

Bütün ve Parça Meyvelerden Üretilen Kamkat Reçellerinin Fizikokimyasal ve Fitokimyasal Özellikleri

Demet Yıldız Turgut¹  , Haluk Tokgöz² , Muharrem Gölükcü³ 

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Demircikara Mah., Paşa Kavakları Cad. No:11, Muratpaşa, Antalya

Geliş Tarihi (Received): 21.08.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 19.09.2021

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): dyturgut@hotmail.com (D. Yıldız Turgut)

☎ 0242 321 6797 📠 0242 321 1512

ÖZ

Bu çalışmada bütün meyve ve meyve parçalarından kamkat reçeli üretilmiştir. Reçel üretiminde “Nagami” çeşidine ait (*Fortunella margarita* Swingle) kamkat meyveleri kullanılmıştır. Reçel prosesinde geleneksel üretim tekniği kullanılmıştır. Reçeller toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, pH, titrasyon asitliği, su aktivitesi, renk özellikleri, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid miktarı, askorbik asit içerikleri, şeker, organik asit bileşenleri ve antioksidan aktivite [2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali süpürme aktivitesi ve oksijen radikali absorban kapasitesi (ORAC)] açısından incelenmiştir. Kamkat reçellerinin toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, su aktivitesi, pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 75.36-76.35 g/100 g, 70.25-70.32°Bx, 0.803-0.809, 3.39-3.43 ve %0.40-0.55 olarak belirlenmiştir. Reçel örneklerinin glukoz, fruktoz, sakkaroz ve toplam şeker içerikleri sırasıyla 20.35-20.61 g/100 g, 28.54-28.56 g/100 g, 20.70-20.75 g/100 g ve 69.64-69.87 g/100 g aralığında değişim göstermiştir. Reçel örneklerinde majör organik asitlerin sitrik (0.15-0.19 g/100 g) ve okzalik (0.08-0.14 g/100 g) asit olduğu belirlenmiştir. Genel olarak en yüksek toplam fenolik madde (87.79 mg GAE/ 100 g), toplam flavonoid (37.71 mg CE/100 g), askorbik asit içeriği (108.33 mg/100 g) ile IC₅₀ (630.44 mg/mg) ve ORAC (33.22 µmol TE/g) değerleri bütün meyveden üretilen kamkat reçeli örneğinde tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kamkat meyvesi, Reçel, Fizikokimyasal özellik, Antioksidan aktivite

Physicochemical and Phytochemical Properties Kumquat Jams Produced with Whole Fruits and Small Pieces of Fruits

ABSTRACT

In this study, kumquat jams were produced from whole fruits and small pieces of fruits. Kumquat fruits of the “Nagami” variety (*Fortunella margarita* Swingle) were used in jam production. The traditional method was used in the jam processing. Jams were analyzed for total dry matter, total soluble solids, pH, titration acidity, water activity, color properties, total phenolic matter content, total flavonoid content, ascorbic acid content, organic acids, sugars and antioxidant activity [2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and oxygen radical absorbance capacity (ORAC)]. The ranges for the total dry matter, water soluble dry matter, water activity, pH and titratable acidity values of kumquat jams were determined as 75.36-76.35 g/100 g, 70.25-70.32°Bx, 0.803-0.809, 3.39-3.43 and 0.40-0.55%, respectively. The ranges for glucose, fructose, sucrose and total sugar contents of the jam samples were 20.35-20.61 g/100 g, 28.54-28.56 g/100 g, 20.70-20.75 g/100 g and 69.64-69.87 g/100 g, respectively. Citric (0.15-0.19 g/100 g) and oxalic (0.08-0.14 g/100 g) acids were the major organic acids in jam samples. In general, the highest total phenolic matter (87.79 mg GAE/ 100 g), total flavonoid (37.71 mg CE/100 g), ascorbic acid contents (108.33 mg/100 g), IC₅₀ (630.44 mg/mg) and ORAC (33.22 µmol TE/g) values were determined in kumquat jam samples produced with whole fruits.

Keywords: Kumquat fruit, Jam, Physicochemical property, Antioxidant activity

GİRİŞ

Meyve ve sebze gibi tarımsal ürünler içeriğinde bulunan yüksek su içeriği nedeniyle hasat sonrası uzun süre bozulmadan dayanıklılıklarını koruyamazlar. Bu ürünler, hasat sezonu dışında uzun süre tüketilebilmeleri için kurutma, dondurma gibi yöntemlerle veya reçel ve marmelat gibi farklı ürünlere işlenerek daha dayanıklı hale getirilebilmektedir [1]. Reçel, özellikle meyve ve sebze üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgelerde gerek geleneksel gerekse endüstriyel düzeyde yaygın olarak kullanılan işleme yöntemlerinden biridir.

Reçel genel tanımıyla sağlam ve uygun olgunluktaki meyvelerin yıkama, kabuk soyma, sap çıkarma, gerektiğinde çekirdek çıkarma gibi ön işlemlerden geçirilerek bütün, yarım veya daha küçük parçalar halinde şeker, su ve diğer katkı maddeleri ile (asit, pektin) birlikte belirli bir kıvama kadar pişirilmesi ile elde edilen bir gıda ürünüdür [2-4].

