hakimdir. ABD'nin ihracatı, üretilen portakal suyunun daha çok iç pazarda tüketilmesi ve kullanılması nedeniyle oldukça azdır (Şekil 2.4.) (FAO, 2020).



Şekil 2.4. Dünya Portakal Suyu Üretimini Yaptığı Ülkeler ve Dağılımı (2014-2015)
(FAS-USDA, 2020)

Akdeniz Bölgesi'nde portakal yetiştiriciliğinin yapıldığı en önemli ülkeler İspanya, Mısır, İtalya, Türkiye, Fas, Yunanistan, Suriye ve Tunus'tur. Bu bölgede yaklaşık 13 milyon ton portakal yetiştirilmekte ve dünya portakal üretiminin yaklaşık %20'si sağlanmaktadır (Tetra-Pak, 2020).

Akdeniz bölgesinde yetiştirilen portakallar öncelikle taze meyve pazarı için hem yurtiçi hem de Avrupa ülkelerine ihracat için yetiştirilmektedir. Üretilen portakalların sadece %10-15'i işlenmektedir. Akdeniz bölgesinde mandalina üretimi ise yaklaşık 6.5 milyon ton olup, dünya mandalina üretiminin %20'si sağlanmaktadır (Tetra-Pak, 2020).

Ülkemiz portakal üretimi 1.9 milyon ton ile narenciye çeşitleri arasında yaklaşık %38.78'lik bir paya sahiptir ve bunu sırasıyla mandalina (%33.67), limon (%22.45) ve greyfurt (%5.10) takip etmektedir (Tablo 2.2.) (FAO, 2020).

Tablo 2.2. Türkiye Narenciye Üretimi (2017-2018) (FAO, 2020)

Narenciye Çeşidi	Miktar	
	ton	%
Greyfurt	250.000	5.10
Limon	1.100.000	22.45
Portakal	1.900.000	38.78
Mandalina	1.650.000	33.67
Toplam Üretim	4.900.000	

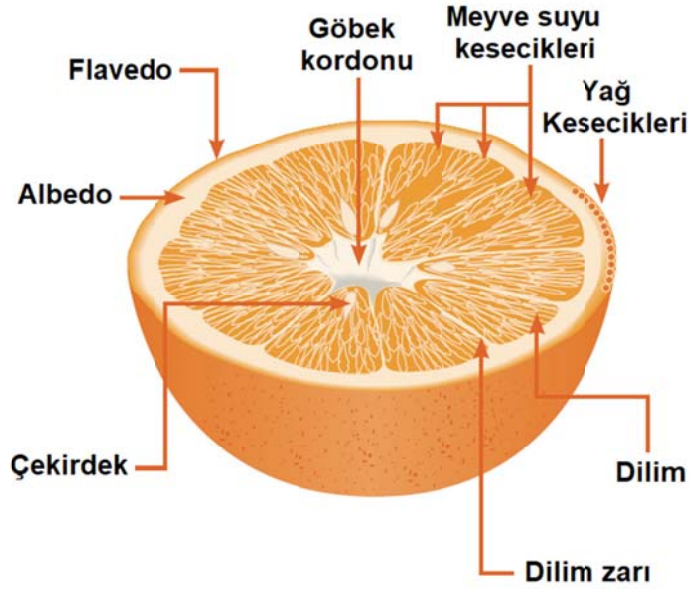
2.3. Portakalın Yapısı ve Kısımları

Portakal mevsimlik bir meyvedir ve yetiştiği mevsime bağlı olarak farklı dönemlerde olgunlaşabilen portakal çeşitleri yetiştirilerek üretimin tüm mevsime yayılması sağlanmaktadır. Böylelikle narenciyenin yetiştirildiği bölgelerde derim zamanının uzatılması ve işleme ekipmanının daha fazla kullanılması sağlanır (Tetra-Pak, 2004, 2020).

Portakal suyu üretiminin ve tedarikinin yıl boyunca yapılabilmesi amacıyla, üretilen portakal suyunun çoğu konsantre halinde dondurulmuş olarak depolanır. Bu ürüne, dondurulmuş konsantre portakal suyu veya endüstride bahsedildiği gibi FCOJ (frozen concentrated orange juice) adı verilmektedir. Taze ya da içime hazır portakal suyuna (RTD, ready to drink) göre dondurulmuş konsantre portakal suyu, depolama ve nakliye açısından 5-6 kat daha az hacim kaplamaktadır. Bu nedenle, konsantre edilmemiş meyve suyu (NFC, not from concentrate) gibi ürünlerin uzun mesafelerdeki nakliye maliyetleri önemli ölçüde daha yüksektir (Tetra-Pak, 2020).

Portakal, yapı itibarıyla mumsu bir yüzeye sahip kabukla korunan bir meyve suyu kesesi topu şeklindedir (Şekil 2.5.). Kabuk yapısı, flavedo adı verilen ince ve renkli bir dış katman yanı sıra albedo adı verilen daha kalın ve lifli bir iç katmandan oluşur. Flavedo tabakasında karotenoidler adı verilen turuncu renkli bileşenler meyveye karakteristik rengini verir. Flavedoda bulunan kabuk yağı içeren kesecikler, portakalın kendine özgü tat ve aromasına katkıda bulunur. Beyaz renkli ve süngerimsi yapıdaki albedo tabakası, işleme teknolojisine bağlı olarak, üretilen portakal suyunun kalitesine olumsuz etkileri bulunan bazı bileşenleri içermektedir. Bu bileşenler arasında flavonoidler, d-limonen, limonin ve pektin bulunmaktadır (Tetra-Pak, 2004).

Meyvenin yenilebilir kısmı endokarp olarak bilinir. Bu kısım, merkezde yer alan göbek kordonunun yanısıra çekirdek, segmentler (dilimler), segment duvarlarından (dilim zarları) oluşur. Segmentler, birbirlerine mumsu bir tabaka ile bağlanmış meyve suyu keseciklerinden meydana gelmektedir. Çekirdekler ise segmentlerin içinde bulunmaktadır (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Portakalın Yapısı ve Kısımları (Tetra-Pak, 2020)

Portakal suyu keseciklerinde, meyve suyunun yanısıra yağ ve lipit damlacıkları da bulunur. Meyve suyu; şekerler, organik asitler, vitaminler, mineraller, pektik maddeler ve renk bileşenleri gibi diğer birçok bileşenden meydana gelmektedir.

Portakal suyunun ekstraksiyonundan sonra, parçalanmış meyve suyu kesecikleri ve segment duvarları pulp halinde geri kazanılır. Bu parçacıklar büyük olduğunda meyve suyu yüzeyine yükselirler ve bunlar yüzen pulp olarak adlandırılırlar. Portakal suyunun dibinde ise yavaş yavaş biriken çok ince parçacıklara ve asılı katılara çöken pulp denmektedir.

2.4. Portakal Suyu Üretimi ve Kalite Özellikleri

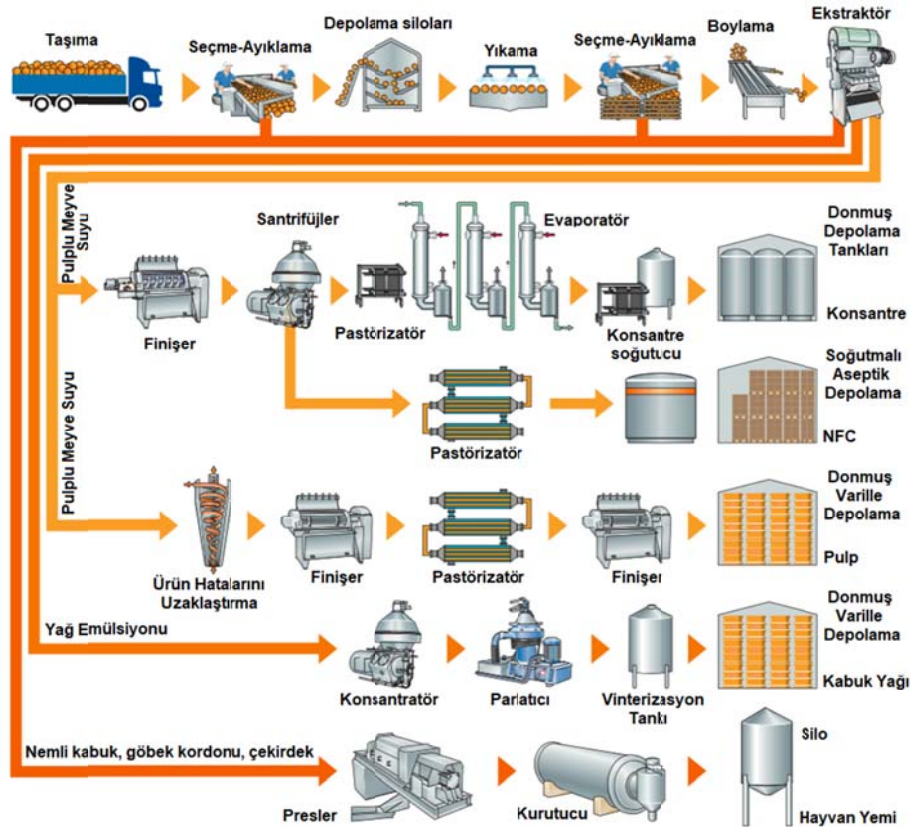
Yüksek kalitede meyve suyu üretiminde işleme tesislerini tasarlamak ve işletmek için portakal suyunun özelliklerini iyi anlamak gerekir. Taze meyvenin özellikleri ve kullanılan işleme tekniği (meyve suyu ekstraksiyonu, pastörizasyon vb.) elde edilen son ürünün kalitesini doğrudan etkiler. Portakal suyunun pastörize edilmesi, istenen raf ömrünü elde etmek için

gereklidir. Ancak ısıtıl işlem koşulları istenmeyen kalite bozulmasını en aza indirecek şekilde tasarlanmalıdır (Tetra-Pak, 2004, 2020).

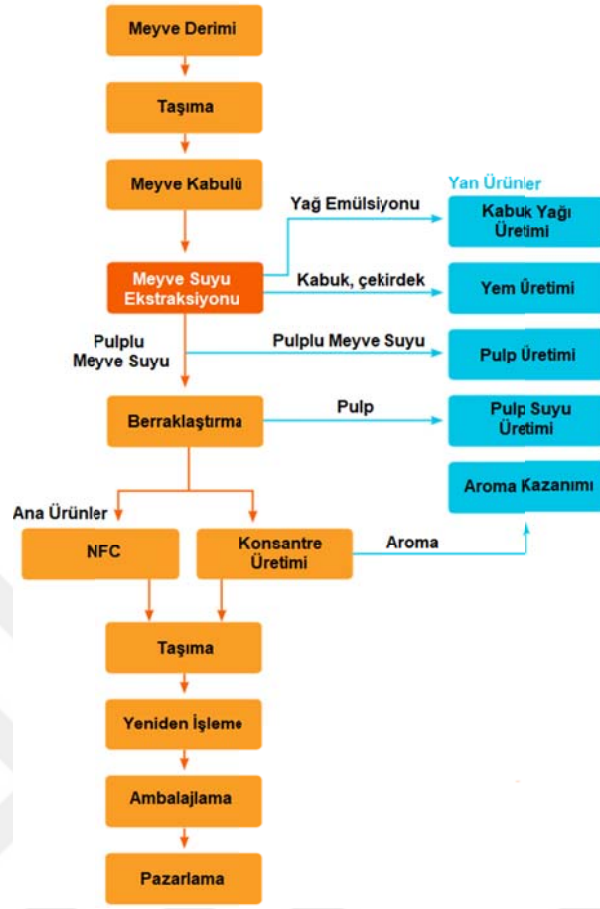
2.4.1. Portakal Suyu Üretimi

Portakal suyu karmaşık bir üründür. Portakal suyunun işlenmesi ve paketlenmesi için portakal suyunun temel doğal yapısı ve özelliklerinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Aslında, bu bilgi, meyve suyu işleme sırasında yüksek ürün kalitesinin korunmasını sağlamak için vazgeçilmezdir. Meyve suyu üretiminde kullanılan portakalın özellikleri, son ürün olan portakal suyunun kalitesi için en önemli kriterdir. Portakalın çeşidine, derim zamanına, mevsime ve yetiştirildiği bölgeye göre lezzeti, C vitamini içeriği ve renginde önemli ölçüde farklılıklar görülmektedir (Tetra-Pak, 2020).

Portakal suyu işleme tesisleri meyvenin yetiştirildiği alanların yakınında bulunmaktadır. Portakal, hasattan sonra mümkün olan en kısa sürede işlenmelidir, çünkü narenciye yetiştirme alanlarında yüksek sıcaklıklarda meyve hızla bozulur. Portakal suyu üretim aşamaları Şekil 2.6.'da, üretim akış şeması da Şekil 2.7'de görülmektedir.



Şekil 2.6. Portakal Suyu Üretim Aşamaları (Tetra-Pak, 2020)



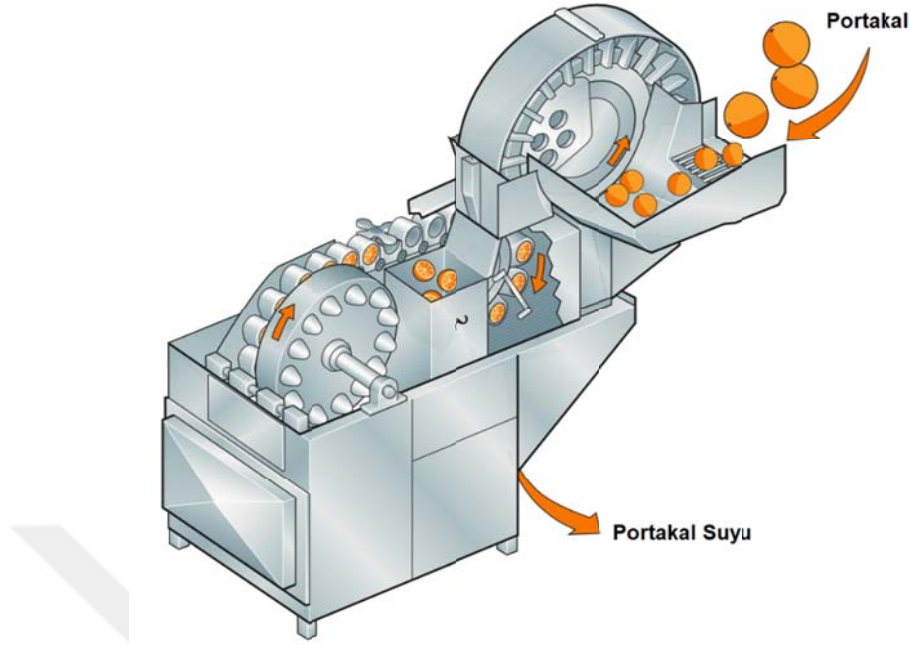
Şekil 2.7. Portakal Suyu Üretim Akış Şeması (Tetra Pak Processing Systems AB) (Tetra-Pak, 2020)

Portakal suyu işleme tesislerinde iki tip ekstraktör kullanılmaktadır (Tetra-Pak, 2020). Bunlar (Şekil 2.8., 2.9.);

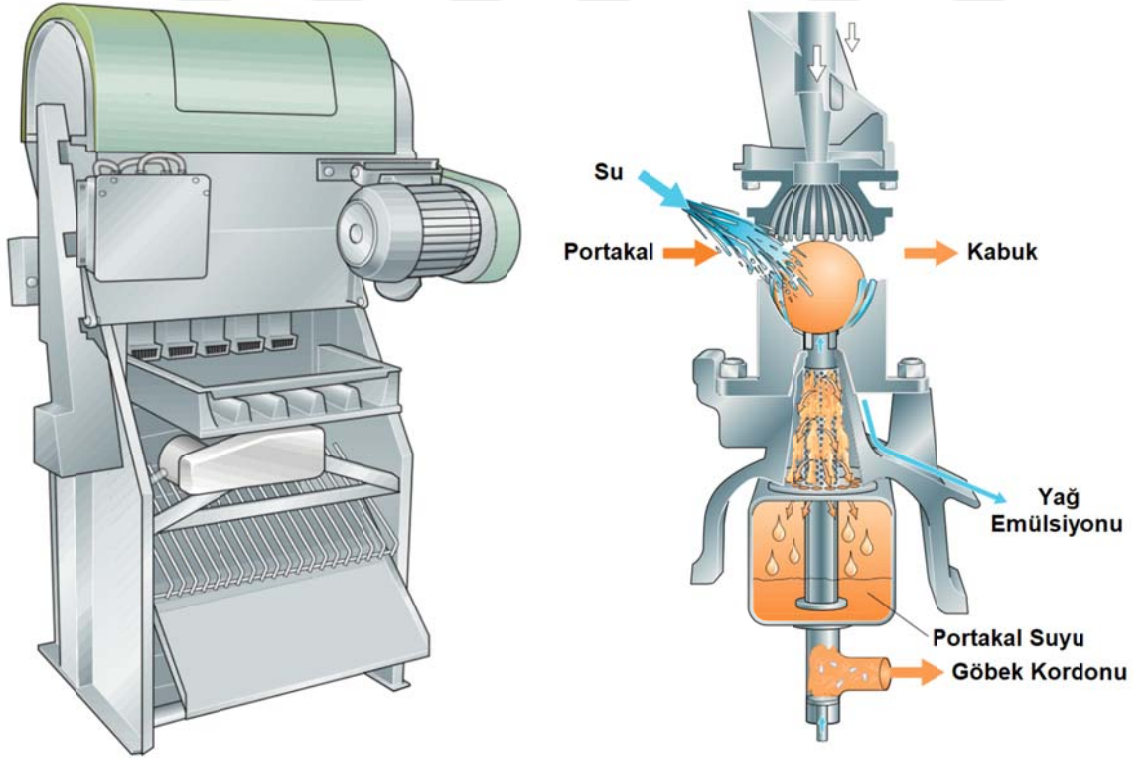
1. Sıkacak tipi (squeezer type) - JBT (eski adıyla FMC)
2. Rayba tipi (reamer type) - Brown

Rayba tipi ekstraksiyon sistemi (reamer type); portakal suyu, yağı ve kabuğunun mükemmel şekilde ayrılmasını sağlar. Şekilleri düzgün ve belirli olgunluğa sahip portakallardan meyve suyu üretiminde oldukça etkili sistemlerdir. Genellikle NFC portakal sularının üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünya genelinde daha yaygın olarak kullanılan sıkma tipi ekstraktörler (squeezer type) meyve boyutuna ve şekline daha az duyarlıdır. Ancak, rayba tipine göre portakal suyunda kabuk yağ içeriği ve pulp oranı daha yüksektir.



Şekil 2.8. Rayba Tipi (reamer type) Portakal Suyu Ekstraktörleri (Tetra-Pak, 2020)



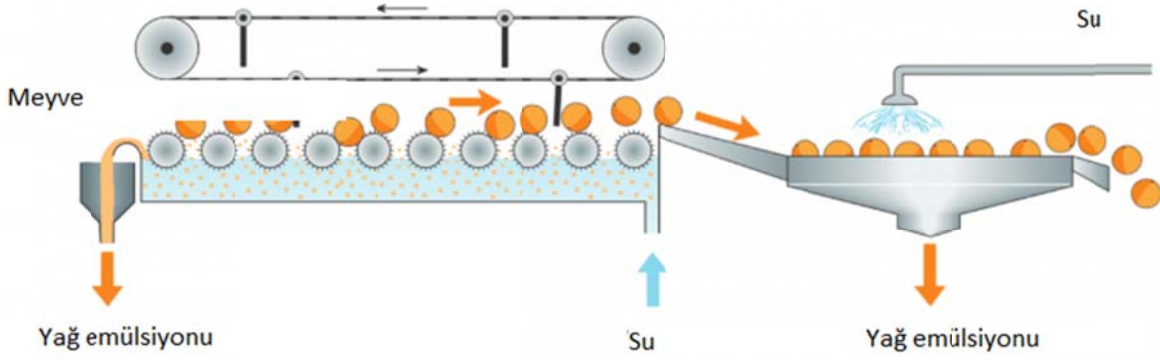
Şekil 2.9. Sıkacak Tipi (sequeezer type, FMC/JBT) Portakal Suyu Ekstraktörleri (Tetra-Pak, 2020)

Rayba tipi ekstraktörler, tipik bir manuel narenciye sıkacağı prensibine dayanmaktadır. Rayba tipi ekstraktörler birkaç hattan oluşur ve her bir hata beslenen portakalın boyutuna uyacak şekilde hazneler ayarlanır. Bu sistemde; meyve olgunluğuna, büyüklüğüne ve kalitesine göre uygulanan basınç ve dönme hızı ayarlanabildiğinden daha yüksek kalitede portakal suyu üretebilmektedir. Daha sonra bir kaba bir filtre yardımıyla portakal suyundan çekirdek ve posa kısmı ayrılmaktadır. Çalışma prensibi olarak; portakallar ikiye ayırdıktan sonra, portakallar yuva ile sıkıcı kafa arasında dönerken meyvenin içine doğru girerek basınç uygular ve portakal suyunun ekstraksiyonu sağlanır.

Teknolojik olarak her bir FMC ekstraktör öncesi proses hattında meyve boylama makinası olup yıkama ve seçme bantlarından gelen meyveler her bir ekstraktör boyuna göre boylanarak makinalara beslenir her bir portakal basket potası benzeri kafalara meyveleri tek tek atar ki burada hem meyve suyu verimliliği hem meyve suyuna acılık maddelerinin geçişi etkisi sebebiyle her bir kafaya boyutuna göre meyve beslenmelidir. Şekil 3.5.'te görüldüğü üzere sıkım ünitesi iki ana parçadan oluşmaktadır. Bunlarda üst kafa hareketli iken alt kafa sabittir, potaya gelen meyvelerden üst kafa aşağı doğru hareket ederek üst bıçak meyveye girer baskı ile alt bıçakta alt kısmı patlatır, kafalardaki döküm parmak çubuklar meyveyi dışardan içeriye doğru baskılar, meyve suyu tüp filtre içine doğru hareket ederken ekstraktör gövdesinden kabuklar atık helezonlarına geçer, filtre içinde biriken meyve suyu aşağıdan yukarı doğru hareket eden pres tüpü ile sıkıştırılarak meyve suyunun filtreden geçip meyve suyu haznesine dolmasını sağlar, filtreden geçemeyen tüm albode, zar, çekirdek vb. atık yolundan helezona transfer olur (Tetra-Pak, 2020).

Bu teknolojiye üretilen meyveler kabuktaki zirai ilaç kalıntısı ve kabuk yağı parçalarının geçmesi kısmen azaltılmış olup meyve suyu verimliliği mi ürün kalitesi mi o günkü beklentiye göre değişik gözenek çapında filtreler ve farklı çapta presleme tüpü kullanılarak ayarlanabilmektedir. Genel prensipte daha az baskı uygulanarak acılık maddelerinin kabuk tarafında kalması sağlanarak daha kaliteli meyve suları üretilmiş olur.

Bu ekstraktör tiplerinin yanısıra, diğer meyve türlerini işlemek için de kullanılabilen çok amaçlı bir makine olan ve Fratelli Indelicato firması tarafından üretilen döner pres tipi ekstraktörler (rotary press extractor - Fratelli Indelicato) de kullanılmaktadır (Şekil 2.10 ve Şekil 2.11.) (Indelicato, 2020).



Şekil 2.10. Indelicato/Polycitrus Yağ Ayırma Raspa Ünitesi (Tetra-Pak, 2020)



Şekil 2.11. Indelicato/Polycitrus Ekstraksiyon Ünitesi (Indelicato, 2020)

Indelicato ekstraktörlerde, portakallar önce raspa adı verilen kısmi rendeleme aşamasından geçerek kabuktaki kabuk yağı kesecikleri patlatılır ve portakalın preslenmesi sırasında meyve suyuna acılığın geçmesi kısmen engellenir. Döner preslere giren portakallar sürekli olarak ortadan ikiye sabit bir bıçak yardımıyla kesilir ve biri sabit diğer dönebilen yapıdaki raspa yüzeyli silindirler arasında sıkıştırılarak portakal suyu ekstrakte edilir. Indelicato ekstraktörler, kapasitesi yüksek ve daha az yatırım gerektirdikleri için özellikle Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak kullanılmaktadır (Indelicato, 2020).

2.4.2. Portakal Suyunun Kalite Özellikleri

Genel olarak gıda ürünleri için kalite kişinin duygu, düşünce ve sezgilerine dayanan yani, kişiye göre değişiklik gösteren bir kavramdır ve tüketici, iyi kaliteyi neyin oluşturduğunun nihai belirleyicisidir. Aynı şey portakal suyu için de geçerlidir. Tüketiciler açısından portakal suyunda başlıca 3 kalite kriteri vardır (Tetra-Pak, 2004, 2020). Bunlar:

1. Lezzet
2. Ağız dolgunluğu
3. Renk

Portakal suyu için önemli kalite parametreleri ise şunlardır:

- Şeker içeriği (SÇKM, °briks)
- Asit içeriği
- Tat dengesi (°briksin aside oranı)
- Bulanıklık
- Pulp
- Lezzet
- Yağ içeriği
- Renk
- Kusurlar

Lezzet hariç tüm parametreler için anlamlı ve güvenilir sonuçların elde edilebildiği standart analiz yöntemleri ile belirlenmiştir. Bu amaçla, Avrupa Meyve Suyu Birliği (AIJN; Ek-1) ve ABD'de, Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından portakal suyu için kalite standartları belirlenmiştir. Portakal suyu aroması sadece duyuusal yollarla, genellikle panelist grupları tarafından değerlendirilebilir.

2.4.2.1. Şeker ve Asitler

Portakal suyunun en önemli özellikleri şeker içeriği ve şekerin asit içeriğine oranı (ratio-tat dengesi)dir. Bu oran, meyve suyunda tatlılık ve asitlik arasındaki dengeyi gösterir. Meyve olgunlaştığında, şeker içeriği arttıkça ve asit içeriği azaldıkça oran artar. Şekerler esas olarak 2:1:1 oranında sakkaroz, glikoz ve früktozdan meydana gelmektedir. Meyve suyunun şeker içeriği genellikle °briks olarak ifade edilir. Ekstrakte edilmiş meyve sularında, şeker

konsantrasyonu tipik olarak erkenci çeşitler için 9 °briks ile mevsim sonunda hasat edilen geçici çeşitler için 12 °briks arasında değişir (Tetra-Pak, 2020).

Şekerlerden sonra asitler portakal suyunda suda çözünen kurumadde kısmını oluşturan en önemli bileşiklerdir. Portakal suları başlıca sitrik asit ve daha az miktarlarda malik asit içerirler. Asitlerin bazıları, portakal suyuna tamponlama kapasitesi veren tuzlar formundadır. Bu nedenle, asit içeriği büyük ölçüde değişebilse de, olgun portakallardan ekstrakte edilen meyve suyunun pH'sı genellikle 3.2-3.8 arasındadır (Tetra-Pak, 2020).

Tat Dengesi (Ratio): Şekerlerin aside oranı (briks/asit oranı) tat için çok önemlidir, çünkü tatlı ve ekşi arasındaki dengenin bir ölçüsüdür. Portakal meyvesi olgunlaştıkça asitliği azalır ve şeker içeriği artar. Bu nedenle briks/asit oranı da artmaktadır (Tetra-Pak, 2004, 2020).

Portakalların derimin de briks/asit oranına bakılarak hasattan önce meyvenin olgunluğuna karar verilir. Florida'daki portakallar için olgunluk standartları minimum 8.0 briks ve minimum briks/asit oranı 9 olması istenmektedir. Buna karşılık, tüketiciler ise 15 civarında bir briks oranını tercih ederler. Bu nedenle, düşük briks/asit oranlı portakal suları sezonun diğer dönemlerinde elde edilen daha yüksek briks/asit oranlı portakal suları ile karıştırılmaktadır (Tetra-Pak, 2020).

2.4.2.2. Pulp Yapısı ve Bulanıklık

Portakal suyunda bulanıklık istenen bir özellik olarak kabul edilmektedir ve meyve suyuna opak bir görünüm verir ve ağız hissi için önemlidir. Portakal suyu bulanıklık yapısı, meyve suyu ekstraksiyonu sırasında açığa çıkan çözünür ve çözünmeyen (asılı) kolloidal bileşiklerden oluşur. Pektin önemli bir çözünür bulanıklık bileşenidir, çünkü meyve suyunun viskozitesini artırır ve böylelikle katı parçacıkların asılı kalmasını sağlar (Tetra-Pak, 2004, 2020).

“Bulanıklık kaybı”, pektin molekülleri ile kalsiyum arasındaki reaksiyonlar sonucu viskozite kaybından kaynaklanır. Reaksiyonda, çökelen uzun pektin molekül zincirleri oluşur. Bulanıklık kaybı, asılı kalan partiküllerin tamamen ayrılmasına yol açar ve üstte berrak bir faz, altta ise çökelen katı maddelerden oluşan bulanıklık bir faz meydana gelir. Pektin ve kalsiyum arasındaki aynı reaksiyon portakal suyu konsantresinde gerçekleşirse, bulanıklık kaybı yerine konsantrenin jelleşmesine yol açmaktadır.

Portakal suyunun opak görünümüne bir diğer önemli katkı, pulp olarak da bilinen süspansiyon haldeki katılardır. Çökelen pulp adı verilen çok küçük pulp parçacıkları bulanıklıkla yakından ilişkilidir. Depolama sırasında bu parçacıkların bir miktar çökmesi meydana gelebilir. Bu sedimantasyon bulanıklık kaybı ile ilgili değildir.

Pulp esas olarak parçalanmış meyve suyu kesecikleri, dilim zarları ve liflerden oluşur. Meyve suyunda çökelen pulp ve yüzen pulp olmak üzere iki çeşit pulp bulunmaktadır. Zamanla yavaş yavaş yerleşen partikül lifleri içeren çöken pulp, tüm portakal sularında bulunur ve portakal suyu bulanıklığının önemli bir parçasıdır ve %5-% 12 arasında değişmektedir. Yüzen pulp veya hücreler daha büyük katı parçacıklardan oluşur. Çoğu portakal suyunda karıştırıldıktan sonra yüzeye çıkar (Tetra-Pak, 2020).

