

FARKLI ACILIK GİDERME YÖNTEMLERİNİN GELENEKSEL TURUNÇ KABUĞU REÇELİNİN TOPLAM FENOLİK MADDE ve FLAVONOİD İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Demet Yıldız Turgut*, Haluk Tokgöz, Muharrem Gölükcü,
Ramazan Toker, Arzu Bayır Yeğın

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya

Geliş tarihi / *Received*: 06.10.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 28.12.2015

Kabul tarihi / *Accepted*: 14.01.2016

Özet

Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak üretilen geleneksel turunç kabuğu reçeli üretiminde hammaddedeki acılık bileşenlerinin uzaklaştırılmasında farklı acılık giderme yöntemlerinin etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Acılık giderme yöntemlerinin etkinliği toplam fenolik, toplam flavonoid ve acı flavonoidlerin miktarındaki değişimle belirlenmiştir. Bu amaçla 19 farklı acılık giderme yöntemi uygulanmış olup bunlardan üçü diğerlerine göre işlem süresi açısından daha avantajlı bulunmuştur. Bunlardan birincisi, 30 dk haşlama, 40 °C suda 48 saat bekletme, ikincisi %4 NaCl içeren suda 30+10 dk haşlama (iki kez), 48 saat suda bekletme ve üçüncüsü de %1 Na₂CO₃ içeren suda 10 dk haşlama, 48 saat suda bekletme uygulamalarıdır. Bu uygulamaların pratikte kullanılabilir ve etkin olduğu, ayrıca reçel üretiminde ürün kayıplarını azaltma açısından da faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Turunç kabuğu reçeli, acılık giderme, acı flavonoidler

THE EFFECTS OF DIFFERENT DEBITTERING METHODS ON TOTAL PHENOLIC MATTER and FLAVONOID CONTENT IN TRADITIONAL BITTER ORANGE PEEL JAM

Abstract

In this study, it was aimed to determine efficiency of different debittering methods on bitterness of peel in traditional bitter orange peel jam production which is produced commonly in Mediterranean Region of Turkey. Effectiveness of debittering methods have been determined with respect to total phenolic, total flavonoid and bitter flavonoids contents. For this purpose; 19 different debittering methods were applied and three of them were more successful than other applications. The first one was blanching the peel for 30 minutes and then keeping in 40 °C the water for 48 hours. Second one was blanching the peel for 30+10 minutes (two times) in 4 % salted (NaCl) water and then keeping in the water at ambient temperature for 48 hours. The last one was blanching the peel for 10 minutes in sodium carbonate contained water (1% Na₂CO₃) and then keeping in the water at ambient temperature for 48 hours. These methods could be applied practically and effectively. Additionally, these methods could provide decreasing in losses during bitter orange peel jam production.

Keywords: Bitter orange peel jam, debittering, bitter flavonoids

* Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ dyturgut@hotmail.com,

☎ (+90) 242 321 6797,

☎ (+90) 242 321 1512

GİRİŞ

Turunç meyvesi, diğer turunçgil meyvelerinden gerek bileşim gerekse tüketim açısından farklı bir yere sahiptir. Genellikle diğer turunçgillerin üretiminde anaç olarak kullanılan turuncun, ekşi ve acı tadından dolayı taze tüketimi yaygın değildir. Endüstride genellikle kabuk yağı, pektin, sitrik asit ve şarap gibi çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılabilir. İçerdiği antioksidan maddeler ekstrakte edilerek farklı gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılabilir. Özellikle turunçgil üretiminin yoğun olduğu Akdeniz Bölgesi'nde, turunçgillerden geleneksel reçel ve marmelat üretiminde yararlanılmaktadır (1-4).

Turunçgil meyveleri ve ürünlerinde acılığa neden olan bileşiklerin flavonoidler ve limonoidler olduğu bildirilmektedir (5). Bu bileşikler biyolojik aktivitelere sahip olmalarının yanısıra turunçgillerden elde edilen meyve suyu, konsantre gibi ürünlerdeki aşırı miktarları tüketici tercihlerini önemli oranda etkilemektedir (6,7). Bu nedenle bu bileşenlerin üründen uzaklaştırılması amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (8-11). Turunçgillerde bulunan flavonoidlerden acı olanlar neohesperidin, poncirin ve naringin (12,13) olup, kabuk kısmında yüksek oranda bulunurlar (5). Özellikle turunçların karakteristik acılığında rolü olan neohesperidin alkol ve suda çözünebilir bir bileşiktir. Molekül ağırlığı esasına göre hazırlanan çözeltileri karşılaştırıldığında neohesperidin acılığı naringinin 1/10' u kadardır. Yapılan araştırmalar naringinin altıntop (*Citrus paradisi*), pomelo (*Citrus maxima*, *Citrus grandis*), turunç (*Citrus aurantium*) ve üç yapraklıda (*Poncirus trifoliata*) bulunduğunu göstermiştir (12). Suda ve alkolde çözünebilir naringinin, yaklaşık % 90'ı meyvenin albedo ve dilim zarında bulunur. 20 ppm düzeyinde bulunduğu hissedilebilir derecede yoğun bir acılığa sahiptir (14). Turunç kabuklarının naringin ve neohesperidini diğer flavonoidlere göre daha fazla içerdiği bildirilmektedir (15-17).

