

GELENEKSEL TURUNÇGİL KABUK REÇELLERİNİN FİZİKO-KİMYASAL VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

Demet Yıldız Turgut*, Haluk Tokgöz, Muharrem Gölükcü, Arzu Bayır YeğİN
Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya

Geliş / Received: 09.11.2020; Kabul / Accepted: 23.12.2020; Online baskı / Published online: 12.01.2021

Yıldız-Turgut, D., Tokgöz, H., Gölükcü., M., Bayır-YeğİN, A. (2021). Geleneksel turunçgil kabuk reçellerinin fiziko-kimyasal ve antioksidan özellikleri. *GIDA* (2021) 46 (1) 216-228 doi: 10.15237/gida.GD20129.

Yıldız-Turgut, D., Tokgöz, H., Gölükcü., M., Bayır-YeğİN, A. (2021). Physico-chemical and antioxidant properties of traditional citrus peel jams. *GIDA* (2021) 46 (1) 216-228 doi: 10.15237/gida. GD20129.

ÖZ

Bu çalışmada, turunç (*Citrus aurantium*), bergamot (*Citrus bergamia*) ve altıntop (*Citrus paradisi*) kabukları ve bunlardan geleneksel olarak üretilen reçellerin fiziko-kimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Turunçgil kabuk reçellerinin toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 78.23 – 80.01 g/100 g, 70.15 - 70.87 °Bx, 3.36 - 3.49 ve %0.26 – 0.27 arasında belirlenmiştir. Turunçgil kabuk reçellerinin toplam fenolik madde miktarları 22.38 - 38.21 mg GAE/100 g, toplam flavonoid miktarları ise 2.45 - 6.30 mg CE/100 olarak tespit edilmiştir. Kabukların reçele işlenmesi ile askorbik asit içeriği %82.47 - 84.50 oranında azalarak 13.91 - 16.43 mg/100 g olarak belirlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarı altıntop kabuğu reçelinde bulunmuştur. Turunç kabuğu reçelinin ise en yüksek toplam flavonoid ve askorbik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Reçel prosesi ile birlikte DPPH radikalı süpürme aktivitesi önemli oranda düşmüştür.

Anahtar Kelimeler: Turunçgil kabukları, turunç (*Citrus aurantium*), bergamot (*Citrus bergamia*), altıntop (*Citrus paradisi*), geleneksel reçel, antioksidan

PHYSICO-CHEMICAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF TRADITIONAL CITRUS PEEL JAMS SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF CITRUS PEEL JAMS

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the physico-chemical and antioxidant properties of bitter orange (*Citrus aurantium*), bergamot (*Citrus bergamia*) and grapefruit (*Citrus paradisi*) peels and jams traditionally produced from them. Total dry matter, water soluble dry matter, pH and titratable acidity values of citrus peel jams were determined between 78.23 – 80.01 g/100 g, 70.15 - 70.87 °Bx, 3.36 - 3.49 and 0.26 – 0.27%, respectively. The total phenolic contents of citrus peel jams were determined between 22.38 - 38.21 mg GAE/100 g, and the total flavonoid contents were determined as 2.45 - 6.30 mg CE/100. With the processing of the peels into jam, the ascorbic acid content decreased by 82.47 - 84.50% and was determined as 13.91 - 16.43 mg/100 g. The highest amount of total phenolic

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: demet.yildizturgut@tarimorman.gov.tr,

☎: (+90) 242 321 6797

☎: (+90) 242 321 1512

Demet Yıldız Turgut; ORCID no: 0000-0002-7486-3701

Haluk Tokgöz; ORCID no: 0000-0002-9956-0045

Muharrem Gölükcü; ORCID no: 0000-0003-1646-5876

Arzu Bayır YeğİN; ORCID no: 0000-0002-2194-6730

was found in grapefruit peel jam. It was determined that bitter orange peel jam has the highest total flavonoid and ascorbic acid content. DPPH radical scavenging activity decreased significantly with the jam processing.

Keywords: Citrus peels, bitter orange (*Citrus aurantium*), bergamot (*Citrus bergamia*), grapefruit (*Citrus paradisi*), traditional jam, antioxidant

GİRİŞ

Rutaceae familyası içerisinde yer alan turunçgiller üretim, tüketim ve gıda sanayinde farklı ürünlere işlenebilme potansiyeli bakımından dünya üzerindeki en önemli tarımsal ürün gruplarından (Yoo ve Moon, 2016; Hunlun vd., 2017). Dünya turunçgil üretiminin yaklaşık %3' ünü karşılayan Türkiye'de 2019 yılı itibarıyla toplam turunçgil üretimi 4.3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye Akdeniz ülkeleri içerisinde İspanya, İtalya ve Mısır'dan sonra dördüncü büyük üretici ülke konumundadır. Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan başlıca turunçgil türleri portakal, mandarin, limon ve altıntop (greyfurt) olup, turunçgil yetiştiriciliğinin büyük bir bölümü Akdeniz ve Ege bölgesinde yapılmaktadır. (Anonymous, 2018; Anonim, 2019). Üretimin yaklaşık %43' ü iç pazarda tüketilmekte, %37' si ise ihraç edilmekte, %4' ü ise meyve suyu endüstrisinde değerlendirilmektedir (Yeşiloğlu vd., 2017).

Genellikle meyve suyu üretiminde atık olarak ortaya çıkan turunçgil kabukları pektin ve uçucu yağ üretiminde kullanılmasının yanı sıra, hayvan yemi olarak değerlendirilmekte, içerdiği fitokimyasal bileşenler ekstrakte edilerek gıda ve ilaç formülasyonlarında kullanılmaktadır. (Bocco vd., 1998; Hussain vd., 2010). Turunçgil meyvelerinin kabuk kısımları meyve ağırlığının % 30-60' ını oluşturmaktadır (Ghasemi vd., 2009; Manjarres-Pinzon vd., 2013; Güzel ve Akpınar, 2017). Turunçgil kabuklarının esansiyel yağ, diyet lif, pektin, ve sağlığa faydalı askorbik asit, flavonoidler ve karotenoidler gibi antioksidanlar açısından zengin olduğu bildirilmiştir (Gorinstein 2001; Ghasemi vd., 2009; Guimaraes vd., 2010). Antioksidanlar serbest radikallerin neden olduğu oksidatif stres kaynaklı kanser, diyabet, katarakt ve yaşlanmaya bağlı rahatsızlık riskini önlemede etkili maddelerdir (Oroian ve Escriche, 2015).

Altıntop, bergamot ve turunç gibi meyveler acı tatları nedeniyle taze tüketim açısından diğer

turunçgil meyveleri gibi tüketiciler tarafından pek fazla tercih edilmemektedir. Ancak bu meyvelerin kabukları ülkemizde özellikle turunçgil yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Akdeniz bölgesinde geleneksel reçel ve marmelat üretiminde değerlendirilmektedir (Hussain vd., 2010; Yerlikaya vd., 2016; Turgut vd., 2015).