2.4.2.3. Lezzet (Tat ve Aroma)

Lezzet, portakal sularında tat, koku ve ağız dolgunluğunun oluşturduğu bir kalite kriteridir. Portakal suyunda tat üzerinde asitler ve şekerler, tat ve kokuda uçucu bileşenler (aroma bileşikleri), ağız dolgunluğunda ise bulanıklık etkili olmaktadır (Tetra-Pak, 2004, 2020).

Portakal olgunlaştıkça, uçucu bileşenler yani aroma bileşikleri meydana gelir ve olgunluk ilerledikçe miktarları da artar. Bu uçucu bileşikler iki tiptedirler: suda çözünmeyen yağlar ve suda çözünür aroma bileşikleri.

Portakal suyu konsantresi üretiminde, uçucu aroma bileşiklerinin çoğu evaporasyon işlemi sırasında su ile birlikte buharlaşarak uzaklaşmaktadır ve bu nedenle portakal konsantresinde pişmiş bir tat meydana gelir. Bununla birlikte, meyve suyundan uzaklaşan bu uçucu bileşenler aroma geri kazanım sisteminde toplanır ve daha sonra geri kazanılan fraksiyonlar ilave edilerek portakal aroması yeniden kazandırılır.

2.4.2.3.1. Uçucu Aroma Bileşikleri

Uçucu lezzet bileşenleri üç fraksiyonunda bulunur. Bunlar; kabuk yağı, esansiyel yağlar ve aroma bileşikleridir. İyi portakal suyu aroması elde etmek için, bu üç fraksiyonun tamamının bulunması gereklidir. Bununla birlikte, optimal bir portakal suyu aroması için gereken tam karışım hala bilinmemektedir (Tetra-Pak, 2004, 2020).

Kabuk yağı: sulandırılmış FCOJ (konsantreden üretilen portakal suyu)'de önerilen kabuk yağı seviyesi yaklaşık %0.02 (v/v)'dir. Kabuk yağı portakal suyuna ilave edildiğinde yoğunluk ve tazelik özellikleri kazandırır da, tek başına kullanıldığında yapay bir tat vermektedir. Kabuk yağı miktarı %0.02 (v/v)'nin üzerinde olursa, portakal suyunda sert ve yanık bir tada neden olmaktadır (Tetra-Pak, 2020).

Esansiyel yağlar: Konsantreden elde edilen portakal suyuna ilave edilen esansiyel yağı konsantrasyonu yaklaşık %0.01 (v/v)'dir. Portakal suyuna eklendiğinde, esansiyel meyve suyunu meyvensilik, tazelik ve tatlılık kazandırmaktadır (Tetra-Pak, 2020).

Esansiyel Aroma Bileşenleri: Esansiyel aroma bileşenleri, portakal suyuna kendine özgü kokuyu kazandırır, tatlılık ve tazelik verir. Portakal suyuna ilave edilen aroma konsantrasyonu yaklaşık %0.2 (v/v)'dir. Su fazı esansı olarak da adlandırılan bu fraksiyonun ilave edilmesiyle standart ürünlerden daha üstün kaliteli portakal suyu ürünleri üretilmektedir (Tetra-Pak, 2020). En iyi portakal suyu lezzet; kabuk yağı, esansiyel yağ ve aromadan oluşan bileşiklerin dengesi önemlidir.

2.4.2.3.2. Yağ İçeriği

Portakal suyunda yağ içeriği genellikle d-limonen konsantrasyonuna eşittir, çünkü d-limonen hem kabuk yağı hem de esansiyel yağda başlıca bileşendir. D-limonene lezzet bileşenlerinin taşıyıcısı olarak işlev görür ancak lezzet üzerinde kendisi çok az katkıda bulunur. Bununla birlikte, fazla d-limonen, portakal suyuna yanık bir tat vermektedir (Tetra-Pak, 2004, 2020).

USDA referans değerlerine göre işlenen portakal suyu, maksimum %0.035 yağ içerebilir. Bununla birlikte, tüketici tercihleri açısından bu değer %0.015-0.020 arasında değişmektedir. Portakal suyundaki yüksek yağ seviyesi, meyve suyu üretimi sırasında verimi arttırmak amacıyla meyvenin çok sert sıkılmasından kaynaklanmaktadır (Tetra-Pak, 2020).

Konsantre üretimde kullanılan meyve suyunda, yüksek yağ seviyeleri ciddi bir problem olarak kabul edilmez, çünkü yağın çoğu evaporatörde uzaklaştırılmaktadır. Bununla birlikte, ekstraktörlerden elde edilen meyve suyunda yüksek yağ seviyeleri, diğer istenmeyen bileşiklerin meyve suyuna girdiğini gösterebilir. Bu uçucu olmayan lezzet bileşikleri ise evaporasyon sırasında meyve suyundan uzaklaşmaz.

2.4.2.4. Renk

Portakal suyunun yoğun rengi esas olarak karotenoidler adı verilen bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Parlak sarıdan turuncu-kırmızıya ve çok solgun olmaması gereken renk önemli bir kalite parametresidir. USDA'nın renk değerlerini ve lezzet puanlarını portakal suyu için eşit derecede önemli görmesi rengin önemini göstermektedir (Tetra-Pak, 2020).

Akdeniz gibi kuru, daha soğuk iklimlerde portakal suyu rengi iyi gelişmiştir. Daha sıcak ve daha nemli iklimlerde, Florida'da olduğu gibi, pigmentlerin konsantrasyonu düşüktür ve bu nedenle portakal suyunun rengi daha açıktır. Portakal suyunda rengi iyileştirmenin tek yasal yolu, söz konusu portakal suyunu daha yüksek bir renk puanına sahip başka bir portakal suyu ile karıştırmaktır. ABD düzenlemeleri ve Kodeks Standartları, portakal suyuna %10'a kadar mandalina suyunun eklenmesine izin vermektedir. Mandalina suyu daha fazla karotenoid içerir ve bu nedenle renkli diğer narenciye çeşitlerinden rengi daha güçlüdür (Tetra-Pak, 2020).

Portakal suyunda renk, meyve suyunu cam tüplerde bilinen renk standartları ile karşılaştırarak veya bir kolorimetre kullanarak ölçülebilir.

Kirli renkler, pigmentlerdeki değişikliklerden değil, esas olarak meyve suyunun doğal rengini matlaştıran kahverengi bileşiklerin oluşumundan kaynaklanır. Portakal suyunun renk pigmentleri, diğer gıdalardaki renk pigmentlerine kıyasla oldukça ısıya dayanıklıdır. Kahverengi renkli bileşiklerin oluşumu, aşırı ısıl işleminden veya oda sıcaklığında uzun süre saklandıktan sonra ortaya çıkmaktadır.

2.4.2.5. Acılık

Portakal suyunda hissedilebilir bir acılık olmamalıdır. Çok az miktarda acılık bile tüketici tarafından algılanabilse de, portakal suyu üretiminde kullanılan portakal çeşitlerinin acılıkları çok düşüktür. Bu acılık sorunu, portakal suyunun üretimi sırasında uygulanan işlemlerdeki hatalardan kaynaklanabileceği gibi portakalın çeşidine bağlı olarak da değişebilmektedir.

Narenciye suyundaki aşırı acı tat narenciye endüstrisinde dünya çapında önemli bir sorundur, çünkü ürünün kalitesini ve ticari değerini düşürür. Bu acılık sorunu çeşitli portakallarda (mandalina dahil), greyfurt ve limonda görülür. Washington navel, Satsuma, Natsudaidei ve Shamouti gibi narenciye türleri bu soruna özellikle meyillidir. *Rutaceae* familyasına ait olan,

4000 yılı aşkın süredir yetiştirilen ve dünyanın en çok yetiştirilen meyvesi olan turunçgillerin anavatanı Güneydoğu Asya'dır.

Narenciye işleme endüstrisi; tüketici bilinçsizliği, piyasa yapısının belirsizliği, acılık giderme teknolojisindeki problemler, çiftçilik hizmetlerinin yaygınlaştırılması ve meyve suyunun pazarlanması da dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan ortaya çıkan girişimsel/finansal riskler nedeniyle ilerleme kaydedememiştir. Narenciye suyunun işlenmesinde “acılık” ve “gecikmiş acılık” sorunuyla karşılaşmış ve buna bağlı olarak da tüketicinin kabul edebilirliğini etkilemiştir. Flavonoidler ve limonoidlerden kaynaklanan acılık, narenciye endüstrisi için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Uygun bir acılık giderme teknolojisi olmadan narenciye endüstrisinin gelişmeyeceği bilinmektedir (Kore, Tawade, Devi, & Chakraborty, 2008).

Naringin (flavanon glikozit) ve limonin (yüksek oranda oksijene triterpen) narenciyelere acılık veren iki ana bileşiktir. Narenciyede bulunan flavonoidler arasında flavanonlar (naringin), flavonlar (nobiletin), flavonoller (quercetin) ve antosiyaninler bulunmaktadır. Polimetoksillenmiş flavonlar (tangeretin ve nobiletin), olgunlaşmamış meyvenin kabuğunda bulunur ve bunlar acı narenciye yağlarının bileşenlerini oluşturur. Flavonoidler arasında naringin, yaygın olarak meydana gelen acılığın ana kaynağıdır. Genellikle flavanonlar daha yüksek miktarlarda bulunurken, flavonlar ve antosiyaninler flavanonlara göre nispeten daha az miktarlarda bulunur (Kore ve ark., 2008).

2.4.2.5.1. Naringin

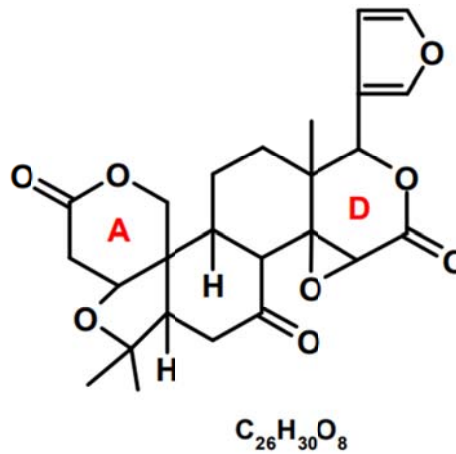
Naringin, neohesperidosid ve neohesperidin yoğun bir acılığa sahipken, hesperidin tatsız bir maddedir. Diğer taraftan, neohesperidin dihidrokalkon oldukça tatlıdır. Naringin konsantrasyonu genç yapraklarda ve olgunlaşmamış meyvenin süngerimsi yapıdaki albedo kısmında en yüksek seviyededir. Naringinaz birçok aktiviteye sahiptir; ramnosidaz ve γ -glukosidaz aktivitesi vardır ve naringini, acı olmayan aglikon naringenine hidrolize etmede rol alır. Naringinaz enzimi *Penicillium* spp. ve *Staphylococcus xylosus* MAK2'den *Aspergillus niger* fermantasyonu yoluyla üretilir. Bu işlemde, saflaştırma da dahil olmak üzere, tüm proses ayrıntılı bir şekilde çalışmalarda bildirilmiştir. Enzim, kolon reaktörlerinde kullanılmak üzere çeşitli desteklere tutuklanarak immobilize edilmiştir (Kore ve ark., 2008).

2.4.2.5.2. Hesperidin

Hesperidin tatlı portakal ve limonda bulunan ana flavonoid, naringin ise greyfurtun acı aromasından sorumlu olan flavonoiddir. Yüksek miktarda flavonoid içeren meyveler taze olarak tüketildiğinde bile acıdır. Turunçgil meyvesinin kabuğu, yoğun acılığa neden olan naringin ve neohesperidin gibi flavonoidleri içerir. Naringin pumelo, greyfurt, turunç ve pumelo hibridi natsudaikai gibi acı narenciye türlerinde yaygındır. Portakalda bulunan başlıca flavonoidler hesperidin, naringenin rutinosidi, izosakuranetin, naringenin 4-β-D-glikozid, naringenin rutinosid ve neohesperidin 4-β-D-glikozididir. Turunçların acılığı, tatlı portakallardaki hesperidin yerine naringeninden kaynaklanmaktadır (Kore ve ark., 2008).

2.4.2.5.3. Limonin

Limonin (Şekil 2.12.), narenciye suyunda acılığın ana sebebidir ve meyvenin çeşitli kısımlarında bulunmaktadır. İlk olarak Higby (1938) tarafından Washington navel portakal suyundan izole edilen limonin, narenciye veya narenciye suları taze tüketildiğinde acı değilken, buzdolabında veya dondurulmuş olsa bile depolama sırasında kademeli olarak acılık meydana gelir ve “gecikmeli acılığa” sebep olur (Higby, 1938). Bu olay limoninin acı olmayan öncül maddesinden (Limonin A-halkası monolakton, LARL) kaynaklanmaktadır. Portakal suyu ekstraksiyonu sırasında LARL, asidik meyve suyu ortamıyla temas eder ve limonin D-halkası lakton hidrolaz tarafından limonine dönüştürülür. Limonin içeriğinin en yüksek tohumlarda, ardından kabuklarda ve en düşük düzeyde de meyve suyunda olduğu tespit edilmiştir. 6 mg/L kadar düşük limonin konsantrasyonları, narenciye ürünlerini tüketiciler için kabul edilemez kılar. Narenciye ve melezlerinde 37 adet limonoid tanımlanmıştır. Bunlar arasında dört limonoid, limonin, nomilin, ichangin ve nomilic asit acıdır (Kore ve ark., 2008).



Şekil 2.12. Limoninin Yapısı (Kola, 2005)

Limonin, kapalı formülü $C_{26}H_{30}O_8$, molekül ağırlığı 470.52 ve erime noktası 290–292 °C olan, beyaz kristal yapılu bir maddedir. Limonin; alkol, aseton ve benzende çözünürken, petrol eterinde kısmen çözünmekte; suda ise 6 mg/L gibi çok düşük bir düzeyde çözünmektedir. Limonin, alkali toprak metalleri ile tatsız tuzlar oluşturmaktadır. Fakat bu tuzlar, pH 6 ya da 7'nin altında, acı formdaki dilakton formuna dönüşmektedirler (Kola, 2005).

2.4.3. Portakal Suyunun Sağlık Üzerine Etkisi

Portakal suyunda bulunan bir dizi bileşik, sağlık üzerine önemli katkılar sağlamaktadır. Tablo 2.3.'de de portakal suyunun yaklaşık besin içeriği verilmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda tartışılmıştır.

Tablo 2.3. Portakal Suyunun Yaklaşık Besin İçeriği (100g yenilebilir kısım üzerinden) (Kola, 2005)

Bileşenler	Birim	Birim/100g	Bileşenler	Birim	Birim/100g
Başlıca Bileşenler			Lipidler		
Su	g	88.30	Doymuş Yağ Asitleri	g	0.024
Enerji	kcal	45	Tek Doymamış Y. A.	g	0.036
Protein	g	0.70	Çok Doymamış Y. A.	g	0.040
Lipid (Toplam)	g	0.20			
Kül	g	0.40	Amino asitler		
Karbonhidrat	g	10.40	Triptofan	g	0.002
Diyet Lif	g	0.2	Treonin	g	0.008
Şeker (Toplam)	g	8.40	İzolösin	g	0.008
Mineraller			Lösin	g	0.013
K	mg	200	Lisin	g	0.009
P	mg	17	Metionin	g	0.003
Ca	mg	11	Sistin	g	0.005
Mg	mg	11	Fenilalanin	g	0.009
Na	mg	1	Tirozin	g	0.004
Fe	mg	0.200	Valin	g	0.011
Zn	mg	0.050	Arginin	g	0.047
Cu	mg	0.044	Histidin	g	0.003
Mn	mg	0.014	Alanin	g	0.015
Se	mcg	0.100	Aspartik asit	g	0.075
Vitaminler			Glutamik asit	g	0.033
Vitamin C	mg	50.0	Glisin	g	0.009
Niasin	mg	0.400	Prolin	g	0.044
Pantotenik asit	mg	0.190	Serin	g	0.013
Tiamin	mg	0.090	Diğerleri		
Vitamin B6	mg	0.040	Karoten, beta	mcg	33
Vitamin E	mg	0.040	Karoten, alfa	mcg	6
Riboflavin	mg	0.030	Kriptoksantin, beta	mcg	169
Vitamin A	IU	200	Lutein + zeaksantin	mcg	115
Folat (Toplam)	mcg	30			
Vitamin K	mcg	0.1			

* USDA, 2004. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 16-1 (2004)

Askorbik asit (C vitamini) portakal suyunda bulunan en önemli bileşendir. Bu nedenle, tüketiciler portakalları iyi bir C vitamini kaynağı olarak görmektedirler. Taze sıkılmış portakal suyunda C vitamini seviyesi, portakal çeşidine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak çok değişkenlik gösterebilir.

Taze sıkılmış meyve suyunda tipik C vitamini konsantrasyonları 450-600 mg/L arasında değişmektedir. Üretim prosedürlerinin uygun bir şekilde uygulanmasıyla, portakal suyunun konsantre edilmesi sırasında C vitamini kaybı çok düşük düzeylerde kalmaktadır. C vitamini, memelilerde kollajenin sentezi için gereklidir. Kollajen cilt, kemik, kan damarları ve dişlerin başlıca lifli elementidir. C vitamini eksikliği, diş kaybına, cilt kanamasına ve ülsera neden olan iskorbüt hastalığına neden olur.

Folik asit, portakal suyunda da önemli miktarlarda bulunur. B grubu vitaminlerden folik asit DNA sentezi için gereklidir ve eksikliği ilk olarak yüksek hücre döngüsüne sahip dokularda ifade edilir. Hamileler, bazı durumlarda fetüsü etkileyebilecek folik asit eksikliğine eğilimlidirler. Folik asit ısıya oldukça duyarlıdır, ancak narenciye suyunda bulunan C vitamini, ısıl işlem sırasında folik asidi bozulmaya karşı korumaktadır.

Portakal suyunda bulunan flavonoidlerin ve pektinin, insanlarda kan serumu kolesterolünün azaltılmasında etkili olduğuna inanılmaktadır. Ancak flavonoid yapısındaki hesperidin, evaporatörlerde beyaz pullar halinde çökelediğinden portakal suyu üretimi sırasında sorunlara neden olabilir.

Tiamin ve potasyum gibi diğer bazı bileşenler de portakal suyunda bulunmaktadır, ancak diğer meyve ve sebzelerde bulunanlardan daha fazla değildir.

2.5. Portakal Suyunda Acılık Giderme

Narenciye sularındaki acılığı azaltmak için; meyve suyunun pH'sını yükseltmek, tatlandırıcı madde ilavesiyle acılığı bastırmak, limonin inklüzyon kompleksleri oluşturmak için β -siklodekstrin monomer ilavesi, adsorban XAD-16 kullanımı ve acılık veren maddelerin acılığının immobilize bakteriler yardımıyla giderilmesi gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Ancak bu tekniklerden enzim kullanımı ve adsorban XAD-16 kullanımı vb. fazla maliyetli ve zaman alıcı tekniklerdir. Bu sınırlamalar ve dezavantajlar, meyve sularında acılık giderme

işlemi için daha düşük maliyetli yaklaşımlar kullanarak yenilikçi teknikler aramanın gerekliliğini ortaya koymuştur (Kore ve ark., 2008).

Portakalın yetiştirilmesi ve olgunlaşması sırasında acılık bileşenlerinin oluşumunu azaltmak amacıyla, kimyasal spreler, agronomik uygulamalar ve hasat sonrası uygulamalar gibi birçok işlemler uygulanmıştır. Kimyasal, fiziksel ve mikrobiyel süreçlere dayalı birçok acılık giderme işlemi geliştirilmiştir. Bu acılık giderme teknikleri temel olarak hasat öncesi ve hasat sonrası olmak üzere iki grup altında toplanabilir. Bunlar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir (Kola, 2005; Kore ve ark., 2008):

1 Hasat öncesi uygulamalar:

- a. Ağaçtaki uygulamalar [2-(3, 4- dimethyl phenoxy) triethylamine ya da 2-(4-cholorophenyl thio) tri-ethylamine]
- b. Anaç bitki seçimi (turunç ya da tatlı portakal)
- c. Bitki büyüme düzenleyicileri (gibberellik asit vb.)

2 Hasat sonrası uygulamalar:

- a. Derim zamanı (erken ya da geç)
- b. Portakal suyu üretim yöntemi (kabuk soyma sonrası sıkma ya da sıkma basıncının düşük tutulması-çekirdek zedelenmesini engellemek)
- c. Kabuk soyma (flurosil, naringinaz, kostik ve flurosil ya da flurosil ve naringinaz uygulaması ile)
- d. pH ayarlaması (pH'nın yükseltilmesi)
- e. Portakal sularının karıştırılması

Bu uygulamaların dışında, ayrıca (Kola, 2005);

- Portakal yetiştiriciliğinde derim öncesi uygulamalar
- Mikroorganizma ya da enzim kullanarak limonoidlerin biyotransformasyonu
- Adsorbent ve/ya da iyon değiştirici reçinelerin kullanılması
- Membranlar ve membran esaslı yöntemler
- Süperkritik karbondioksit uygulamaları
- Ambalajlamada polimer filmlerin kullanılması

gibi farklı yöntemlerde kullanılmaktadır.

Gülle ve Akyıldız (2018), 5 farklı reçine (Amberlite IRA96, Amberlite FPA53, Amberlite FPA54, Amberlite FPA51 ve Lewatit S4528) kullanarak portakal suyu asitliğinin azaltılmasıyla ilgili bir çalışma yapmış ve portakal suyunun bileşiminde meydana gelen değişiklikleri belirlemişlerdir. Asitliğin giderilmesi ile pektinmetilesteraz, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, esmerleşme indeksi, hidroksimetilfurfural, askorbik asit, organik asit ve kroma değerlerinin azaldığı, pH değerinin arttığı, L*, a*, b*, hue, ΔE , toplam karotenoid, karotenoid bileşen içerikleri, toplam fenolik, fenolik bileşen içerikleri, antioksidan aktivitesi ve mineral madde miktarlarının da reçinelere bağlı olarak kısmen arttığı ve azaldığı görülmüştür. pH değerlerinde en fazla artış (%23.02) Amberlite FPA51 adlı reçineden geçirilen örneklerde, titrasyon asitliği içeriklerinde en fazla azalma (%65.80) Amberlite FPA51 adlı reçineden geçirilen örneklerde gerçekleşmiştir. Portakal sularında organik asitlerden en baskını sitrik asit olup bunu kuinik asit, malik asit, tartarik asit, süksinik asit ve okzalik asit izlemiştir. Organik asitlerde asitlik giderme ile önemli azalmalar belirlenmiştir. Karotenoid bileşenlerden en baskını β -kriptoksantin olup bunu sırası ile β -karoten, ksantofil, α -karoten ve zeaksantin izlemiştir. Duyusal değerlendirmede; asitlik, tat ve genel izlenim bakımından Lewatit S4528 adlı reçine uygulamaları beğenilirken renk bakımından Amberlite FPA53 adlı reçine, koku bakımından ise Amberlite IRA96 adlı reçine beğenilmiştir (Gülle & Akyıldız, 2018).

Nas ve Karatas (2017), Washington göbekli portakal suyunda Amberlite XAD-7HP reçinesi kullanarak portakal suyunda limonin acılığının azaltılması ile ilgili yaptıkları araştırmada, limoninden kaynaklanan acılığın 30 °C ve 40 °C’de sırasıyla %90 ve %96 oranında azaldığını tespit etmişlerdir.

Patil ve Dhake (2014) yaptığı bir çalışmada ise greyfurt suyuna narenginaz enzimi ilave etmiş ve naringin acılığının kontrollü koşullar altında yaklaşık %74 azaldığını belirlemiştir.

Portakal suyunda endüstriyel acılık giderme işleminin besin içeriği ve biyoaktif bileşenler (karotenoidler, askorbik asit ve fenolikler) üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise (Stinco ve ark., 2013), karotenoid içeriklerinde değişiklik olmadığı, bununla birlikte askorbik asitte %26, hidroksisinnamik asitlerde % 32, flavonlarda %28’i ve flavanonlarda %41 oranında azaldığı görülmüştür. Hidrofilik fraksiyonun (HF) antioksidan aktivitesi, acılığı giderilmiş portakal sularında taze portakal sularına göre önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Ayrıca bazı renk değerlerinin (L, a ve h_{ab}) de etkilendiği saptanmıştır.

Fernández-Vázquez ve ark. (2013) yaptığı bir çalışmada, portakal suyu (*Citrus sinensis* L. var. Salustiana)'nın genel duyusal özelliklerinde acılık giderme işleminin etkisini incelemişler ve asitlik, pH ve toplam çözünür kurumadde farklılığın olmadığı, ancak renk tonu ve renkteki açıklığın acılık giderme işleminden sonra daha azaldığı (daha kırmızımsı ve koyu) belirlenmiştir. Koku profili (limonen, α -pinen, etil bütanoat, oktanal, linalool, sitral ve terpineol) yanı sıra Folin-Ciocalteu tarafından ölçülen toplam fenolik bileşiklerin de önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Cavia-Saiz ve ark. (2011); naringinaz ya da Amberlite IRA-400 ile muamele ederek acılığı giderilmiş greyfurt suyunda antioksidan kapasite, lipoperoksidasyon, glutatyon oksidasyonu ve DNA hasarı üzerindeki etkilerini inceledikleri bir araştırmada, naringinaz ya da Amberlite IRA-400 ile acılığı giderilmiş portakal sularının naringin içeriğinde bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Vieira ve ark. (2009), portakal suyunda yeni nesil Amberlite XAD-8, XAD-16N ve XAD-1600 reçineleri kullanarak, acılık bileşenlerinin uzaklaştırılması üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada, acılık bileşenlerinin en yüksek adsorpsiyon verimliliği, sentetik nötr reçine, Amberlite XAD-16N, ardından XAD-18 kullanıldığında elde edilmiştir.

Fayoux ve ark. (2007) navel portakal suyunda polimerik film kullanarak limonin acılığının azaltılması üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada, test edilen tüm filmler arasında limoninin uzaklaştırılmasında PVC'ler en iyi olduğu, bunu Kraft kağıtlarının izlediği tespit edilmiştir. Kalın filmler ile ince filmlerin benzer oranda limonini adsorbe ettiği ve endüstriyel ölçekte polistiren divinilbenzen reçine ile yapılan acılık giderme işlemlerine göre 1000 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kola, (2005) Washington navel portakal sularında Amberlite XAD 16HP ve Dowex Optipore L285 adsorbent reçineleri kullanarak limonin acılığının giderilmesi üzerine çalışmış ve limonin acılığının Amberlite ve Dowex reçineleri ile %95-99 oranında azaltılabildiğini belirtmiştir.

Wilson ve ark. (1989), greyfurt ve göbekli portakal sularında β -siklodekstrin polimerleri ve XAD reçineleri (XAD-4 ve XAD-16) ile acılığın giderilmesi işlemlerinde, β -siklodekstrin polimerleri ile greyfurt suyunda naringinin %18-61 ve limoninin ise %28-67 arasında

azaldığını, göbekli portakal suyunda ise limonindeki azalmanın %29-55 arasında olduğunu belirlemişlerdir. XAD-16 reçine kullanılarak yapılan acılık giderme işlemlerinde ise greylfurt suyunda naringindeki azalmanın %55-58 ve limonindeki azalmanın %90-97; göbekli portakal suyunda ise limonindeki azalmanın %93 olduğu tespit edilmiştir. XAD-4’de ise greylfurt suyunda naringindeki azalmanın %32-38 ve hem greylfurt hem de göbekli portakal suyunda limonindeki azalmanın da %58 olduğu saptanmıştır.

Maeda ve ark. (1984), mandalina sularının acılık ve asitliğini gidermede otuz üç değişik reçine ile acılık giderme işlemlerini araştırdıkları bir çalışmada stiren divinilbenzen ve akrilonitril divinilbenzenin limonin acılığını %75–90 oranında azalttığını belirlemişlerdir.

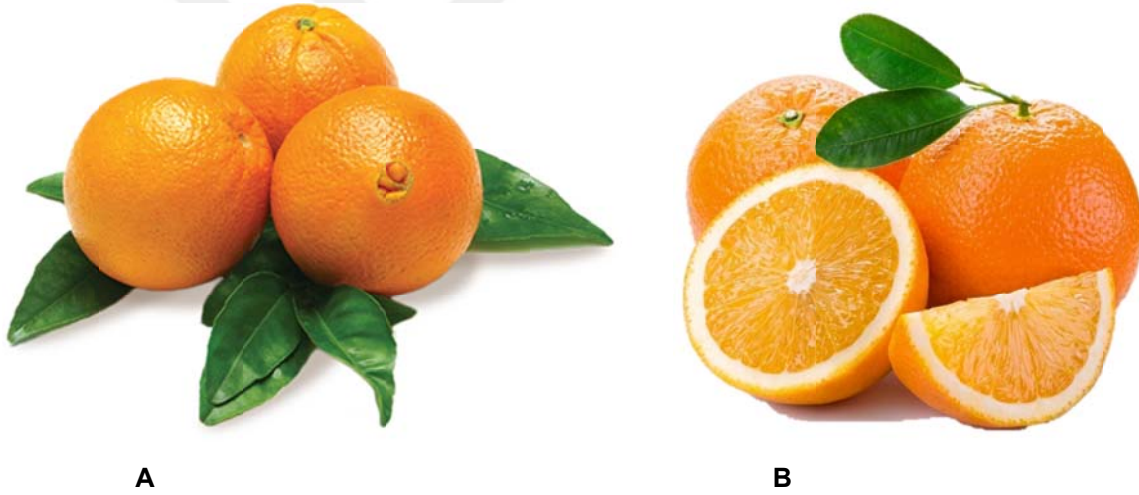
Shaw ve ark. (1984), göbekli portakal sularında β -siklodekstrin ile yaptıkları acılık giderme işlemlerinde limoninin %50 oranında giderilebildiğini tespit etmişler ve SÇKM, titrasyon asitliği ve askorbik asit içeriklerinde değişiklik olmadığını belirlemişlerdir.