Geleneksel olarak turunç kabuğu reçeli, hasat edilen meyvelerin kabuklarının rendelenmesi, daha sonra acılığının giderilmesi ve şeker şurubu ile belirli bir kıvama ulaşıncaya kadar kaynatma işlemine tabi tutulmasıyla üretilmektedir. Turunç kabuğu reçeli üretiminde kabuktan gelen acılığın giderilmesi önemli bir problemdir ve son ürünün kalitesini etkilemektedir. Dolayısıyla turunç kabuğu reçeli üretiminde öncelikli olarak kabuktaki acılık

bileşenlerinin belli oranda uzaklaştırılması gerekmektedir. Acılık giderme işlemi genellikle kabukların haşlanması takiben, birkaç gün suda bekletilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Ancak mevcut yöntemlerde bu işlem sadece duyuşal olarak değerlendirilmekte, dolayısıyla bu yöntemlerin acılık bileşenlerinin uzaklaştırılmasında ne kadar etkin olduğu bilinmemektedir. Ayrıca geleneksel yöntemlerle acılık giderme işlemi zaman almakta ve bazı durumlarda hammaddede erime gibi problemlere yol açabilmektedir. Bu durum özellikle hasadı belli bir zaman aralığında olan turunç meyvesinin reçele işlenmesini geciktirmekte ve ürün kayıplarına yol açmaktadır. Dolayısıyla bu ürünlerin üretiminde pratikte kullanılabilir, etkin ve hızlı yöntemlerin geliştirilmesine ve standardize edilmesine ihtiyaç vardır.

Ülkemizde geleneksel olarak üretilen turunç kabuğu reçeli üretiminde acılık giderme yöntemleriyle ilgili bilimsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada geleneksel turunç kabuğu reçeli üretiminde, farklı acılık giderme yöntemlerinin, hammaddedeki acılık bileşenlerinin giderilmesinde kullanım olanağı ve etkinliği araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal olarak Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü merkez biriminde bulunan turunç parselinden temin edilen meyveler kullanılmıştır. Turunç meyveleri 2013 yılı Ocak ayında hasat edilmiştir. Turunç meyveleri su ile yıkanıp, turuncu renkteki flavedo kısmı paslanmaz çelik bir rende yardımıyla derin olmayacak şekilde rendelenmiştir. Daha sonra kabuk kısmı, bıçak yardımıyla 6-8 parçaya ayrılarak, her bir kabuk parçası rulo haline getirilmiş ve 100-110 cm uzunluğundaki pamuk ipe dizilmiştir. Reçel üretiminden önce rulo haline getirilen kabuklarda acılık giderme amacıyla 19 farklı yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemler Çizelge 1'de verilmiştir. Birinci yöntem turunç kabuğu reçeli üretiminde geleneksel olarak uygulanan bir yöntem olup, bu uygulama kontrol olarak değerlendirilmiştir.

Ön işlemler ve acılık giderme işleminden sonra, 1000 g turunç kabuğu (toplam kurumadde oranı %14.46), 1000 g şeker, 500 mL su ve 1 g sitrik asit formülasyonuna göre açık kazanda pişirme tekniği ile reçel üretimi gerçekleştirilmiştir. Kaynatma işlemine ürün suda çözünür kurumadde miktarı %70.03 (toplam kurumadde oranı da %82.26 olarak

Çizelge 1. Turunç kabuğu reçeli üretiminde kullanılan acılık giderme yöntemleri*
Table 1. Debittering methods in bitter orange peel jam production