Son yıllarda tat, renk, yapı, görünüş gibi organoleptik özelliklerin yanı sıra sağlığa faydalı fonksiyonel bileşenlerce zengin gıda ürünlerine olan eğilim artmaktadır [5]. Genel olarak kurutma, pastörizasyon, reçel ve marmelat gibi termal işlemlerin uygulandığı yöntemlerde, meyve ve sebzelerin taze halindeki birçok özellik değişebilmektedir [6, 7, 8, 9]. Reçel prosesinde ürünün renk, kıvam, asitlik, besin değeri, fenolik madde ve vitamin içeriği gibi kalite özellikleri kullanılan hammaddelerin bileşimine ve miktarına, kesme, doğrama, kabuk soyma ve haşlama gibi ön işlemlere, üretim metodu ve üretim sonrası depolama koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir [1, 9-13].

Turunçgillerle aynı familyada yer alan fakat *Fortunella* cinsine ait Nagami, Hong Kong, Marumi gibi çeşitleri olan kamkat (*Fortunella* spp.) bitkisi, dünya üzerinde subtropik iklim özelliğine sahip bölgelerde yetiştirilmektedir [14]. Şarap, likör, turşu, şekerleme, reçel, marmelat ve kurutulmuş meyve gibi farklı şekillerde değerlendirilen kamkat meyvesi flavonoidler, karotenoidler ve C vitamini gibi biyoaktif özellikteki bileşiklerce zengin bir meyvedir [15-20]. Kamkatın içerdiği bu bileşenler nedeniyle antikanser, antiinflamatuar, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite gibi birçok biyolojik aktiviteye sahip olduğu kanıtlanmıştır [21-25]. Ülkemizde son yıllarda çeşitli araştırma kuruluşları tarafından yapılan adaptasyon ve ıslah çalışmaları sonucunda kamkat meyvesinin yetiştirilme alanları özellikle Akdeniz Bölgesi'nde artış göstermektedir. Dolayısıyla, kendine özgü aromaya sahip kabuğu ile birlikte tüketilebilen ve fonksiyonel bileşenleri önemli miktarda içeren bu meyvenin değerlendirilme şekillerinin araştırılması önemli hale gelmiştir. Literatür incelendiğinde kamkat reçeli ile ilgili sınırlı sayıda araştırma yapılmış olup [26], özellikle fitokimyasal içerik açısından kapsamlı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada bütün ve doğranmış kamkat meyvesinden elde edilen reçellerin

bazı fizikokimyasal ve fitokimyasal özelliklerinin belirlenerek karşılaştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Reçel üretimi amacıyla Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen "Nagami" çeşidine ait kamkat meyveleri kullanılmıştır. Meyveler 2018 yılı Ocak ayı içerisinde hasat edilmiştir.

Reçel Üretimi

Reçel üretimi öncesi meyvelerde seçme, ayıklama ve yıkama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Meyveler bütün ve parça olarak iki farklı şekilde reçele işlenmiştir. Bütün meyvelerde gövdede kürdan yardımıyla delikler açılmıştır. Parça meyvelerden reçel üretimi amacıyla meyveler paslanmaz çelik bıçakla 3-4 parçaya kesilmiştir. Meyvelerde kabuk soyma işlemi gerçekleştirilmemiştir. Ön işlem olarak meyveler acılık giderme amacıyla 15 dakika sıcak suda haşlanmıştır. Ardından meyvelere katlama usulüyle şeker ilavesi yapılarak 12 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Reçel üretimi açık kazanda pişirme tekniğiyle gerçekleştirilmiştir. Reçel formülasyonu ön denemelerle belirlenmiştir. %45 meyve içeren 1000 g kamkat reçeli üretimi amacıyla 450 g kamkat, 630 g şeker, 80 mL su, 0.5 g sitrik asit (%50'lik çözelti halinde) formülasyonu kullanılmıştır. Şekerde bekletilen meyvelere su ilavesi yapılarak pişirme işlemine geçilmiştir. Pişirme işlemi sırasında, suda çözünür kuru madde miktarı 60 Briks olunca pH değeri 2.8-3.5 değerleri arasında olacak şekilde sitrik asit ilavesi yapılmıştır. Pişirme işlemi suda çözünür kuru madde miktarı 70°Briks oluncaya kadar devam ettirilmiştir. Reçeller sıcak dolum tekniğiyle (88°C) metal kapaklı cam kavanozlara doldurularak ağızları kapatılmış ve analiz anına kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir. Reçel üretimleri üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Analizler

Reçel örneklerinde suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı digital refraktometre (A. Krüss Optronic GmbH, DR6000 series, Almanya) ile oda sıcaklığında belirlenerek, sonuçlar Briks derecesi (°Bx) olarak ifade edilmiştir. pH değerleri potansiyometrik olarak pH-metre (WTW Inolab 720, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Titrasyon asitliği değeri, homojenize edilmiş 10 g örneğin 25 mL saf su ile seyreltilerek, 0.1 N sodyum hidroksit çözeltisi ile pH 8.1'e ulaşıncaya kadar titre edilmesi ile belirlenmiş ve sonuçlar yüzde (%) olarak susuz sitrik asit cinsinden ifade edilmiştir. Reçel örneklerinin toplam kuru madde miktarı vakumlu fırın kullanılarak, 70°C sıcaklıkta, 10 kPa basınç altında saptanmıştır ve % olarak hesaplanmıştır [27]. Örneklerin su aktivitesi (a_w) değerleri su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina, Lab-swift, İsviçre) ile 25°C de belirlenmiştir.