Washington navel ve Valensiya portakal sularında acılık bileşenlerinin azaltılması amacıyla adsorbent reçine sisteminin kullanıldığı bu tez çalışmasında ise; acılık giderme işlemlerinde kullanılan “Seplite LSF904” (Sunresin) ve “Alimentech P-495” (Bucher) reçinelerinin etkinlikleri belirlenmiş ve farklı akış hızlarında acılık giderme sisteminden geçirilen portakal sularının kalite özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Acılık giderme işlemi ile Washington navel ve Valensiya portakal sularında limonin, naringin ve hesperidinin uzaklaştırılması sağlanmış ve portakal sularındaki miktarları belirlenmiştir.

3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Materyal

Limonin, naringin ve hesperidin gibi acılık bileşenlerinin belirlenmesi ve bu maddelerin kullanılan reçinelerle uzaklaştırılması amacıyla yapılan acılık giderme işlemlerinde Washington ve Valensiya portakal çeşitleri kullanılmıştır (Şekil 3.1,3.2.) Washington navel portakal çeşidine ait meyveler 2019-2020 narenciye sezonunda Adana Hadırlı yöresinden, Mehmet Uygun’a ait narenciye bahçelerinden, Anadolu Etap Penkon meyve suyu konsantre tesisinden temin edilmiştir. “Anadolu Etap Penkon Meyve Suyu Konsantre Tesisi”ne getirilen portakal çeşitleri ayrı ayrı partiler halinde işlenerek numunelerdeki geçişmeler önlenmiş ve izlenebilirlik kayıtları tutularak portakal konsantresi üretimi boyunca takip edilmiştir.



Şekil 3.1. Denemelerde Kullanılan Washington navel (A) ve Valensiya (B) Portakal Çeşitleri

Denemelerde kullanılan portakal çeşitlerinden meyve suyu ekstraksiyonu Portex marka narenciye sıkacağı kullanılarak gerçekleştirilmiş (Şekil 3.2) ve elde edilen portakal sularının genel özellikleri belirlenmesi bu örneklerle gerçekleştirilmiştir.

Her iki portakal suyunda acılık giderme işlemlerinde kullanılan “Seplite LSF904” reçinesi “Sunresin New Material Co. Ltd.”den (SU13357-U; Ek-2) ve “Alimentech P-495” reçinesi “Bucher Unipektin AG” (SU13479-U; Ek-3) firmasından temin edilmiştir.

Limonin, hesperidin, naringin içeriğinin belirlenmesi işlemleri, Anadolu Etap Penkon firması laboratuvarlarında bulunan “Shimadzu LC-20AT” model HPLC cihazı (yüksek performanslı sıvı kromatografisi) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Portex Marka Manuel Narenciye Sıkacağı



Şekil 3.3. Shimadzu LC-20AT HPLC Model Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

Reçine uygulaması ile portakal sularında acılığın giderilmesi işlemlerinde; hem taze portakal sularında hem de acılığı giderilmiş portakal sularında gerçekleştirilen analizlerde kullanılan standart maddeler ile kimyasallar “Sigma- Aldrich”, “Merck” ve yerel firmalardan temin edilmiştir.

3.2. Metot

Washington navel ve Valensiya portakal çeşitlerinden elde edilen taze portakal sularında acılık giderme işlemlerinin nasıl gerçekleştirildiği bu kısımda ele alınmıştır. Ayrıca hem taze portakal sularında hem de acılığı giderilmiş portakal sularında acılık bileşenlerinin (Limonin, Hesperidin, Naringin) ve diğer bazı kalite özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan analitik yöntemler verilmiştir.

3.2.1. Portakal Suyu Üretimi ve Acılık Giderme İşlemleri

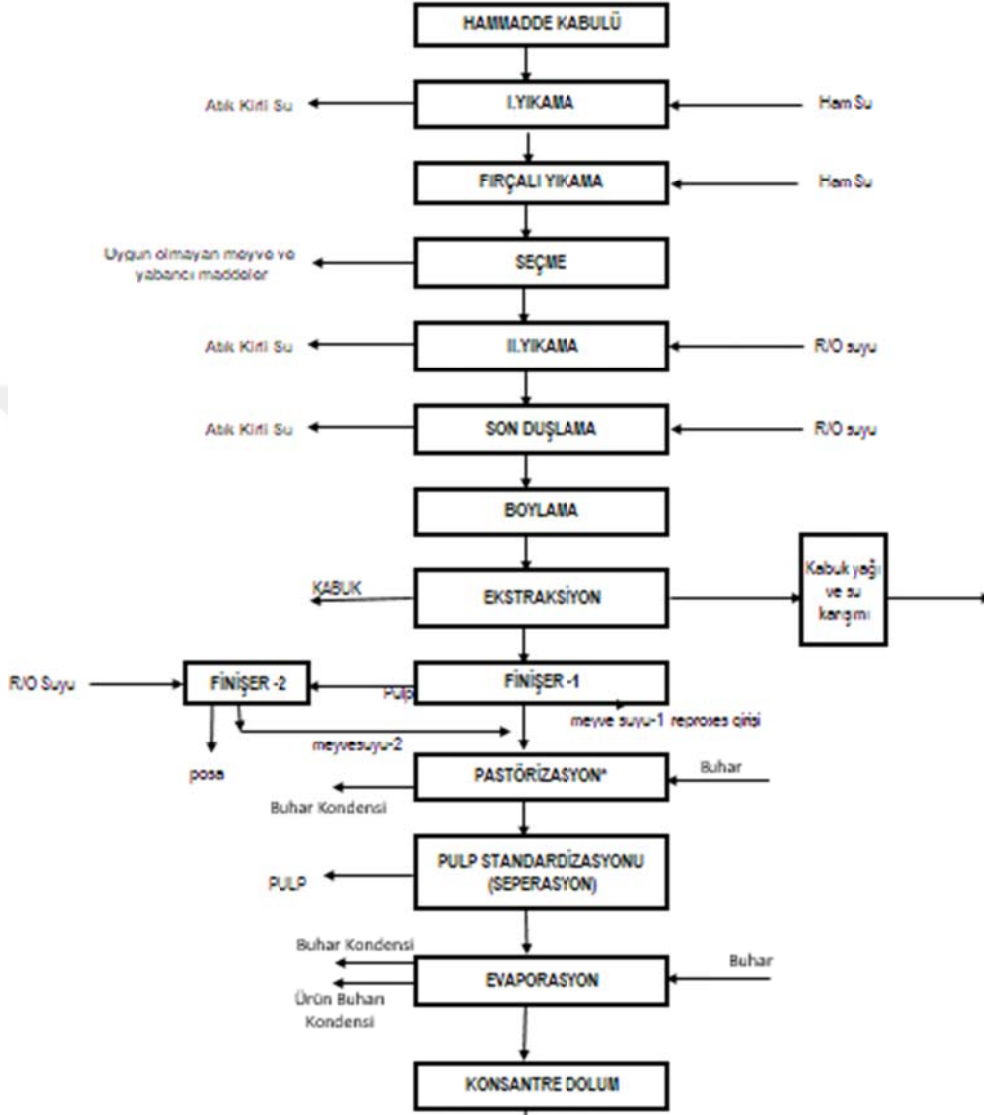
3.2.1.1. Portakal Suyu Üretimi

Materyal kısmında belirtildiği gibi, portakal suyu üretimi için kullanılan her iki portakal çeşidi doğrudan üreticiden temin edilmiş ve Anadolu Etap Penkon (Mersin) firmasına ait meyve suyu işleme tesisine getirilerek portakal suyu ve konsantre üretimi gerçekleştirilmiştir. İşletmeye getirilen taze portakallardan doğrudan örnek alınarak laboratuvar koşullarında narenciye sıkacağı ile portakal suyu ekstrakte edilmiş ve doğrudan taze portakal sularında ilgili analizler gerçekleştirilmiştir.

Acılık giderme işlemlerinde kullanılan portakal suları ise Anadolu Etap Penkon firmasında FMC tekniği ile narenciye işleme hattında konsantre ürün haline getirilen konsantre portakal sularının AIJN (European Fruit Juice Association) referans değerlerine uygun olarak saf su ile seyreltilmesiyle elde edilen portakal sularında gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.4.’de denemelerde kullanılan her iki portakal çeşidinden (Washington navel ve Valensiya) FMC tekniği ile portakal suyu konsantresi üretim aşamaları görülmektedir.

Elde edilen Washington navel ve Valensiya portakal suyu konsantrelerinden (65 °briks) denemelerde kullanılacak miktarda örnek alınmış ve öncelikle izlenebilirlik çalışmaları için kodlama yapılmıştır. Denemelerde kullanılan portakal suyu konsantrelerinden alınan numuneler 10 L’lik non-aseptik (aseptik olmayan) metalize numune torbalarında muhafaza edilmiştir. Daha sonra laboratuvara getirilen 65 °brikslik portakal suyu konsantreleri saf su

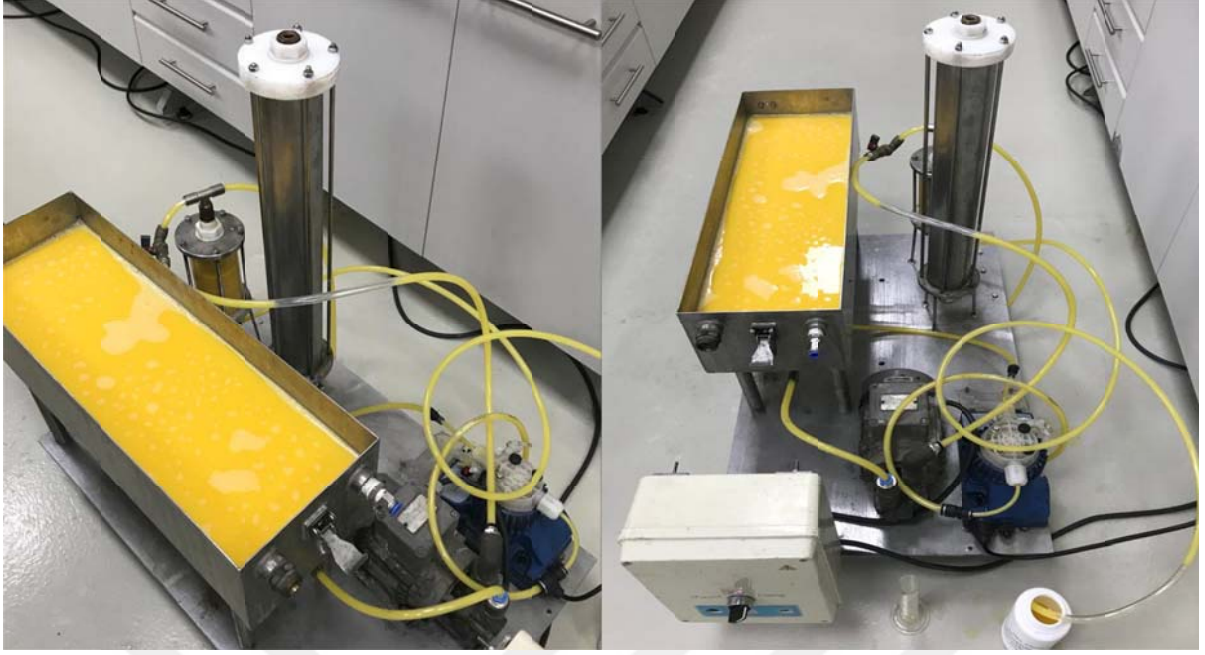
kullanılarak AIJN (European Fruit Juice Association) referans değerlerine uygun olarak başlangıç ve içim briksi olan 11.0 brikse sulandırılarak acılık giderme işlemlerinde kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Portakal Suyu Konsantresi Üretim Akış Şeması

3.2.1.2. Portakal Sularında Acılık Giderme İşlemleri

Portakal sularında acılık giderme işlemleri tasarımı tarafımızdan gerçekleştirilen ve Anadolu Etap Penkon firması laboratuvarında bulunan pilot ölçekteki reçine düzeneği ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.5.'de bu amaçla kullanılan acılık giderme sistemi ve kısımları görülmektedir.



Şekil 3.5. Acılık Giderme İşlemlerinde Kullanılan Sistem ve Kısımları

Acılık giderme sistemi başlıca şu kısımlardan oluşmaktadır (Şekil 3.5):

- Kontrol Paneli: Besleme, pompa ve akış hızı ünitelerinin kontrolünün sağlandığı kısımdır.
- Besleme ünitesi: Paslanmaz çelikten yapılmış 20 L’lik bir besleme haznesi ve buna bağlı giriş ve çıkış bağlantı sistemlerinden oluşmaktadır. Portakal suyunun tat ve aromasında olumsuz bir etkinin oluşmasını engellemek amacıyla giriş ve çıkış bağlantılarında silikon hortumlar (-40 ile +100°C’ye dayanıklı) kullanılmıştır.
- Pompa Üniteleri: Pompa sistemi, biri acılık gidermede üretim amaçlı kullanılan, diğeri de CIP (cleaning in place-yerinde temizleme) sistemine ait olmak üzere iki pompadan oluşmaktadır. Acılık gidermede kullanılan pompa, akış hızı 10–500 mL/dk arasında ayarlanabilen peristaltik bir pompadır (Kimble-Kontes Inc., USA). Diğer pompa ise reçinenin rejenerasyonu ve yıkanması sırasında kullanılan ve akış hızı 2500 mL/dk olan CIP pompasıdır.
- Reçine Kolonları: Acılık giderme reçine kolon sisteminde 2 adet kolon kullanılmıştır. Kolon sisteminde biri paslanmaz çelikten, diğeri de şeffaf pyrex camdan (600 mL’lik) yapılan iki kolondan oluşmaktadır. Acılık giderme işlemlerinde, “Koch Company”

(XL Sweden) firmasınca üretilen, yatak hacmi (bed volume, BV) 883 mL ve 15x50 cm boyutlarında bir adet fleks kolon kullanılmıştır.

Acılık giderme işlemleri öncesinde tüm sistem yıkandıktan sonra şeffaf olan fleks kolona denemelerde kullanılan reçinelerin (Ek-2a-b, Ek-3a-b) dolumu (500 mL) sağlanmıştır. Takiben, üretici firmaların belirttiği şekilde reçinelerin aktive ve/ya da yıkama işlemleri (hem ters hem düz akışla) gerçekleştirilmiştir. Reçine kolonları ve peristaltik pompadaki akış hızının kontrolü amacıyla hem su hem de portakal suyu kullanılarak 250 mL’lik bir cam mezüre akış sağlanarak bir kronometre yardımıyla süre tutulmuş ve akış miktarı mL/dk cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.6). Aynı zamanda akış hızı acılık giderme sistemi üzerinde bulunan debi ölçer ile kontrol altında tutulmuştur.



Şekil 3.6. Acılık Giderme İşlemlerinde Akış Hızı Kontrolü

Acılığın giderilmesi işlemlerinde, portakal suyu konsantresinden saf su ile 11 brikse seyreltilerek elde edilen portakal suları 1 L’lik ağzı kapaklı ışık geçirmez şişlerde muhafaza edilmiştir (Şekil 3.7).

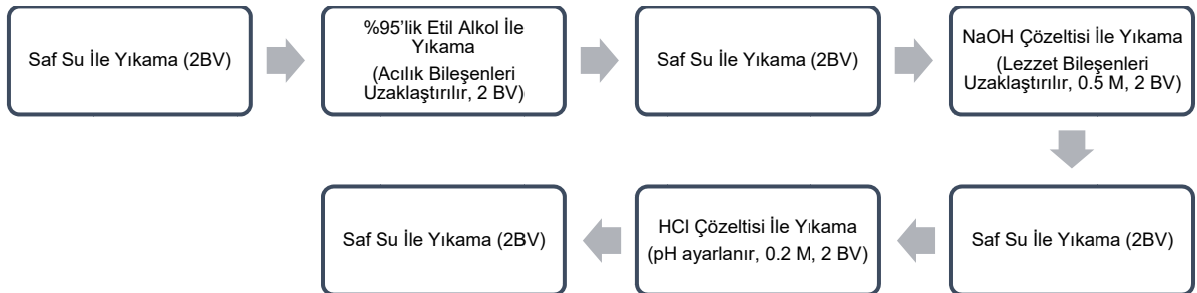


Şekil 3.7. Acılığ Giderilmiş ve Giderilmemiş Portakal Sularının Muhafazası

Acılığın giderilmesi işlemlerinde, reçinelerin bulunduğu kolonlardan önce 1 L saf su geçirilerek reçinelerin yıkanması sağlanmış ve takiben portakal suyu örnekleri pompa ve akış düzenleyicilerin yardımıyla 3 BV/saat, 9 BV/saat, 24 BV/saat akış hızında bu kolonlardan geçirilmiştir (Şekil 3.5). Böylelikle; iki farklı adsorbent reçine (Seplite LSF904 ve Alimentech P-495) kullanılarak 3 BV/saat, 9 BV/saat, 24 BV/saat akış hızında 20 °C sıcaklıkta acılık giderme işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Portakal sularında reçine kullanılarak acılığının giderilmesi çalışmalarında, “Seplite LSF 904” ve “Alimentech P-495” adsorbent reçinelerinin acılık bileşenlerinin uzaklaştırılması üzerindeki etkileri ile 20 °C sabit sıcaklıkta en uygun akış hızının belirlenmesi açısından yapılan çalışmalar hem Washington navel hem de Valensiya portakal suyunda aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Gerek taze portakal suları gerekse acılığı giderilmiş portakal suyu örnekleri analizler yapılincaya kadar derin dondurucu içerisinde (-32 ± 1 °C) muhafaza edilmiştir.

Acılık giderme işlemlerinde kullanılan “Seplite LSF904” ve “Alimentech P-495” reçinelerinin rejenere edilmesi, firmalar tarafından belirtilen koşullara uygun olarak, Şekil 3.8.’deki akış şemasına göre gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.8. Acılık Giderme İşlemlerinde Kullanılan Reçinelerin Rejenerasyonu İşlemi

3.2.2. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Portakal Sularında Yapılan Analizler

Acılık giderilmiş ve giderilmemiş Washington navel ve Valensiya portakal sularında, ürün özellikleri üzerinde kullanılan reçinelerin etkinliklerinin belirlenmesi ve akış hızına bağlı olarak meydana gelen değişikliklerin tespiti amacıyla aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, denemelerde kullanılan Washington navel ve Valensiya portakallarının meyve eni, meyve boyu (mm), meyve ağırlığı (mm), kabuk kalınlığı (mm) ve meyve suyu verimi (%) gibi bazı özellikleri de belirlenmiştir. Bu analizler;

- Limonin içeriği (ppm)
- Naringin içeriği (ppm)
- Hesperidin içeriği (ppm)
- Şeker içeriği ve dağılımı (Glikoz, Fruktoz, Sakkaroz, DP3, DP4, DPn)
- Suda çözünür kurumadde (SÇKM, °briks)
- Titrasyon asitliği (TA, g/100g)
- Tat dengesi (SÇKM/TA)
- pH değeri
- Renk değeri (OJ)
- Hidroksimetil furfural tayini (HMF, ppm)
- Pulp miktarı (% v/v)

3.2.2.1. Limonin Tayini

Acılığı giderilmiş ve giderilmemiş Washington navel ve Valensiya portakal suyu örneklerinde limonin miktarının belirlenmesi işlemleri JBT (2018)'e göre gerçekleştirilmiştir. Limonin analizinde kullanılan sarf malzemeler ve araç-gereç ile uygulanan işlem basamakları aşağıda verilmiştir:

Ekipman:

- Shimadzu LC-20AT HPLC cihazı
- Ters faz HPLC sistemi (Microsorb C₁₈, 150 mm × 4.6 mm, 5 µm partikül boyutu), C₁₈ koruyucu kolon (30 mm × 2 mm, 5 µm), UV-görünür bölge dedektör
- Isıtıcı blok ya da etüv
- Santrifüj
- C₁₈ kartuş
- 0.45 µm naylon filtre
- 10 mL plastik şırınga
- 50 mL santrifüj tüpü

Kimyasallar:

- Limonin
- Asetonitril (HPLC saflığında)
- Metanol (HPLC saflığında)
- Tetrahidrofuran (HPLC saflığında)
- Su (HPLC saflığında)

Çözeltiler:

- Mobil faz çözeltisi:** Hacimce 67.5 birim ultra saf su, 17.5 birim asetonitril ve 15 birim tetrahidrofuran karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltinin dengeye gelebilmesi için çözelti 3-4 gün önceden hazırlanmıştır.
- Limonin standart çözeltisi:** 50 ppm'lik limonin stok çözeltisinin hazırlanmasında, 100 mL'lik bir balon jojede öncelikle 2 mL asetonitril içerisinde 5 mg limonin çözündürülmüş ve metanolle 100 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan limonin stok çözeltisi mobil faz kullanılarak 1, 5, 10, 15 ve 25 ppm düzeylerine seyreltilerek

standart çözeltiler hazırlanmış ve kalibrasyon eğrisinin (doğrusal regresyon eğrisi, Ek-4) belirlenmesinde kullanılmıştır.

İşlem Basamakları:

- Portakal suyu örnekleri konsantre portakal suyundan seyreltilerek hazırlandığı için herhangi bir ısıtma uygulanmamıştır.
- 25 mL portakal suyu numunesi 2500 g'de 10 dk santrifüjlenmiştir.
- C₁₈ kartuştan vakum altında önce 2.5 mL asetonitril ve ardından 2.5 mL HPLC saflığında su geçirilerek kartuş şartlandırılmıştır.
- Şartlandırılan C₁₈ kartuştan portakal suyu numunesinin süpernatant kısmından 2.5 mL geçirilerek vakum veya basınç altında yavaşça süzölmüştür.
- Kartuş 2.5 mL HPLC saflığında su ile yıkanarak temizlenmiş ve su tamamen uzaklaştırılmıştır.
- Kartuştan 2.5 mL asetonitril geçirilerek limoninin yavaşça ayrıştırılmış ve toplanmıştır.
- Elde edilen sıvı 0.45 µm naylon filtreden geçirilerek bir LC vialine aktarılmıştır.
- HPLC cihazı şu şekilde ayarlanmıştır:
 - Kolon : Microsorb C₁₈ (150 mm × 4.6 mm, 5 µm)
 - Mobil Faz : Su:Asetonitril:Tetrahidrofuran (67.5:17.5:15.0)
 - Akış hızı : 1.5 mL/dakika
 - Dedektör dalga boyu: 210 nm
 - Analiz süresi : 10 dakika
- Her bir standart çözeltilerden ve filtre edilen numuneden ikişer kere 10'ar µL'lik enjeksiyon yapılmıştır.

Hesaplama:

Acılığı giderilmiş ve giderilmemiş portakal sularındaki limonin miktarı, limonin standardının alıkonma süresiyle karşılaştırma yapılarak tanımlanmıştır. Portakal suyu numunelerindeki limonin konsantrasyonu (ppm), limonin standart çözeltilerinin konsantrasyonuna karşılık gelen pik alanlarından (PA) hazırlanan doğrusal regresyon eğrisi ve denkleminde yararlanılarak numunelerin absorbansı ve pik alanından aşağıdaki şekilde ve Ek-4'e göre hesaplanmıştır.

Limonin standartlarına ait doğrusal regresyon denklemi (Ek-4):

$$PA_{\text{Standart}} = a + b \times \text{Konsantrasyon}_{\text{Standart}} \text{ (ppm)}$$

2.5 mL asetonitril içerisindeki 25 mL portakal suyundaki limonin konsantrasyonu:

$$\begin{aligned} \text{Limonin miktarı (ppm)} &= (PA_{\text{numune}}) \times [(PA_{\text{standart}} - a)/b \text{ ppm}] \text{ (Numune seyreltme faktörü)} \\ &= (PA_{\text{numune}}) \times [(PA_{\text{standart}} - a)/b] \times 10 \end{aligned}$$

3.2.2.2. Naringin Tayini

Acılığı giderilmiş ve giderilmemiş Washington navel ve Valensiya portakal suyu örneklerinde naringin miktarının belirlenmesi işlemleri JBT (2018)'e göre gerçekleştirilmiştir. Naringin analizinde kullanılan sarf malzemeler ve araç-gereç ile uygulanan işlem basamakları aşağıda verilmiştir:

Ekipman:

- Shimadzu LC-20AT HPLC cihazı
- Ters faz HPLC sistemi (Microsorb-MV, 150 mm × 4.6 mm, 5 µm partikül boyutu) ve UV-görünür bölge dedektörü
- Santrifüj
- 0.45 µm filtre
- 25 µL şırınga
- 10 mL plastik şırınga
- 16×150 mm deney tüpü

Kimyasallar:

- Naringin ($C_{27}H_{32}O_{12}$)
- Asetonitril (HPLC saflığında) (C_2H_3N)
- Saf asetik asit ($C_2H_4O_2$)
- Su (HPLC saflığında)
- Gerekli standart bileşenler

Çözeltiler:

- a. **Mobil faz çözeltisi:** Hacimce 79.5 birim su, 20 birim asetonitril ve 0.5 birim saf asetik asit karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiye ultrasonik su banyosu içerisinde

10 dk bekletilerek gaz giderme işlemi uygulanmış ve dengeye gelebilmesi için çözelti 3-4 gün önceden hazırlanmıştır.

- b. Naringin standart çözeltisi:** 500 ppm'lik naringin stok çözeltisinin hazırlanmasında, 100 mL'lik bir balon jode 50 mg naringin mobil faz içerisinde çözündürülmüş 100 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan naringin stok çözeltisi mobil faz kullanılarak 10, 50, 100, 150 ve 250 ppm düzeylerine seyreltilerek naringin standart çözeltiler hazırlanmış ve kalibrasyon eğrisinin (doğrusal regresyon eğrisi, Ek-1) belirlenmesinde kullanılmıştır.

İşlem Basamakları:

- Yaklaşık 10 mL taze ya da acılığı giderilmiş portakal suyu örnekleri 2500 g'de 10 dk santrifüjlenmiştir.
- 1 mL süpernatant 9 mL HPLC saflığında suyla seyreltilmiş ve iyice karıştırılmıştır.
- Bu karışım 10 mL'lik bir şırınga kullanılarak 0.45 µm naylon filtreden geçirilerek doğrudan LC vialine aktarılmıştır.
- HPLC cihazı koşulları şu şekilde ayarlanmıştır:
 - Kolon : EC 250/4 Nucleosil 120-7 C18
 - Mobil Faz: Su:Asetonitril:Asetik asit (79.5:20.0:0.5)
 - Akış hızı : 1.0 mL/dakika
 - Dedektör dalga boyu: 280 nm
 - Analiz süresi : 10 dakika
- Mobil faz geçirilerek cihazın en az 30 dakika dengeye gelmesi sağlanmıştır.
- Her bir standart çözeltiden ve filtre edilen numuneden ikişer kere 10'ar µL'lik enjeksiyon yapılmıştır.

Hesaplama:

Acılığı giderilmiş ve giderilmemiş portakal sularındaki naringin miktarı, naringin standardının alıkonma zamanıyla karşılaştırma yapılarak tanımlanmıştır. Portakal suyu numunelerindeki naringin konsantrasyonu (ppm), 280 nm'de naringin standart çözeltilerinin konsantrasyonuna karşılık gelen pik alanlarından (PA) hazırlanan doğrusal regresyon eğrisi ve denkleminde yararlanılarak numunelerin 280 nm'deki absorpsanları ve pik alanından aşağıdaki şekilde ve Ek-4'e göre hesaplanmıştır.

Naringin standartlarına ait doğrusal regresyon denklemi (Ek-4):

$$PA_{Standart} = a + b \times Konsantrasyon_{Standart} \text{ (ppm)}$$

Portakal suyu örneklerindeki naringin konsantrasyonu:

$$\begin{aligned} \text{Naringin oranı (ppm)} &= (PA_{numune}) \times [(PA_{standart} - a)/b \text{ ppm}] \text{ (Numune seyreltme faktörü)} \\ &= (PA_{numune}) \times [(PA_{standart} - a)/b] \times 10 \end{aligned}$$

3.2.2.3. Hesperidin Tayini

Acılığı giderilmiş ve giderilmemiş Washington navel ve Valensiya portakal suyu örneklerinde hesperidin miktarının belirlenmesi işlemleri JBT (2018)'e göre gerçekleştirilmiştir. Hesperidin analizinde kullanılan sarf malzemeler ve araç-gereç ile uygulanan işlem basamakları aşağıda verilmiştir:

Ekipman:

- Shimadzu LC-20AT HPLC cihazı
- UV dedektör
- Inertsil ODS-3 (4.6 x 250 mm)
- Santrifüj
- 50 mL santrifüj tüpü
- 0.45 µm naylon filtre
- 10 mL plastik şırınga

Kimyasallar:

- Hesperidin
- Asetonitril (HPLC saflığında)
- Asetik Asit (HPLC saflığında)
- Amonyum okzalat
- Dimetil formamid
- Ultra saf su

Çözeltiler :

- a. **Mobil faz çözeltisi:** Hacimce 80 birim ultra saf su ve 20 birim asetonitril karışımı içerisine 2.5 mL asetik asit ilave edilerek pH'sı 2.8 olacak şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltinin dengeye gelebilmesi için çözelti 3-4 gün önceden

hazırlanmıştır.