Avrupa Birliği (AB) mevzuatına göre geleneksel gıda ürünleri geleneksel hammaddeler kullanılarak üretilen veya geleneksel bir kompozisyonla karakterize edilen veya geleneksel bir üretim tipini yansıtan işleme yöntemiyle üretilen ürünler olarak tanımlanmaktadır (Vasilopoulou vd., 2005). Türkiye tarihi ve kültürel zenginliğin bir parçası olarak geleneksel gıda üretimi ve çeşitliliği açısından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir (Demirbaş vd., 2006). Gerek evlerde gerekse endüstriyel ölçekte üretilen geleneksel turunçgil kabuk reçelleri ülkemiz geleneksel gıdaları arasında yer almaktadır (Turgut vd., 2015).

Meyvelerin şekerle birlikte belirli bir kıvama kadar pişirilmesi ile elde edilen reçel (Cemeroğlu vd., 2003), ülkemizde ve dünyada meyvelerin muhafazası amacıyla uygulanan en yaygın işleme teknolojilerinden biridir (Besbes vd., 2009; Rababah vd., 2011). Türk Gıda Kodeksi (TGK) Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde (Tebliğ No: 2006/55) reçeller; meyve oranları baz alınarak reçel, ekstra reçel, geleneksel reçel ve ekstra geleneksel reçel olarak sınıflandırılmıştır. Söz konusu tebliğde geleneksel reçel, su ile bütün veya parçalı meyvelerin veya bitkilerin kök, yaprak, çiçek gibi yenilebilen kısımlarının şeker ilave edilerek veya edilmeden belirli kıvama getirilmiş karışımını ifade etmektedir. (Anonim, 2006). Reçelin besin içeriği, fitokimyasal, duyuşsal ve reolojik özellikleri kullanılan hammaddenin ve yardımcı maddelerin çeşidi, oranı ve içeriğinin yanı sıra uygulanan ön işlemler, işleme yöntemi ve koşullarından (sıcaklık, süre) büyük oranda etkilenmektedir.

(Rababah vd., 2011; Basu vd., 2013; Igual vd., 2013; Kamiloğlu vd., 2015; Shinwari ve Rao 2018)

Geleneksel turunçgil kabuk reçelleri prosesinin, diğer reçel üretim proseslerinden ayırt edici en önemli özelliği uygulanan ön işlemlerdir. Turunç, bergamot ve altıntop gibi meyvelerin kabukları diğer kısımlara göre önemli miktarda acılık bileşenleri içermektedir. Başlıca acılık bileşenleri limonoidler sınıfından limonin ve nomilin ile flavonoidlerden naringin, neohesperidin, ponsirin ve neoesositrindir (Zhang, 2007; Dea vd., 2013). Bu nedenle kabuk reçellerinin üretimi sırasında acılık giderme amacıyla rendeleme, haşlama ve suda bekletme gibi ön işlemler uygulanmaktadır. Bu reçellerin diğer bir ayırt edici özelliği ise kabukların rulo haline getirilip pamuk iplere dizilmesi işlemidir (Gürsoy, 1977; Turgut vd., 2015). Ülkemizde turunçgil kabuk reçellerinin kalite özellikleri ile ilgili sınırlı sayıda araştırma yapılmış olup, bu çalışmada turunç, bergamot ve altıntop kabuklarının ve bunlardan geleneksel yöntemle üretilen reçellerin bazı fiziko-kimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada turunç çeşidi olarak “Yerli Turunç”, bergamot çeşidi olarak “Yerli A-41”, altıntop çeşidi olarak “Marsh Seedless” çeşitleri

kullanılmıştır. Meyveler 2019 Ocak ayı içerisinde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM) turunçgil bahçelerinden hasat edilmiş ve reçel üretimleri BATEM gıda pilot üretim tesisinde gerçekleştirilmiştir.

Reçel Üretimi

Reçel üretimi amacıyla turunçgil meyveleri çeşme suyu ile yıkanıp, turuncu renkteki flavedo kısmı paslanmaz çelik bir rende yardımıyla derin olmayacak şekilde albedo kısmını zedelemeyen şekilde rendelenerek uzaklaştırılmıştır. Daha sonra turunçgil kabukları, bıçak yardımıyla 6-8 parçaya kesilerek meyve etinden dikkatlice ayrılmıştır. Parça halinde kabuk dilimleri rulo haline getirilerek 1 m uzunluğundaki pamuk ipe dizilmiştir. Acılık giderme amacıyla kabuklar kaynar suda 15-20 dk haşlanmış ve kabuklar 3 gün süre ile günde 3 kez suyu değiştirilmek suretiyle suda bekletilmiştir. Ön işlemlerden sonra %40 kabuk, %20 su, %40 şeker reçetesi ile 70 °Bx derecesine kadar 100 litre hacimli çift cidarlı açık kazanda pişirilerek reçele işlenmiştir. Pişirme sırasında, 60 °Bx derecesini geçince karışıma %0.04 oranında sitrik asit ilave edilmiştir. Üretilen reçeller 85 °C'ye kadar soğutulduktan sonra 720 mL hacmindeki cam kavanozlara doldurularak kapatılmış ve analiz anına kadar buzdolabında 5-6 °C de muhafaza edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Geleneksel turunçgil kabuk reçelleri üretimi
Figure 1. The production of traditional citrus peel jams

Analiz Yöntemleri

Çalışmamızda kullanılan turunçgil çeşitlerinin kabuk ve reçellerinde pH değerleri 10 g homojenize edilmiş örneğe 20 mL saf su ilave edilerek, pH metre (WTW Inolab 720) ile ölçülmüştür. Titrasyon asitliği (TA) ise seyreltilen örneklerin 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile pH 8.1' e ulaşınca kadar titre edilmesiyle belirlenmiş ve sonuçlar susuz sitrik asit cinsinden hesaplanarak g/100 g olarak verilmiştir. Toplam kuru madde (TKM) miktarı 5 g homojenize edilmiş örneğin etüvde 70 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulması ile belirlenerek sonuçlar g/100 g olarak ifade edilmiştir. Reçel örneklerinin suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) digital refraktometre (A. Krüss Optronic GmbH, DR6000-T) ile ölçülmüş ve sonuçlar Briks derecesi (°Bx) olarak verilmiştir. Su aktivitesi değerleri ise su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina Lab-swift, İsviçre) ile 25 °C de belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2007).

Turunçgil kabuk ve reçellerinin renk ölçümleri Minolta CR 400 (Osaka, Japonya) renk cihazı ile yapılarak, CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) L*, a*, b* renk değerleri belirlenmiştir. Bunun dışında renk doygunluğunu ifade eden Chroma (C*), renk yoğunluğu açısını ifade eden hue açısı (h°), aşağıdaki eşitlikler (Eşitlik 1, 2) yardımıyla hesaplanmıştır (Pathare vd., 2013).