No	Uygulama Applications
1	Kontrol (30 dk. haşlama, 72 saat suda bekletme)- Control (30 min blanching, keeping in water for 72 h)
2	30 dk. haşlama, 40°C suda 24 saat bekletme- 30 min blanching, keeping in 40 °C water for 24 h
3	30 dk. haşlama, 40°C suda 48 saat bekletme- 30 min blanching, keeping in 40 °C water for 48 h
4	30 dk. haşlama, 40°C suda 72 saat bekletme- 30 min blanching, keeping in 40 °C water for 72 h
5	30+10 dk. haşlama*, 24 saat suda bekletme- 30+10 min blanching, keeping in water for 24 h
6	30+10 dk. haşlama, 48 saat suda bekletme- 30+10 min blanching, keeping in water for 48 h
7	30+10 dk. haşlama, 72 saat suda bekletme- 30+10 min blanching, keeping in water for 72 h
8	%4 NaCl içeren suda 30+10 dk. haşlama, 24 saat suda bekletme- Blanching in 4% NaCl for 30+10 min, keeping in water for 24 h
9	%4 NaCl içeren suda 30+10 dk. haşlama, 48 saat suda bekletme- Blanching in 4% NaCl for 30+10 min, keeping in water for 48 h
10	%4 NaCl içeren suda 30+10 dk. haşlama, 72 saat suda bekletme- Blanching in 4% NaCl for 30+10 min, keeping in water for 72 h
11	%6 NaCl içeren suda 30+10 dk. haşlama, 24 saat suda bekletme- Blanching in 6% NaCl for 30+10 min, keeping in water for 24 h
12	%6 NaCl içeren suda 30+10 dk. haşlama, 48 saat suda bekletme- Blanching in 6% NaCl for 30+10 min, keeping in water for 48 h
13	%6 NaCl içeren suda 30+10 dk. haşlama, 72 saat suda bekletme- Blanching in 6% NaCl for 30+10 min, keeping in water for 72h
14	%8 NaCl içeren suda 30+10 dk. haşlama, 24 saat suda bekletme- Blanching in 8% NaCl for 30+10 min, keeping in water for 24 h
15	%8 NaCl içeren suda 30+10 dk. haşlama, 48 saat suda bekletme- Blanching in 8% NaCl for 30+10 min, keeping in water for 48 h
16	%8 NaCl içeren suda 30+10 dk. haşlama, 72 saat suda bekletme- Blanching in 8% NaCl for 30+10 min, keeping in water for 72 h
17	%1 Na ₂ CO ₃ (Sodyum karbonat) içeren suda 10 dk. haşlama, 24 saat suda bekletme- Blanching in 1% Na ₂ CO ₃ for 10 min, keeping in water for 24 h
18	%1 Na ₂ CO ₃ içeren suda 10 dk. haşlama, 48 saat suda bekletme- Blanching in 1% Na ₂ CO ₃ for 10 min, keeping in water for 48 h
19	%1 Na ₂ CO ₃ içeren suda 10 dk. haşlama, 72 saat suda bekletme- Blanching in 1% Na ₂ CO ₃ for 10 min, keeping in water for 72 h

* Uygulamalar içerisindeki 30+10 dk. haşlama işlemleri 30 dakika ve daha sonra 10 dakika olmak üzere iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

belirlenmiştir) olunca son verilmiş olup üretilen ürünlerde turunç kabuğu oranı ortalama %50'dir. Üretim sonrası reçeller 190 cc'lik cam kavanozlara sıcak dolun tekniğiyle (88 °C'de) doldurulmuş, kapakları kapatılarak analiz anına kadar +5 °C'de muhafaza edilmiştir. Reçel üretimi iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Acılık giderme yöntemlerinin etkinliği flavonoidlerin miktarındaki değişime göre belirlenmiştir. Bu amaçla kabukta ve reçel örneklerinde toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı ve LC/ MS-MS (High-performance Liquid Chromatography Coupled With Tandem Mass Spectrometry) ile neohesperidin ve naringin analizleri yapılmıştır. Hammadde analizleri kabukta, reçel analizleri ise ürünün tamamı Waring blendırda homojenize edilmiş örneklerde gerçekleştirilmiştir.

Analizler

Toplam fenolik, flavonoid madde ve LC/MS-MS analizlerinde kullanılmak üzere turunç kabukları ve reçel örnekleri metanolle ekstraksiyona tabi tutulmuştur (18). Örneklerde toplam fenolik madde miktarı Singleton vd. (19) tarafından önerilen Folin- Ciocalteu yöntemiyle belirlenmiştir.