- b. Amonyum okzalat çözeltisi (0.025 M):** 3.55 g amonyum okzalat saf su içerisinde çözündürülmüş ve çözelti hacmi 1 L'ye saf su ile tamamlanarak hazırlanmıştır.
- c. Asetik asit çözeltisi (0.01 M):** 0.60 g asetik asit saf su içerisinde çözündürülmüş ve çözelti hacmi 1 L'ye saf su ile tamamlanarak hazırlanmıştır.
- d. Dimetil formamid (DMF)-Asetik asit çözeltisi (20:80):** 200 mL dimetil formamid ile 800 mL 0.01 M asetik asit çözeltisi karıştırılarak hazırlanmıştır.
- e. Hesperidin standart çözeltisi:** 2500 ppm'lik hesperidin stok çözeltisinin hazırlanmasında, 100 mL'lik bir balon jode öncelikle 0.25 g hesperidin dimetil formamid-asetik asit çözeltisi (20:80) içerisinde çözündürülmüş ve 100 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan hesperidin stok çözeltisi mobil faz kullanılarak 1000, 1250, 1500, 1875 ve 2500 ppm düzeylerine seyreltilerek standart çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan kalibrasyon ve portakal suyu örneklerine; 10 mL DMF ve 10 mL amonyum okzalat çözeltisi ilave edilerek 50 mL'ye saf su ile tamamlanmış ve 10 dk süreyle 90°C'de ısıtılmış ve soğutulduktan sonra 0.45 mikron naylon filtreden süzülerek viallere aktarılmış ve HPLC sistemine enjeksiyonu yapılmıştır. Kalibrasyon eğrisi (doğrusal regresyon eğrisi, Ek-4) oluşturularak hesperidin miktarı belirlenmiştir.

İşlem Basamakları:

- Portakal suyu örneklerine; 10 mL DMF ve 10 mL amonyum okzalat çözeltisi ilave edilerek 50 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.
- 10 dk süreyle 90°C'de ısıtılmış ve takiben soğutulmuştur.
- 0.45 mikron naylon filtreden süzülerek viallere aktarılmış ve HPLC sistemine enjeksiyonu yapılmıştır.
- HPLC cihazı koşulları aşağıda verilmiştir.
 - Kolon : Inertsil ODS-3 (4.6 x 250 mm)
 - Kolon sıcaklığı: 40 °C
 - Mobil faz : Asetonitril-Su (20:80; 2.5 ml asetik asit ilave edilerek pH'sı 2.8)
 - Akış Hızı : 1.5 mL/dakika

- Dedektör dalga boyu: 280 nm
 - İşlem süresi: 20 dakika
- Hesperidin standart çözeltileri (1000, 1250, 1500, 1875 ve 2500 ppm) ve 0.45 µm naylon filtreden geçirilen acılığı giderilmiş ya da giderilmemiş portakal suyu örneklerinden 20 µL HPLC sistemine enjekte edilmiştir.

Hesaplama :

Acılığı giderilmiş ve giderilmemiş portakal sularındaki hesperidin miktarı, hesperidin standardının alıkonma süresiyle karşılaştırma yapılarak tanımlanmıştır. Portakal suyu numunelerindeki hesperidin konsantrasyonu (ppm), hesperidin standart çözeltilerinin konsantrasyonuna karşılık gelen pik alanlarından (PA) hazırlanan doğrusal regresyon eğrisi ve denkleminde yararlanılarak numunelerin absorbansı ve pik alanından Ek-4'e göre hesaplanmıştır.

3.2.2.4. Şeker İçeriği Tayini

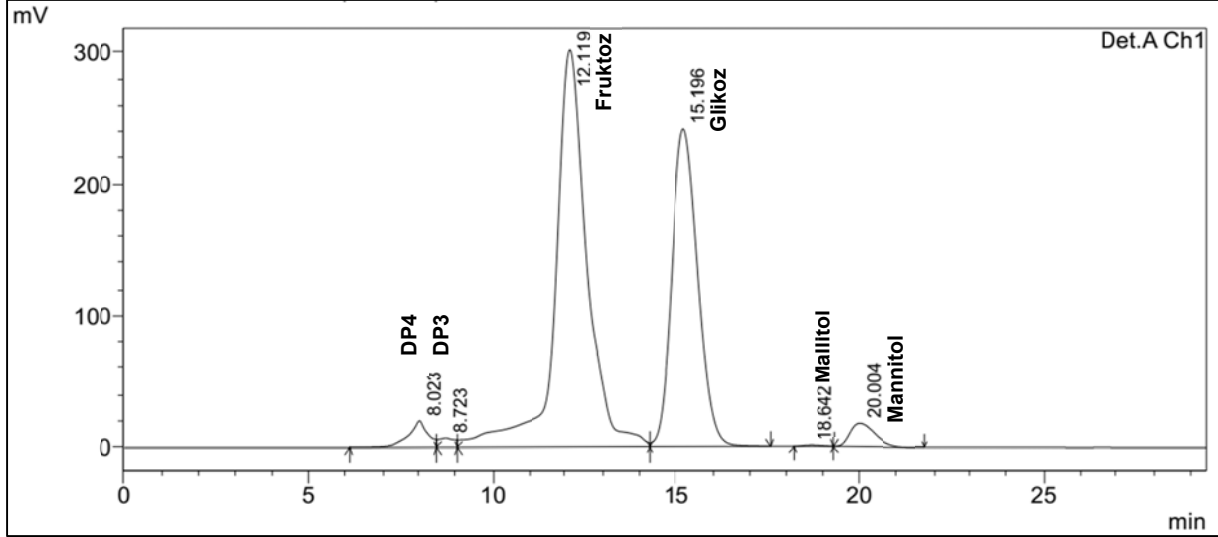
Acılığı giderilmiş ve giderilmemiş portakal suyu örneklerinin glikoz, fruktoz, sakkaroz içerikleri ile toplam şeker miktarı Kola ve ark. (2015) tarafından belirtilen yöntemle göre bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir.

Portakal suyu örnekleri 5 mL'lik bir plastik şırınga yardımıyla doğrudan 0.45 µm'lik teflon filtreden (Chromafil® Xtra PET-45/25 0.45 µm) geçirilmiş ve viallere aktararak Agilent 1260 Infinity II model HPLC cihazında şeker içeriğinin belirlenmesi analizleri gerçekleştirilmiştir.

Şekerlerin tanımlanmasında ve miktar tayininde standart maddelerin (Glikoz, Fruktoz, Sakkaroz, DP3, DP4) alıkonma süreleri ve konsantrasyonlarına göre kıyaslama yapılmıştır. Elde edilen bulgular g/L olarak ifade edilmiştir. HPLC cihazında kullanılan kromatografi koşulları ve standart çözeltilere ait HPLC kromatogramı (Şekil 3.9.) aşağıda verilmiştir:

Kromatografi cihazı	: Shimadzu HPLC
Dedektör	: RID 10A detektör
Kolon	: Coregel 87c
Kolon sıcaklığı	: 80 °C
Mobil faz çözeltisi	: Ultra saf su

Akış hızı : İzokratik akış, 0.5 mL/dakika
Enjeksiyon hacmi : 10 µL
İşlem Süresi : 20 dakika



Şekil 3.9. Şeker içeriğine ait standart çözeltilerin HPLC kromatogramı

3.2.2.5. Suda Çözünür Kurumadde

Taze ve acılığı giderilmiş portakal suyu örneklerinde suda çözünür kurumadde (SÇKM) miktarları “IFU metot No: 8 (International Fruit and Vegetable Juice Association, Method No. 8 Determination of Soluble Solids Indirect Method by Refractometry - Rev. 205)”e göre tayin edilmiştir (IFU, 2017a). Ölçüm işlemleri ATAGO marka RX-5000α model otomatik dijital refraktometre (Şekil 3.10.) gerçekleştirilmiş ve sonuçlar °briks olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.10. ATAGO Marka RX-5000α Model Otomatik Dijital Refraktometre

3.2.2.6. Titrasyon Asitliği

Portakal sularında (taze ya da işlem görmüş) titrasyon asitliği, “IFU metot No: 3 (International Fruit and Vegetable Juice Association, method No. 3 Titratable acidity - Rev. 2017)”e göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla potansiyometrik titrasyon yöntemi kullanılarak portakal suyu örnekleri 0.1 N NaOH ile pH 8.1’e kadar WTW inoLab model pH metre (Şekil 3.11.) ile titre edilmiş ve sonuçlar g/100 mL (sitrik asit cinsinden) olarak ifade edilmiştir (IFU, 2017b).



Şekil 3.11. WTW inoLab pH Metre

3.2.2.7. Tat Dengesi

Acılığı giderilmiş ve giderilmemiş portakal suyu örneklerinde, suda çözünür kurumadde değeri (SÇKM) titrasyon asitliği (TA) değeriyle bölünerek (SÇKM/TA) tat dengesi değeri belirlenmiştir.

3.2.2.8. pH

Portakal suyu örneklerinde (acılığı giderilmiş ve giderilmemiş) pH değeri, “WTW inoLab” model pH metre (Şekil 3.11.) ile “IFU metot No: 11 (International Fruit and Vegetable Juice Association, method No. 11 pH Value - Rev. 2015)”e göre gerçekleştirilmiştir (IFU, 2015).

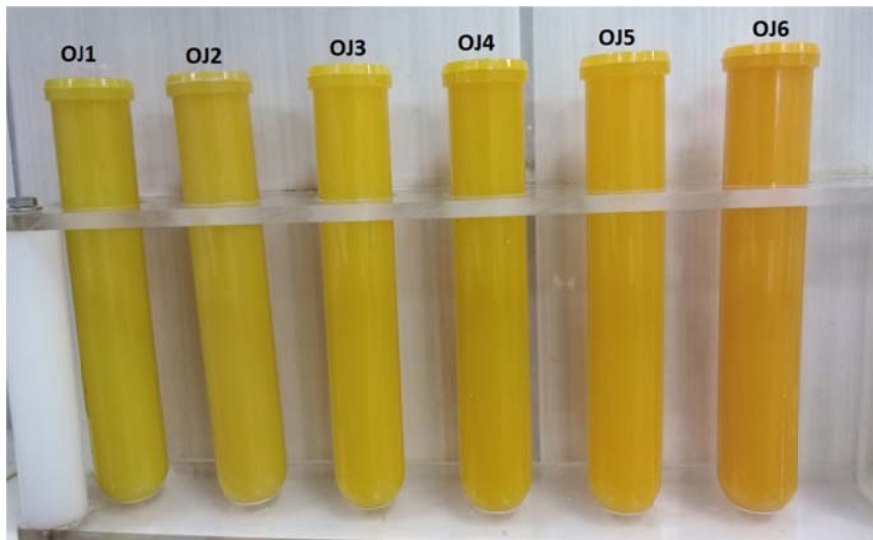
3.2.2.9. Renk

Acılığı giderilmiş ve giderilmemiş Washington navel ve Valensiya portakal suyu örneklerinde renk ölçümleri Kimball (1991, 1999) ve (Kola, 2005)'e uygun olarak göre yapılmıştır. Renk ölçümlerinde, standart renklerdeki altı adet plastik renk tüpü kullanılarak örnekler OJ1 (açık renkli, parlak ve turuncu renk)'den OJ6 (koyu renkli, mat, turuncu renk)'ya kadar derecelendirilmiştir (Tablo 3.1, Şekil 3.12). Renklerin ölçülmesinde USDA standart renk tüpleri ile 27 ± 1 °C'de su banyosunda 15 dakika süreyle bekletilen ve test tüpüne doldurulan portakal suyunun rengi kıyaslanarak Tablo 3.1.'deki USDA renk değerlerine göre hangi aralıklarda yer aldığı belirlenmiştir (Kola, 2005).

Tablo 3.1. USDA Renk Tüpleri (OJ1-OJ6) Standartları

	a ⁽¹⁾	b ⁽²⁾	c ⁽³⁾
PS > OJ1	40	40	40
OJ2 < PS < OJ1	40	40	40
PS = OJ2	40	40	40
OJ3 < PS < OJ2	39	39	39
PS = OJ3	39	39	39
OJ4 < PS < OJ3	38	38	38
PS = ya da biraz > OJ4	37	37	38
OJ5 < PS < OJ4	36	36	37
PS = OJ5	36*	36	37
OJ6 < PS < OJ5	35**	36*	36
PS = OJ6	34	35	36*
PS < OJ6	33 >	34 >	35**>

⁽¹⁾ Donmuş Portakal Suyu Konsantresi, Asitliği Azaltılmış ya da Konserve Edilmiş Portakal Suyu, ⁽²⁾ Pastörize edilmiş ya da konsantreden hazırlanmış portakal suyu, ⁽³⁾ Üretimde Kullanılan Konserve ve Konsantre Edilmiş Portakal Suyu, * A Kalite için sınır değerleri, ** B Kalite için sınır değerleri, PS: Protakal suyu.



Şekil 3.12. Renk Ölçümünde Kullanılan USDA Standart Renk Tüpleri

3.2.2.10. Hidroksimetilfurfural (HMF) Tayini

Taze ve işlem görmüş Washington navel ve Valensiya portakal suyu örneklerinde HMF tayini “IFU metot No: 69 (International Fruit and Vegetable Juice Association, Method No. 69 Determination of Hydroxymethylfurfural - Rev. 2005)”a göre gerçekleştirilmiştir (IFU, 2005a).

Bu amaçla, ters faz sıvı-sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ve mobil faz olarak Su:Metanol kullanılarak UV dedektörü yardımıyla HMF miktarı tespit edilmiştir. Buna göre HPLC koşulları aşağıdaki şekilde uygulanmıştır:

- Kolon : ODS Hypersil RP-18 (250x4.6 mm; 5µm gözenek çapı)
- Mobil Faz : Ultra saf su:Metanol (90:10)
- Akış Hızı : 1.5 mL/dakika
- Dedektör : UV dedektör
- Enjeksiyon hacmi : 20 µL
- Dalga Boyu : 280 nm
- İşlem Süresi : 40 dakika

Taze ve işlem görmüş Washington navel ve Valensiya portakal suyu örneklerinden 2 mL alınarak 1:1 oranında saf su ile seyreltilmiş ve bir membran filtreden (0.45 µm gözenek büyüklüğü) süzülerek vialle aktarılmıştır. Analizi yapılan numunelerdeki HMF konsantrasyonu, örneklerdeki HMF'nin pik alanının standart çözeltilerdeki HMF'nin pik alanı ile karşılaştırılmasıyla hesaplanmıştır. Sonuçlar hesaplanırken, numunenin seyreltme faktörünü dikkate alınmıştır.

3.2.2.11. Çökelen Pulp Miktarı

Taze ve işlem görmüş Washington navel ve Valensiya portakal suyu örneklerinde çökelen pulp miktarı “IFU metot No: 60 (International Fruit and Vegetable Juice Association, method No. 60 Determination of Centrifugal Pulp - Rev. 2005)”a göre gerçekleştirilmiştir (IFU, 2005b).

Çalkanarak homojen hale getirilmiş taze ve işlem görmüş portakal suyu örneklerinden 100 mL’lik santrifüj tüplerine (r= 47.3 mm, derinliği 97.6 mm) 50 mL ilave edilmiş ve yarıçapı 15 cm olan, HERMLE Z306 model santrifüjde 10 dakika süre ile 4000 devir/dakika

hızla santrifüjlenmiştir. Santrifüjlenme işlemi sonunda, ayrılan berrak ve bulanık fazdan üst kısımda kalan berrak kısmı bir ölçü silindire aktararak hacminin ölçülmesiyle çökelen pulp miktarı hesaplanmış ve mL/100 mL olarak ifade edilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Washington navel ve Valensiya portakal çeşitlerine ait portakal sularında; “Seplite LSF904” reçinesi (SU13357-U; Ek-2) ve “Alimentech P-495” reçinesi (SU13479-U; Ek-3) kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinin, portakal sularının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri bu kısımda ele alınmıştır.

4.1. Acılık Giderme İşleminin Portakal Sularının Limonin, Naringin ve Hesperidin İçerikleri Üzerine Etkisi

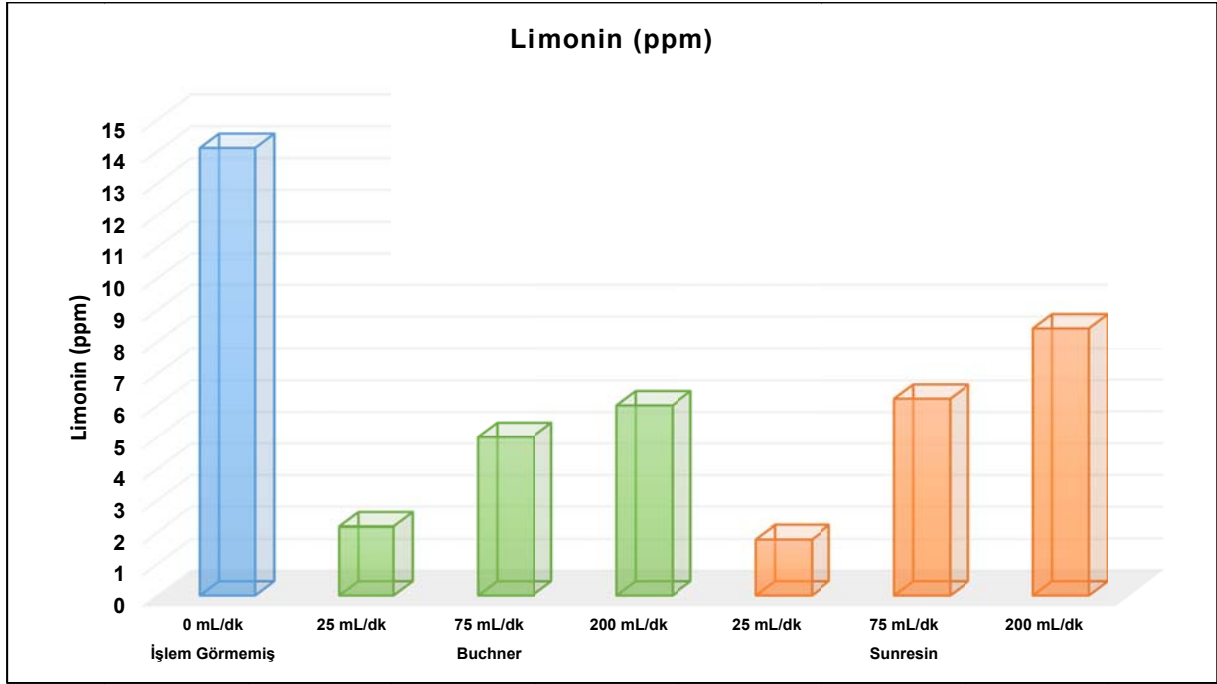
Bucher ve Sunresin firmasına ait adsorbent reçineler kullanılarak, Washington navel ve Valensiya portakal çeşitlerine ait portakal sularında, limonin, naringin ve hesperidin acılık bileşenlerinin neden olduğu acı tadın giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular, bu kısımda ilgili tablo ve şekillerde ayrı ayrı verilmiştir.

4.1.1. Acılık Giderme İşleminin Washington Navel Portakal Sularının Limonin, Naringin ve Hesperidin İçerikleri Üzerine Etkisi

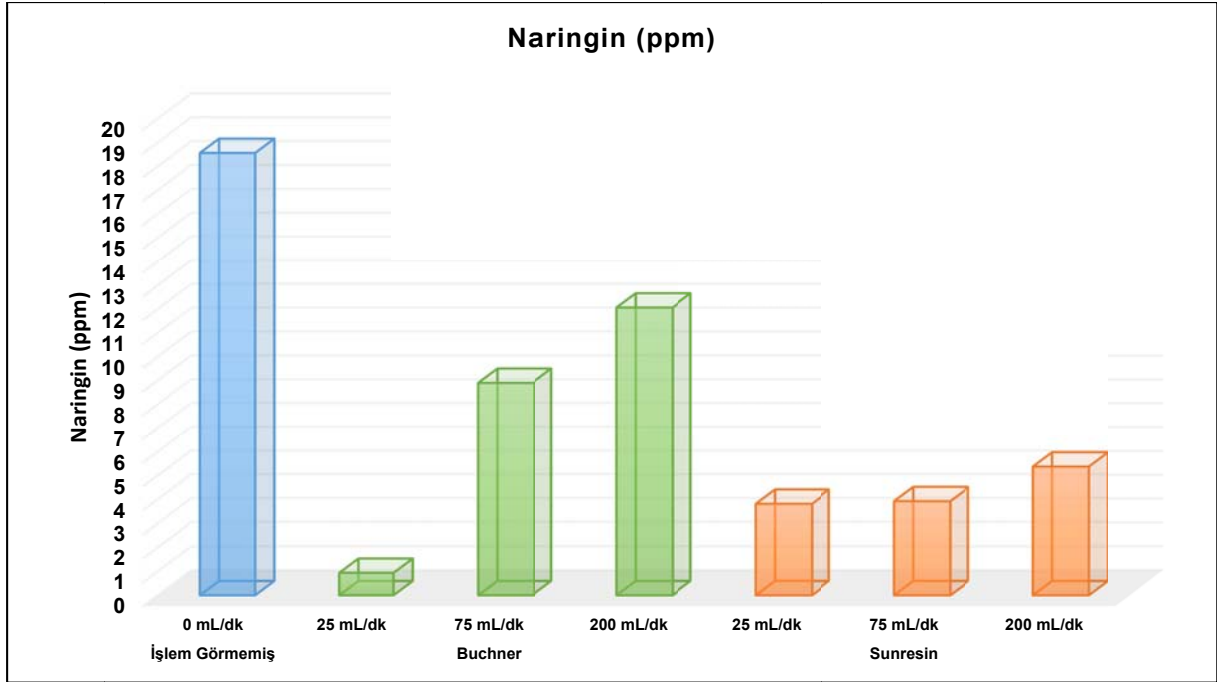
Washington navel portakal çeşidine ait portakal sularında limonin, naringin ve hesperidin acılık bileşenlerinin neden olduğu acılığın giderilmesinde, Bucher ve Sunresin adsorbent reçineleri kullanılarak farklı akış hızlarında (25 mL/dk, 75 mL/dk, 200 mL/dk) yapılan çalışmalarda, Washington navel portakal sularının limonin, naringin ve hesperidin içerikleri (ppm) üzerindeki etkileri Tablo 4.1. ve sırasıyla Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Acılık Bileşenleri ve Miktarları

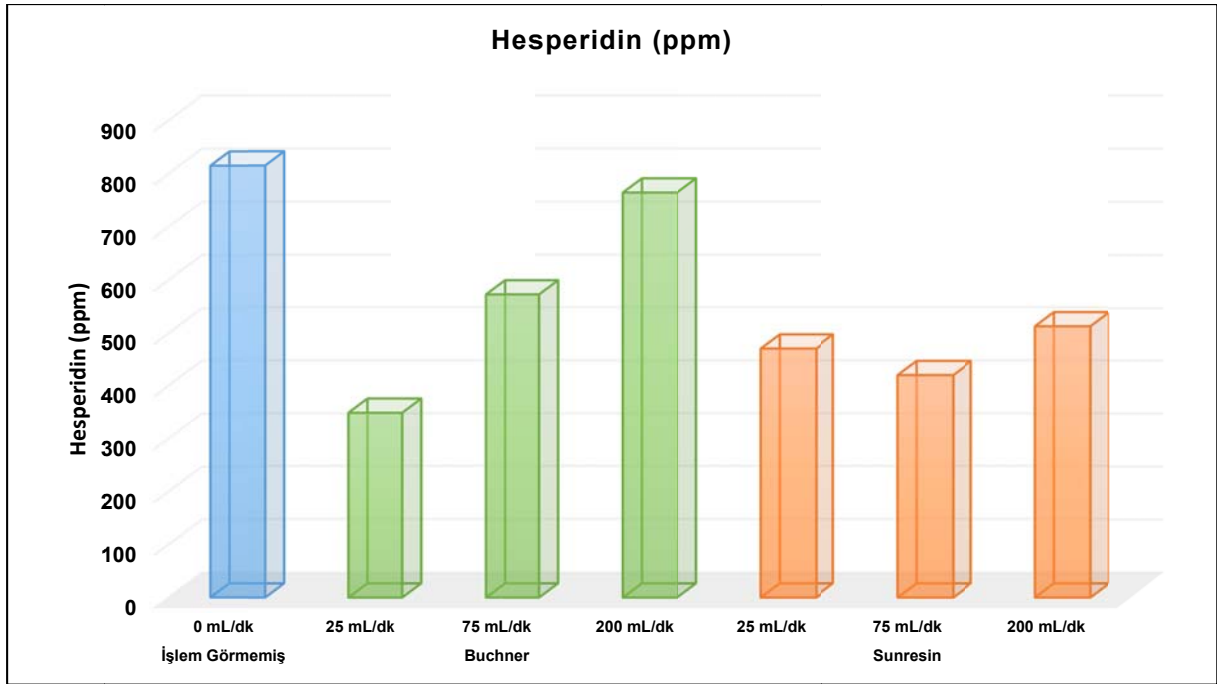
Acılık Bileşenleri	Washington Portakal Sularının Acılık Bileşenleri						
	İşlem Görmemiş Portakal Suyu	Acılığı Giderilmiş Portakal Suları					
		Bucher			Sunresin		
		0 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk	200 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk
Limonin (ppm)	14.11	2.17	5.00	6.00	1.77	6.21	8.42
Naringin (ppm)	18.56	0.94	8.90	12.06	3.81	3.92	5.37
Hesperidin (ppm)	815	348	571	764	469	419	511



Şekil 4.1. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Limonin İçeriklerindeki Değişim



Şekil 4.2. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Naringin İçeriklerindeki Değişim



Şekil 4.3. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Hesperidin İçeriklerindeki Değişim

Tablo 4.1.'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi Washington navel portakal suyundaki acılık bileşenlerinden limonin, naringin ve hesperidin miktarlarının sırasıyla 14.11 ppm, 18.56 ppm ve 815 ppm olduğu belirlenmiştir.

Acılık giderme işlemleri sonucunda; Washington navel portakal sularındaki limonin içeriğinin, akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) Bucher reçinesinde sırasıyla 2.17 ppm, 5.00 ppm ve 6.00 ppm olduğu ve işlem görmemiş Washington navel portakal suyuna göre (14.11 ppm) %84.62, %64.56 ve %57.48 oranında azaldığı saptanmıştır. Sunresin reçinesinde ise limonin içeriğinin akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) sırasıyla 1.77 ppm, 6.21 ppm ve 8.42 ppm olduğu ve işlem görmemiş Washington navel portakal suyuna göre (14.11 ppm) sırasıyla %87.46, %55.99 ve %40.33 oranında azaldığı saptanmıştır. Washington navel portakal sularının limonin içeriğindeki en fazla azalmanın 25 mL/dk akış hızında Sunresin reçinesi kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde olduğu, ancak diğer akış hızlarında gerçekleşen limonin azalma değerleri göz önüne alındığında Bucher reçinesinin genel olarak Sunresin reçinesine göre Washington navel portakal sularında limonin acılığını gidermede daha etkin bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir (Tablo 4.1. ve Şekil 4.1.).

Tablo 4.1. ve Şekil 4.2.'den de görülebileceği gibi; Washington navel portakal suyundaki acılık bileşenlerinden naringin miktarının 18.56 ppm olduğu belirlenmiştir. Acılık giderme işlemleri sonucunda; Washington navel portakal sularındaki naringin içeriğinin, akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) Bucher reçinesinde sırasıyla 0.94 ppm, 8.90 ppm ve 12.06 ppm olduğu ve işlem görmemiş Washington navel portakal suyuna göre (18.56 ppm) sırasıyla %94.94, %52.05 ve %35.02 oranında azaldığı saptanmıştır. Sunresin reçinesinde ise naringin içeriğinin akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) sırasıyla 3.81 ppm, 3.92 ppm ve 5.37 ppm olduğu ve işlem görmemiş Washington navel portakal suyuna göre (18.56 ppm) sırasıyla %79.47, %78.88 ve %71.07 oranında azaldığı saptanmıştır. Washington navel portakal sularının naringin içeriğindeki en fazla azalmanın 25 mL/dk akış hızında Bucher reçinesi kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde olduğu, ancak tüm akış hızlarında naringinde ölçülen yüzde azalma değerlerine göre Sunresin reçinesinin genel olarak Bucher reçinesine göre Washington navel portakal sularında naringin acılığını gidermede daha etkin bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir (Tablo 4.1. ve Şekil 4.2.).

Washington navel portakal suyundaki acılık bileşenlerinden hesperidin miktarının 815 ppm olduğu belirlenmiştir. Acılık giderme işlemleri sonucunda; Washington navel portakal sularındaki hesperidin içeriğinin, akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) Bucher reçinesinde sırasıyla 348 ppm, 571 ppm ve 764 ppm olduğu ve işlem görmemiş Washington navel portakal suyuna göre (815 ppm) sırasıyla %57.30, %29.94 ve %6.26 oranında azaldığı saptanmıştır. Sunresin reçinesinde ise hesperidin içeriğinin akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) sırasıyla 469 ppm, 419 ppm ve 511 ppm olduğu ve işlem görmemiş Washington navel portakal suyuna göre (815 ppm) sırasıyla %42.45, %48.59 ve %37.30 oranında azaldığı saptanmıştır. Washington navel portakal sularının hesperidin içeriğindeki en fazla azalmanın 25 mL/dk akış hızında Bucher reçinesi kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde olduğu, ancak tüm akış hızlarında hesperidindeki azalma değerlendirildiğinde Sunresin reçinesinin genel olarak Bucher reçinesine göre Washington navel portakal sularında hesperidin acılığını gidermede daha etkin bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir (Tablo 4.1. ve Şekil 4.3.).