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$h^{\circ} = \tan^{-1} \frac{b^{*}}{a^{*}} * \frac{180}{\pi} \quad (2)$$

Toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite analizleri için kabuk ve reçel örneklerinde ekstraksiyon işlemi Renna vd. (2013) tarafından kullanılan yöntemle gerçekleştirilmiştir. 5 g örnek 10 mL metanol:su (80:20) solüsyonu ile orbital çalkalayıcıda (Unimax 2010, Heidolph) 180 rpm'de 6 saat ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Karışım 4 °C' de 6500 rpm hızda 5 dk santrifüj edilerek üst faz ekstraksiyon çözeltisi ile 30 mL' ye tamamlanmıştır. Kabuk ve reçel örneklerinden elde edilen ekstraktlar analizlere kadar -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

Turunçgil kabukları ve reçel örneklerinin toplam fenolik madde miktarı (TFM) Folin-Ciocalteu çözeltisi ile Spanos ve Wrolstad (1990) tarafından önerilen yöntemde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda 100 µL örnek ekstraktı üzerine 900 µL saf su, 5 mL 0.1 N Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 4 mL %7.5' luk sodyum bikarbonat (Na₂CO₃) çözeltisi ilave edilerek, karışım 90 dk karanlıkta bekletilmiştir. Karışımın absorbansı spektrofotometrede (Shimadzu UV 1800, Japonya) 765 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı mg GAE (Gallik Asit Eşdeğeri)/100 g kuru madde olarak ifade edilmiştir.

Örnek ekstraktlarının toplam flavonoid miktarı Zhishen vd. (1999) tarafından önerilen yöntemle kolorimetrik olarak belirlenmiştir. Buna göre 1 mL örnek ekstraktı üzerine 4 mL distile su ve % 5' lik 0.30 mL sodyum nitrit (NaNO₂) çözeltisi eklenmiştir. Karışıma 5 dk. sonra 0.60 mL %10' luk alüminyum klorür (AlCl₃) çözeltisi ve 6. dk' da 1 M sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisinden 2 mL eklenerek, hacim distile su ile 10 mL' ye tamamlanmıştır. Absorbans değerleri 510 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunarak, sonuçlar mg CE (Kateşin Eşdeğeri)/100 g kuru madde olarak verilmiştir.

Askorbik asit miktarı yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı ile belirlenmiştir (Sdiri vd. 2012). Örnekler %3' lük metafosforik asit (HPO₃) çözeltisi ile homojenize edilmiş ve 4 °C' de 12000 rpm hızda 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst faz 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden (Cronus, SMI-Labhut Ltd, Gloucester, Birleşik Krallık) geçirilerek HPLC cihazına (Shimadzu 2030 C 3 D Prominence-i, Japonya) enjekte edilmiştir. Analizde hareketli faz olarak %2' lik potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄) (pH: 2.3) ve ODS-3 C-18 kolon (5µm, 250x4.6 i.d.) (GL Sciences, Japonya) kullanılmıştır. Analiz 0.5 mL/dk akış hızında izokratik olarak, 243 nm dalga boyunda yürütülmüştür. Enjeksiyon hacmi 10 µL ve kolon sıcaklığı ise 25 °C olarak belirlenmiştir. Askorbik asit miktarı kuru madde üzerinden mg/100 g olarak verilmiştir.

Örnek ekstraktlarının DPPH radikalı süpürme aktivitesi Cemeroğlu (2010) tarafından önerilen yöntemle belirlenmiştir. Buna göre 600 µL 1 mM'lık DPPH radikal çözeltisi üzerine her örnekten 5 farklı hacimde örnek ekstraktı ilave edilmiş ve toplam hacim metanolla 6 mL'ye tamamlanmıştır. 15 dk inkubasyonun ardından karışımların absorbansları spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda saf metanole karşı ölçülmüştür. Her bir örnek hacmine karşılık gelen yüzde inhibisyon değerleri $\text{İnhibisyon}(\%) = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{ekstrakt}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100$ formülüne göre hesaplanmıştır. DPPH radikalının % 50' sini inhibe eden IC₅₀ değeri ise DPPH radikalının % inhibisyon oranından elde edilen doğru denkleminde mg/mg DPPH kuru madde olarak hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analiz

Reçel üretimleri 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere varyans analizi uygulanarak, ortalamalar $P < 0.05$ düzeyinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Analizde SAS istatistik paket programı (SAS Institute, Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Çizelge 1' de araştırmada kullanılan turunç, bergamot ve altıntop kabuklarının pH ve titrasyon asitliği değerleri verilmiştir. Kabukların pH değerleri arasında fark tespit edilmezken ($P > 0.05$), en düşük titrasyon asitliği değeri (0.02 g/100 g) bergamot kabuğunda bulunmuştur ($P < 0.05$). Turunçgil kabuk reçellerinin turunçgil kabuklarına göre pH değerlerinin (3.36 - 3.49) düşük olduğu, titrasyon asitliği değerlerinin (0.26 - 0.27 g/100 g) ise yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Bunun en önemli nedeni reçel üretimi sırasında ürünün belli bir kıvam, tat ve aroma kazanması amacıyla sitrik asit ilave edilmesidir (Cemeroğlu vd., 2003). TGK Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'ne göre, geleneksel ve ekstra geleneksel reçelerde pH aralığının ise 2.8 - 3.5 arasında olması gerekmektedir. Reçel gibi ürünlerde meyveye göre pH'ın düşmesinin diğer bir sebebinin de HMF miktarının artmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Rababah vd., 2012). Rababah vd. (2011) tarafından yapılan

çalışmada çilek, vişne, kayısı, incir ve portakal reçellerinde pH değerleri 2.71 - 3.34 aralığında belirlenmiş ve reçel üretimi sonrası meyveye göre pH'ın azaldığı rapor edilmiştir. Bir başka çalışmada farklı şeker/meyve (kabuk) oranı ve pişirme süresi uygulanarak elde edilen greyfurt kabuğu reçeli örneklerinde pH değerleri 2.9 - 4.2 olarak tespit edilmiştir (Demirağ ve Şahin, 2012).

Reçel örneklerinin çözünür kuru madde ve toplam kuru madde miktarları şeker ilavesi ve pişirme sırasında suyun buharlaşmasına bağlı olarak artış göstermiş ve sırasıyla 70.15 - 70.87 °Bx ve 78.23 - 80.01 g/100 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Geleneksel ve ekstra geleneksel reçelerde refraktometre ile tayin edilen çözünür kuru madde miktarının %68' den az olamayacağı TGK Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde belirtilmiştir (Anonim, 2006). Reçel örneklerinin söz konusu değerler açısından tebliğe uygun olduğu görülmektedir. Demirağ ve Şahin (2012), farklı şeker/meyve (kabuk) oranı ve pişirme süresi uygulayarak elde edilen greyfurt kabuğu reçeli örneklerinde çözünür kuru madde miktarı değerlerini 70 - 81.5 °Bx arasında belirlemişlerdir. Diğer bir çalışmada bütün mandarin reçeli örneğinde briks değerini 70 - 74.7, toplam kuru madde içeriğini %70.38 olarak tespit edilmiştir (Aksay vd., 2018). Kamkat reçelinde ise toplam ve çözünür kuru madde değerleri sırasıyla %77.83 ve 70.65 °Bx olarak belirlenmiştir (Turgut vd., 2015).