Sonuçlar mg GAE (Gallik Asit Eşdeğeri)/100 g olarak verilmiştir. Örneklerin toplam flavonoid miktarı alüminyum klorid (AlCl₃.6H₂O) ile kolorimetrik olarak Zhishen vd. (20) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenerek, sonuçlar mg CE (Kateşin Eşdeğeri)/ 100 g olarak ifade edilmiştir. Örneklerin naringin, neohesperidin analizleri Zorbax SB-C18 (150x2.1 mm, 1.8 µm) kolon kullanılarak LC-MS/ MS (High-performance Liquid Chromatography Coupled With Tandem Mass Spectrometry) ile gerçekleştirilmiştir (21). Analizlerde Mass Hunter paket programı ile çalışan Agilent 6430 Triple Quadrupole (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) marka elektrosprey iyon kaynaklı kütle spektrometresi ve Agilent-1290 Infinity (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) marka sıvı kromatografisi kullanılmıştır. Araştırma iki tekerrür ve tüm analizlerde her örnek için iki paralel olarak düzenlenmiştir. Elde edilen sonuçlar SAS istatistik programı ile varyans analizine tabi tutulmuş (verilmemiştir), önemli bulunan sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile P<0.05 düzeyinde gruplandırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Materyal olarak kullanılan turunç kabuğunda toplam fenolik madde, flavanoid madde, naringin ve neohesperidin miktarları sırasıyla 3205.27 mg GAE/100 g, 2564.60 mg CE/100 g, 871.55 mg/100 g ve 245.12 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 2.) Turunç kabuğunda toplam flavonoid miktarı, toplam fenolik miktarının % 80'ini oluşturmaktadır. Ersus ve Çam, (3), Aydın' da yetiştirilen turunç meyvesinin suyunda toplam fenolik madde içeriğini 56.9 mg GAE/100 mL, toplam flavonoid miktarını 7.7 mg CE/100 mL olarak; kabukta ise toplam fenolik madde miktarını 487.1 mg GAE/100 g, toplam flavonoid madde miktarını 387 mg CE/100 g olarak belirlemiştir. Ghasemi vd. (22), 13 farklı turunçgil türünün kabuk ve yenilebilir kısımlarının fenolik, flavonoid içeriği ve antioksidan aktivitesini inceledikleri çalışmada turunç meyvesinin kabuk ekstraktlarında da toplam fenolik madde miktarını 232.2 mg GAE/g, toplam flavonoid içeriğini 7.7 mg Kuersetin Eşdeğeri/ g olarak belirlemişlerdir. Kabuk ekstraktlarının, yenilebilir kısımlarına göre yaklaşık 2 katı fenolik madde ve flavonoid madde içerdiğini saptamışlardır. Turunçgil kabukları fenolikler, özellikle flavonoidler açısından zengin bir kaynaktır. Turunç kabuklarında başlıca acılık bileşenleri naringin ve neohesperidindir (12). Bocco vd. (16), turunç meyvesinin kabuklarının metanolik ekstraktlarında naringin ve neohesperidini sırasıyla 10.97 mg/g ve 6.62 mg/g belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada turunç kabuklarında naringin miktarı 1470 mg/100 g, neohesperidin miktarı ise 1090 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (17). Bulgularımız Ersus ve Çam, (3)'ün bulgularından yüksek, diğer literatür bulgularından düşüktür. Bu farklılıkların çeşit, ekstraksiyon yöntemi gibi etkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Turunçgil kabuk flavonoidlerinin önemli bir kısmının flavedo kısmında bulunduğu bildirilmiştir

(5). Çalışmamızda rendeleme aşamasında flavedo kısmının uzaklaştırılmasıyla toplam fenolik ve flavonoid miktarları yaklaşık %55 azaldığı, naringin ve neohesperidin miktarının ise sırasıyla %22.04 ve %8.45 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Turunçgil meyvelerinde flavonoidlerin yaklaşık %10-20'sinin kabuktaki flavedo kısmında, %30-50'sinin ise albedo kısmında bulunduğu bildirilmiştir (23-24). Dolayısıyla rendeleme aşaması kabuktan fenoliklerin uzaklaştırılmasında etkili olmuştur.

Farklı Acılık giderme yöntemleri uygulanarak elde edilen turunç kabuğu reçeli örneklerinde toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları ile hammaddeye göre değişim oranları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Reçel örnekleri arasında toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı açısından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu görülmüştür ($P<0.05$). En yüksek toplam fenolik madde miktarı 30+10 dk. haşlama, 24 saat suda bekletme sonucu elde edilen reçelde (5 nolu örnek) (423.69 mg GAE/100 g), en düşük toplam fenolik madde miktarı ise 30+10 dk. haşlama, 72 saat suda bekletme uygulaması sonucu elde edilen reçelde (7 nolu örnek) (105.72 mg GAE/100 g) tespit edilmiştir. Bir nolu kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarı açısından 3, 4, 10 ve 18 nolu reçel örnekleriyle istatistiksel açıdan aynı grupta yer aldığı görülmüştür ($P>0.05$). En yüksek toplam flavonoid madde miktarı 338.88 mg CE/100 g ile 11 nolu reçel örneğinde, en düşük toplam flavonoid madde miktarı ise 92.38 mg CE/100 g ile 7 nolu reçel örneğinde tespit edilmiştir. Toplam flavonoid miktarları ise 1 nolu kontrol örneğinin toplam flavonoid madde miktarı açısından 3, 9 ve 18 nolu reçel örnekleriyle istatistiksel açıdan aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Çizelge 2. Ham ve rendelenerek flavedo tabakası giderilmiş turunç kabuğunun (taze ağırlık) flavonoid içeriği ve değişim oranları *
Table 2. Flavonoid contents of raw and grated bitter orange peel and decreasing ratios

Özellik Parameters	Turunç kabuğu Bitter orange peel	Rendelenmiş turunç kabuğu Grated bitter orange peel	Değişim (%) Decreasing ratio (%)
TFM ¹ (mg GAE/100g)	3205.27±12.81	1442.95±14.74	54.98
TFLM ² (mg CE/100g)	2564.60±15.32	1154.30±12.54	54.99
Naringin (mg/100g)	871.55±5.83	679.46±16.78	22.04
Neohesperidin (mg/100g)	245.12±4.13	224.39±9.61	8.45