4.1.2. Acılık Giderme İşleminin Valensiya Portakal Sularının Limonin, Naringin ve Hesperidin İçerikleri Üzerine Etkisi

Valensiya portakal çeşidine ait portakal sularında limonin, naringin ve hesperidin acılık bileşenlerinin neden olduğu acılığın giderilmesinde, Bucher ve Sunresin adsorbent reçineleri

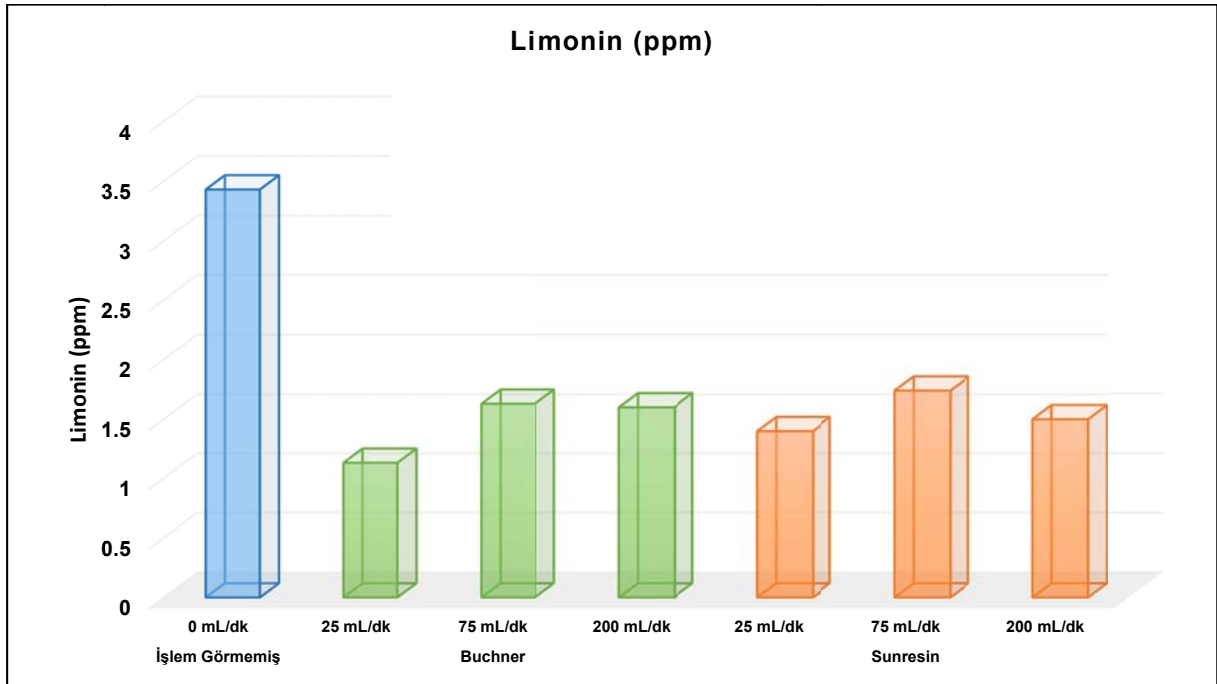
kullanılarak farklı akış hızlarında (25 mL/dk, 75 mL/dk, 200 mL/dk) yapılan çalışmalarda, Valensiya portakal sularının limonin, naringin ve hesperidin içerikleri (ppm) üzerindeki etkileri Tablo 4.2., Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Acılık Bileşenleri ve Miktarları

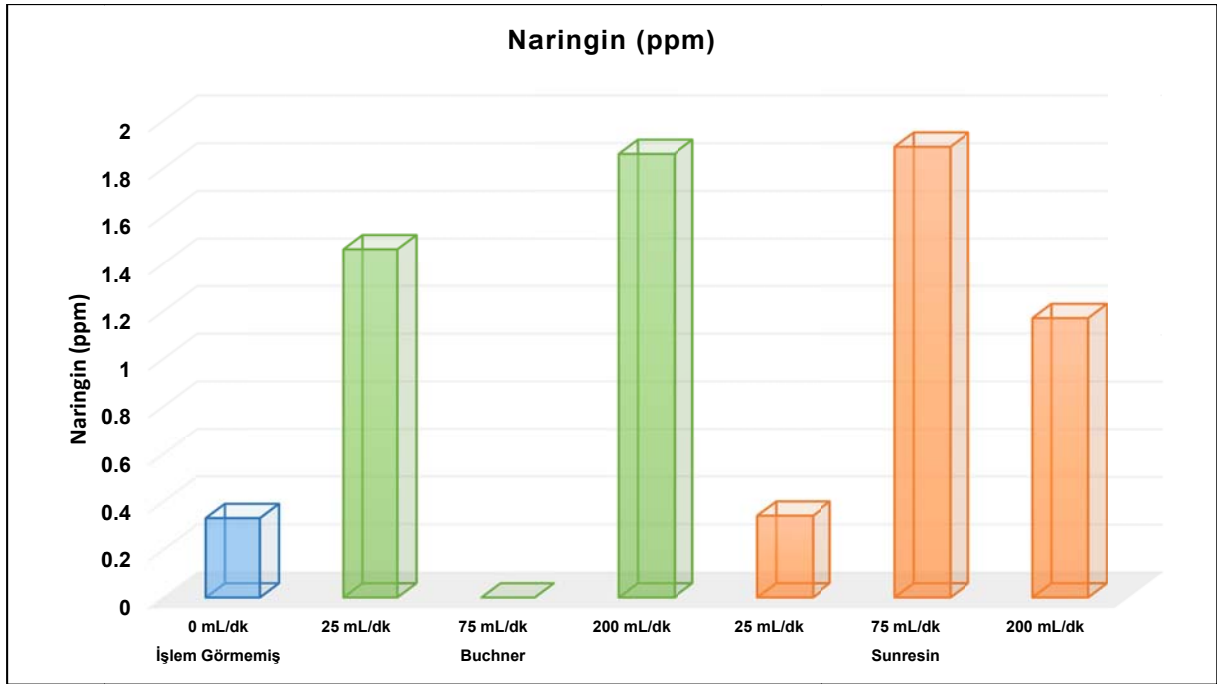
Acılık Bileşenleri	Valensiya Portakal Sularının Acılık Bileşenleri						
	İşlem Görmemiş Portakal Suyu	Acılığı Giderilmiş Portakal Suları					
		Bucher			Sunresin		
		0 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk	200 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk
Limonin (ppm)	3.43	1.13	1.63	1.60	1.40	1.74	1.50
Naringin (ppm)	0.33	1.46	n.d.*	1.86	0.34	1.89	1.17
Hesperidin (ppm)	337	234	248	219	282	292	283

n.d.: tespit edilememiştir.

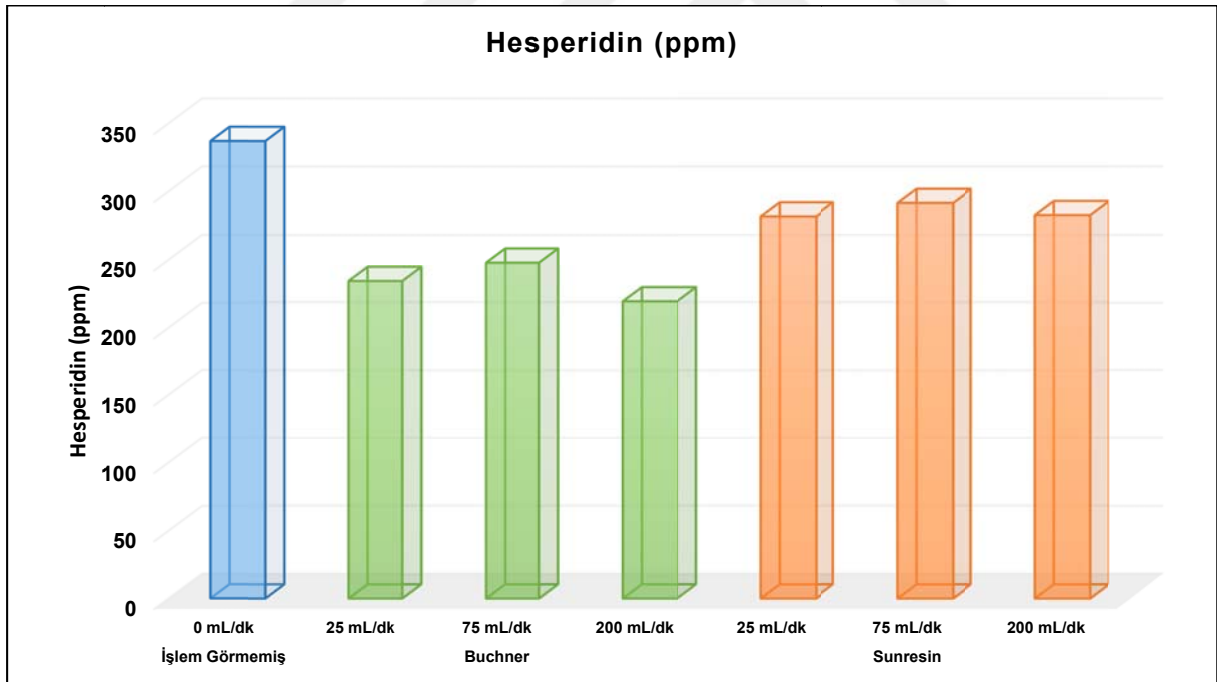
Tablo 4.2.’nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi Valensiya portakal suyundaki acılık bileşenlerinden limonin, naringin ve hesperidin miktarlarının sırasıyla 3.43 ppm, 0.33 ppm ve 337 ppm olduğu belirlenmiştir



Şekil 4.4. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Limonin İçeriklerindeki Değişim



Şekil 4.5. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Naringin İçeriklerindeki Değişim



Şekil 4.6. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Hesperidin İçeriklerindeki Değişim

Acılık giderme işlemleri sonucunda; Valensiya portakal sularındaki limonin içeriğinin, akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) Bucher reçinesinde sırasıyla 1.13 ppm, 1.63

ppm ve 1.60 ppm olduğu ve işlem görmemiş Valensiya portakal suyuna göre (3.43 ppm) sırasıyla %67.06, %52.48 ve %53.35 oranında azaldığı saptanmıştır. Sunresin reçinesinde ise limonin içeriğinin akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) sırasıyla 1.40 ppm, 1.74 ppm ve 1.50 ppm olduğu ve işlem görmemiş Valensiya portakal suyuna göre (3.43 ppm) sırasıyla %59.18, %49.27 ve %56.27 oranında azaldığı saptanmıştır. Valensiya portakal sularının limonin içeriğindeki en fazla azalmanın 25 mL/dk akış hızında Bucher reçinesi kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde olduğu ve Bucher reçinesinin genel olarak Sunresin reçinesine göre limonin acılığını gidermede Valensiya portakal sularında daha etkin bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir (Tablo 4.2. ve Şekil 4.4.).

Tablo 4.2. ve Şekil 4.5.'den de görülebileceği gibi; Valensiya portakal suyundaki acılık bileşenlerinden naringin miktarının 0.33 ppm olduğu belirlenmiştir. Acılık giderme işlemleri sonucunda; Valensiya portakal sularındaki naringin içeriğinde taze portakal suyuna göre önemli bir değişiklik olmadığı, sapmalar göstermekle birlikte 0.34-1.89 ppm arasında değiştiği ve naringin içeriğinde artış olduğu belirlenmiştir. Bu artışın sebebinin, HPLC ile yapılan ölçüm sınırına göre Valensiya portakal suyundaki naringinin çok düşük düzeylerde bulunmasının getirdiği sapmaların yanısıra acılık giderme işlemiyle titrasyon asitliği ve pH'daki değişime bağlı olarak ortamın asitliğinin azalması ile portakal suyundaki prunin ve/ya da naringenin naringine dönüşmesinden (Smythe, Moorestown, Dudley, & Morrisville, 1960) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Valensiya portakal suyundaki acılık bileşenlerinden hesperidin miktarının 337 ppm olduğu belirlenmiştir. Acılık giderme işlemleri sonucunda; Valensiya portakal sularındaki hesperidin içeriğinin, akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) Bucher reçinesinde sırasıyla 234 ppm, 348 ppm ve 219 ppm olduğu ve işlem görmemiş Valensiya portakal suyuna göre (337 ppm) sırasıyla %30.56, %26.41 ve %35.01 oranında azaldığı saptanmıştır. Sunresin reçinesinde ise hesperidin içeriğinin akış hızına göre (25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk) sırasıyla 282 ppm, 292 ppm ve 283 ppm olduğu ve işlem görmemiş Valensiya portakal suyuna göre (337 ppm) sırasıyla %16.32, %13.35 ve %16.02 oranında azaldığı saptanmıştır. Valensiya portakal sularının hesperidin içeriğindeki en fazla azalmanın 200 mL/dk akış hızında Bucher reçinesi kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde olduğu ve genel olarak Sunresin reçinesine göre Valensiya portakal sularında hesperidin acılığını gidermede Buchner reçinesinin daha etkin bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir (Tablo 4.2. ve Şekil 4.6.).

Narenciye sularında acılığın giderilmesi ile ilgili daha önce yapılan araştırmalarda; Kola ve ark., 2010; 2015; Kola, 2005; Mozaffar ve ark. (2000), LaFlamme ve Weinand (1993), Couture ve Rouseff (1992), Hernandez ve ark. (1992), Johnson ve Chandler (1985; 1988)'de yaptıkları araştırmalarda, limonin miktarının azaltılmasında farklı adsorbent reçinelerin limonin acılığının giderilmesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kola ve ark. (2010), etkili bir acılık giderme işleminde, birim zamanda kolonlardan geçirilen portakal suyu miktarının (BV/saat) etkisinin önemli ve düşük akış hızlarının yüksek akış hızlarına göre daha etkin olduğunu belirtmiştir.

4.2. Acılık Giderme İşleminin Portakal Sularının Genel Özellikleri Üzerine Etkisi

Bucher ve Sunresin firmasına ait adsorbent reçineler kullanılarak, Washington navel ve Valensiya portakal çeşitlerine ait portakal sularında, limonin ve diğer acılık bileşenlerinin neden olduğu acı tadın giderilmesi amacıyla yapılan çalışmaların portakal suyunun genel özellikleri üzerine etkisi, bu kısımda ilgili tablo ve şekillerde ayrı ayrı verilmiştir.

4.2.1. Acılık Giderme İşleminin Washington Navel Portakal Sularının Genel Özellikleri Üzerine Etkisi

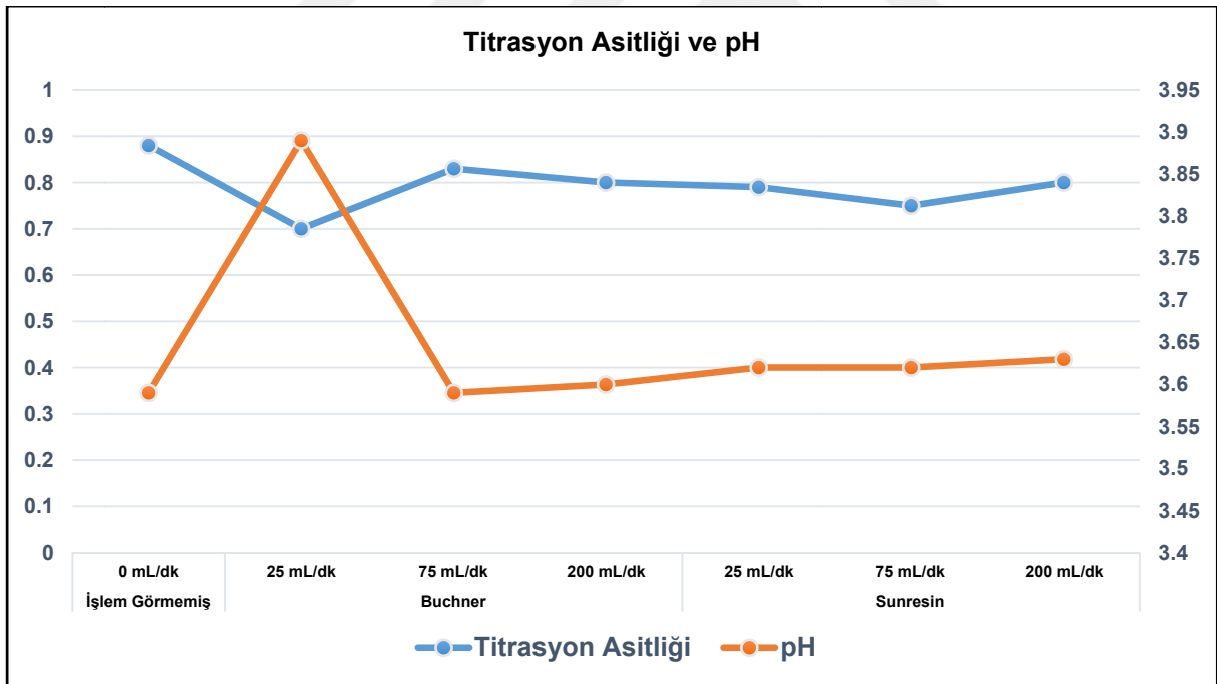
Washington navel portakal çeşidine ait portakal sularında limonin ve diğer acılık bileşenlerinin neden olduğu acılığın giderilmesinde, Bucher ve Sunresin adsorbent reçineleri kullanılarak farklı akış hızlarında (25 mL/dk, 75 mL/dk, 200 mL/dk) yapılan çalışmalarda, portakal sularının genel özellikleri üzerindeki etkileri Tablo 4.3., Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Genel Özellikleri

Özellikler	Washington Portakal Suyunun Genel Özellikleri						
	İşlem Görmemiş Portakal Suyu	Acılığı Giderilmiş Portakal Suları					
		Bucher			Sunresin		
		0 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk	200 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk
SÇKM (°briks)	11.00	9.34	10.55	8.76	9.63	10.76	8.85
Asitlik (g/100g)	0.88	0.70	0.83	0.80	0.79	0.75	0.80
Tat Dengesi	12.50	13.34	12.71	10.95	12.19	14.35	11.06
pH	3.59	3.89	3.59	3.60	3.62	3.62	3.63
Renk (OJ)	OJ5	OJ5	OJ5	OJ5	OJ5	OJ5	OJ5
Pulp (% v/v)	4	1	3	3	2	3	3
HMF (ppm)	0.08	0.06	0.07	0.08	0.03	0.04	0.06



Şekil 4.7. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının SÇKM Değerlerindeki Değişim



Şekil 4.8. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Titrasyon Asitliği ve pH Değerlerindeki Değişim

Acılık giderme işlemi sonucunda; Washington navel portakal suyunun SÇKM içeriklerindeki değişimler incelendiğinde (Tablo 4.3. ve Şekil 4.7.), taze Washington navel portakal suyunun

(işlem görmemiş) SÇKM değerinin 11.00 °briks olduğu belirlenmiştir. Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş portakal sularının SÇKM içeriklerinin azaldığı ve her iki reçinede de 25 mL/dk akış hızında sırasıyla 9.34 °briks (%15.09 azalma) ve 9.63 °brikse (%12.46 azalma) düştüğü belirlenmiştir. Kolondan geçen portakal suyunun akış hızı 75 mL/dk'ya çıkarıldığında ise, SÇKM değerlerindeki azalmanın daha az olduğu, Bucher ve Sunresin reçineleri ile acılığı giderilmiş portakal sularının SÇKM içeriklerinin sırasıyla 10.55 °briks (%4.09 azalma) ve 10.76 °briks (%2.18 azalma) olduğu saptanmıştır. 75 mL/dk'daki SÇKM değerlerindeki azalmanın 25 mL/dk akış hızına göre daha az olmasının ise artan akış hızı ile başlangıçta reçineler tarafından tutulan şeker ve organik asit bileşenlerinin kolonda sürüklenerek yeniden SÇKM'de artışa sebep olduğu görülmüştür. 200 mL/dk akış hızında gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde ise SÇKM içeriğindeki azalmanın 25 mL/dk ve 75 mL/dk akış hızlarındakine göre çok daha düşük olduğu ve taze portakal suyuna (11 °briks) göre SÇKM değerlerindeki bu azalmanın Bucher ve Sunresin reçinesinde sırasıyla %20.36 ve %19.55 oranında olduğu tespit edilmiştir. Daha yüksek akış hızında (200 mL/dk), SÇKM içeriklerinde meydana gelen bu azalmanın, diğer akış hızlarına göre (25 ve 75 mL/dk) çok daha yüksek olmasının, acılık giderme işlemlerinde kullanılan reçinelerin gözenek yapılarının akış hızındaki yükselme ile birlikte kolon içerisinde oluşan basıncın artmasıyla portakal sularının daha etkin bir şekilde gözeneklerin içerisini doldurmasının etkisi olduğu kanısına varılmıştır. Acılığı giderilmiş Washington navel portakal sularının SÇKM içeriklerinde, kullanılan Bucher Seplite LSF904 ve Sunresin Alimentech P-495 reçinelerinin etkinlikleri arasında belirgin bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.3. ve Şekil 4.8.'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi Washington navel portakal suyunun titrasyon asitliği 0.88 g/100 g, pH değerinin ise 3.59 olduğu tespit edilmiştir. Acılık giderme işlemleri sonucu, akış hızına (25, 75 ve 200 mL/dk) bağlı olarak, Bucher reçinesi ile yapılan çalışmalarda titrasyon asitliği değerinin sırasıyla 0.70, 0.83 ve 0.80 g/100 g, Sunresin reçinesi ile yapılan çalışmalarda ise sırasıyla 0.79, 0.75 ve 0.80 g/100 g olduğu belirlenmiştir: Her iki reçine kullanılarak elde edilen acılığı giderilmiş Washington navel portakal suyu örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin, işlem görmemiş portakal sularına göre, Bucher reçinesinde %5.68-20.45 ve Sunresin reçinesinde %9.09-14.70 oranında azaldığı saptanmıştır. Buna karşılık, beklenildiği üzere titrasyon asitliğindeki azalmaya bağlı olarak, acılığı giderilmiş portakal sularındaki pH değerinin ise kısmen de olsa yükseldiği tespit edilmiştir.

pH değeriindeki yükselmenin Bucher reçinesinde Sunresin reçinesine göre daha fazla olduğu ve düşük akış hızlarında (25 mL/dk) pH değerinin çok daha fazla arttığı görülmüştür (Tablo 4.3., Şekil 4.8.). Tat dengesi (SÇKM/TA) açısından da değerlendirildiğinde (Tablo 4.1.); acılığı giderilmemiş Washington navel portakal suyunun tat dengesinin 12.50, acılığı giderilmiş portakal sularının tat dengesi değerlerinin de Bucher reçinesinde 10.95-13.34 ve Sunresin reçinesinde ise 11.06-12.19 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Bucher ve Sunresin reçineleri ile gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde; Washington navel portakal sularının renk ölçümleri, standart renklerdeki altı adet plastik renk tüpü kullanılarak OJ1 (açık renkli, parlak ve turuncu renk)'den OJ6 (koyu renkli, mat, turuncu renk)'ya kadar derecelendirilmiş ve acılığı giderilmiş ve giderilmemiş Washington navel portakal sularında renk değerinin OJ5 olduğu ve acılık giderme işleminin renk üzerinde herhangi bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3.'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi, Washington navel portakal suyunun çökelen pulp miktarının %4 (v/v) olduğu saptanmıştır. Her iki reçine kullanılarak elde edilen acılığı giderilmiş portakal sularında ise, çökelen pulp miktarının (%) azaldığı ve bu azalmanın Bucher reçinesinde (%1-3) Sunresin reçinesine (%2-3) göre çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Çökelen pulp miktarındaki bu azalmanın özellikle iki reçinede de düşük akış hızlarında (25 mL/dk) diğer akış hızlarına göre (75 mL/dk ve 200 mL/dk) çok daha fazla olduğu belirlenmiştir.

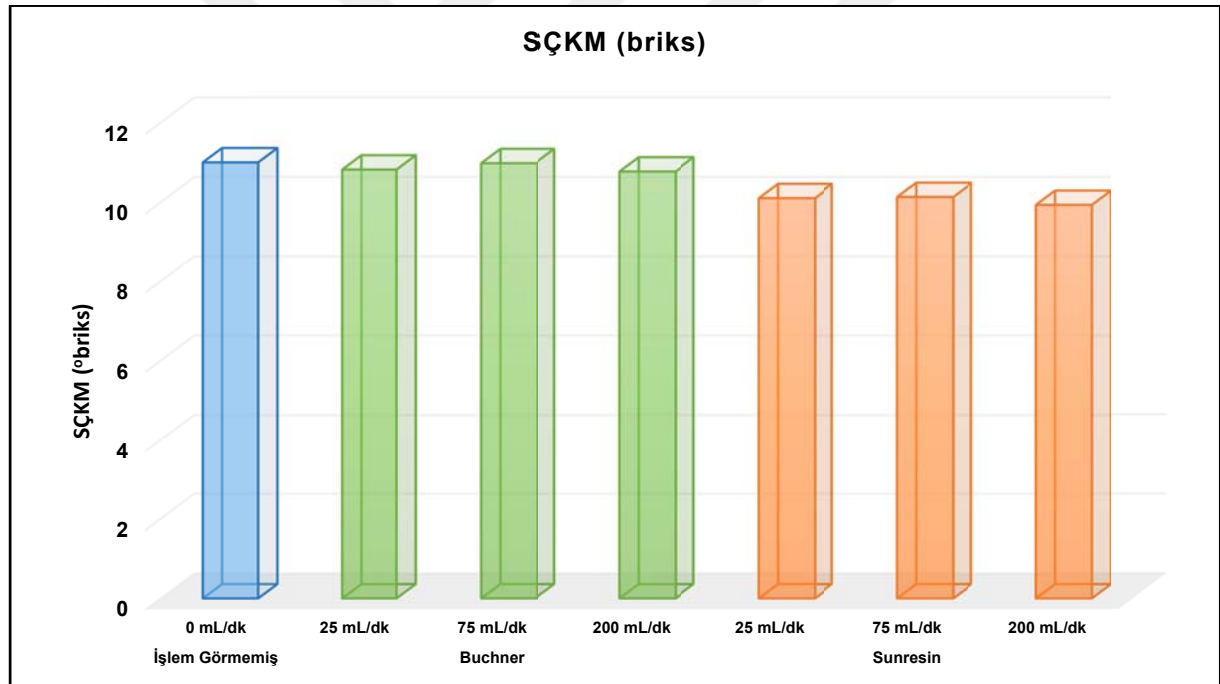
HMF içeriği açısından değerlendirildiğinde de; Washington navel portakal suyundaki 0.08 ppm düzeyindeki HMF miktarının acılık giderme işlemleri ile birlikte azalarak 0.03-0.08 ppm arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.3.). HMF içeriğindeki bu azalmanın Sunresin reçinesi kullanılarak elde edilen acılığı giderilmiş portakal sularında çok daha fazla olduğu ve bu azalmanın %25.0-62.5 arasında değiştiği belirlenmiştir.

4.2.2. Acılık Giderme İşleminin Valensiya Portakal Sularının Genel Özellikleri Üzerine Etkisi

Valensiya portakal çeşidine ait portakal sularında limonin ve diğer acılık bileşenlerinin neden olduğu acılığın giderilmesinde, Bucher ve Sunresin adsorbent reçineleri kullanılarak farklı akış hızlarında (25 mL/dk, 75 mL/dk, 200 mL/dk) yapılan çalışmalarda, portakal sularının genel özellikleri üzerindeki etkileri Tablo 4.4., Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Genel Özellikleri

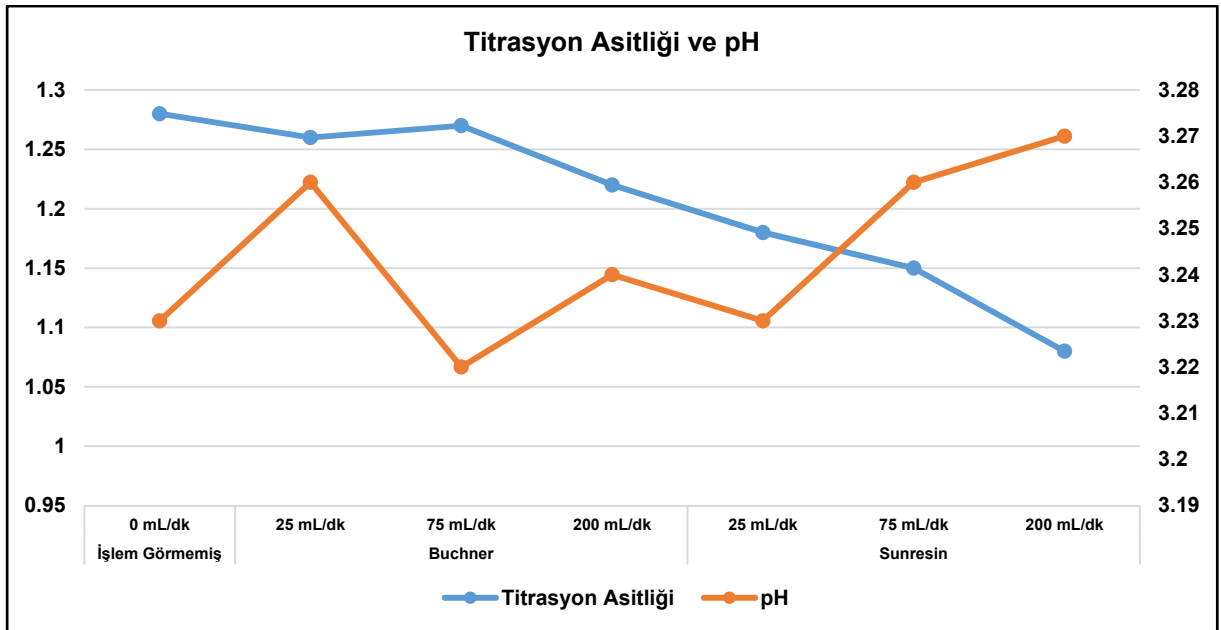
Özellikler	Valensiya Portakal Suyunun Genel Özellikleri						
	İşlem Görmemiş Portakal Suyu	Acılığı Giderilmiş Portakal Suları					
		Bucher			Sunresin		
		0 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk	200 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk
SÇKM (briks)	11.00	10.82	10.98	10.77	10.10	10.13	9.93
Asitlik (g/100g)	1.28	1.26	1.27	1.22	1.18	1.15	1.08
Tat Dengesi	8.56	8.59	8.65	8.83	8.56	8.81	9.19
pH	3.23	3.26	3.22	3.24	3.23	3.26	3.27
Renk (OJ)	OJ5	OJ5	OJ5	OJ5	OJ5	OJ5	OJ5
Pulp (% v/v)	4	2	3	2	4	3	3
HMF (ppm)	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02



Şekil 4.9. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının SÇKM Değerlerindeki Değişim

Acılık giderme işlemi sonucunda; Valensiya portakal suyunun SÇKM içeriklerindeki değişimler incelendiğinde (Tablo 4.4. ve Şekil 4.9.), taze Valensiya portakal suyunun (işlem görmemiş) SÇKM değerinin 11.00 °briks olduğu belirlenmiştir. Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş portakal sularının SÇKM içeriklerinin

azaldığı ve her iki reçinede de 25 mL/dk akış hızında sırasıyla 10.82 °briks (%1.64 azalma) ve 10.10 °briks (%8.18 azalma) düştüğü belirlenmiştir. Kolondan geçen portakal suyunun akış hızı 75 mL/dk'ya çıkarıldığında ise, SÇKM değerlerindeki azalmanın daha az olduğu, Bucher ve Sunresin reçineleri ile acılığı giderilmiş portakal sularının SÇKM içeriklerinin sırasıyla 10.98 °briks (%0.18 azalma) ve 10.13 °briks (%7.91 azalma) olduğu saptanmıştır. 75 mL/dk'daki SÇKM değerlerindeki azalmanın 25 mL/dk akış hızına göre daha az olmasının ise artan akış hızı ile başlangıçta reçineler tarafından tutulan şeker ve organik asit bileşenlerinin kolonda sürüklenerek yeniden SÇKM'de artışa sebep olduğu görülmüştür. 200 mL/dk akış hızında gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde ise SÇKM içeriğindeki azalmanın 25 ml/dk ve 75 mL/dk akış hızlarındakine göre çok daha düşük olduğu ve taze portakal suyuna (11 °briks) göre SÇKM değerlerindeki bu azalmanın Bucher ve Sunresin reçinesinde sırasıyla %2.09 ve %5.73 oranında olduğu tespit edilmiştir. Daha yüksek akış hızında (200 mL/dk), SÇKM içeriklerinde meydana gelen bu azalmanın, diğer akış hızlarına göre (25 ve 75 mL/dk) çok daha yüksek olmasının, acılık giderme işlemlerinde kullanılan reçinelerin gözenek yapılarının akış hızındaki yükselme ile birlikte kolon içerisinde oluşan basıncın artmasıyla portakal sularının daha etkin bir şekilde gözeneklerin içerisini doldurmasının etkisi olduğu kanısına varılmıştır. Acılığı giderilmiş Valensiya portakal sularının SÇKM içeriklerinde, kullanılan Bucher Seplite LSF904 reçinesinde önemli bir değişiklik belirlenemezken (%0.18-2.09), Sunresin Alimentech P-495 reçinesinde ise SÇKM içeriklerinde önemli bir düşüş olduğu (%7.91-9.73) belirlenmiştir (Tablo 4.4.).