Renk analizi sonuçlarına göre L*, a*, b*, C* ve h° değerleri turunçgil kabuklarında sırasıyla 80.21 - 96.30; 5.95 - 43.94; 73.55 - 85.91; 75.42 - 86.20 ve 59.14 - 85.47 aralığında belirlenirken (Çizelge 1); kabuk reçellerinde 21.28 - 22.70; 0.19 - 2.70; 4.29 - 6.74; 4.29 - 7.27 ve 68.15 - 87.18 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 2). Genel olarak renk değerleri taze kabuk örneklerine göre azalmıştır. Greyfurt meyvesinin farklı yöntemlerle reçele işlenmesiyle L*, a*, b*, C* ve h° değerlerinin taze meyveye göre azaldığı tespit edilmiştir (İgual vd., 2013). Aksay vd. (2018), bütün mandarinlerin reçele işlenmesi ile L*, a* ve b* değerlerinin azaldığını rapor etmişlerdir. Parlaklığın göstergesi olan L* değerlerindeki azalmanın reçel prosesindeki yüksek sıcaklıklarda meydana gelen karamelizasyondan kaynaklandığı

düşünülmektedir (Pathare vd., 2013; Koç ve Yolcu Ömeroğlu, 2019). Turunçgil kabuklarının sarı ve turuncu renginden sorumlu flavonoidlerin ve karotenoid pigmentlerinin renkleme ile uzaklaştırılmasının, ayrıca proses sırasında sıcaklık etkisiyle parçalanmalarının (Ghanem vd., 2012) b* değerlerinde düşüşe neden olduğu değerlendirilmiştir.

Renk gerek taze gerekse işlenmiş meyve ve sebze ürünlerinde tüketicilerin satın alma kriterini belirleyen önemli bir faktördür. Aynı zamanda ısı işlemin kullanıldığı işlenmiş ürünlerde renk parametreleri ısı işlemin şiddeti ile ilgili de bilgi verebilir (Lozano ve Ibarz 1997; Shin ve Bhowmik 1995). Çalışmamızdaki turunçgil kabuklarının reçele işlenmesiyle meydana gelen renk değişimlerinin kesme, renkleme (flavedo kısmının ayrılması), haşlama gibi ön işlemlerin yanı sıra açık atmosfer koşullarında pişirme süresi ve sıcaklığı, asit ilavesi gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu faktörler reçel gibi işlenmiş ürünlerde esmerleşme reaksiyonları, askorbik asit degradasyonu ve pH değişimine neden olarak renk pigmentlerinin oksidasyonuna ve degradasyonuna yol açabilmektedir (Garcia-Viguera vd., 1999; Tamer, 2012; Vatanserver, 2016).

Çalışmaya konu olan turunçgil çeşitlerinin kabuklarında incelenen fitokimyasal içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Turunç, bergamot ve altıntop kabuklarının toplam fenolik madde miktarı 1550.51 - 1642.37 mg GAE/100 g, toplam flavonoid miktarı ise 271.93 - 338.85 mg/100 g arasında belirlenmiş olup, en yüksek içerik turunç kabuğunda tespit edilmiştir. Turunçgil kabuklarının toplam fenolik madde içerikleri çeşide, yetiştirildiği bölgeye ve ekstraksiyon koşullarına göre çok geniş bir aralıkta (670 - 19620 mg GAE/100 g) değişebilmektedir (M'hiri vd., 2017). Aydın'da yetiştirilen turunç meyvelerinin kabuk kısmında toplam fenolik madde ve toplam flavonoid miktarı sırasıyla 487.1 mg GAE/100 g ve 387 mg CE/100 g olarak belirlenmiştir. (Ersus ve Çam, 2007). Ghasemi vd. (2009), 13 farklı turunçgil türünün kabuklarının metanolik ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarını 104.2 - 232.2 mg GAE/g, toplam flavonoid içeriğini 0.3 - 31.1 mg kuersetin

eşdeğeri/g olarak belirlemişlerdir. Turgut vd. (2015) turunç kabuklarında toplam fenolik madde miktarını 3205.27 mg GAE/100 g, toplam flavonoid miktarını 2564.60 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Turunçgil kabukları fenolik bileşikleri, özellikle de flavonoidleri, meyvenin su ve pulp gibi kısımlarına göre daha yüksek miktarda içermektedir (Gorinstein vd., 2001; Ghasemi vd. 2009; Nogata vd., 2006; Xi vd., 2014). Benzer şekilde bir diğer fenolik grup olan hidrosisinnamik asitlerin de turunçgil kabukların da meyve suyuna kıyasla daha yüksek oranda bulunduğu bildirilmiştir (Manthey ve Grohmann, 2001). Turunçgillerde flavonoidler, flavanon glikozitler (naringin, hesperidin, narirutin ve neohesperidin) ve polimetoksile flavonlar (nobiletin, tangeretin ve sinensetin) olmak üzere iki kategoride incelenmektedir (Fu vd., 2018). Turunçgil kabuklarında bulunan başlıca fenolik asitler ise klorojenik, sinapik, ferulik, *p*-kumarik ve kafeik asittir (Wang vd., 2008; Bocco vd., 1998). Turunç, bergamot ve altıntop kabuğu reçellerinin toplam fenolik madde miktarları taze kabuklara göre %97.53 - 98.80 oranında azalarak 22.38 - 38.21 mg GAE/100 g, toplam flavonoid miktarları ise %98.14-99.09 oranında azalarak 2.45 - 6.30 mg CE/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Kabuk örneklerinin aksine toplam fenolik madde açısından en yüksek miktar altıntop kabuğu reçelinde bulunmuştur. Bu durumun pişirme süresinden ve altıntop kabuğunda bulunan fenolik bileşiklerin ısıl stabilitelerinden kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmiştir. En yüksek toplam flavonoid içeriği ise turunç kabuğu reçelinde tespit edilmiştir. Turgut vd. (2015) farklı acılık giderme yöntemleri kullanarak elde ettikleri turunç kabuğu reçellerinde taze kabuğa göre toplam fenolik ve flavonoid madde miktarında sırasıyla %86.78 - 96.70 ve %87.24 - 95.56 oranlarında azalma tespit edildiğini bildirmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada çilek, kiraz, kayısı, incir ve portakal meyvelerinin reçele işlenmesi ile toplam fenolik madde içeriklerinde %68.6 - 93.2 arasında düşüş tespit edilmiştir (Rababah vd., 2011). Bunların dışında farklı çalışmalarda farklı meyvelerin reçele işlenmesi ile fenolik içeriklerinin kayba uğradığı bildirilmiştir (Besbes vd., 2009; Tamer, 2012; Aksay vd., 2018).