*Ortalama±standart sapma

¹TFM: Toplam Fenolik Madde-Total phenolic contents

²TFLM: Toplam Flavonoid Madde-Total flavonoid contents

Çizelge 3. Farklı acılık giderme yöntemleri uygulanarak üretilen reçel örneklerinde toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları*
Table 3. Total phenolic and flavonoid contents of the jams produced by applying different debittering methods*

No	TFM ¹ (mg GAE/100g)	Değişim (%) Decreasing ratio (%)	TFLM ² (mg CE/100g)	Değişim (%) Decreasing ratio (%)
1	169.81±0.60 ^{ik}	94.70	153.87±0.47 ⁱ	94.00
2	364.48±2.82 ^c	88.63	318.47±8.80 ^{bc}	87.58
3	170.86±0.70 ⁱ	94.67	154.07±3.75 ⁱ	93.99
4	156.12±5.07 ^{kl}	95.13	137.09±1.20 ^j	94.65
5	423.69±3.29 ^a	86.78	327.18±1.50 ^{ab}	87.24
6	198.12±1.49 ^h	93.82	169.06±1.01 ^h	93.41
7	105.72±4.82 ^m	96.70	92.38±4.28 ^l	96.40
8	397.64±9.07 ^b	87.59	220.64±4.49 ^f	91.40
9	253.02±1.48 ^f	92.11	156.00±2.38 ⁱ	93.92
10	156.75±0.86 ^{kl}	95.11	133.88±0.67 ^j	94.78
11	409.26±5.78 ^b	87.23	338.88±0.50 ^a	86.79
12	312.68±2.53 ^e	90.24	278.92±2.00 ^d	89.12
13	231.14±2.75 ^g	92.79	203.73±0.83 ^g	92.06
14	376.12±3.51 ^c	88.27	311.51±1.46 ^c	87.85
15	335.86±1.97 ^d	89.52	273.67±0.75 ^d	89.33
16	315.22±1.06 ^e	90.17	237.20±2.67 ^e	90.75
17	221.20±1.48 ^g	93.10	177.58±1.48 ^h	93.08
18	170.75±1.89 ^{ij}	94.66	153.26±1.12 ⁱ	94.02
19	143.49±1.72 ^l	95.52	113.76±3.11 ^k	95.56

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P < 0.05$)

*Different letters in the same column are significantly different from each other ($P < 0.05$),

¹TFM: Toplam Fenolik Madde- Total phenolic contents

²TFLM: Toplam Flavonoid Madde- Total flavonoid contents

Farklı acılık giderme yöntemleri uygulanarak elde edilen turunç kabuğu reçeli örneklerinde acı flavonoidlerden naringin ve neohesperidin miktarları ile hammaddeye göre değişim oranları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Reçel örnekleri arasında naringin ve neohesperidin miktarı açısından istatistiksel düzeyde farklılıklar olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). En yüksek naringin miktarı 11 nolu reçel örneğinde (203.09 mg/100 g) en düşük naringin miktarı ise 10 ve 7 nolu reçel örneklerinde (25.78; 27.12 mg/100 g) tespit edilmiştir. 1 nolu kontrol örneğinin naringin miktarı açısından 3, 9 ve 18 nolu reçel örnekleriyle istatistiksel açıdan aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir ($P > 0.05$). En yüksek neohesperidin miktarı 185.57 mg/100 g ile 5 nolu örnekte, en düşük neohesperidin miktarı ise 10.08 mg/100 g ile 7 nolu örnekte belirlenmiştir. 1 nolu kontrol örneğinin neohesperidin miktarı açısından 3, 4, 9, 10, 18 ve 19 nolu reçel örnekleriyle istatistiksel açıdan aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir ($P > 0.05$).

Genel olarak incelenen kriterler dikkate alındığında, 1 nolu kontrol örneği ile 3, 4, 9, 10, 18 ve 19 nolu örneklerini istatistiksel açıdan aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Ancak 4, 10 ve 19 nolu reçel örneklerinde acılık giderme aşamalarında 72 saatlik bekletme süresinin kontrol örneğine göre bir avantaj sağlamayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle 3, 9 ve 18 nolu reçel örneklerinde 48 saat suda bekletme uygulamasının 1 nolu kontrol örneğine göre işlem süresi açısından daha avantajlı olduğu görülmüştür. Geleneksel turunç kabuğu reçeli üretiminde acılık giderme işlemiyle acılık maddelerinin bir kısmı kabuktan uzaklaştırılırken, bir kısmı kalmakta ve ürünün tipik lezzetini oluşturmaktadır. Bu durum tüketiciler tarafından istenilen bir özelliktir. Bu nedenle veriler kontrol değerleri doğrultusunda değerlendirmeye alınmıştır. Toplam fenolik, flavonoid, naringin ve neohesperidin miktarlarında hammaddeye göre reçel örneklerinde sırasıyla % 86.78-96.70, % 87.24-95.56, %76.70- 97.04 ve % 24.29-95.89 azalma gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu durumun rendeleme ile flavedo kısmının uzaklaştırılmasından,