Şekil 4.10. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Titrasyon Asitliği ve pH Değerlerindeki Değişim

Tablo 4.4. ve Şekil 4.10.'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi Valensiya portakal suyunun titrasyon asitliği 1.28 g/100 g, pH değerinin ise 3.23 olduğu tespit edilmiştir. Acılık giderme işlemleri sonucu, akış hızına (25, 75 ve 200 mL/dk) bağlı olarak, Bucher reçinesi ile yapılan çalışmalarda titrasyon asitliği değerinin sırasıyla 1.26, 1.27 ve 1.22 g/100 g, Sunresin reçinesi ile yapılan çalışmalarda ise sırasıyla 1.18, 1.15 ve 1.08 g/100 g olduğu belirlenmiştir: Her iki reçine kullanılarak elde edilen acılığı giderilmiş Valensiya portakal suyu örneklerinin titrasyon asitliği değerleri, işlem görmemiş portakal suları ile kıyaslandığında, Bucher reçinesinde

25 mL/dk ve 75 mL/dk akış hızlarının belirgin bir farklılığa sebep olmadığı, 200 mL/dk akış hızında ise %4.69 oranında azaldığı saptanmıştır. Sunresin reçinesinde ise %7.81-15.63 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

Buna karşılık, beklenildiği üzere titrasyon asitliğindeki azalmaya bağlı olarak, acılığı giderilmiş portakal sularındaki pH değerinin ise kısmen de olsa yükseldiği tespit edilmiştir (Tablo 4.4.). pH değerlerindeki artışın Sunresin reçinesinde Bucher reçinesine göre daha fazla olduğu ve daha yüksek akış hızlarında (75 mL/dk, 200 mL/dk) pH değerinin çok daha fazla arttığı görülmüştür (Tablo 4.3., Şekil 4.8.). Tat dengesi (SÇKM/TA) açısından da değerlendirildiğinde (Tablo 4.1.); acılığı giderilmemiş Valensiya portakal suyunun tat dengesinin 8.56, acılığı giderilmiş portakal sularının tat dengesi değerlerinin de Bucher reçinesinde 8.59-8.83 ve Sunresin reçinesinde ise 8.56-9.19 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Bucher ve Sunresin reçineleri ile gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde; Valensiya portakal sularının renk ölçümleri, standart renklerdeki altı adet plastik renk tüpü kullanılarak OJ1 (açık renkli, parlak ve turuncu renk)'den OJ6 (koyu renkli, mat, turuncu renk)'ya kadar derecelendirilmiş ve acılığı giderilmiş ve giderilmemiş Valensiya portakal sularında renk değerinin OJ5 olduğu ve acılık giderme işleminin renk üzerinde herhangi bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4.'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi, Valensiya portakal suyunun çökelen pulp miktarının %4 (v/v) olduğu saptanmıştır. Her iki reçine kullanılarak elde edilen acılığı giderilmiş portakal sularında ise, çökelen pulp miktarının (%) kısmen de olsa azaldığı ve bu azalmanın Bucher reçinesinde (%2-3) Sunresin reçinesine (%3-4) göre çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

HMF içeriği açısından değerlendirildiğinde de; Valensiya portakal suyundaki 0.04 ppm düzeyindeki HMF miktarının acılık giderme işlemleri ile birlikte azalarak 0.01-0.02 ppm arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.4.). HMF içeriğindeki bu azalmanın Sunresin reçinesi kullanılarak elde edilen acılığı giderilmiş Valensiya portakal sularında çok daha fazla olduğu ve bu azalmanın %25.0-50.0 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Washington navel ve Valensiya portakal çeşitlerine ait portakal sularında; “Seplite LSF904” reçinesi (SU13357-U; Ek-2) ve “Alimentech P-495” reçinesi (SU13479-U; Ek-3) kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde elde edilen değerler Narenciye sularında açığın giderilmesi ile ilgili daha önce yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Kola (2005) tarafından gerçekleştirilen portakal sularındaki limonin acılığının Amberlit ve Dowex reçineleri kullanılarak giderilmesi çalışmalarında; portakal suyu örneklerinin SÇKM içeriklerinde Amberlit reçinesi ile yapılan acılık giderme işlemlerinde önemli bir değişikliğin olmadığı, buna karşılık Dowex ile acılığı giderilmiş portakal suyu örneklerin de ise SÇKM içeriklerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Kola (2005) tarafından gerçekleştirilen portakal sularındaki limonin acılığının Amberlit ve Dowex reçineleri kullanılarak giderilmesi çalışmalarında; Amberlit ile acılığı giderilmiş portakal suyu örneklerinin titrasyon asitliği ve pH değerleri üzerinde kullanılan reçinenin önemli bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır. Dowex ile gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde ise, portakal suyu örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki azalmanın %26.0-31.5, pH değerlerindeki artışın ise 0.2-0.5 birim düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Couture ve Rouseff (1992), nötral (Amberlite XAD-16) ve anyon değiştirici (Amberlite IRA-93) reçineler kullanarak, 4 farklı turuncu çeşidinde (Seville, Bigaradier, Sour ve Bittersweet) acılığın ve asitliğin giderilmesi ile ilgili yaptıkları araştırmada ise, titrasyon asitliğinin Amberlite IRA-93 ile %57-87 oranında azaldığını, buna karşın Amberlite XAD-16'nın ise titrasyon asitliği ve pH üzerinde herhangi bir etkisinin bulunmadığını belirlemiştir.

4.3. Acılık Giderme İşleminin Portakal Suyunun Şeker İçeriği Üzerine Etkisi

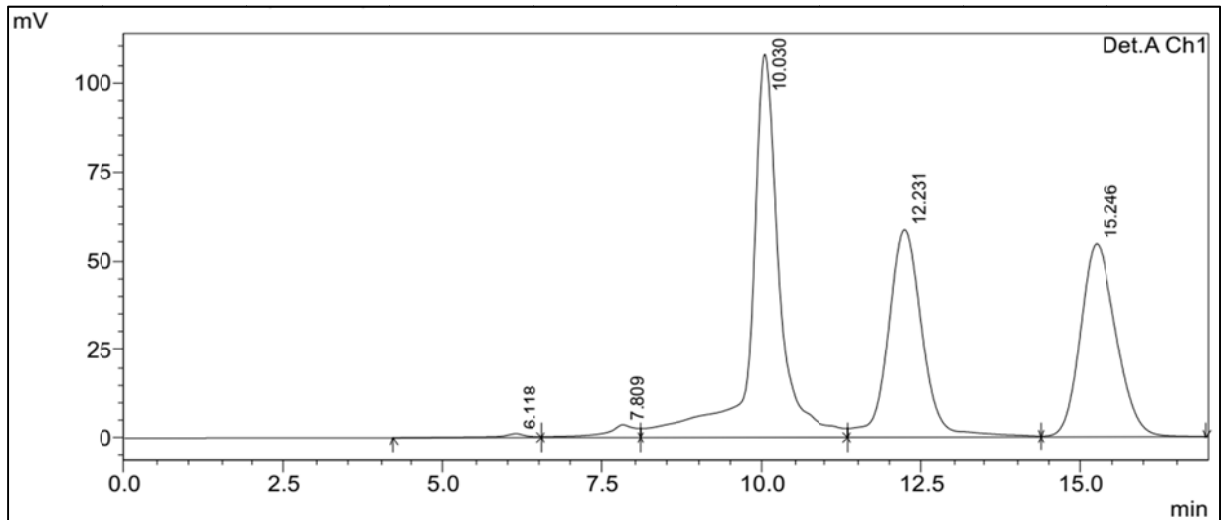
Bucher ve Sunresin firmasına ait adsorbent reçineler kullanılarak, Washington navel ve Valensiya portakal çeşitlerine ait portakal sularında, limonin, naringin ve hesperidin acılık bileşenlerinin neden olduğu acı tadın giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda portakal sularının glikoz, fruktoz ve sakkaroz gibi şeker içeriklerinde meydana gelen değişikliklere ait bulgular, bu kısımda ilgili tablo ve şekillerde ayrı ayrı verilmiştir.

4.3.1. Acılık Giderme İşleminin Washington Navel Portakal Sularının Şeker İçeriği Üzerine Etkisi

Bucher ve Sunresin adsorbent reçineler kullanılarak Washington navel portakal çeşidine ait portakal sularında limoninin ve diğer acılık bileşenlerinin neden olduğu acı tadın giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda şeker içeriği (glikoz, fruktoz ve sakkaroz) ile ilgili olarak elde edilen bulgular Tablo 4.5, Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'de verilmiştir.

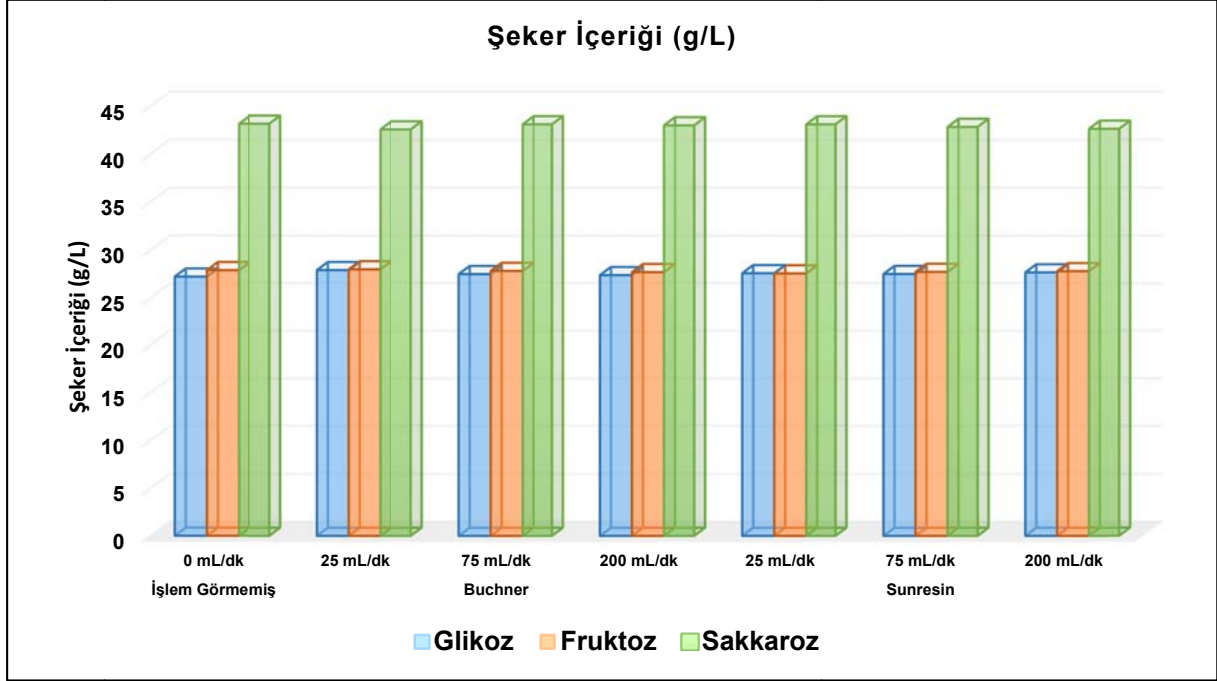
Tablo 4.5. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Şeker İçerikleri

Şeker İçerikleri	Washington Portakal Suyunun Şeker İçerikleri						
	İşlem Görmemiş Portakal Suyu	Acılığı Giderilmiş Portakal Suları					
		Bucher			Sunresin		
		0 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk	200 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk
Glikoz (g/L)	27.204	27.838	27.420	27.310	27.514	27.430	27.596
Fruktoz (g/L)	27.878	27.920	27.753	27.625	27.494	27.650	27.727
Glikoz : Fruktoz	0.98	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00
Sakkaroz (g/L)	43.154	42.561	43.096	42.985	43.093	42.826	42.628



Şekil 4.11. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Şeker İçeriklerine Ait HPLC Kromatogramı

Tablo 4.5. ve Şekil 4.12.'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi; Washington navel portakal suyunun glikoz, fruktoz ve sakkaroz içeriklerinin sırasıyla 27.204 g/L, 27.878 g/L, 43.154 g/L ve glikoz:fruktoz oranının ise 0.98 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.12. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Washington Navel Portakal Sularının Şeker İçeriklerindeki Değişim

Tablo 4.5. ve Şekil 4.12.'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi; Bucher (Seplite LSF904) ve Sunresin (Alimentech P-495) reçineleri kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde, acılığı giderilmiş Washington navel portakal sularının glikoz, fruktoz ve sakkaroz içeriklerinde işlem görmemiş Washington navel suyuna göre herhangi önemli bir farklılığın bulunmadığı görülmektedir.

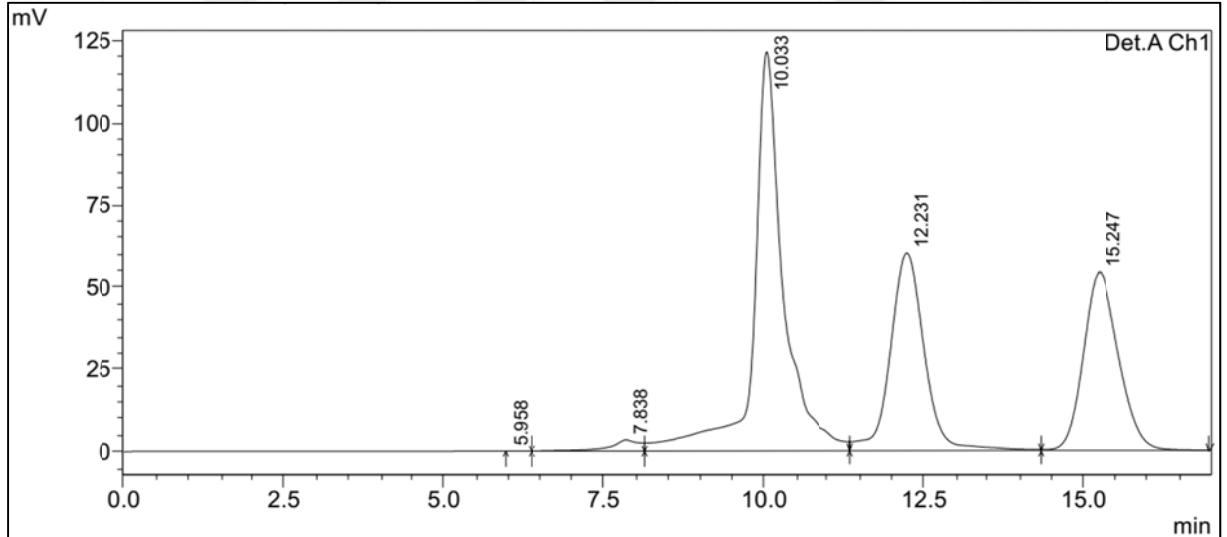
Avrupa Meyve Suyu Birliği (AIJN) düzenlemelerinde portakal suyu için referans değerler (Ek-1) ise, portakalın orijinine, mevsime ve çeşidine bağlı olarak değişmekle birlikte; glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarı sırasıyla 20-35 g/L, 20-35 g/L ve 10-50 g/L, glikoz:fruktoz oranı ise 0.85-1.00'dir. Yasal düzenlemeler açısından değerlendirildiğinde de; acılık giderme işlemlerinde kullanılan gerek işlem görmemiş Washington navel portakal suyunun gerekse acılığı giderilmiş Washington navel portakal sularının şeker içeriklerinin ilgili hükümlere uygun olduğu saptanmıştır.

4.3.2. Acılık Giderme İşleminin Valensiya Portakal Suyunun Şeker İçeriği Üzerine Etkisi

Bucher ve Sunresin adsorbent reçineler kullanılarak Washington navel portakal çeşidine ait portakal sularında limoninin ve diğer acılık bileşenlerinin neden olduğu acı tadın giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda şeker içeriği (glikoz, fruktoz ve sakkaroz) ile ilgili olarak elde edilen bulgular Tablo 4.6., Şekil 4.13. ve Şekil 4.14.'de verilmiştir.

Tablo 4.6. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Şeker İçerikleri

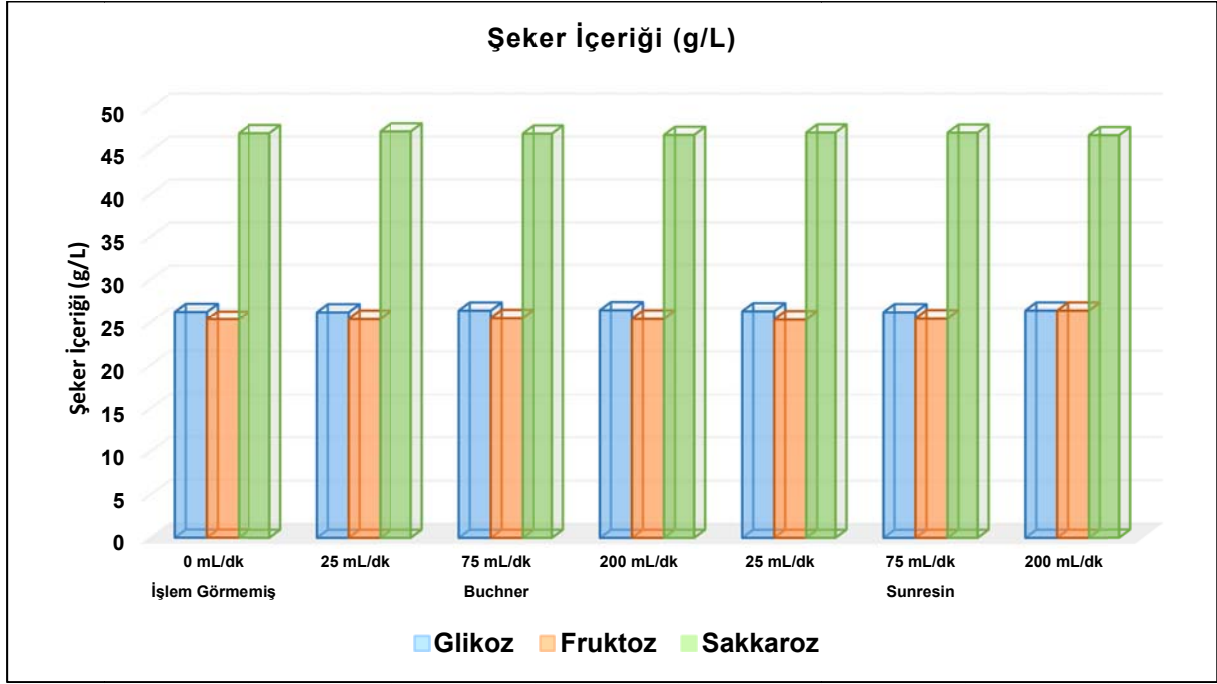
Şeker İçerikleri	Valensiya Portakal Suyunun Şeker İçerikleri						
	İşlem Görmemiş Portakal Suyu	Acılığı Giderilmiş Portakal Suları					
		Bucher			Sunresin		
		0 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk	200 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk
Glikoz (g/L)	26.236	26.171	26.366	26.414	26.291	26.180	26.374
Fruktoz (g/L)	25.332	25.421	25.509	25.443	25.360	25.471	26.374
Glikoz : Fruktoz	1.04	1.03	1.03	1.04	1.04	1.03	1.00
Sakkaroz (g/L)	47.055	47.256	47.007	46.851	47.141	47.114	46.824



Şekil 4.13. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Şeker İçeriklerine Ait HPLC Kromatogramı

Tablo 4.6. ve Şekil 4.14.'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi; Valensiya portakal suyunun glikoz, fruktoz ve sakkaroz içeriklerinin sırasıyla 26.236 g/L, 25.332 g/L, 47.055 g/L ve glikoz:fruktoz oranının ise 1.04 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.6. ve Şekil 4.14'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi; Bucher (Alimentech P-495) ve Sunresin (Seplite LSF904) reçineleri kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde, acılığı giderilmiş Valensiya portakal sularının glikoz, fruktoz ve sakkaroz içeriklerinde işlem görmemiş Valensiya suyuna göre herhangi önemli bir farklılığın bulunmadığı görülmektedir.



Şekil 4.14. Acılığı Giderilmiş ve Giderilmemiş Valensiya Portakal Sularının Şeker İçeriklerindeki Değişim

Avrupa Meyve Suyu Birliği (AIJN) düzenlemelerinde portakal suyu için referans değerler (Ek-1) ise, portakalın orijinine, mevsime ve çeşidine bağlı olarak değişmekle birlikte; glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarı sırasıyla 20-35 g/L, 20-35 g/L ve 10-50 g/L, glikoz:fruktoz oranı ise 0.85-1.00 'dir. Yasal düzenlemeler açısından değerlendirildiğinde de; acılık giderme işlemlerinde kullanılan gerek işlem görmemiş Washington navel portakal suyunun gerekse acılığı giderilmiş Valensiya portakal sularının şeker içeriklerinin ilgili hükümlere uygun olduğu saptanmıştır.

4.4. Acılık Giderme İşleminin Portakal Suyunun Organik Asit İçeriği Üzerine Etkisi

Bucher ve Sunresin firmasına ait adsorbent reçineler kullanılarak, Washington navel ve Valensiya portakal çeşitlerine ait portakal sularında, limonin, naringin ve hesperidin acılık

bileşenlerinin neden olduğu acı tadın giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda portakal sularının organik asit içeriklerinde (tartarik asit, okzalik asit, malik asit, askorbik asit, sitrik asit ve süksinik asit) meydana gelen değişikliklere ait bulgular, bu kısımda ilgili tablo ve şekillerde ayrı ayrı verilmiştir.

4.4.1. Acılık Giderme İşleminin Washington Navel Portakal Sularının Organik Asit İçeriği Üzerine Etkisi

Bucher ve Sunresin adsorbent reçineler kullanılarak Washington navel portakal çeşidine ait portakal sularında limoninin ve diğer acılık bileşenlerinin neden olduğu acı tadın giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda organik asit içeriği (tartarik asit, okzalik asit, malik asit, askorbik asit, sitrik asit ve süksinik asit) ile ilgili olarak elde edilen bulgular Tablo 4.7., Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.'de verilmiştir.

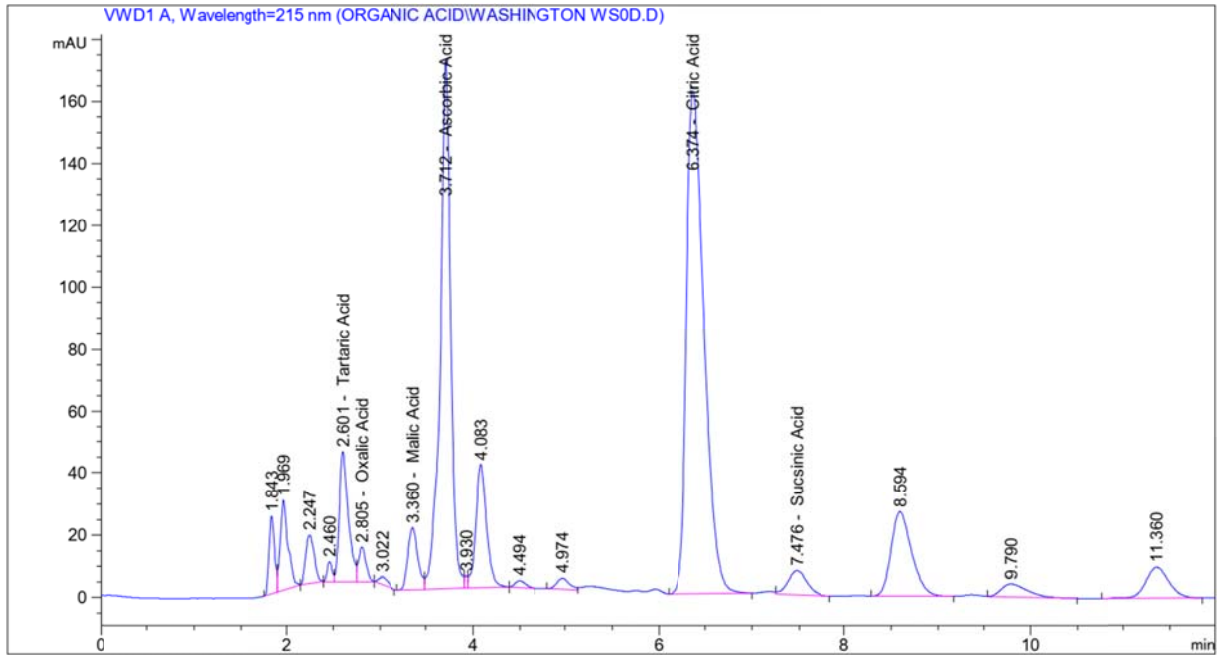
Tablo 4.7. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Organik Asit İçerikleri

Organik asitler	Washington Portakal Suyunun Organik Asit İçerikleri						
	İşlem Görmemiş Portakal Suyu	Acılığı Giderilmiş Portakal Suları					
		Bucher			Sunresin		
		0 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk	200 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk
Tartarik asit (g/L)	0.213	0.216	0.229	0.245	0.367	0.295	0.276
Okzalik asit (g/L)	0.173	0.022	0.041	0.047	0.046	0.000	0.000
Malik asit (g/L)	0.970	0.599	0.603	0.702	0.626	0.554	0.581
Askorbik asit (g/L)	0.459	0.061	0.072	0.196	0.146	0.182	0.211
Sitrik asit (g/L)	9.204	8.082	7.516	8.542	8.226	6.833	7.396
Süksinik asit (g/L)	0.930	0.923	1.014	1.084	0.990	0.788	0.909

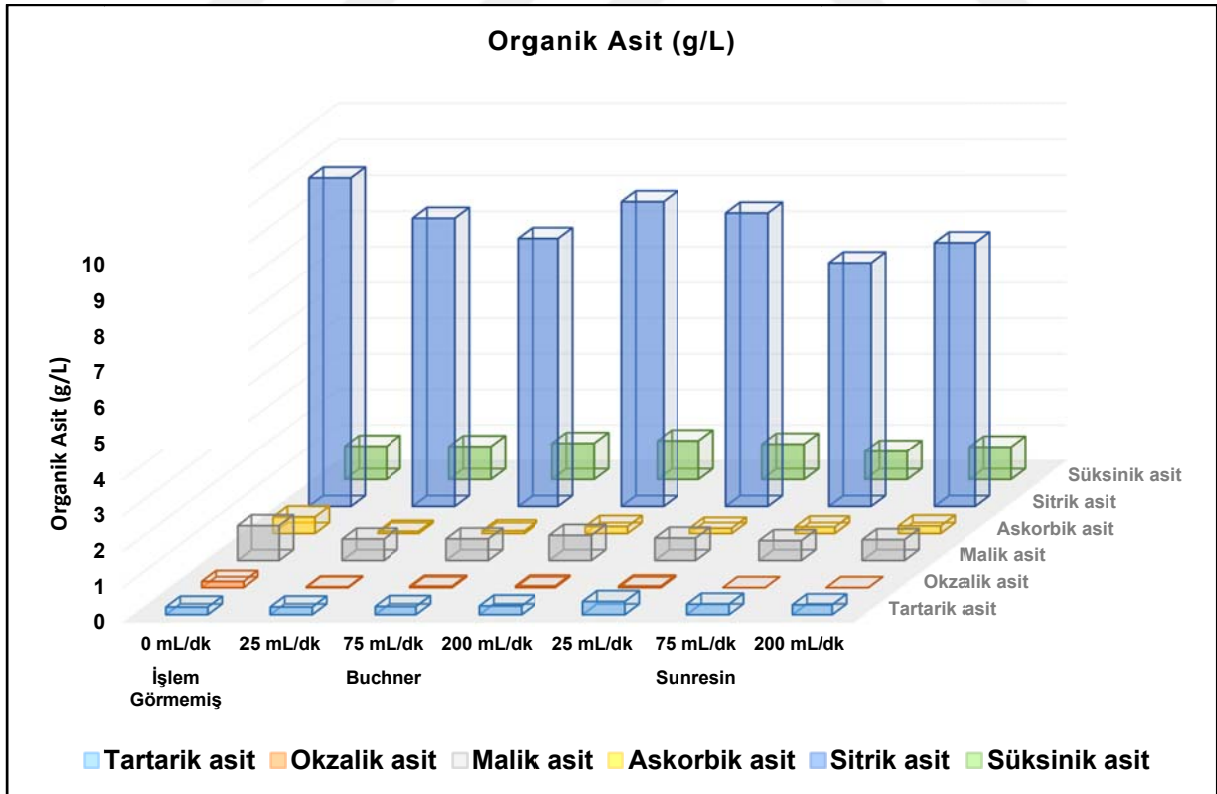
Tablo 4.7. ve Şekil 4.16'nın incelenmesiyle de görülebileceği gibi; Washington navel portakal suyunda bulunan başlıca organik asitlerin tartarik asit, okzalik asit, malik asit, askorbik asit, sitrik asit ve süksinik asit olduğu (sırasıyla ortalama 0.213 g/L, 0.173 g/L, 0.970 g/L, 0.459 g/L, 9.204 g/L ve 0.930 g/L) belirlenmiştir.