Turunçgil meyvelerinde önemli miktarda bulunan, C vitamini olarak da bilinen askorbik asit sıcaklık, pH, oksijen gibi faktörlere oldukça hassas bir bileşendir (Burdurlu vd., 2006; Rekha vd., 2012). Turunçgil kabuklarının askorbik asit miktarları 89.36 - 106.04 mg/100 g aralığında belirlenmiş olup, en yüksek askorbik asit içeriği turunç kabuğunda belirlenmiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 1). Al-Juhaimi (2014) portakal, mandarin ve limon kabuklarının 25.68 - 65.45 mg/100 g askorbik asit içerdiğini tespit etmişlerdir. Kurutmanın biyoaktif bileşenlere etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise turunçgil kabuklarının 100 g kuru maddede 89.79 - 139.81 mg askorbik asit içerdiği belirlenmiştir (Abou-Arab vd., 2016). Kabukların reçele işlenmesi ile askorbik asit içeriği %82.47 - 84.50 oranında azalarak 13.91 - 16.43 mg/100 g değerlerine düşmüştür (Çizelge 2). Askorbik asit içeriği en yüksek reçel ise turunç kabuğu reçeli olmuştur. Igual vd. (2016), farklı yöntemlerle elde edilen greyluft reçellerinde askorbik asit miktarını 20 - 26.1 mg/100 g olarak belirlemişler ve askorbik asitin reçel örneklerinde taze meyveye göre %26.68 - 43.82 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Aksay vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada bütün mandarin reçellerinde C vitamini içeriği 0.07 mg/100 g olarak tespit edilmiş ve reçel örneklerindeki askorbik asit kaybı %57.14 olmuştur. Diğer bir çalışmada Malezya'daki üzüm, kayısı, çilek ve yaban mersini reçellerinde C vitamini miktarı 2.52 - 5.67 mg/100 g arasında belirlenmiştir (Naeem vd., 2017).

Turunçgil kabuklarının DPPH radikali süpürme aktivitesi, serbest radikali % 50 inhibe eden konsantrasyon olarak tanımlanan IC_{50} değeri ile ifade edilmiştir. Düşük IC_{50} değeri yüksek radikal süpürme aktivitesi anlamına gelmektedir. Kabukların IC_{50} değerleri 101.89 - 171.31 mg/mg arasında değişmiş ($P < 0.05$), en yüksek antiradikal aktivite turunç kabuğunda tespit edilmiştir (Çizelge 1). Ghasemi vd. (2009) 13 farklı turunçgil türünün kabuklarının metanolik ekstraktlarında IC_{50} değerini 0.6 - 2.9 mg/mL olarak belirlemişlerdir. Reçel prosesi ile birlikte kabukların IC_{50} değerleri artmış, dolayısıyla radikal süpürme aktivitesi önemli oranda düşmüştür (Çizelge 2). En yüksek antiradikal aktivite

bergamot kabuğu reçelinde tespit edilirken (1266.33 mg/mg), en düşük antiradikal aktivite turunç kabuğu reçelinde belirlenmiştir (2396.32 mg/mg). Turunçgil meyvelerinin antioksidan aktivitesinin, fenolik, flavonoid ve askorbik asit içerikleri ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Zou vd., 2016). Antioksidan aktivite kayıplarının bu bileşenlerdeki kayıplarla ilgili olduğu değerlendirilmiştir. Tamer (2012) ahududu ve böğürtlen çeşitlerinin marmelata işlenmesi ile antioksidan aktivitede %83.76 - 84.61 oranında azalma olduğunu bildirmiştir. Bir başka çalışmada ise siyah havucun antioksidan aktivitesinde, reçel ve marmelat prosesi sonrasında %83.3 - 91.3 azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Kamiloglu vd., 2015).

Turunçgil kabuklarının reçele işlenmesi sırasında fenolik, flavonoid, askorbik asit ve antioksidan aktivite içeriklerinde önemli kayıplar meydana gelmiştir. Bu süreçte uygulanan rendeleme, kesme, haşlama, suda bekletme gibi ön işlemler, pişirme sıcaklığı ve süresi, açık kazanda pişirme yöntemi bu kayıpların en önemli nedenleri arasındadır. Turunçgil kabuklarında bulunan naringin, neohesperidin, ponsirin ve neoeriositrin gibi bileşenler acı tattan sorumlu flavonoidlerdir (Zhang 2007). Reçel prosesinde acılığın giderilmesi için kabuklar rendeleme (flavedo tabakasının uzaklaştırılması), haşlama ve suda bekletme gibi ön işlemlerden geçirilmiştir. Dolayısıyla bu işlemler söz konusu bileşenlerin kaybında önemli bir faktör olmuştur. Yapılan bir çalışmada turunç kabuğu reçeli üretiminde rendeleme ön işlemiyle birlikte kabukta toplam fenolik madde ve flavonoid kaybı sırasıyla %54.98 ve %54.99 olarak tespit edilmiştir (Turgut vd., 2015). Kuljarachanan vd. (2009), misket limonu kabuğu posasının haşlama işlemi sonrası C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitede kayıpların oluştuğunu bildirmişlerdir. Zid vd. (2015) haşlama işleminin turunç kabuklarındaki acı flavanonları (naringin, neohesperidin ve neoeriositrin) %38 ve %48 oranında azalttığını tespit etmişlerdir. Fenolik bileşikler ve askorbik asit gibi antioksidan bileşikler yüksek sıcaklıklara ve oksidasyona oldukça duyarlıdır ve özellikle açık kazanda reçel pişirme sırasında kolayca parçalanabilmektedir

(Kırca ve Cemeroglu 2001; Sağlam, 2007; Tamer, 2012). Patras vd. (2011), reçel pişirme sırasında toplam fenolik madde içeriğindeki azalmanın meyvenin hücre yapısının bozulması ve enzimatik olmayan oksidasyondan kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Tamer (2012), askorbik asit kaybının açık kazanda pişirme ve karıştırma sırasında oluşan oksidasyondan kaynaklandığını vurgulamıştır. Gonçalves vd. (2010), yüksek fenolik kaybını uzun pişirme süresi ile

ilişkilendirmiştir. Reçel ve marmelat gibi ürünlerde özellikle çok miktarda ürün elde edilmek istenildiğinde, istenilen briks derecesine ulaşabilmek için meyvenin bileşimine de bağlı olarak reçeteye eklenen suyun bir kısmının buharlaştırılması ve dolayısıyla uzun pişirme süreleri gerekebilir. Böylece suya geçen ısıya duyarlı biyoaktif bileşenler buharlaşma ile birlikte kayba uğrayabilmektedir (Anuar ve Saleh, 2019).