Çizelge 4. Farklı Acılık giderme yöntemleri uygulanarak üretilen reçel örneklerinde naringin ve neohesperidin miktarları*
 Table 4. Naringin and neohesperidin contents of the jams produced by applying different debittering methods*

No	Naringin (mg/100 g)	Değişim (%) Decreasing ratio (%)	Neohesperidin (mg/100 g)	Değişim (%) Decreasing ratio (%)
1	51.57±1.40 ^h	94.08	16.17±1.01 ^{kl}	93.40
2	169.65±1.54 ^b	80.53	117.89±2.70 ^b	51.91
3	60.31±2.89 ^h	93.08	17.35±0.71 ^{jk}	92.92
4	33.94±2.08 ^{il}	96.11	12.15±0.73 ^{klm}	95.04
5	145.18±1.53 ^d	83.34	185.57±1.71 ^a	24.29
6	81.65±1.45 ^g	90.63	72.81±2.04 ^e	70.30
7	27.12±2.33 ^l	96.89	10.08±0.77 ^m	95.89
8	158.25±1.40 ^c	81.84	62.19±1.87 ^f	74.63
9	53.39±1.77 ^h	93.87	15.20±0.89 ^{klm}	93.80
10	25.78±1.71 ⁱ	97.04	15.43±1.36 ^{klm}	93.70
11	203.09±6.18 ^a	76.70	70.93±0.36 ^e	71.06
12	164.26±1.71 ^{bc}	81.15	56.29±1.37 ^g	77.04
13	158.21±1.46 ^c	81.85	43.41±1.33 ^h	82.29
14	133.81±2.26 ^e	84.65	119.30±1.18 ^b	51.33
15	112.66±0.82 ^f	87.07	108.68±0.67 ^c	55.66
16	78.66±0.63 ^g	90.97	82.88±2.43 ^d	66.19
17	79.63±2.20 ^g	90.86	25.06±0.77 ^l	89.77
18	55.93±2.49 ^h	93.58	18.11±0.89 ^l	92.61
19	40.34±1.93 ⁱ	95.37	10.88±0.92 ^{lm}	95.56

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P < 0.05$)

*Different letters in the same column are significantly different from each other ($P < 0.05$).

acılık giderme yöntemleri ve açık kazanda pişirme koşullarından (termal proses) kaynaklandığı düşünülmektedir. Fenolik bileşikler metanol, etanol, aseton, etil asetat, propanol gibi çözünenlerin yanında suda da çözünebilmektedir (25). Çalışmada acılık giderme yöntemlerinde uygulanan haşlama ve suda bekletme uygulamalarının fenolik bileşiklerin suyla uzaklaşmasını sağladığı düşünülmektedir. Haşlama sıcaklığı ve süresi bazı enzimleri inaktif ederken, ürünün besin kalitesinde kayıplara yol açabilmektedir. Farklı turuncgil (Satsuma Mandarin, Shiranui, Navel Portakal) kabuklarının farklı yöntemlerle marmelata işlenmesinin araştırıldığı çalışmada, kabuklar acılık giderme amacıyla 90 °C'de 15 dk. suda haşlama işlemine tabi tutulmuştur. Haşlama ile toplam fenolik miktarında % 67-77 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Fenoliklerin suda çözünebilme özelliğinden dolayı haşlama suyuna geçtiği ifade edilmiştir (26). Şahin (27), greyfurt kabuğunun reçele işlenmesi sırasında farklı acılık giderme yöntemlerini denemiş, duyuşal değerlendirmede panelistlerin ortaya koyduğu görüşler doğrultusunda % 6'lık tuzlu suda 5+5

dakika haşlama işlemi ve daha sonra bir gün suda bekletme işleminin acılık gidermede diğer uygulamalara göre daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda %4 NaCl içeren suda 30+10 dk haşlama, 48 saat suda bekletme uygulamasının incelenen parametreler açısından kontrol örneğiyle istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Benzer şekilde %1 Na₂CO₃ içeren suda 10 dk haşlama, 48 saat suda bekletme uygulamasının incelenen parametreler açısından kontrol örneğiyle istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Vibhakara and Bawa, (28), tarafından sodyum karbonatın turunc kabuklarının reçele işlenmeden önce hızlı bir şekilde yumuşatılması için kullanıldığı bildirilmektedir. Ancak bu uygulamanın acılık bileşenleri üzerine ne gibi etkisi olduğu açıklanmamıştır. Çalışmamızda sodyum karbonatın turunc kabuğundaki bitkisel hücreleri parçalayarak fenolik bileşiklerin suya geçişini hızlandırdığı düşünülmektedir.