Şekil 1. Parça ve bütün meyveden elde edilen kamkat reçelleri
Figure 1. Kumquat jams produced with pieces and whole fruit

Reçel örneklerinde renk ölçümü Konica Minolta CR 400 (Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı ile yapılmış ve CIE L*, a*, b* renk değerleri belirlenmiştir. Aşağıdaki eşitlikler (1,2) yardımıyla Chroma (C*), ve hue açısı (h°) hesaplanmıştır [27]. Reçel örnekleri herhangi bir işlem uygulanmadan direk olarak renk cihazının özel cam aparatına koyularak renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

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

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

Toplam fenolik madde, flavonoid ve antioksidan aktivite analizlerinde kullanılmak üzere reçellerin ekstraksiyonu amacıyla Renna ve ark. [5] tarafından kullanılan yöntemden yararlanılmıştır. Bu amaçla homojenize edilmiş 5 g örnek 10 mL %80'lik metanolle 180 rpm'de orbital çalkalayıcıda 1 saat süre ile karıştırılmıştır. Karışım 5000 dev/dakikada 10 dakika santrifüj edilerek, üstte kalan berrak kısım ayrı bir tüpe aktarılmıştır. Bu işlem 2 kez daha tekrar edilerek, toplanan berrak kısım 30 mL'ye %80'lik metanolle tamamlanmıştır. Ekstraktlar, analiz anına kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi amacıyla 100 µL örnek ekstraktı üzerine sırasıyla 900 µL saf su, 5 mL 0.1 N Folin-Ciocalteu solüsyonu ve son olarak 4 mL %7.5'lik sodyum bikarbonat (NaHCO₃) çözeltisi ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 90 dk bekletilmiş ve absorbands 765 nm dalga boyunda Shimadzu UV-Vis 160A model

spektrofotometrede ölçülmüştür. Reçel örneklerinin toplam fenolik madde miktarı hazırlanan gallik asit kalibrasyon eğrisi denklemi ile kuru madde (km) üzerinden mg GAE (Gallik asit eşdeğeri)/100 g olarak hesaplanmıştır [28]. Toplam flavonoid miktarı ise spektrofotometrik olarak Zhishen ve ark. [29] tarafından önerilen yöntemle göre kolorimetrik olarak belirlenmiştir. 1 mL örnek ekstraktı üzerine 4 mL distile su ve ardından %5'lik 300 µL sodyum nitrit (NaNO₂) çözeltisi eklenmiştir. 6 dakika sonra 600µL %10'luk Alüminyum klorür (AlCl₃) çözeltisi ilave edilmiş ve karışım 6 dakika bekletilmiştir. Ardından 2 mL %4' lük sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ve 2.1 mL distile su eklenerek, karışımın absorbands değeri 510 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuş ve sonuçlar km üzerinden mg CE (kateşin eşdeğeri)/100 g km olarak ifade edilmiştir.

Reçel örneklerinin DPPH radikali süpürme aktivitesinin belirlenmesi amacıyla Cemeroğlu [30] tarafından önerilen yöntemden yararlanılmıştır. 1mM'lık 600 µL DPPH radikal çözeltisi üzerine farklı hacimlerde örnek ekstraktı eklenerek, hacim saf metanol ile 6 mL ye tamamlanmış ve 15 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda karışımların absorbands değerleri 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Örnek hacimlerine karşılık gelen % inhibisyon değerleri aşağıda verilen Eşitlik 3 ile hesaplanmıştır. DPPH radikalının yarısını inhibe eden etkili ekstrakt konsantrasyonu olarak tanımlanan IC₅₀ değeri ise % yüzde inhibisyon oranından elde edilen doğru denklemi yardımıyla hesaplanarak mg/mg km olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Inhibisyon(\%)} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{ekstrakt}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100 \quad (3)$$

Reçellerin ORAC analizlerinde Ena ve ark. [31] tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla fluorescein çözeltisine örnek ekstraktı ve fosfat tamponu ilave edilerek, 37°C'de 30 dakika inkübasyon süresi beklenmiştir. Süre sonunda çözeltiye 2,2'-azobis(2-methylpropionamide) dihydrochloride ilave edilerek, flüoresans şiddeti flüoresans spektrofotometresi (Cary

Eclipse, Agilent Technologies, Kaliforniya, ABD) kullanılarak 490-512 nm eksitasyon- emisyon dalga boylarında ölçülmüştür. Aynı koşullarda örnek yerine fosfat tamponu ve Trolox® standardı ile hazırlanmış çözeltilerin flüoresans şiddeti de belirlenmiştir. Örneklerin ORAC değerleri aşağıdaki Eşitlik 4 yardımıyla µmol Trolox® eşdeğeri (TE)/g km olarak hesaplanmıştır.

$$\text{ORAC} = \text{Seyreltme faktörü} \times (S_{\text{örnek}} - S_{\text{kör}}) / (S_{\text{trolox}} - S_{\text{kör}}) \quad (4)$$

Reçel örneklerinin askorbik asit analizleri Shimadzu 2030 C 3 d Prominence-i (Japonya) model HPLC (High Performance Liquid Cromotography- Yüksek

Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazında diode-array dedektör (DAD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir [32]. Askorbik asit ekstraksiyonunda %3'lük metafosforik asit

(HPO₃) çözeltisi kullanılmıştır. Ekstraksiyon sonrası örnekler santrifüj edilmiş ve üst faz 0.45 µm'lik membran filtreden geçirilerek HPLC cihazına verilmiştir. Askorbik asit miktarı, askorbik asit standardına ait kalibrasyon eğrisinden elde edilen denkleme yardımıyla mg/100 g kuru madde olarak hesaplanmıştır. Analizde hareketli faz olarak %2'lik potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄) kullanılmıştır. Ayrım İnertsil ODS-3 C-18 kolon (5µm, 250x4.6 i.d.) (GL Sciences, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Diğer HPLC koşulları; dalga boyu: 243 nm, akış hızı:0.5 mL/dakika izokratik, enjeksiyon hacmi: 10 µL, kolon sıcaklığı: 25°C'dir.