Acılık giderme işlemi sonucunda; Washington navel portakal sularında sitrik asit miktarlarındaki değişimler incelendiğinde (Tablo 4.7. ve Şekil 4.16.), taze Washington navel portakal suyunun (işlem görmemiş) sitrik asit miktarının 9.204 g/L olduğu saptanmıştır. Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine

ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş Washington navel portakal sularındaki sitrik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Organik Asit İçeriklerine Ait HPLC Kromatogramı



Şekil 4.16. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Washington Navel Portakal Sularının Organik Asit İçeriklerindeki Değişim

Sitrik asit içeriğindeki bu azalmanın, Bucher reçinesinde 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %12.18, %18.34 ve %7.19, Sunresin reçinesinde ise 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %10.63, %25.75 ve %19.65 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7.). Beklenildiği gibi, Washington navel portakal suyu örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin de, işlem görmemiş portakal sularına göre, Bucher reçinesinde %5.68-20.45 ve Sunresin reçinesinde %9.09-14.70 oranında azaldığı saptanmış ve sitrik asit içeriklerindeki azalmayla da uyumlu olduğu görülmüştür (Tablo 4.3.). Elde edilen bu bulgulardan, sitrik asit içeriğindeki bu azalmanın, Sunresin reçinesinde Bucher reçinesine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Washington navel portakal sularında acılık giderme işlemi sonucunda; malik asit miktarlarındaki değişimler incelendiğinde (Tablo 4.7. ve Şekil 4.16.), taze Washington navel portakal suyunun (işlem görmemiş) malik asit miktarının 0.970 g/L olduğu saptanmıştır. Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş Washington navel portakal sularındaki malik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Malik asit içeriğindeki bu azalmanın, Bucher reçinesinde 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %38.31, %37.86 ve %27.64, Sunresin reçinesinde ise 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %35.51, %42.89 ve %40.11 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7.). Elde edilen bu bulgulardan, malik asit içeriğindeki bu azalmanın, Sunresin reçinesinde Bucher reçinesine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Acılık giderme işlemi sonucunda; Washington navel portakal sularında askorbik asit miktarlarındaki değişimler incelendiğinde (Tablo 4.7. ve Şekil 4.16.), taze Washington navel portakal suyunun (işlem görmemiş) askorbik asit miktarının 0.459 g/L olduğu saptanmıştır. Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş Washington navel portakal sularındaki askorbik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Askorbik asit içeriğindeki bu azalmanın, Bucher reçinesinde 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %86.81, %84.24 ve %57.29, Sunresin reçinesinde ise 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %68.31, %60.30 ve %54.03 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7.). Elde edilen bu bulgulardan, askorbik asit içeriğindeki bu azalmanın, Bucher reçinesinde Sunresin reçinesine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

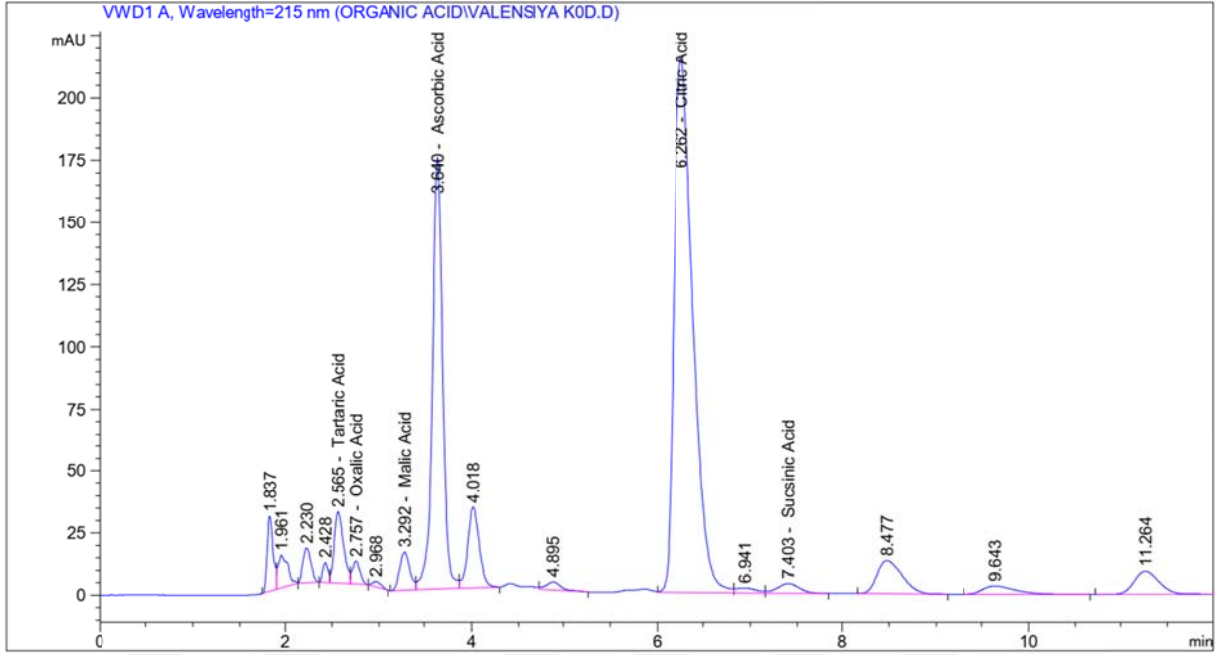
Washington navel portakal sularında acılık giderme işlemi sonucunda; okzalik asit miktarlarındaki değişimler incelendiğinde (Tablo 4.7. ve Şekil 4.16.), taze Washington navel portakal suyunun (işlem görmemiş) okzalik asit miktarının 0.173 g/L olduğu saptanmıştır. Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş Washington navel portakal sularındaki okzalik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Okzalik asit içeriğindeki bu azalmanın, Bucher reçinesinde 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %87.49, %76.48 ve %73.00, Sunresin reçinesinde ise 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %73.35, %100 ve %100 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7.). Elde edilen bu bulgulardan, okzalik asit içeriğindeki bu azalmanın, Sunresin reçinesinde Bucher reçinesine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

4.4.2. Acılık Giderme İşleminin Valensiya Portakal Sularının Organik Asit İçeriği Üzerine Etkisi

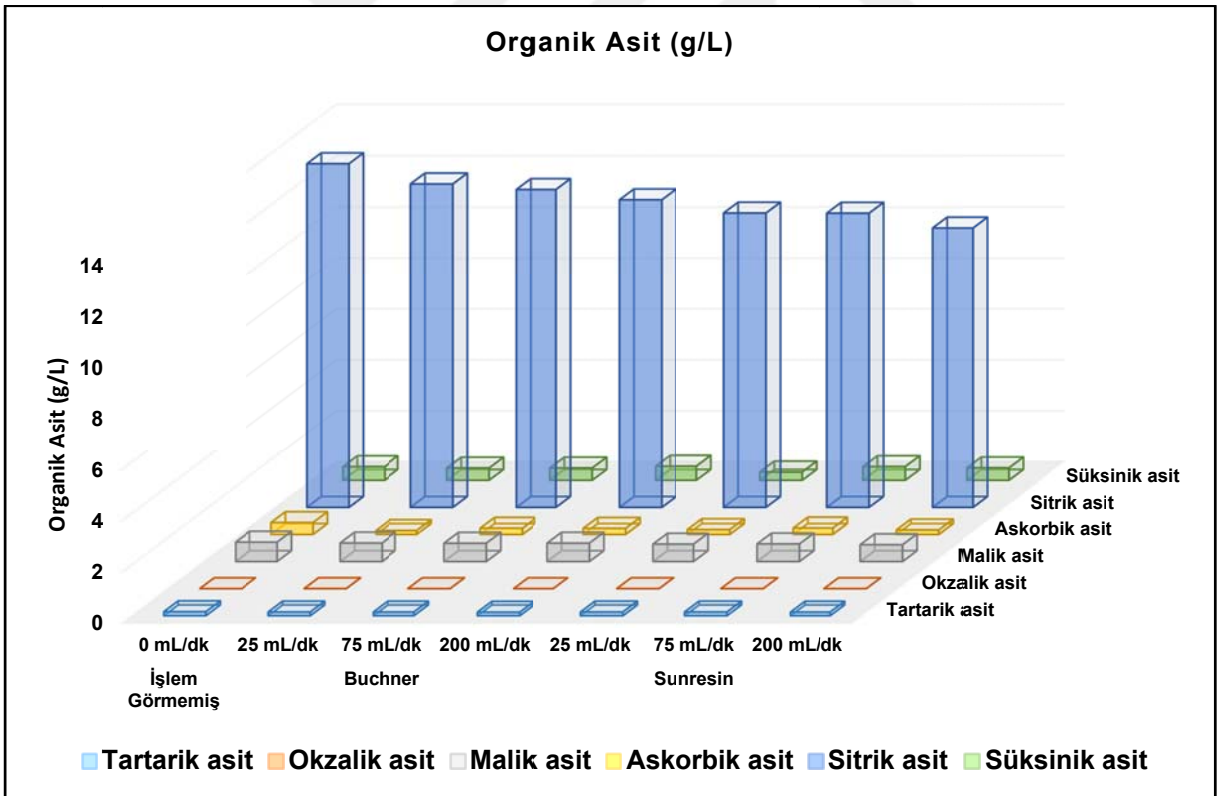
Bucher ve Sunresin adsorbent reçineler kullanılarak Valensiya portakal çeşidine ait portakal sularında limoninin ve diğer acılık bileşenlerinin neden olduğu acı tadın giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda organik asit içeriği (tartarik asit, okzalik asit, malik asit, askorbik asit, sitrik asit ve süksinik asit) ile ilgili olarak elde edilen bulgular Tablo 4.8., Şekil 4.17. ve Şekil 4.18.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Organik Asit İçerikleri

Organik asitler	Valensiya Portakal Suyunun Organik Asit İçerikleri						
	İşlem Görmemiş Portakal Suyu	Acılığı Giderilmiş Portakal Suları					
		Bucher			Sunresin		
		0 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk	200 mL/dk	25 mL/dk	75 mL/dk
Tartarik asit (g/L)	0.157	0.147	0.144	0.138	0.146	0.147	0.142
Okzalik asit (g/L)	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Malik asit (g/L)	0.755	0.721	0.714	0.717	0.677	0.685	0.655
Askorbik asit (g/L)	0.462	0.153	0.243	0.238	0.188	0.252	0.176
Sitrik asit (g/L)	13.477	12.689	12.472	12.072	11.557	11.550	10.973
Süksinik asit (g/L)	0.532	0.476	0.478	0.548	0.324	0.534	0.485



Şekil 4.17. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Organik Asit İçeriklerine Ait HPLC Kromatogramı



Şekil 4.18. Acılık Giderme İşleminde Kullanılan Valensiya Portakal Sularının Organik Asit İçeriklerindeki Değişim

Tablo 4.8. ve Şekil 4.18'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; Valensiya portakal suyunda bulunan başlıca organik asitlerin tartarik asit, okzalik asit, malik asit, askorbik asit, sitrik asit ve süksinik asit olduğu (sırasıyla ortalama 0.157 g/L, 0.000 g/L, 0.755 g/L, 0.462 g/L, 13.477 g/L ve 0.532 g/L) belirlenmiştir.

Acılık giderme işlemi sonucunda; Valensiya portakal sularında sitrik asit miktarlarındaki değişimler incelendiğinde (Tablo 4.8. ve Şekil 4.18.), taze Valensiya portakal suyunun (işlem görmemiş) sitrik asit miktarının 13.477 g/L olduğu saptanmıştır. Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş Valensiya portakal sularındaki sitrik asit miktarının kısmen de olsa azaldığı tespit edilmiştir. Sitrik asit içeriğindeki bu azalmanın, Bucher reçinesinde 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %5.85, %7.46 ve %10.43, Sunresin reçinesinde ise 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %14.25, %14.30 ve %18.58 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.8.). Beklenildiği gibi, Valensiya portakal suyu örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin de, işlem görmemiş portakal sularına göre, Bucher reçinesinde %5.68-20.45 ve Sunresin reçinesinde %9.09-14.70 oranında azaldığı saptanmış ve sitrik asit içeriklerindeki azalmayla da uyumlu olduğu görülmüştür (Tablo 4.3.). Elde edilen bulgulardan, sitrik asit içeriğindeki bu azalmanın, Sunresin reçinesinde Bucher reçinesine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Valensiya portakal sularında acılık giderme işlemi sonucunda; malik asit miktarlarındaki değişimler incelendiğinde (Tablo 4.7. ve Şekil 4.16.), taze Valensiya portakal suyunun (işlem görmemiş) malik asit miktarının 0.755 g/L olduğu saptanmıştır. Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş Valensiya portakal sularındaki malik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Malik asit içeriğindeki bu azalmanın, Bucher reçinesinde 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %4.45, %5.43 ve %5.01, Sunresin reçinesinde ise 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %10.28, %9.17 ve %13.25 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.8.). Elde edilen bu bulgulardan, malik asit içeriğindeki bu azalmanın, Sunresin reçinesinde Bucher reçinesine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Acılık giderme işlemi sonucunda; Valensiya portakal sularında askorbik asit miktarlarındaki değişimler incelendiğinde (Tablo 4.7. ve Şekil 4.16.), taze Valensiya portakal suyunun (işlem görmemiş) askorbik asit miktarının 0.462 g/L olduğu saptanmıştır. Acılık giderme işleminde

kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş Valensiya portakal sularındaki askorbik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Askorbik asit içeriğindeki bu azalmanın, Bucher reçinesinde 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %66.91, %47.34 ve %48.42, Sunresin reçinesinde ise 25 mL/dk, 75 mL/dk ve 200 mL/dk akış hızında, sırasıyla %59.29, %45.47 ve %61.97 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.8.).

Couture ve Rouseff (1992) yaptıkları araştırmada, asitliğin azalmasına neden olan zayıf bazik özellikteki anyonik reçinelerde (IRA-93) SÇKM miktarlarının düştüğünü, buna karşın, nötral reçinelerde (Amberlite XAD-16) ise herhangi önemli bir değişimin meydana gelmediğini saptamışlardır.

Kimball ve Norman (1990a; 1990b), Dowex reçineleri kullanarak yaptıkları bir araştırmada, Kaliforniya Navel portakal sularının asitliklerinin sitrik asit cinsinden %0.98'den %0.93'e düştüğünü bildirmiştir.

Kimball ve Norman, (1990b) ise, Kaliforniya navel portakal sularının askorbik asit içeriğinin (58.4 ± 2 mg/100g) acılık giderme işlemi sonunda azaldığını (53.1 ± 2 mg/100g) belirtmişlerdir.

Mozaffar ve Ark. (2000) da, gerek Amberlite XAD-16 gerekse DOWEX (Dowex WGR-2) reçinelerinin acılığı giderilmiş portakal sularında askorbik asit içeriğinde azalmaya neden olduğunu (~%16), ancak, bu azalmanın diğer araştırmacıların sonuçlarına göre (%18-27; Couture ve Rouseff, 1992) daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Kola (2005), acılık giderme işlemleri sonunda, portakal sularının L-askorbik asit içeriklerinde ısıtma işlemi uygulanmış örnekler için ortalama olarak sırasıyla %7, %6.7 ve %5.1 oranında bir azalma meydana geldiğini belirtmiştir. Bununla birlikte; Amberlite XAD-16HP ile muamele edilen örneklerdeki L-askorbik asit miktarındaki azalmanın Dowex Optipore L285'e göre çok daha az olduğu saptanmıştır. L-askorbik asit içeriklerindeki bu azalmanın, derim zamanına bağlı olarak, Amberlite XAD-16HP'de yaklaşık %4-5 (1.7-2.2 mg/100mL) arasında olmasına karşın, Dowex Optipore L285'de %6-10 (2.5-3.9 mg/100mL) arasında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgular sonucu, Dowex Optipore L285'in limonin acılığını azaltmakla birlikte, L-askorbik asit içeriğinde de azalmaya sebep olduğu saptanmıştır.

Avrupa Meyve Suyu Birliği (AIJN) düzenlemelerinde portakal suyundaki organik asitler için referans değerler (Ek-1) ise, portakalın orijinine, mevsime ve çeşidine bağlı olarak değişmekle birlikte; sitrik asit, malik asit ve askorbik asit miktarı sırasıyla 6.3-17.0 g/L, 0.8-3.0 g/L ve minimum 0.2 g/L'dir. Yasal düzenlemeler açısından değerlendirildiğinde de; acılık giderme işlemlerinde kullanılan gerek işlem görmemiş Washington navel ve Valensiya portakal sularının gerekse acılığı giderilmiş Washington navel ve Valensiya portakal sularının sitrik asit içeriklerinin ilgili hükümlere uygun olduğu, bununla birlikte malik asit ve askorbik asit içeriğinin ise AIJN sınır değerlerinin altında kaldığı saptanmıştır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Washington ve Valensiya portakal çeşitlerinde limonin, naringin ve hesperidin gibi acılık maddelerinin miktarının belirlenmesi ve bu maddelerin adsorbent uygulaması ile giderilmesi amacıyla yapılan bu araştırmada;

- Acılık giderme işlemlerinde “Sunresin New Material Co. Ltd.”den temin edilen “Seplite LSF904” reçinesi ve “Bucher Unipektin AG” firmasından “Alimentech P-495” reçinesinin portakal sularındaki limonin, naringin ve hesperidin acılık bileşenlerini absorplayarak portakal sularında acılığını giderdiği,
- Washington navel ve Valensiya portakal sularında, düşük akış hızlarında (25 mL/dk) Alimentech P-495 (Bucher) reçinesinin limonin, naringin ve hesperidin acılık bileşenlerini Seplite LSF904 (Sunresin)’e göre daha iyi uzaklaştırdığı,
- Limonin acılığının giderilmesinde (özellikle Washington navel portakal sularında) Alimentech P-495 (Bucher) reçinesinin Seplite LSF904 (Sunresin)’e göre daha etkili olduğu
- Naringin acılığının giderilmesinde (Washington navel ve Valensiya portakal sularında) Seplite LSF904 (Sunresin) reçinesinin Alimentech P-495 (Bucher)’e göre daha etkili olduğu
- Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş portakal sularının ŞÇKM içeriklerinin azaldığı,
- Her iki reçine (Alimentech P-495 ve Seplite LSF904) kullanılarak elde edilen acılığı giderilmiş Washington navel ve Valensiya portakal sularının titrasyon asitliği değerlerinin, işlem görmemiş portakal sularına göre azaldığı, buna karşılık pH değerinin arttığı,

- Washington navel ve Valensiya portakal sularında kullanılan reçinelerin HMF’da adsorplayarak azalttığı ve HMF içeriğindeki bu azalmanın Seplite LSF904 (Sunresin) reçinesi kullanılarak elde edilen acılığı giderilmiş portakal sularında çok daha fazla olduğu,
- Bucher (Alimentech P-495) ve Sunresin (Seplite LSF904) reçineleri kullanılarak gerçekleştirilen acılık giderme işlemlerinde, acılığı giderilmiş Washington navel portakal sularının glikoz, fruktoz ve sakkaroz içeriklerinde işlem görmemiş Washington navel suyuna göre herhangi önemli bir farklılığın bulunmadığı,
- Acılık giderme işleminde kullanılan Bucher ve Sunresin reçinelerinin adsorplama özelliğine ve kolondan geçen portakal suyunun akış hızına bağlı olarak, acılığı giderilmiş Washington navel ve Valensiya portakal sularındaki sitrik asit, malik asit ve askorbik asit miktarının azaldığı,

belirlenmiştir.

Washington navel portakalındaki gecikmiş acılığına sebep olan limonin ve diğer acılık etkenleri sebebiyle, endüstriyel düzeyde portakal suyu üretiminde gecikmiş acılık değerleri, tüketici tadım kabul kriterlerinin üzerine çıkmaktadır. Bu nedenle, Ülkemizde %100 portakal suyu üretiminde Washington navel portakalı kullanılamamakta ya da kısıtlı miktarlarda şeker, su ve portakal konsantresi karışımı ile elde edilen portakal nektarlarının ya da karışık meyve nektarlarının üretiminde kullanılmaktadır. Buna nedenle, günümüzde hem verim hem de tat açısından Washington navel portakalı yerine endüstriyel üretim sırasında çok daha düşük acılık etkenlerine sahip olan Valensiya portakalı tercih edilmektedir.

Yapılacak çalışmalarla, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen ve daha çok sofralık olarak tüketilen, ancak fiziksel kusurları bulunan ya da dona maruz kalan portakalların meyve suyuna işlenmesi sırasında reçinelerle acılığın giderilmesi sistemleri rahatlıkla kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Cavia-Saiz, M., Muñiz, P., Ortega, N., & Busto, M. D. (2011). Effect of enzymatic debittering on antioxidant capacity and protective role against oxidative stress of grapefruit juice in comparison with adsorption on exchange resin. *Food Chemistry*, 125(1), 158–163. doi:10.1016/j.foodchem.2010.08.054
- Couture, R. & Rouseff, R. (1992). Debittering and Deasitifying Sour Orange (*Citrus aurantium*) Juice Using Neutral and Anion Exchange Resins. *Journal of Food Science*, 57 (2) 380-384
- FAO. (2020). *FAOSTAT - Statistics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome.
- FAS-USDA. (2020). Citrus Annual. Retrieved 29 June 2020, from <https://www.fas.usda.gov/data>
- Fayoux, S. C., Hernandez, R. J., & Holland, R. V. (2007). The debittering of navel orange juice using polymeric films. *Journal of Food Science*, 72(4). doi:10.1111/j.1750-3841.2007.00283.x
- Fernández-Vázquez, R., Stinco, C.M., Hernanz, D., Heredia, F. J., & Vicario, I. M. (2013). Industrial orange juice debittering: Effect on volatile compounds and overall quality attributes. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(9), 1861–1867. doi:10.1111/ijfs.12163
- Gülle, E., & Akyıldız, A. (2018). Portakal Suyu Asitliğinin Azaltılmasında İyon Değiştirici Reçine Kullanımının Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Hernandez, E., Couture, R., Rouseff, R., Chen, C. S., & Barros, S. (1992). Evaluation of Ultrafiltration and Adsorption to Debitter Grapefruit Juice and Grapefruit Pulp Wash. *Journal of Food Science*, 57 (3) 664-670.
- Higby, R. H. (1938). The Bitter Constituents of Navel and Valencia Oranges. *Journal of the American Chemical Society*, 60(12), 3013–3018. doi:10.1021/ja01279a056
- IFU (2005a). IFU metot No: 69 (International Fruit and Vegetable Juice Association, Method No. 69 Determination of Hydroxymethylfurfural - Rev. 2005. IFU Methods. International Fruit and Vegetable Juice Association 23, Boulevard des Capucines F–75002 Paris.
- IFU (2005b). IFU metot No: 60 (International Fruit and Vegetable Juice Association, method No. 60 Determination of Centrifugal Pulp - Rev. 2005. IFU Methods. International Fruit

- and Vegetable Juice Association 23, Boulevard des Capucines F-75002 Paris.
- IFU (2015). IFU metot No: 11 (International Fruit and Vegetable Juice Association, method No. 11 pH Value - Rev. 2015. IFU Methods. International Fruit and Vegetable Juice Association 23, Boulevard des Capucines F-75002 Paris.
- IFU (2017a). IFU metot No: 8 (International Fruit and Vegetable Juice Association, Method No. 8 Determination of Soluble Solids Indirect Method by Refractometry - Rev. 205. IFU Methods. International Fruit and Vegetable Juice Association 23, Boulevard des Capucines F-75002 Paris.
- IFU (2017b). IFU metot No: 3 (International Fruit and Vegetable Juice Association, method No. 3 Titratable acidity - Rev. 2017. IFU Methods. International Fruit and Vegetable Juice Association 23, Boulevard des Capucines F-75002 Paris.
- Indelicato. (2020). Indelicato/Poly Citrus Extraction Unit. Retrieved 29 June 2020, from <https://www.indelicatotech.com/products>
- JBT (2018). Procedures for Analysis of Citrus Products, Laboratory Manual- Seventh Edition. John Bean Technologies (JBT) Corporation, 2018. JBT Corporation 400 Fairway Avenue Lakeland, FL 33801.
- Johnson, R. L. & Chandler, B. V. (1985). Ion Exchange and Adsorbent Resins for Removal of Asits and Bitter Principles from Citrus Juices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36: 480-484.
- Johnson, R. L. & Chandler, B. V. (1988). Adsorptive Removal of Bitter Principles and Titratable Asit from Citrus Juices. *Food Technology*, May 1988, 130-137.
- Kimball, D. A.; Norman, S. I. (1990a). Changes In California Naval Orange Juice During Commercial Debittering. *J. Food Sci.*, Volume 55, No: 1, 273–274, 1990
- Kimball, D. A.; Norman, S. I. (1990b). Processing Effects During Commercial Debittering of California Navel Orange Juice. *J. Agric. Food Chem.*, 38 (6) 1396-1400
- Kimball, D. A. (1991). Citrus Processing Quality Control and Technology. An AVI Book, Published by Von Nostrand Reinhold Newyork, USA
- KIMBALL, D. A., 1999. Citrus Processing. A Complete Guide. A Chapman and Hall Food Science Book (Second Edition). Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 450 p., 1999
- Kimball, D. A. (1999). Citrus Processing. A Complete Guide. A Chapman and

- Hall Food Science Book (Second Edition). Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 450 p., 1999
- Kola, Osman, Simsek, M., Duran, H., & Bozkir, H. (2015). HPLC determination of carotenoid, organic acid, and sugar content in pepino (*Solanum muricatum*) fruit during the ripening period. *Chemistry of Natural Compounds*, 51(1), 132–135. doi:10.1007/s10600-015-1219-6
- Kola, O., Kaya, C., Duran, H., & Altan, A. (2010). Removal of Limonin Bitterness by Treatment of Ion Exchange and Adsorbent Resins. *Food Science and Biotechnology*, 19(2). doi:10.1007/s10068-010-0058-2
- Kola, Osman. (2005). “Washington” Portakal Sularındaki Limonin Acılığının Bazı Reçineler Kullanılarak Giderilmesi. Çukurova Üniversitesi.
- Kore, V. T., Tawade, S. S., Devi, L. H., & Chakraborty, I. (2008). Use of Pre and Post Harvest Low Cost Techniques to Control / Minimize Citrus Juice Bitterness. *American Research Journal of Food and Nutrition*, 1(1), 11–21. Retrieved from https://www.academia.edu/38885911/Use_of_Pre_and_Post_Harvest_Low_Cost_Techniques_to_Control_Minimize_Citrus_Juice_Bitterness?email_work_card=view-paper
- LaFlamme, J. & Weinand, R. (1993). New Developments by the Combination of Membrane Filtration and Adsorption Technology. *Fruit Processing*, 9/93: 336-342.
- Maeda, H., Takahashi, Y., Miyake, M., & Ifuku, Y. (1984). Removal of bitterness and reduction of acidity in Hassaku (*Citrus hassaku hort. ex Tanaka*) juice with ion exchange resins and adsorbent. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 31, 413.
- Mozaffar, Z., Miranda, R., & Saxena, V. (2000). High Throughput Debittering. US Patent 6.045.842.
- Nas, G., & Karatas, S. (2017). Removal of Bitterness by Using of Amberlite in Orange Juices. *International Journal of Electronics, Mechanical and Mechatronics Engineering*, 7(2), 1419–1432. doi:10.17932/iau.ijemme.21460604.2017.7/2.1419-1432
- Patil, B. P., & Dhake, A. B. (2014). Debittering of Citrus Fruit Juice By. *International Journal of Engineering Research and Science and Technology*, 3, 266–270.
- Shaw, P. E., Tatum, J. H., & Wilson, C. W. (1984). Improved Flavor of Navel Orange and Grapefruit Juices by Removal of Bitter Components with β -Cyclodextrin Polymer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32(4), 832–836. doi:10.1021/jf00124a034
- Smythe, C. V., Moorestown, N. J., Dudley, W. T., & Morrisville, P. (1960). United States Patent Office. *United States Patent Office*, 2,950,974. doi:10.1145/178951.178972

- Stinco, C. M., Fernández-Vázquez, R., Hernanz, D., Heredia, F. J., Meléndez-Martínez, A. J., & Vicario, I. M. (2013). Industrial orange juice debittering: Impact on bioactive compounds and nutritional value. *Journal of Food Engineering*, 116(1), 155–161. doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.11.009
- Tetra-Pak. (2004). *The Orange Book*. (U. Ringblom, Ed.). Lund, Sweden: Tetra Pak Processing Systems AB.
- Tetra-Pak. (2020). Orange Book. Retrieved 29 June 2020, from <https://orangebook.tetrapak.com/>
- Türktob. (2011). Turuncgil Yetiştiriciliği. Retrieved from <https://www.turktob.org.tr/tr/turuncgil-yetistiriciligi/4585>
- Vieira, S. I., Ferreira-Dias, S., & Ribeiro, M. H. (2009). Bitterness reduction of limonin by selective adsorption onto new polymeric resins. *New Biotechnology*, 25S(September), S186–S187.
- Wilson, C. W., Wagner, C. J., & Shaw, P. E. (1989). Reduction of Bitter Components in Grapefruit and Navel Orange Juices with β -Cyclodextrin Polymers or XAD Resins in a Fluidized Bed Process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(1), 14–18. doi:10.1021/jf00085a004

Reference Guideline for Orange Juice

Introduction

This reference guideline seeks to define various acceptability parameters for orange juice. The parameters are listed under 2 sections:

- Section A contains various parameters that characterise the absolute quality requirements. They are considered as being mandatory for all orange juices marketed in the EU.
- Section B contains various criteria relevant to the evaluation of identity and authenticity. It also contains some less critical quality criteria. It is crucial for users of this guideline to understand that **a valid conclusion, regarding the authenticity of a particular sample, can only be reached providing the whole analytical picture has been subject to expert interpretation**. If some parameters do not fall within the values quoted in Section B this does not mean, *automatically*, that the sample is adulterated.