Isıl işlem, depolama ve diğer birçok proses gıdaların kalite parametreleri üzerine etkili faktörlerdendir. Gıdaların sahip oldukları bazı bileşen öğeleri bu gibi proseslerden oldukça fazla etkilenmekte ve

bu da gıdaların besinsel özelliklerinin azalmasına neden olmaktadır. Isıl işlem ortamı olarak suyun kullanıldığı durumlarda antioksidan bileşiklerin suya geçmesi de söz konusudur (29). Geleneksel reçel üretim proseslerinde uygulanan ısıl işlem süresi ve sıcaklığına bağlı olarak bir yandan mikrobiyel ve enzimatik inaktivasyon sağlanırken, diğer yandan meyvede doğal olarak bulunan bazı biyoaktif bileşiklerin kaybı söz konusu olabilmektedir (28-30). Kim ve Padilla-Zakour (18), erik, ahududu ve vişnenin reçele işlenmesiyle toplam fenolik, toplam antosiyanin ve antioksidan aktivitesinde azalma meydana geldiğini belirlemişlerdir. Ayrıca reçellerde toplam fenolik maddelerin yaklaşık % 27' ye kadar azaldığını rapor etmişlerdir. Igual vd. (31), farklı yöntemler kullanılarak reçele işlenen greyfurtlarda narirutin, poncirin, naringenin ve kuersetinin azaldığını, naringenin ise stabil kaldığını tespit etmişlerdir. Patras vd. (32) tarafından, reçel prosesi sırasında fenolik maddelerin miktarındaki azalmanın meyvenin hücre yapısının parçalanması sonucu olabileceği ifade edilmiştir. Çalışmamızda reçel pişirme prosesine bağlı olarak benzer şekilde toplam fenolik, flavonoid miktarının azaldığı görülmüştür.

SONUÇ

Bu çalışma ile Akdeniz bölgesine özgü geleneksel bir gıda olan turunc kabuğu reçelinin üretiminde, farklı acılık giderme yöntemleri ile hammaddedeki acılık bileşenlerinin giderilmesi olanağı araştırılmıştır. Araştırmada elde edilen bilgiler ışığında 30 dk haşlama, 40 °C suda 48 saat bekletme (3 nolu örnek), %4 NaCl içeren suda 30+10 dk haşlama, 48 saat suda bekletme(9 nolu örnek) ve %1 Na₂CO₃ içeren suda 10 dk haşlama, 48 saat suda bekletme acılık giderme yöntemleri uygulanarak (18 nolu örnek) gerçekleştirilen reçel örneklerinin kontrol örneğine göre proses süresi açısından daha avantajlı olduğu görülmüştür. Geleneksel olarak üretilen turunc kabuğu reçeli üretiminde 72 saatlik suda bekletme süresinin bu uygulamalarla 48 saate inebileceği tespit edilmiştir. Bu uygulamaların pratikte kullanılabilir ve etkin olduğu, ayrıca ürün kayıplarını engelleme açısından sektöre faydalı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TAGEM/HSGYAD/13/A05/P02/38 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Desteklerinden ötürü Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Hayvan Sağlığı ve Gıda-Yem Daire Başkanlığı' na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Putzbach K, Rimmer CA, Sharpless KE, Sander LC. 2007. Determination of Bitter Orange alkaloids in dietary supplements standard reference materials by liquid chromatography with ultraviolet absorbance and fluorescence detection. *J Chromatogr A*, 1156: 304-311.
2. Lota ML, De Rocca Serra D, Jacquemond C, Tomi F, Casanova J. 2001. Chemical variability of peel and leaf essential oils of sour orange. *Flavour Fragr J*, 16: 89-96.
3. Ersus S, Çam M. 2007. Determination of Organic Acids, Total Phenolic Content, And Antioxidant Capacity of Sour Citrus aurantium Fruits. *Chem Nat Compd*, 43(5): 605-609.
4. Penzak SR, Jann MW, Cold JA, Hon YY, Desai HD, and Gurley B.J. 2001. Seville (sour) orange juice: synephrine content and cardiovascular effects in normotensive adults. *J Clin Pharmacol*, 41: 1059-1063.
5. Binello A, Robaldo B, Barge A, Cavalli R, Cravotto G. 2008. Synthesis of cyclodextrin-based polymers and their use as debittering agents. *J Appl Polym Sci*, 107(4): 2549-2557.
6. Hsu W-J, Berhow M, Robertson GH, Hasegawa S. 1998. Limonoids and Flavonoids in Juices of Oroblanco and Melogold Grapefruit Hybrids. *J Food Sci*, 63 (1): 57-60.
7. Breksa III AP, Kahn T, Zukas AA, Hidalgo MB, Yuen ML. 2011. Limonoid content of sour orange varieties. *J Sci Food Agric*, 91: 1789-1794.
8. Shaw PE, Tatum JH, Wilson CW. 1984. Improved flavor of Navel orange and grapefruit juices by removal of bitter components with p-cyclodextrin polymer. *J Agric Food Chem*, 32: 832-836.
9. Kimball DA. 1987. Debittering of citrus juices using supercritical carbon dioxide. *J Food Sci*, 52(2): 481-482.