Reçel örneklerinin organik asit bileşenleri HPLC cihazı ile (Shimadzu 2030 C3d Prominence-i, Japonya) belirlenmiştir [33]. Uygun oranlarda saf su ile seyreltilmiş örnekler 6000 rpm hızda 20°C'de 30 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst faz 0.45 µm'lik membran filtreden geçirilerek HPLC cihazına 20 µL hacimde enjekte edilmiştir. Organik asit miktarları sitrik, malik, okzalik, tartarik ve süksinik asit standartları ile hazırlanan kalibrasyon eğrilerinden elde edilen eşitlikler kullanılarak g/100 g km olarak hesaplanmıştır. Analiz DAD dedektör kullanılarak, İnertsil ODS-3 C-18 kolon (5µm, 250x4.6 i.d.) (GL Sciences, Japonya) ile 214 nm dalga boyunda, izokratik olarak 0.6 mL/dakika akış hızında gerçekleştirilmiştir. Organik asitlerin ayırımında hareketli faz olarak % 2'lik KH₂PO₄ kullanılmıştır. Belirlenen kolon sıcaklığı ise 25°C'dir.

Reçel örneklerinin şeker bileşenleri Turhan [34] tarafından önerilen yöntemle belirlenmiştir. Örnekler belirli oranda saf su ile homojenize edilerek 5000 rpm hızda 20°C'de 10dk. süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası berrak kısım 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden geçirilerek HPLC cihazına verilmiştir. Glukoz, fruktoz ve sakkaroz standartlarından hazırlanan kalibrasyon eğrilerinden eşitlikler elde edilmiş, her bir şeker bileşeni bu eşitlikler kullanılarak g/100 g kuru madde olarak belirlenmiştir. Analizde HPLC (Shimadzu 20 AD, Tokyo, Japonya) cihazı ve Shimadzu RID-10A model refraktif indeks dedektörü (Japonya) kullanılmıştır. Şeker bileşenlerinin ayırımında hareketli faz olarak ultra saf su kullanılmıştır. Ayrım Transgenomic CARBOSep CHO-820 CA kolon ile izokratik olarak, 0.5 mL/dakika akış hızında gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılan enjeksiyon hacmi 20 µL, kolon sıcaklığı ise 80°C olarak belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bütün ve parça meyveden üretilen kamkat reçellerine ait pişirme süreleri ve fizikokimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Meyvelerin bütün olarak kullanılması, istenilen kuru madde miktarına ulaşabilmek için gerekli olan pişirme süresini diğer reçel örneğine göre uzatmıştır. Reçel örneklerinin a_w değerleri 0.803-0.809 olarak belirlenmiştir. Reçel ve marmelatlar genel olarak orta nemli gıdalar (a_w=0.60-0.90) sınıfında yer almaktadır. Meyveler reçel ve marmelata işlenerek muhafaza edildiğinde su aktivitesi 0.80 veya daha düşük değerlere inebilmekte ve bu değerlerde bazı mikroorganizmaların gelişmesi engellenebilmektedir [2,35].

Reçel örneklerinde SÇKM değeri 70.25-70.32°Bx, toplam kuru madde içeriği 75.36-76.35 g/100 g olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Reçel üretiminde, şeker ilavesi ürünün kuru madde içeriğini yükseltmektedir. Şeker ilavesinin reçelin kıvamının yanı sıra, renk ve aroma gibi özellikleri de geliştirmede önemli bir rolü vardır. Ayrıca ürünün mikrobiyolojik stabilitesini geliştirir. Bu yüzden reçel ve benzeri ürünler 'şekerle muhafaza edilmiş' gıdalar olarak nitelendirilmektedir [2]. TKG Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde [4] geleneksel ve ekstra geleneksel reçelerde refraktometre ile tayin edilen çözünabilir kuru madde miktarının %68'den az olamayacağı belirtilmiştir. Yıldız Turgut ve ark. [26] tarafından yapılan bir çalışmada parça meyvelerden yapılan kamkat reçelinde SÇKM değeri 70.65°Bx, toplam kuru madde miktarı 77.83 g/100 g olarak belirlenmiştir. Bulgularımız söz konusu tebliğ hükmü ve literatürle uyumludur.