Çizelge 1. Turunçgil kabuklarının fiziko-kimyasal ve antioksidan özellikleri*

Table 1. Physico-chemical and antioxidant properties of citrus peels*

Özellikler <i>Properties</i>	Turunç kabuğu <i>Bitter orange peel</i>	Bergamot kabuğu <i>Bergamot peel</i>	Altıntop kabuğu <i>Grapefruit peel</i>
pH <i>pH</i>	5.55±0.02 ^a	5.75±0.03 ^a	5.55±0.02 ^a
TA (g/100 g) <i>Titrateable acidity (g/100 g)</i>	0.04±0.001 ^a	0.02±0.002 ^b	0.04±0.002 ^a
SÇKM (°Bx) <i>Water soluble matter (°Bx)</i>	7.2±0.06 ^a	5.8±0.03 ^b	5.4±0.05 ^b
TKM (g/100 g) <i>Total dry matter (g/100 g)</i>	23.14±0.30 ^b	26.75±0.16 ^a	23.33±0.14 ^b
L*	80.21±0.55 ^b	95.53±0.66 ^a	96.30±0.30 ^a
a*	43.94±1.45 ^a	5.95±0.60 ^b	6.97±1.42 ^b
b*	73.55±0.69 ^b	75.19±2.75 ^b	85.91±1.21 ^a
C*	85.68±0.94 ^a	75.42±2.78 ^b	86.20±1.33 ^a
h°	59.14±0.86 ^b	85.47±0.40 ^a	85.37±0.87 ^a
Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/100 g) <i>Total phenolic content (mg GAE/100 g)</i>	1642.37±3.80 ^a	1609±4.65 ^a	1550.51±4.48 ^b
Toplam Flavonoid Miktarı (mg CE/100 g) <i>Total Flavonoid content (mg CE/100 g)</i>	338.85±3.42 ^a	323.32±1.86 ^a	271.93±4.89 ^b
Askorbik asit miktarı (mg/100 g) <i>Ascorbic acid content (mg/100 g)</i>	106.04±2.28 ^a	90.36±2.42 ^b	89.36±0.86 ^b
IC ₅₀ (mg/mg)	101.89±3.47 ^c	116.69±2.89 ^b	171.31±3.67 ^a

*Aynı satırda farklı üstel harfler ortalamalar arasında farklılığın önemli olduğunu ifade eder (P < 0.05).

* Different exponential letters on the same row indicate significant differences between means (P < 0.05).

Çizelge 2. Turunçgil kabuk reçellerinin fizikokimyasal ve antioksidan özellikleri
 Table 2. Physico-chemical and antioxidant properties of citrus peel jams

Özellikler <i>Properties</i>	Turunç kabuğu reçeli <i>Bitter orange peel jam</i>	Bergamot kabuğu reçeli <i>Bergamot peel jam</i>	Altıntop kabuğu reçeli <i>Grapefruit peel jam</i>
pH <i>pH</i>	3.36±0.11 ^d	3.48±0.05 ^a	3.49±0.02 ^a
TA (g/100 g) <i>Titrateable acidity (g/100 g)</i>	0.27±0.02 ^a	0.27±0.02 ^a	0.26±0.03 ^a
SÇKM (°Bx) <i>Water soluble matter (°Bx)</i>	70.15±0.10 ^a	70.42±0.21 ^a	70.87±0.14 ^a
TKM (g/100 g) <i>Total dry matter (g/100 g)</i>	80.01±0.38 ^a	78.23±0.86 ^a	79.32±0.86 ^a
L*	21.28±0.59 ^a	22.70±1.54 ^a	22.28±0.09 ^a
a*	2.70±0.22 ^a	0.52±0.07 ^b	0.19±0.08 ^c
b*	6.74±0.06 ^a	5.88±0.40 ^b	4.29±0.26 ^c
C*	7.27±0.07 ^a	5.91±0.41 ^{db}	4.29±0.20 ^c
h°	68.15±1.77 ^b	84.92±0.47 ^a	87.18±1.29 ^a
Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/100 g) <i>Total phenolic content (mg GAE/100 g)</i>	22.38±0.43 ^c	28.83±0.62 ^b	38.21±0.66 ^a
Toplam Flavonoid Miktarı (mg CE/100 g) <i>Total Flavonoid content (mg CE/100 g)</i>	6.30±0.39 ^a	3.54±0.03 ^b	2.45±0.08 ^c
Askorbik asit miktarı (mg/100 g) <i>Ascorbic acid content (mg/100 g)</i>	16.43±0.84 ^a	15.84±0.27 ^a	13.91±0.61 ^b
IC ₅₀ (mg/mg)	2396.32±3.65 ^a	1266.33±2.41 ^c	1566.33±2.21 ^b

*Aynı satırda farklı üstel harfler ortalamalar arasında farklılığın önemli olduğunu ifade eder (P < 0.05).

* Different exponential letters on the same row indicate significant differences between means (P < 0.05).

Bu çalışmada turunç, bergamot ve altıntop kabukları ve bunlardan üretilen geleneksel turunçgil kabuk reçellerinin bazı fiziko-kimyasal ve antioksidan özellikleri ortaya konmuştur. Reçel üretiminde ön işlemlerin yanı sıra şeker ilavesi ve pişirme aşamalarının turunçgil kabuklarının pH, asitlik, renk gibi fiziko-kimyasal parametreleri ile fenolik, flavonoid, askorbik asit ve antioksidan aktivitelerinde önemli ölçüde değişime neden olduğu değerlendirilmiştir. Geleneksel turunçgil kabuk reçellerinin ürün kalitesinin ortaya konması, bu tip ürünlerin sürdürülebilirliğinin

sağlanması, sağlıklı beslenme ve gıda güvenliği açısından endüstriyel boyutlarda standardize edilmesine, dolayısıyla yerelde ve ülkesel çapta tarımsal kalkınmaya katkı sağlayacaktır. Ayrıca geleneksel turunçgil kabuk reçelleri üretim basamaklarında, özellikle antioksidan özelliklerin korunması açısından, ön işlemlerin ve pişirme basamaklarının optimize edilmesinin üretici ve tüketici boyutunda faydaları olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü'nde gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

YAZAR KATKILARI

DYT ve HT çalışmayı tasarlamış ve reçel üretim metodlarını uygulamıştır, DYT makale metnini hazırlamıştır. MG ve ABY laboratuvar analizlerini gerçekleştirmiştir. Tüm yazarlar makaleyi okuyup, incelemiş ve onaylamıştır.

KAYNAKLAR

Abou-Arab, A. A., Mahmoud, M. H., Abu-Salem, F. M. (2016). Bioactive compounds content of citrus peel as affected by drying processes. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 10(4): 240-243.

Aksay, S., Tokbaş, H., Arslan, R., Çınar, F. (2018). Some physicochemical properties of the whole fruit mandarin jam. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(5): 632-635, doi: 10.24925/turjaf.v6i5.632-635.1948.

Al-Juhaimi, F. Y. (2014). Citrus fruits by-products as sources of bioactive compounds with antioxidant potential. *Pak J Bot*, 46(4), 1459-1462.

Anonim (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. Erişim tarihi: 21.09.2020.