10. Puri A. 1990. Removal of bitter compounds from citrus products by adsorption techniques. In: *Bitterness in Foods and Beverages*, Rouseff RL (Chief Ed.), Elsevier Science Ltd, 1 edition, UK, pp. 325-336
11. Prakash S, Singhal RS, Kurkarni PR. 2002. Enzymic debittering of Indian grapefruit juice. *J Sci Food Agric*, 82: 394-397.
12. Altan A.1983. Turunçgil Sularında Acılık Ögesi Olarak Naringin. *Gıda*, 8(1): 29-32.
13. Castillo J, Benavente O, del Rio JA. 1992. Naringin and Neohesperidin Levels during Development of Leaves, Flower Buds, and Fruits of Citrus aurantium. *Plant Physiol*, 99: 67-73.
14. Aksay S, Ünal MÜ. 2002. Turunçgil Sularında Acılık Etmenleri Ve Giderilmesinde Kullanılan Yöntemler. *Gıda*, 27 (6): 481-488.
15. Sawalha SMS, Arráez-Román D, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A. 2009. Quantification of main phenolic compounds in sweet and bitter orange peel using CE-MS/MS. *Food Chem*, 116: 567-574.
16. Bocco A, Cuvelier ME, Richard H, Berset C.1998. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Citrus Peel and Seed Extracts. *J Agric Food Chem*, 46: 2123-2129.
17. Nogata Y, Sakamoto K, Shiratsuchi H, Ishii T, Yano M, Ohta H. 2006. Flavonoid Composition of Fruit Tissues of Citrus Species. *Biosci Biotech Biochem*, 70 (1): 178-192.
18. Kim DO, Padilla-Zakour OI. 2004. Jam processing effect on total phenolics and antioxidant activity capacity in anthocyanin-rich fruits: Cherry, plum, and raspberry, sensory and nutritive qualities of food. *J Food Sci*. 69: 395-400.
19. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299: 152-178.
20. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*, 64: 555-559.
21. Escobedo-Avellaneda Z, Gutiérrez-Urbe J, Valdez-Fragoso A, Antonio Torres J, Welti-Chanes J. 2014. Phytochemicals and antioxidant activity of juice, flavedo, albedo and comminuted orange. *J Funct Foods*, 6: 470-481.
22. Ghasemi K, Ghasemi Y, Ebrahimzadeh MA, 2009. Antioxidant Activity, Phenol And Flavonoid Contents of 13 Citrus Species Peels And Tissues. Pak. *J Pharm Sci*, 22 (3): 277-281.
23. Braddock RJ. 1999. Handbook of Citrus by-Products and Processing Technology. John Wiley and Sons, Inc., New York, 247 p.
24. Ramful D, Bahorun T, Bourdon E, Tarnus E, Aruoma OI. 2010. Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: Potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicol*, 278: 75-87.
25. Naczki M, Shahidi F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *J Chromatogr A*, 1054 (1-2): 95-111.
26. Yoshikawa H, Ogawa A, Fukuhara K, Kondo S. 2006. Antioxidant activity of tropical fruit jam and marmalade processed with different combinations of peel and flesh in Citrus fruit. *Int J Food Agric Environ*, 4(2): 78-84.
27. Şahin R. 2006. Düşük Kalorili Greyfurt Kabuğu Reçeli Eldesinde Bazı Katkı Maddelerinin Kaliteye Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 83 s.
28. Vibhakara HS, Bawa AS. 2006. Manufacturing Jams and Jellies. In: *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, Hui YH (Chief Ed.), pp. 189-204.
29. Sağlam F. 2007. Antosiyanince zengin dut, kiraz ve gilaburu meyvelerinin fenolikler ve antioksidan kapasitesi üzerine reçel yapım işleminin etkisi. Yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. 43 s.
30. Kalia A, Gupta RP. 2006. Fruit Microbiology. In: *Handbook of Fruits and Fruits Processing*, Hui YH (Chief Ed.), pp.189-204.
31. Igual M, García-Martínez E, Camacho MM, Martínez-Navarrete N. 2013. Jam processing and storage effects on β -carotene and flavonoids content in grapefruit. *J Funct Foods*, 5 (2): 736-744.
32. Patras A, Brunton, NP, Tiwari BK, Butler F. 2011. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and color in strawberry jam during storage. *Food Bioprocess Technol*, 4: 1245-1252.