Analiz sonuçlarına göre reçel örneklerinin pH değerleri 3.39-3.43, titrasyon asitliği değerleri ise 0.40-0.55 g/100 g olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Reçelin belli bir kıvam, tat ve aroma kazanması ve sakkarozun inversiyonunun sağlanması amacıyla sitrik asit gibi asitlerden yararlanılmaktadır [2]. TKG Reçel, Jöle, Marmelat Ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde [4] geleneksel ve ekstra geleneksel reçelerde pH aralığının 2.8-3.5 arasında olması gerektiği hükme bağlanmıştır. Buna göre çalışmada üretilen reçel örneklerinin pH değerlerinin tebliğde belirtilen söz konusu değerlere uygun olduğu görülmektedir. Cemeroğlu ve ark. [2] tarafından reçel ve marmelat gibi ürünlerde iyi bir jel oluşumu için ortamın pH derecesinin belli sınırlarda (2.3-3.2) bulunması gerektiği bildirilmiştir. Yıldız Turgut ve ark. [26] tarafından yapılan bir çalışmada parça meyvelerden yapılan kamkat reçelinde pH değeri 3.45, titrasyon asitliği ise 0.32 olarak belirlenmiştir. Bulgularımız bu değerlere yakındır. Reçel örnekleri arasında pH ve titrasyon asitliği farklılıklarının sebebi HMF oluşumundan kaynaklanabilir. Rababah ve ark. [1], reçel üretimi sırasında HMF oluşumunun pH değerinde düşmeye neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Isıl işlem gören reçel ve marmelat gibi gıda ürünlerinde renk önemli bir kalite parametresidir [1, 36]. Reçel örneklerinin L*, a*, b* renk değerleri sırasıyla 19.54-19.92, 3.43-2.02, 7.76-5.91 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Aydınlik ve parlaklık göstergesi olan L* değerleri birbirine yakın değerlerde belirlenmesine rağmen, parça meyveden üretilen reçel örneğinin a* ve b* değeri, bütün meyveden üretilen reçele göre daha düşük tespit edilmiştir. Bu durumun reçel öncesi uygulanan kesme parçalama gibi ön işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Reçel örneklerinin C* ve h° değerleri sırasıyla 8.45-6.25, 66.69-70.92 olarak belirlenmiştir. Yıldız Turgut ve ark. [26] tarafından parça meyveden üretilen kamkat reçellerinde L*, a*, b*, C* ve h° değerleri sırasıyla 52.22, 5.54, 29.77, 30.28 ve 79.46 olarak belirlenmiştir. Bulgularımız ve literatür değerleri arasındaki farklılığın reçel prosesi ve meyvenin olgunluk durumu gibi farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle reçel gibi termal proseslerin uygulandığı ürünlerde enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, askorbik asit degradasyonu ve bazı renk pigmentlerinin parçalanması sonucu renk değişimleri meydana gelebilmektedir [37].

Tablo 1. Kamkat reçeli örneklerinin pişirme süreleri ve fizikokimyasal özellikleri (ortalama±standart sapma)

Table 1. Heating times and physicochemical properties (mean±standard deviation) of kumquat jam samples

Özellikler	Bütün Meyveden Üretilen Kamkat Reçeli	Parça Meyveden Üretilen Kamkat Reçeli
Piştirme süresi (dakika)	95	60
a_w	0.809±0.05	0.803±0.03
SÇKM (°Bx)	70.25±0.01	70.32±0.01
Toplam kuru madde miktarı (g/100 g)	76.35±0.32	75.36±0.25
pH	3.39±0.01	3.43±0.01
Titrasyon asitliği (%)	0.55±0.02	0.40±0.03
L*	19.92±0.22	19.54±0.29
a*	3.43±0.17	2.02±0.26
b*	7.76±0.38	5.91±0.81
Kroma (C*)	8.45±0.40	6.25±0.79
Hue açısı (h°)	66.69±0.73	70.92±2.86

Tablo 2'de reçel örneklerinin toplam fenolik madde ve flavonoid miktarları verilmiştir. Reçel örneklerinin toplam fenolik madde miktarı 87.79-83.53 mg GAE/100 g, toplam flavonoid miktarları 27.02-37.71 mg CE/100 g olarak belirlenmiştir. Genel olarak bütün meyveden üretilen reçelin, parça meyveden üretilen reçelden daha yüksek fenolik ve flavonoid madde içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun parça meyve ile yapılan reçelde uygulanan kesme ve doğrama gibi ön işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Djaoudene ve Louaileche [13], ticari portakal reçelinde toplam fenolik madde miktarını 70 mg GAE/100 g, Rababah ve ark. [1] ise portakal reçelinde 43.69 mg GAE/100 g olarak belirlemiştir. Aksay ve ark. [38] mandarin reçelinde toplam fenolik madde miktarını 201.60 mg GAE/100 g olarak belirlemiştir. Diğer turunçgil meyveleri ile karşılaştırıldığında kamkat reçelinin söz konusu literatür çalışmalarındaki portakal reçellerinden daha yüksek, mandarin reçelinden ise daha düşük fenolik madde içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Kamkat meyvesinin fenolikler, özellikle de flavonoidleri önemli miktarda içerdiği bildirilmiştir [39, 40].

Kamkat reçeli örneklerinin askorbik asit miktarları incelendiğinde (Tablo 2) bütün meyve ile yapılan reçelin askorbik asit içeriğinin, parça meyve ile yapılan reçelden daha yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle turunçgil meyvelerinde önemli miktarda bulunan askorbik asit canlı hücrelerde protein, lipit ve DNA'ya hasar veren serbest radikalleri gideren önemli bir antioksidandır [41]. Ancak gıda işleme aşamalarında ışık, sıcaklık, pH, oksijen, metal iyonları ve su aktivitesi gibi nedenlere bağlı olarak parçalanabilmektedir [42]. Dolayısıyla reçel prosesindeki yüksek sıcaklıklar ve oksidasyon gibi faktörler askorbik asit kaybına neden olabilmektedir [12, 43-45]. Igual ve ark. [43] farklı yöntemlerle elde edilen greyfurt reçellerinde askorbik asit miktarı 20-26.1 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Naeem ve ark. [44], üzüm, kayısı, çilek ve yaban mersini reçellerinde C vitamini miktarını 2.52-5.67 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada bütün mandarin reçelinde C vitamini içeriği 0.07 mg/100 g olarak saptanmıştır [38]. Kamkat reçellerine ait askorbik asit içerikleri bu değerlerden yüksektir. Bazı çalışmalarda kamkat meyvesinin portakal, limon ve mandalina gibi

turunçgillerden daha fazla C vitamini içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir [46, 47].