The values and comments in this guideline are based on pure, authentic juices, without permitted ingredients and/or additives, exhibiting the characteristic colour and flavour of the named fruit.

Orange juice is obtained, by definition of the EC Directive from mature and sound fruit by mechanical processes and is treated by physical means.

It is understood that:

- orange juice is made from *Citrus sinensis* (L.) Osbeck and includes blood orange.
- fruit flesh (floating cells, coarse pulp) may be re-added to juice.
- for the fruit juice industry mainly juice is processed. Therefore the indicated values refer to litres.
- only the treatments and processes regulated by the Fruit Juice Directive (see [annex 8.1](#)) are permitted.
- for the reconstitution of concentrated fruit juices potable water should be used. For more information see Chapter 5.3.a under [specific comments](#).
- the use of additives is regulated by horizontal EU legislation. The details are listed in [annex 8.6](#).

Various types and origins of fruit of industrial significance were subject to comprehensive analysis to provide the values found in this guideline. To help in their interpretation please read carefully the associated Commentary Notes.

Ek-1 (devamı)

A. Absolute quality requirements

				<u>Commentary Notes</u>
1. Industrially agreed upon requirements				
<i>Direct Juice</i>				
Rel. density 20/20		min.	1.0400	Although most single strength juices will show a rel. density of 1.0450 or higher, it has been acknowledged that single strength juices from defined origins and/or varieties can show lower figures, but the lowest acceptable value is 1.0400.
Corresponding Brix		min.	10.0	
<i>Juice From Concentrate</i>				
Rel. density		min	1.0450	
Corresponding Brix		min	11.2	
2. Hygiene requirements				
Volatile acids as acetic acid	g/l	max.	0.4	
Ethanol	g/l	max.	3.0	
D/L Lactic acid	g/l	max.	0.2	
3. Environmental requirements				
Arsenic and heavy metals				
Arsenic (As)	mg/kg	max.	0.1	
Lead (Pb)	mg/kg	max.	0.050	
Mercury (Hg)	mg/kg	max.	0.01	
Cadmium (Cd)	mg/kg	max.	0.050	
Tin (Sn)	mg/kg	max.	100	For canned product only.
4. Compositional requirements				
L-ascorbic acid	mg/l	min.	200	The L-ascorbic acid content is subject to variations depending on variety, ripeness and processing. The average natural L-ascorbic acid content of fresh juice is between 400 and 500 mg/l. 200 mg/l L-ascorbic acid must still be guaranteed at the date of expiry by which it is to be consumed.
Volatile oils	ml/l	max.	0.3	
Hydroxymethylfurfural (HMF)	mg/l	max.	10	

Ek-1 (devamı)

B. Further criteria for evaluation of identity and authenticity

The B-criteria are not a set of standards. If the result of any analysis falls outside the given values, the conclusion should not automatically be drawn that the product is questionable. For a balanced interpretation it is necessary to consult the General Comments and the Specific comments.

					Commentary Notes
Titrateable acidity at pH 8.1	mval	90	-	240	The acidity is essentially determined by the proportion of citric acid and is subject to variations. The values indicated correspond to 5.8 - 15.4 g/l, calculated as anhydrous citric acid at pH 8.1.
Citric acid	g/l	6.3	-	17	The values vary depending on the origin, climate, variety and degree of maturity within the limits of the range.
D-Isocitric acid	mg/l	65	-	200	Values below 65 mg/l can be obtained in exceptional cases for high-ratio products. The contents are consistently between 70 and 130 mg/l. Values above this must correlate with the total acid (e.g. Mediterranean juices of the early harvest) and may moreover be found in juices from Californian navel oranges. Values as low as 40 can be obtained for high ratio products from Florida, the Caribbean, Central and South America.
Citric acid: D-Isocitric acid		max.		130	The concentrations of citric acid and D-Isocitric acid correlate within specific limits. Closer correlations are to be found by differentiation according to variety and origin: for instance, in juices from the Israeli Shamouti and Valencia and from Californian navel oranges, ratios of around 80 on average may be arrived at. Juices from the Brazilian Hamlin and Pera varieties, on the other hand, give average ratios of about 110, with a tendency towards somewhat higher figures in the case of the Hamlin variety, for example. Values up to 160 can be obtained from high ratio products from Florida, the Caribbean, Central and South America.
L-malic acid	g/l	0.8	-	3.0	The L-malic acid content is primarily determined by the variety and origin. The majority of orange juices show values over 1.1 g/l. In rare cases lower values than 0.8 g/l can be found in juices from the Mediterranean area and from Californian navel oranges. For juices from Australia and North Brazil values lower than 0.8 g/l are also not unusual.
D-malic acid	mg/l		n.p.		D-malic acid is not present in the fruit. Small amounts detected can be due to analytical methodology.
Ash	g/l	2.8	-	5.0	The ash content is essentially determined by cultivation conditions. Normally, the ash content is about 3.5 g/l, in the case of Brazilian juices even higher. Juices from Israeli and Spanish oranges sometimes have values below the minimum value.
Sodium (Na)	mg/l	max.		30	In the case of properly produced juices, the sodium content is, as a rule, under 10 mg/l. In the case of values over 30 mg/l, the origin of the raw materials or the technology should be investigated.

Ek-1 (devamı)

Potassium (K)	mg/l	1300	-	2500	The potassium concentration correlates with ash values. As a rule, the potassium content accounts for 46-49 % of the ash. In general, the value is not below 1300 mg/l. However, in juices from Israel and Spanish oranges values as low as 1000 mg/l can be observed.
Magnesium (Mg)	mg/l	70	-	160	The magnesium content is determined by the variety and origin and correlates to a large extent with the potassium content. Even in the case of high potassium contents values of 130 mg/l are seldom exceeded. The minimum value indicated may depend on origin, e.g. Israeli Shamouti oranges may be slightly lower. In connection with other criteria, low magnesium values indicate dilution with additional water. The potassium-magnesium ratio can only rarely and to a minimal extent exceed the value of 21.
Calcium (Ca)	mg/l	50	-	160	Usually, the calcium content is between 70 - 110 mg/l. Values over 120 mg/l can also be the result of poor fruit quality, excessive extraction pressure or process technology. Additions of out-line WESOS or peel extracts with a simultaneous increase in the flavonoid glycosides according to DAVIS (hesperidin) and in water-soluble pectin, lead to an increase in calcium concentrations.
Total phosphorus (P)	mg/l	115	-	210	The phosphorus content correlates to a large extent with the ash content. The percentage of phosphorus in the ash does not, with the exception of Israeli juices, exceed the value of 4. Higher values indicate the addition of phosphates, lower values to an overdilution of the juice.
Nitrate (NO ₃)	mg/l	max.		5	Oranges contain practically no nitrate. In the case of properly produced orange juice no absorption of nitrate takes place, for which reason a nitrate content under 5 mg/l is to be expected in orange juices.
Sulphate (SO ₄)	mg/l	max.		120	Higher sulphate concentrations indicate, amongst other things, the addition of sulphur dioxide.
Formol number ml 0.1 M NaOH/100ml		15	-	26	Normally, the formol number is over 18. When the value is below the minimum value given, the origin should be examined. Also juices from fruits which were not suitably mature or damaged by frost show lower values. The formol number rises with the increasing degree of maturity and also with a higher extraction pressure. The maximum value may be exceeded depending on the raw material, e.g. Californian navels and Spanish Valencia.

Ek-1 (devamı)

Hesperidin	mg/l	250	-	700	The "genuine" hesperidin content is determined by HPLC and lies within the given ranges. The flavonoid glycosides which may also be determined from the centrifuged juice according to the DAVIS method are calculated as hesperidin too. This value is on average about 800 mg/l. The value of 1000 mg/l may be exceeded slightly in the case of specific varieties of the Mediterranean area, and especially in the case of fruits of soft texture. Hesperidin (HPLC and DAVIS) can also be present in higher quantities in the juice as a result of technology (too infrequent cleaning of the evaporator), but this is to be seen as a production fault. In this case the proportion of water-soluble pectin will not exceed the upper level. Higher values (HPLC and DAVIS) may be achieved both by processing fruit which is too soft and by higher extraction pressure. In addition, an increase may be brought about by WESOS addition, which is also to be recognised by a changed pectin composition. Values below the lower limit can be observed in clarified and/or de-bittered orange juices. Naringin is not a natural constituent in orange juices.
Water soluble pectin	mg/l	200	-	500	The concentration of water soluble pectin substances depends on the variety, maturity, geographical area and processing techniques. The range given represents the values found in the majority of industrially processed juices that have a pulp content of 10% or lower. However, even at these pulp levels, if pectin concentrations are found that well exceed the upper value it does not, necessarily, indicate an illegal treatment. Soft fruit due to climatic conditions, modern processing techniques, such as homogenisation, pulp contents greater than 10% and higher amounts of fruit cells can all, easily increase the water-soluble pectin concentration by 200 mg/l or more.
Total Carotenoids	mg/l	max.		15	Normally, orange juices contain 2 - 5 mg/l total carotenoids. Juices from early season varieties contain less than juices from late season varieties. Australian orange juices commonly exceed the max. value. In Mediterranean orange juice, sometimes this value is exceeded. Levels above the limit should be investigated which can include the use of DNA based methods. Concentration below 2 mg/l indicate dilution with water and values higher than 15 mg/l indicate addition of peel extracts or larger proportions of juice from <i>Citrus Reticulata</i> and/or its hybrids in which case also the beta-carotene content may be increased. The carotenoids content is not significant for blood orange juice for which the juice colour is evaluated on the basis of anthocyanin content.
Hydrocarbons, calculated as beta-carotene (% of total Carotenoids)		max.		5	The normal beta-carotene content is between 0.5 - 5 %. Higher percentages indicate addition of beta-carotene or the usage of <i>Citrus Reticulata</i> as mentioned above.
Carotenoids esters (% of total Carotenoids)		max.		15	The usual range lies, depending on the geographical origin of the fruit, between 6 - 10 %. The maximum value is exceeded when

Ek-1 (devamı)

					larger proportions of <i>Citrus Reticulata</i> , its hybrids or pigmented oranges have been used. The values for Australian and Mediterranean oranges can be higher up to 20% and for blood oranges even significantly higher, i.e. up to 30 %.
Xanthophylester (% total Carotenoids)		max.		15	The usual values are between 6 and 10. Higher values even above 20 can be found in Australian oranges. Higher values can also indicate usage of "Tagetes-Carotenoids". The values for blood oranges are below 10 %.
Anthocyanin profile					The major anthocyanins in orange juice are: cyanidin 3-O-glucoside and cyanidin 3-O-(5"-malonyl-glucoside).
Glucose Fructose	g/l g/l	20 20	- -	35 35	A lower proportion of sucrose and a higher proportion of glucose and fructose may be caused by inversion.
Glucose : fructose		0.85		1.0	The glucose to fructose ratio is practically constant. Glucose to fructose ratios smaller than 0.85 may be indications of glucose decomposition through fermentation. The average values for glucose and fructose are distinctly under 30 g/l.
Sucrose	g/l	10	-	50	The sucrose to total sugar ratio and the total sugar content are naturally subject to large variations. The percentage share of sucrose in the total sugar is less than 50 % except for late season and/or high ratio juices from Florida, the Mexican Gulf and the Caribbean Area where values up to 60 % can be found; the glucose to fructose ratio does not exceed the value of 1.00. In case of divergences, the origin should be investigated. As a rule, a glucose surplus and/or too high proportion of sucrose in the total sugar, indicates additional sweetening. A lower proportion of sucrose may be caused by inversion.
Sugar-free extract	g/l	24	-	40	Sugar-free extract means the total "non-sugars" dissolved in the juice. Values under 24 g/l, in association with peculiarities in other parameters, indicate dilution with additional water.
Copper	mg/kg	max		5.0	These parameters indicate typical values which are usually not exceeded but are no legal limits.
Zinc	mg/kg	max		5.0	
Iron	mg/kg	max		5.0	
Tin	mg/kg	max		1.0	

Ek-1 (devamı)

Amino acids:	mg/l	mmol/l*			The picture is essentially determined by the variety, the degree of maturity of the fruit and the origin. Authorised process techniques have no influence. This also applies to proline, the amino acid in the highest concentration present. Proline contents in the lower part of the range are only seen in the juices from North Brazil and Central America. Contents in the upper part of the range and in exceptional cases up to 2500, relate to Valencia late oranges e.g. from Spain, Californian navels and blood orange juices. The formol number (per 100 ml) correlates with the proline concentration (g/l). As a rule this ratio is under 30 but higher ratios are obtained from fruit of North Brazilian and Mediterranean origin. The glutamic acid content is, in general, distinctly below 205 mg/l with the most common content between 120 - 150 mg/l. The Californian Navel, with a comparatively higher formol number and correspondingly higher amino acid concentration may have an aspartic acid content below the minimum value. Juices from the entire Mediterranean area may occasionally exceed the maximum values indicated for serine, asparagine and alanine and contain slightly less than the minimum values for glutamic acid and gamma-aminobutyric acid. Deviating from this, in Israeli Valencia late oranges, gamma-aminobutyric acid may have a value above the maximum value. In the case of Italian juices, arginine values below the minimum value are observed.
- Aspartic acid	200 – 400	1.50 – 3.01			
- Threonine	10 – 50	0.08 – 0.42			
- Serine	105 – 210	1 – 2			
- Asparagine	225 – 660	1.70 – 5			
- Glutamic acid	75 – 205	0.51 – 1.39			
- Glutamine	max. 75	max. 0.51			
- Proline	450 – 2090	3.91 -18.17			
- Glycine	10 – 25	0.13 – 0.33			
- Alanine	60 – 205	0.67 – 2.30			
- Valine	10 – 30	0.09 – 0.26			
- Methionine	max. 5	max. 0.03			
- Iso-leucine	3 – 15	0.02 – 0.11			
- Leucine	3 – 15	0.02 – 0.11			
- Tyrosine	5 – 20	0.03 – 0.11			
- Phenylalanine	15 – 55	0.09 – 0.33			
- gamma-Aminobutyric acid	180 – 500	1.75 – 4.85			
- Ornithine	3 – 20	0.02 – 0.15			
- Lysine	20 – 65	0.14 – 0.45			
- Histidine	5 – 25	0.03 – 0.16			
- Arginine	400 – 1000	2.30 – 5.75			
Ammonia (17)		max.	-	25.5	Ammonia and Ethanolamine are assayed simultaneously in the course of the amino acid analysis.
Ethanolamine (61)	mg/l	max.		36.6	The ammonia content increases with the degree of ripeness. Also too long storage periods or increased storage temperatures will increase the ammonia content in direct juices as well as in juices from concentrate. In this case the indicated maximum value of 25.5 mg/l may be exceeded and also the formol number will be increased correspondingly. An addition of ammonia and/or ethanolamine can be recognised by proper quantitative evaluation of the aminogram and by an increased formol number.
Isotopic Values					The specific comment on isotopes under chapter 53.c. should be carefully read before interpreting isotopic values.
delta ¹⁸ O water	‰ SMOW	min.		0	Normally, this value is 2 ‰ or higher. Values below 2 ‰ are only in rare cases be found in samples from Spain and Italy and particularly in early season samples harvested after rainy weather. The use of an internal reference such as the ¹⁸ O of ethanol from fermentation is recommended.
(D/H) _i Ethanol D-NMR	ppm	103	up to	107	Argentina or South Brazil, due to local geographic and climatic conditions may in some extreme cases during unusual seasons produce Orange juices showing (D/H) _i below the stated minimum of 103 ppm. However the delta ¹³ C ethanol associated is then also very low (below -27 ‰). The lower limit of 103 ppm is only approached in American origins; Mediterranean

Ek-1 (devamı)

					juices show higher values (higher than 105 ppm). The carbon ¹³ content of samples showing high (D/H) _i values must be analysed for.
delta ¹³ C sugar	‰ PDB	-27 up	to	-24	In rare cases, some orange juices have been measured with delta ¹³ C of sugars between - 23.5 ‰ and - 24 ‰. In these cases, it is necessary to check for correlations with pulp and carboxylic acids.
delta ¹³ C ethanol	‰ PDB	-28	up to	-25	In rare cases, some orange juices have been measured with delta ¹³ C ethanol between - 24.5 ‰ and - 25 ‰ but with (D/H) _i higher than 107 ppm. In these cases, it can also be useful to check for correlations with pulp and carboxylic acids. Only Mediterranean juices sometimes show values between - 25 ‰ and - 26 ‰ but with (D/H) _i higher than 105 ppm.
delta ¹³ C pulp	‰ PDB	-28	up to	-23.5	The difference between the delta ¹³ C content of Pulp (water and acetone non soluble solids) and the delta ¹³ C content of sugars from the same juice is between - 1 and + 0.5 per mil.
delta ¹³ C acids	‰ PDB	-25.5	up to	-22.5	The difference between the delta ¹³ C content of acids (precipitated as calcium salts) and the delta ¹³ C content of sugars from the same juice is between +1 and +2 per mil.
delta ¹³ C citric acid	‰ PDB	-25.5	up to	-22.5	Difference with sugar is between +1 and +2,5 per mil.

The concentrations expressed in mmol/l are obtained from the levels in mg/l by calculation.

Remark: n.p. = not present



Sunresin-World biggest juice resin manufacturer

SEPLITE® LSF 904

SEPLITE® Fruit/Vegetable Juice Treatment Resins
For removal of pesticide from fruit and vegetable juices

PRODUCT DESCRIPTION

SEPLITE® LSF 900 fruit/vegetable juice treatment resins are a series of styrene divinylbenzene copolymers of highly cross-linked non-functionalised adsorbent resins.

LSF 900 resins are specially designed for decolorization, improvement of physical and chemical indexes including transmittance and turbidity, removal of harmful substances, such as patulin and pesticides, and increase the color stability as well.

LSF 904 is specially designed for remove harmful substances such as patulin and pesticide from fruit and vegetable juices

Regulations:

Sunresin adsorbents was produced fully in accordance with the **FDA(US food&Drug Administration)**, which stated adsorbent polymer can be used for being used in food contact applications.

The same resins was meeting the regulations prescribed under **“Council of Europe resolution AP(97) 1 on ion exchange and adsorbent resins used in the processing of food stuffs”**, which stated when well pre-treated, adsorbent resins was suitable for used in food applications.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS

Products		LSF 904
Matrix Structure		Crosslinked
Physical Appearance		Yellow to brown opaque spherical beads
Particle range	mm	0.315-1.25
Bulk Density	g/l	650-750
Density	g/l	1000-1100
Specific Surface area	m ² /g	≥900
Porosity	ml/g	≥1.10
Moisture Content	%	60-70

SUNRESIN NEW MATERIALS CO.LTD,XI'AN

Add.No.72,keji 2 Rd,Tianze Bldg,Xi'an Hi-tech Industrial Development Zone, Shaanxi,710075,P.R.C.
Tel: 86-29-89182091 Fax: 86-29-89391600-8057
Http://www.sunresin.com E-mail: Seplite@sunresin.com



Sunresin-World biggest juice resin manufacturer

SUGGESTED PRETREATMENT AND OPERATIONS

Pre-treatment of resin

- Wash the resin with Ethanol solution of 2 BV, then wash the resin with purified water until no smell of Ethanol

Regeneration

- Passing the resin with 2% hot caustic solution (80°C) of 2-3 BV, speed at 2 BV per hour

Acid neutralization

(sometimes this step could be skipped, purpose of neutralization was for saving rinsing water and avoid excessive sodium in treated juice)

- Passing the resin with 2% phosphoric acid of 0.5 BV, speed at 2 BV per hour

Water rinsing

- water rinsing the resins to neutral (PH around 7) and the resins are suitable for being reused again



SUNRESIN NEW MATERIALS CO.LTD.,XI'AN

Add No.72,kej 2 Rd,Tianze Bldg,Xi'an Hi-tech Industrial Development Zone, Shaanxi,710075,P.R.C.
Tel: 86-29-89182091 Fax: 86-29-89391600-8057
Http://www.sunresin.cn.com Ema il: 5epilte@sunresin.com

Ek-2 (devamı)



Sunresin-World biggest juice resin manufacturer

Caution :

Resins should be stored in sealed containers or bags in cool areas where temperature was above 0°C.

Risks of damage to eyes. Rinse immediately with plenty of water under condition of eyes contact, and consult a specialist.

Material and samples must be disposed accordingly to local regulations.

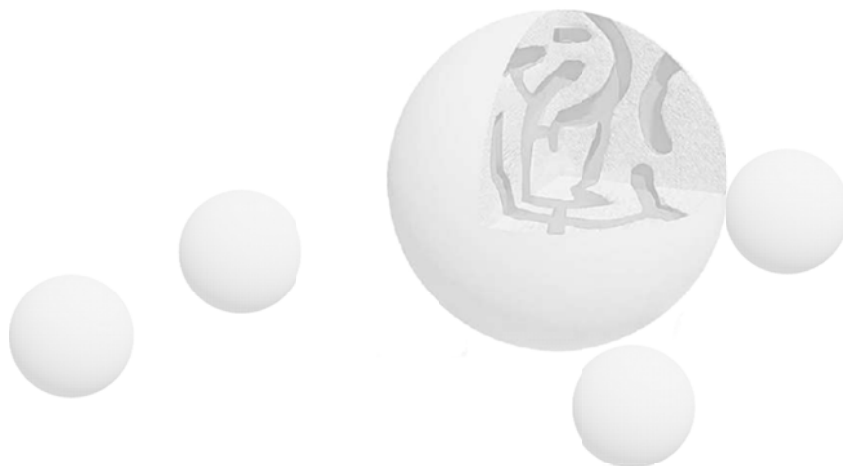
Dry polymers expand when wetted and may cause an exothermic reaction.

Spilled materials may be slippery.

SUNRESIN and SEPLITE are registered trademarks of Sunresin New Materials Co. Ltd.,Xi'an

For more information about SEPLITE® resins, pls contact sunresin directly

ALL FOR SOLUTIONS!



SUNRESIN NEW MATERIALS CO.LTD,XI'AN

Add.No.72,keji 2 Rd,Tianze Bldg,Xi'an Hi-tech Industrial Development Zone, Shaanxi,710075,P.R.C.
Tel: 86-29-89182091 Fax: 86-29-89391600-8057
http://www.sunresin.com E-mail: Seplite@sunresin.com

Dated: 17 March 2014

To whom it may concern

CERTIFICATE of COMPLIANCE

PRODUCT: Alimentech P495
Inert Adsorbent Polymeric Resin.

Bucher-Alimentech Ltd, herein certifies that:-

In accordance with the manufacturing procedure for **Alimentech P495** no products of animal or vegetable origin or their derivatives (for example, dairy products, animal fats, fish oils) are used during manufacture or subsequent production of this resin.

Alimentech P495 fully complies with the requirements prescribed under the "Council Of Europe Resolution AP (2004)3 On Ion Exchange and Adsorbent Resins Used in the Processing of Food Stuff", and is suitable for food contact as in accordance with applicable the regulations.

Alimentech P495 has been independently tested in the United States and complies with the limitations specified by the **United States Food and Drug Administration (FDA)**. The FDA has stated that this copolymer can be used for debittering citrus juices.

This certificate is signed and verified on behalf of
BUCHER-ALIMENTECH LTD



C. J. Miller
TECHNICAL DIRECTOR

Bucher Alimentech Ltd.
PO Box 14-258 • Auckland 1741 • New Zealand
Phone +64-9-573 1333 • Fax +64-9-573 1334
foodtech@bucheralimentech.com • www.bucherunipektin.com

6. Calculation of Linear Regression Line

1. The best fitting straight line for set of data of standard curve is calculated as the line for which the sum of squares of vertical deviations of observations (i.e., data) from the line is smaller than corresponding sum of squares of deviation from any other line.
2. The equation of straight line is:

$$Y = a + bX$$

where constant a is intercept at Y axis (X = 0), and constant b is slope of line.

3. Calculation of the constants a and b by least square estimation are:

$$b = \frac{\sum (X_i Y_i) - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n}}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

where

$\sum$ = "sum of " the n individual values of indicated operation and $\bar{X}$ and $\bar{Y}$ are the averages of the X and Y points.

Ek-4 (devamı)

4. Example:

Find the best straight regression line relating absorbance (Y) to concentration (X) of the following standard curve data set.

a). Do the calculations as shown below.

Observation No. (i)	Standard Concentration (X _i)	Absorbance (Y _i)	X _i ²	X _i Y _i
1	0.20	0.150	0.04	0.03
2	0.40	0.300	0.16	0.12
3	0.60	0.450	0.36	0.27
4	0.80	0.600	0.64	0.48
5	1.00	0.750	1.00	0.75
Totals:				
n = 5	Σ X _i = 3.00	Σ Y _i = 2.25	Σ X _i ² = 2.20	Σ (X _i Y _i) = 1.65

and

$$b = \frac{1.65 - \frac{(3.00)(2.25)}{5}}{2.20 - \frac{(3.00)^2}{5}}$$

$$= 0.750$$

$$a = \frac{2.25}{5} - (0.75)\left(\frac{3.00}{5}\right)$$

$$= 0.000$$

Ek-4 (devamı)

- b). Therefore, the best fitting straight regression line for the set of data is:

$$Y = 0.00 + 0.750X$$

- c). If for a sample, the absorbance (Y) is 0.500, the corresponding concentration (X) would be:

$$\begin{aligned} X &= \frac{Y - (0.00)}{0.750} \\ &= \frac{0.500 - (0.00)}{0.750} \\ &= 0.667 \end{aligned}$$

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında devlet memuru bir babanın ve ev hanımı bir annenin üçüncü çocuğu olarak Mersin de doğdum. İlköğrenimimi Mersin’de İnönü İlkokulu, Ortaöğrenimimi Mersin’de Tevfik Sırrı Gür Ortaokulu ve Lise öğrenimimi Atatürk Teknik Endüstri Meslek Lisesi kimya bölümünde tamamladım. 1994 yılında girdiğim Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden ilk yıl İngilizce hazırlık eğitimimden sonra 1999 yılında mezun oldum. Askerlik kutsal görevimi Kars’ta tamamladıktan sonra 1997 yılında stajyer olarak çalıştığım Anadolu Etap Tarım ve Gıda Ürünleri firmasında 2000 yılında üretim mühendisi olarak iş hayatına başladım. 2005 yılı ile 2009 yılları arasında kalite güvence ve Ar&Ge bölüm şefi olarak çalıştım. 2009-2012 yılları arasında TÜRKAK’tan akreditasyonu aldığımız laboratuvarımızda Laboratuvar Müdürü olarak çalıştım. 2012 yılında mühendislik hayatımın işletme kısmının tamamlanması gerektiğini düşündüm ve 2016 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesini bitirdim. 2012-2013 yılları arasında üretim müdürü, 2013-2017 arasında stajyer olarak başladığım şirkette fabrika müdürü olarak çalıştım. 2017-2019 yılları arasında Anadolu Etap’ın, plantasyon, taze ve meyve suyu iş ünitelerinin kalite güvence ve kalite kontrol, iş sağlığı ve güvenliği, çevre ve Ar Ge merkezi direktörü olarak devam ettim. 2019 yılından itibaren taze meyve iş ünitesi tesisler ve lojistik direktörü olarak çalışmaya devam etmekteyim. Bu arada 2001 Yılında evlendim ve 14 yaşında dünya tatlısı bir erkek çocuk babasıyım. 2019 Yılı itibariyle Anadolu Üniversitesi Çalışma ekonomisi ve Endüstri İlişkileri bölümü öğrencisiyim.