Anonim (2006). Türk Gıda Kodeksi (TGK) Reçel, jöle, marmelat ve tatlandırılmış kestane püresi tebliği (2006/55). Tarım ve Orman Bakanlığı. 30 Aralık 2006 tarih ve 26392 sayılı Resmî Gazete, Ankara.

Anonymous (2018). Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAOSTAT), FAOSTAT database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim tarihi: 21.09.2020.

Anuar, N.A., Salleh, R.M. (2019). Development of fruit jam from Averrhoa bilimbi L. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(4), e13904, doi:10.1111/jfpp.13904.

Basu, S., Shivhare, U.S., Singh, T.V. (2013). Effect of substitution of stevioside and sucralose on rheological, spectral, color and microstructural characteristics of mango jam. *J Food Eng*, 114(4), 465-476, doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.08.035.

Besbes, S., Drira, L., Blecker, C., Deroanne, C., Attia, H. (2009). Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *Food Chem*, 112(2): 406-411, Doi:10.1016/j.foodchem.2008.05.093.

Bocco, A., Cuvelier, M. E., Richard, H., Berset, C. (1998). Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *J Agric Food Chem*, 46(6): 2123-2129.

Burdurlu, H. S., Koca, N., Karadeniz, F. (2006). Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *J Food Eng*, 74(2), 211-216.

Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, Türkiye, 535 s.

Cemeroğlu, B. (2010). *Gıda Analizleri*. Genişletilmiş 2. Baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34, Bizim Grup Basımevi. Ankara, Türkiye, 657s.

Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan M. (2003). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi (3)*. Gıda teknolojisi derneği yayınları No:28, Ankara, Türkiye, 690 s. ISBN 975-93575-3-4.

Dea, S., Plotto, A., Manthey, J. A., Raithore, S., Irey, M., Baldwin, E. (2013). Interactions and thresholds of limonin and nomilin in bitterness perception in orange juice and other matrices. *Journal of Sensory Studies*, 28(4): 311-323, doi:10.1111/joss.12046.

Demirağ, K., Şahin, R. (2012). Bazı Katkı Maddelerinin Düşük Kalorili Greyfurt Kabuğu Reçelinin Duyusal Kalitesi Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 10(3): 6-13.

- Demırbaş, N., Oktay, D., Tosun, D. (2006). AB sürecindeki Türkiye’de gıda güvenliği açısından geleneksel gıdaların üretim ve pazarlanması. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3-4): 47-55.
- Fu, M., An, K., Xu, Y., Chen, Y., Wu, J., Yu, Y., Zou, B., Xiao, G., Ti, H. (2018). Effects of different temperature and humidity on bioactive flavonoids and antioxidant activity in Pericarpium Citri Reticulata (*Citrus reticulata* ‘Chachi’). *LWT*, 93, 167-173.
- García-Viguera, C., Zafrilla, P., Romero, F., Abellán, P., Artés, F., Tomás-Barberán, F. A. (1999). Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. *J Food Sci*, 64(2): 243-247, doi: 10.1111/j.1365-2621.1999.tb15874.x.
- Ghanem, N., Mihoubi, D., Kechaou, N., Mihoubi, N. B. (2012). Microwave dehydration of three citrus peel cultivars: Effect on water and oil retention capacities, color, shrinkage and total phenols content. *Industrial Crops and Products*, 40: 167-177, doi:10.1016/j.indcrop.2012.03.009.
- Ghasemi, K., Ghasemi, Y., Ebrahimzadeh, M. A. (2009). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22(3): 277-281.
- Gonçaves, E. M., Pinheiro, J., Abreu, M., Brandão, T. R., Silva, C. L. (2010). Carrot (*Daucus carota* L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching. *J Food Eng*, 97(4): 574-581, doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.12.005
- Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Park, Y. S., Haruenkit, R., Lojek, A., Číž, M., ... & Trakhtenberg, S. (2001). Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chem*, 74(3): 309-315, doi: 10.1016/S0308-8146(01)00157-1.
- Guimaraes, R., Barros, L., Barreira, J. C., Sousa, M. J., Carvalho, A. M., Ferreira, I. C. (2010). Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits: grapefruit, lemon, lime and orange. *Food Chem Toxicol*, 48(1): 99-106, doi:10.1016/j.fct.2009.09.022.
- Gürsoy, G. (1977). *Turunçgil Reçel Jele ve Marmelatları Yapım Tekniđi*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Turunçgiller Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Yayınları No:1, Antalya, Türkiye, 22 s.
- Güzel, M., Akpınar, Ö. (2017). Turunçgil kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2): 153-167, doi:10.17714/gufbed.2017.07.010.
- Hunlun, C., De Beer, D., Sigge, G. O., Van Wyk, J. (2017). Characterisation of the flavonoid composition and total antioxidant capacity of juice from different citrus varieties from the Western Cape region. *J Food Compos Anal*, 62:115-125, doi: 10.1016/j.jfca.2017.04.018
- Hussain, A., Ali, J., Abid, H. (2010). Chemical characteristics of instant powder drink prepared from sour oranges peel (*Citrus aurantium* L.). *Pakistan Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 43(2): 94-8.
- Igual, M., Garcia-Martinez, E., Camacho, M. M., Martínez-Navarrete, N. (2013). Jam processing and storage effects on β -carotene and flavonoids content in grapefruit. *Journal of Functional Foods*, 5(2), 736-744, doi:10.1016/j.jff.2013.01.019.
- Igual, M., García-Martínez, E., Camacho, M. M., Martínez-Navarrete, N. (2016). Stability of micronutrients and phytochemicals of grapefruit jam as affected by the obtention process. *Food Sci Technol Int*, 22(3): 203-212, doi:10.1177/1082013215585417.
- Kamiloglu, S., Paşlı, A.A., Özcelik, B., Van Camp, J., Çapanoglu, E. (2015). Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. *Food Chem*, 186, 74-82, doi:0.1016/j.foodchem.2014.12.046.
- Kırca, A., Cemeroglu, B. (2001). Askorbik Asidin Degradasyon Mekanizması. *Gıda*, 26(4): 233-242.
- Koç, E., Ömeroğlu, P. Y. (2019). Geleneksel Anjelika (Melek Otu) Reçelinin Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri. *Akademik GIDA*, 17(4): 485-496, doi:10.24323/akademik-gida.667262.