Reçel örneklerinin DPPH radikali giderme aktivitesi ve ORAC değerleri Tablo 2'de görülmektedir. IC₅₀ değerinin düşük olması antioksidan aktivitenin yüksek olmasını işaret etmekte olup [48], dolayısıyla bütün meyveden elde edilen reçelin DPPH radikalini giderme aktivitesi parça reçelinkinden bir miktar yüksek bulunmuştur. ORAC değerleri açısından da benzer durum söz konusudur. Meyve sebzelerin antioksidan aktivitesi askorbik asit, antosiyaninler, karotenoidler, flavonoidler gibi yüksek sıcaklıklara hassas biyoaktif bileşiklerden kaynaklanmaktadır [12]. Turunçgillerde bulunan fenoliklerin ve askorbik asitin antioksidan aktiviteye önemli ölçüde etki ettiği bildirilmiştir [49, 50]. Nitekim çalışmamızda bütün meyveden elde edilen reçel örneğinin toplam fenolik madde, flavonoid ve askorbik asit içeriklerinin de, parça meyveden yapılan reçelden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Reçel örneklerinde sitrik, okzalik, malik, tartarik ve süksinik asit olmak üzere 5 farklı organik asit tespit edilmiştir (Tablo 3). Sitrik ve okzalik asit dışında reçel örneklerinin organik asit miktarları birbirine yakındır. Reçel örneklerinde parçalama, haşlama ve piştirme süresi gibi etkenlerin sitrik ve okzalik asit gibi bileşen farklılıklarına yol açtığı değerlendirilebilir. Nitekim organik asitlerin ısı stabiliteyi düşüktür ve termal prosesler sırasında parçalanabilmektedir [51]. Turunçgillerde bulunan başlıca organik asitin sitrik asit olduğu, daha sonra malik asit olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca turunçgillerde iz miktarda tartarik, benzoik, okzalik ve süksinik asit bulunmaktadır [33, 48, 52, 53]. Igual ve ark. [43] farklı yöntemlerle elde ettikleri greyfurt reçellerinde organik asitlerden sitrik asit (1.049-1.72 g/100 g), malik asit (0.33-0.74 g/100 g) ve tartarik asiti (0.22-0.55 g/100 g) belirlemişlerdir.

Tablo 2. Kamkat reçeli örneklerinin fitokimyasal içerikleri (ortalama±standart sapma)

Table 2. Phytochemical contents of kumquat jam samples (mean±standard deviation)

Özellik	Bütün Meyveden Üretilen Kamkat Reçeli	Parça Meyveden Üretilen Kamkat Reçeli
Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg/100 g)	87.79±2.02	83.53±1.17
Toplam Flavonoid Miktarı (mg/100 g)	37.71±2.15	27.02±1.18
Askorbik Asit Miktarı (mg/100 g)	108.33±0.40	69.28±0.65
IC ₅₀ (mg/mg)	630.44±3.93	674.36±7.61
ORAC (µmol TE/g)	33.22±0.40	30.08±0.59

Reçel örneklerinde toplam şeker miktarı 69.64-69.87 g/100 g arasında tespit edilmiştir. Tespit edilen şeker bileşenleri ise sakkaroz, fruktoz ve glukoz olup, belirlenen miktarlar her iki reçelde de birbirine yakındır (Tablo 3). Naeem ve ark. [44], Malezya'da satılan üzüm, kayısı, yaban mersini ve çilek reçellerinde toplam şeker, sakkaroz, glukoz ve fruktoz içeriklerini sırasıyla 52.43-54.78, 1.02-9.78, 17.42-26.20 ve 15.77-26.00 g/100 g olarak belirlemişlerdir. Djaoudene ve Louaileche, [13], ticari portakal reçelinde toplam şeker içeriğini 69.3 g/100 g olarak tespit etmişlerdir. Touati ve ark. [54], kayısı reçelinde %21.04 glukoz, %21.34 fruktoz, %22.49 sukroz

ve toplam şeker içeriğini ise %64.88 olarak belirlemişlerdir. Reçellerin toplam şeker miktarı yapıldıkları meyvenin çeşidine ve ilave edilen şeker miktarına göre farklılık gösterebilmektedir. Reçelerde tat oluşumunda en önemli etkenlerden biri de içerdiği şekerdir. Meyvelerin doğal olarak içerdikleri şeker miktarı reçel üretimi için yeterli değildir. Dolayısıyla istenilen kıvam ve tat için dışarıdan şeker ilavesi gereklidir. Reçeldeki şeker aynı zamanda ortamdaki serbest su moleküllerini bağlayarak su aktivitesinin düşmesinde önemli bir rol oynar ve ürünün mikrobiyolojik stabilitesini geliştirir [2, 55, 56].

Tablo 3. Kamkat reçeli örneklerinin organik asit ve şeker bileşenleri (ortalama±standart sapma)

Table 3. Organic acid and sugar components of kumquat jam samples (mean±standard deviation)

Parametre	Bütün Meyveden Üretilen Kamkat Reçeli	Parça Meyveden Üretilen Kamkat Reçeli
<i>Organik asitler</i>		
Sitrik asit (g/100 g)	0.190±0.003	0.150±0.002
Okzalik asit (g/100 g)	0.080±0.003	0.140±0.003
Malik asit (g/100 g)	0.020±0.001	0.010±0.001
Tartarik asit (g/100 g)	0.004±0.002	0.004±0.001
Süksinik asit (g/100 g)	0.010±0.004	0.020±0.001
<i>Şeker bileşenleri</i>		
Sakkaroz (g/100 g)	20.75±0.09	20.70±0.02
Glukoz (g/100 g)	20.35±0.06	20.61±0.02
Fruktoz (g/100 g)	28.54±0.21	28.56 ±0.30
Toplam şeker (g/100 g)	69.64±0.12	69.87±0.11

SONUÇ

Bu çalışmada bütün ve parça halinde kullanılan kamkat meyvesinden açık kazanda pişirme tekniği ile üretilen reçellerin bazı fizikokimyasal ve fitokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Reçel örnekleri arasında bazı fizikokimyasal ve fitokimyasal özellikler açısından farklılıklar tespit edilmiştir. Araştırmada bütün meyveden üretilen kamkat reçellerinin özellikle toplam fenolik madde, flavonoid, askorbik asit içerikleri ile antioksidan aktivite değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özellikle açık atmosfer tekniği uygulanan reçel prosesinde ısı işlemi yanında meyvelere uygulanan kesme ve parçalama gibi işlemlerin de biyoaktif içerikler üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca kamkat reçelinin özellikle toplam fenolik madde ve askorbik asit açısından literatürdeki diğer meyvelerden elde edilen reçellere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak kamkat reçeli üretiminde meyvelerin bütün olarak kullanılmasının özellikle biyoaktif bileşenlerin korunması açısından daha uygun olacağı değerlendirilmiştir. Ayrıca kamkat

reçelinde biyoyararlılık ve farklı pişirme yöntemlerinin kimyasal ve fiziksel kaliteye etkisi gibi konularla ilgili çalışmaların yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen TAGEM/HSGYAD/17/A03/P06/138 No'lu projenin bir bölümüdür. Projeye desteklerinden dolayı TAGEM'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] 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. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(6), 1096-1102.

- [2] Cemeröglü, B., Karadeniz, F., Özkan M. (2003). Meyve ve sebze işleme teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:28, Ankara.
- [3] Tokbaş, H. (2009). Karadut meyvesinin (*morus nigra* L.) reçel ile marmelata işlenmesi ve ürünlerin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- [4] Anonim, (2006). Türk Gıda Kodeksi (TGK) Reçel, jöle, marmelat ve tatlandırılmış kestane püresi tebliği (Tebliğ No: 2006/55).
- [5] 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.
- [6] Ding, S., Wang, R., Zhang, J., Li, G., Zhang, J., Ou, S., Shan, Y. (2017). Effect of drying temperature on the sugars, organic acids, limonoids, phenolics, and antioxidant capacities of lemon slices. *Food Science and Biotechnology*, 26(6), 1523-1533.
- [7] Achir, N., Dhuique-Mayer, C., Hadjal, T., Madani, K., Pain, J.P., Dornier, M. (2016). Pasteurization of citrus juices with ohmic heating to preserve the carotenoid profile. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 33, 397-404.
- [8] 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 Chemistry*, 112(2), 406-411.
- [9] Kamiloglu, S., Paslı, A.A., Ozcelik, 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 Chemistry*, 186, 74-82.
- [10] 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. *Journal of Food Engineering*, 114(4), 465-476.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] Djaoudene, O., Louaileche, H. (2016). Impact of storage conditions on the bioactive compounds and antioxidant capacity of commercial orange jam. *Journal of Analytical, Bioanalytical and Separation Techniques*, 1(1), 8-11.
- [14] Morton, J. (1987). Kumquat. In: *Fruits of Warm Climates*. Creative Resource Systems, Miami, FL, USA, pp. 182-185.
- [15] Schirra, M., Palma, A., D'Aquino, S., Angioni, A., Minello, E.V., Melis, M., Cabras, P. (2008). Influence of postharvest hot water treatment on nutritional and functional properties of kumquat (*Fortunella japonica* Lour. Swingle Cv. Ovale) fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(2), 455-460.
- [16] Wang, Y.C., Chuang, Y.C., Ku, Y.H. (2007). Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food Chemistry*, 102(4), 1163-1171.
- [17] Lou, S.N., Lai, Y.C., Huang, J.D., Ho, C.T., Ferng, L.H.A., Chang, Y.C. (2015). Drying effect on flavonoid composition and antioxidant activity of immature kumquat. *Food Chemistry*, 171, 356-363.
- [18] 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.
- [19] Agócs, A., Nagy, V., Szab, Z., Márk, L., Ohmacht, R. Deli, J. (2007). Comparative study on the carotenoid composition of the peel and the pulp of different citrus species. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8(3), 390-394.
- [20] Lou, S.N., Lai, Y.C., Hsu, Y.S., Ho, C.T. (2016). Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds of kumquat extracted by different solvents. *Food Chemistry*, 197, 1-6.
- [21] Barreca, D., Bellocco, E., Caristi, C., Leuzzi, U., Gattuso, G. (2011). Kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) juice: Flavonoid distribution and antioxidant properties. *Food Research International*, 44(7), 2190-2197.
- [22] Jayaprakasha, G.K., Murthy, K.N.C., Demarais, R., Patil, B.S. (2012). Inhibition of prostate cancer (LNCaP) cell proliferation by volatile components from Nagami kumquats. *Planta Medica*, 78(10), 974-980.
- [23] Wang, Y.W., Zeng, W.C., Xu, P.Y., Lan, Y.J., Zhu, R. X., Zhong, K., Huang, Y., Gao, H. (2012). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) peel. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(3), 3382-3393.
- [24] Tan, S., Li, M., Ding, X., Fan, S., Guo, L., Gu, M., Zhang, Y., Feng, L., Jiang, D., Li, Y., Xi, W. (2014). Effects of *Fortunella margarita* fruit extract on metabolic disorders in high-fat diet-induced obese C57BL/6 mice. *PLoS One*, 9(4), e93510.
- [25] Nagahama, K., Eto, N., Shimojo, T., Kondoh, T., Nakahara, K., Sakakibara, Y., Fukui, K., Suiko, M. (2015). Effect of kumquat (*Fortunella crassifolia*) pericarp on natural killer cell activity in vitro and in vivo. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 79(8), 1327-1336.
- [26] Yıldız Turgut, D., Gölükcü, M., Tokgöz, H. (2015). Kamkat (*Fortunella margarita* Swingle) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Derim*, 32 (1), 71-80.
- [27] Cemeröglü, B. (2007). Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 535 s.
- [28] Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- [29] Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555-559.