- Kuljarachanan, T., Devahastin, S., & Chiewchan, N. (2009). Evolution of antioxidant compounds in lime residues during drying. *Food Chem*, 113(4): 944-949, doi:10.1016/j.foodchem.2008.08.026.
- Lozano, J. E., Ibarz, A. (1997). Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. *J Food Eng*, 31(3): 365-373,
- M'hiri, N., Ioannou, I., Ghoul, M., & Mihoubi Boudhrioua, N. (2017). Phytochemical characteristics of citrus peel and effect of conventional and nonconventional processing on phenolic compounds: A review. *Food Rev Int*, 33(6): 587-619, doi:10.1080/87559129.2016.1196489.
- Manjarres-Pinzon, K., Cortes-Rodriguez, M., Rodríguez-Sandoval, E. (2013). Effect of drying conditions on the physical properties of impregnated orange peel. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 30(3): 667-676, doi:10.1590/S0104-66322013000300023.
- Manthey, J. A., Grohmann, K. (2001). Phenols in citrus peel byproducts. Concentrations of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel molasses. *J Agric Food Chem*, 49(7): 3268-3273, doi:10.1021/jf010011r.
- Naeem, M. M., Fairulnizal, M. M., Norhayati, M. K., Zaiton, A., Norliza, A. H., Syuriahti, W. W., ... Rusidah, S. (2017). The nutritional composition of fruit jams in the Malaysian market. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(1): 89-96, doi:10.1016/j.jssas.2015.03.002.
- Nogata, Y., Sakamoto, K., Shiratsuchi, H., Ishii, T., YANO, M., Ohta, H. (2006). Flavonoid composition of fruit tissues of citrus species. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 70(1): 178-192. doi:10.1271/bbb.70.178.
- Oroian, M., Escriche, I. (2015). Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Res Int*, 74: 10-36. doi:10.1016/j.foodres.2015.04.018.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1): 36-60, doi:10.1007/s11947-012-0867-9.
- Patras, A., Brunton, N. P., Tiwari, B. K., Butler, F. (2011). Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 4(7): 1245-1252, doi:10.1007/s11947-009-0226-7.
- Rababah, T. M., Al-u'datt, M., Almajwal, A., Brewer, S., Feng, H., Al-Mahasneh, M., Ereifej, K., Yang, W. (2012). Evaluation of the nutraceutical, physiochemical and sensory properties of raisin jam. *J Food Sci*, 77(6): C609-C613, doi:10.1111/j.1750-3841.2012.02708.x.
- Rababah, T.M., Al-Mahasneh, M.A., Kilani, I., Yang, W., Alhamad, M.N., Ereifej, K., Al-u'datt, M. (2011). Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. *J Sci Food Agric*, 91(6): 1096-1102, doi:10.1002/jsfa.4289.
- Rekha, C., Poornima, G., Manasa, M., Abhipsa, V., Devi, J. P., Kumar, H. T. V., Kekuda, T. R. P. (2012). Ascorbic acid, total phenol content and antioxidant activity of fresh juices of four ripe and unripe citrus fruits. *Chemical Science Transactions*, 1(2): 303-310. Doi:10.7598/cst2012.182.
- Renna, M., Pace, B., Cefola, M., Santamaria, P., Serio, F., Gonnella, M. (2013). Comparison of two jam making methods to preserve the quality of colored carrots. *LWT-Food Science and Technology*, 53(2): 547-554, doi:10.1016/j.lwt.2013.03.018.
- Sağlam, F. (2007). Antosiyanince zengin dut, kiraz ve gilaburu meyvelerindeki fenolikler ve antioksidan kapasitesi üzerine reçel yapım işleminin etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye, 43 s.
- Sdiri, S., Navarro, P., Monterde, A., Benabda, J., Salvador, A. (2012). Effect of postharvest degreening followed by a cold-quarantine treatment on vitamin C, phenolic compounds and antioxidant activity of early-season citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 65: 13-21, doi:10.1016/j.postharvbio.2011.10.010.
- Shin, S., Bhowmik, S. R. (1995). Thermal kinetics of color changes in pea puree. *J Food Eng*, 24(1): 77-86, doi:10.1016/0260-8774(94)P1609-2

- Shinwari, K.J., Rao, P.S. (2018). Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 75: 181-193. doi:10.1016/j.tifs.2018.02.002.
- Spanos, G. A., Wrolstad, R. E. (1990). Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson seedless grape juice. *J Agric Food Chem*, 38(7): 1565-1571, doi:10.1021/jf00097a030.
- Tamer, C. E. (2012). A research on raspberry and blackberry marmalades produced from different cultivars. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(1): 74-80, doi:10.1111/j.1745-4549.2011.00573.x.
- Turgut, D. Y., Tokgöz, H., Gölükcü, M., Toker, R., Yeğın, A. B. (2016). Farklı acılık giderme yöntemlerinin geleneksel turunc kabuğu reçelinin toplam fenolik madde ve flavonoid içeriğı üzerine etkisi. *Gıda*, 41(3): 155-162. doi: 10.15237/gıda.GD15060.
- Vasilopoulou, E., Dilis, V., Soukara, S., Trichopolilou, A. 2005. The Systematic Investigation of Traditional Foods in Europe. 1. International Food and Nutrition Congress, June 15, TÜBİTAK, İstanbul, Türkiye.
- Vatansever, H. (2016). Alıç (*Crataegus tanacetifolia*, *Crataegus monogyna*) Meyvesi Çeşitlerinden Üretilen Marmelat ve Reçellerin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Afyon, Türkiye, 90 s.
- Wang, Y. C., Chuang, Y. C., Hsu, H. W. (2008). The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. *Food Chem*, 106(1):277-284, doi:10.1016/j.foodchem.2007.05.086.
- Xi, W., Fang, B., Zhao, Q., Jiao, B., Zhou, Z. (2014). Flavonoid composition and antioxidant activities of Chinese local pummelo (*Citrus grandis* Osbeck.) varieties. *Food Chem*, 161: 230-238, doi:10.1016/j.foodchem.2014.04.001.
- Yerlikaya, P., Gokoglu, N., Topuz, O. K., Gumus, B., Aydan Yatmaz, H. (2016). Antioxidant activities of citrus albedo and flavedo fragments against fish lipid oxidation. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(8), 1339-1347, doi:10.1080/10498850.2015.1059917.
- Yeşiloğlu, T., Yılmaz, B., İncesu, M., Çimen B. (2017). The Turkish citrus industry. *Chronica Horticulturae*, 57 (4): 17-22.
- Yoo, K. M., Moon, B. (2016). Comparative carotenoid compositions during maturation and their antioxidative capacities of three citrus varieties. *Food Chem*, 196: 544-549, doi:10.1016/j.foodchem.2015.09.079.
- Zhang, J. (2007). Flavonoids in Grapefruit and commercial grapefruit juices: concentration, distribution, and potential health benefits. In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 120: 288-294.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*, 64(4): 555-559, doi:10.1016/S0308-8146(98)00102-2
- Zid, M. B., Dhuique-Mayer, C., Lartaud, M., Collignan, A., Servent, A., Dornier, M., Bellagha, S. (2015). Effects of osmotic treatments on modulating bitter flavanones glycosides contents and microstructure of *Citrus aurantium* peels. *Food and Bioprocess Technology*, 8(12): 2461-2469. doi:10.1007/s11947-015-1596-7.
- Zou, Z., Xi, W., Hu, Y., Nie, C., Zhou, Z. (2016). Antioxidant activity of Citrus fruits. *Food Chem*, 196: 885-896, doi:10.1016/j.foodchem.2015.09.072.