- [30] Cemeröglü, B. (2010). Gıda Analizleri. Genişletilmiş 2. Baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34. Bizim Grup Basımevi. Ankara. 657 s.
- [31] Ena, A., Pintucci, C., Carlozzi, P. (2012). The recovery of polyphenols from olive mill waste using two adsorbing vegetable matrices. *Journal of Biotechnology*, 157(4), 573-577.
- [32] Sdiri, S., Bermejo, A., Aleza, P., Navarro, P., Salvador, A. (2012). Phenolic composition, organic acids, sugars, vitamin C and antioxidant activity in the juice of two new triploid late-season mandarins. *Food Research International*, 49(1), 462-468.
- [33] Nour, V., Trandafir, M. E., Ionica, M.E. (2010). HPLC organic acid analysis in different citrus juices under reversed phase conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 44-48.
- [34] Turhan, İ. (2014). Relationship between sugar profile and D-pinitol content of pods of wild and cultivated types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.). *International Journal of Food Properties*, 17(2), 363-370.
- [35] Özay, G., Pala, M., Saygi, B. (1993). Bazı gıdaların su aktivitesi yönünden incelenmesi. *Gıda Dergisi*, 18(6), 377-383.
- [36] Yıldız, O., Alpaslan, M. (2012). Properties of rose hip marmalades. *Food Technology and Biotechnology*, 50(1), 98-106.
- [37] Fratianni, A., Cinquanta, L., Panfili, G. (2010). Degradation of carotenoids in orange juice during microwave heating. *LWT-Food Science and Technology*, 43(6), 867-871.
- [38] 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.
- [39] Allam, M., Khedr, A.A., Beltagy, A. (2015). Kumquat As A Potent Natural Material To Improve Lipid Profile Of Hypercholesterolemic Rats. *Biolife An International Quarterly Journal of Biology and Life Sciences*, 3(1), 171-181.
- [40] Lou, S.N., Ho, C.T. (2017). Phenolic compounds and biological activities of small-size citrus: Kumquat and calamondin. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 162-175.
- [41] González-Molina, E., Domínguez-Perles, R., Moreno, D.A., García-Viguera, C. (2010). Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51(2), 327-345.
- [42] Torregrosa, F., Esteve, M. J., Frígola, A., Cortés, C. (2006). Ascorbic acid stability during refrigerated storage of orange–carrot juice treated by high pulsed electric field and comparison with pasteurized juice. *Journal of Food Engineering*, 73(4), 339–345.
- [43] 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 Science and Technology International*, 22(3), 203-212.
- [44] Naeem, M.M., Fairulnizal, M.M., Norhayati, M.K., Zaiton, A., Norliza, A.H., Syuriahti, W.W., Mohd Azerulazree, J., Aswir, A.R., 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.
- [45] Anuar, N.A., Salleh, R.M. (2019). Development of fruit jam from *Averrhoa bilimbi* L. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(4), e13904.
- [46] Vinci, G., Botre, F. Mele, G. (1995). Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. *Food Chemistry*, 53, 211-214.
- [47] Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O.I., Bourdon, E. Bahorun, T. (2011). Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Research International*, 44, 2088–2099.
- [48] Kelebek, H. (2010). Sugars, organic acids, phenolic compositions and antioxidant activity of Grapefruit (*Citrus paradisi*) cultivars grown in Turkey. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 269-274.
- [49] Abeyasinghe, D.C., Li, X., Sun, C., Zhang, W., Zhou, C., Chen, K. (2007). Bioactive compounds and antioxidant capacities in different edible tissues of citrus fruit of four species. *Food Chemistry*, 104(4), 1338-1344.
- [50] Xu, G., Liu, D., Chen, J., Ye, X., Ma, Y., Shi, J. (2008). Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food chemistry*, 106(2), 545-551.
- [51] Silva, B.M., Andrade, P.B., Gonçalves, A.C., Seabra, R.M., Oliveira, M.B., Ferreira, M.A. (2004). Influence of jam processing upon the contents of phenolics, organic acids and free amino acids in quince fruit (*Cydonia oblonga* Miller). *European Food Research and Technology*, 218(4), 385-389.
- [52] Karadeniz, F. (2004). Main organic acid distribution of authentic citrus juices in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(4), 267-271.
- [53] Kelebek, H., Selli, S. (2011). Determination of volatile, phenolic, organic acid and sugar components in a Turkish cv. Dortyol (*Citrus sinensis* L. Osbeck) orange juice. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 91(10), 1855-1862.
- [54] Touati, N., Tarazona-Díaz, M. P., Aguayo, E., Louaileche, H. (2014). Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food Chemistry*, 145, 23-27.
- [55] Özdoğan F., (2006). Domates reçel ürünlerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- [56] Koç, E., Ömeroğlu, P.Y. (2019). Geleneksel anjelika (melek otu) reçelinin fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri. *Akademik Gıda*, 17(4), 485-496.