



FARKLI YÖNTEMLERLE ELDE EDİLEN KAMKAT (*FORTUNELLA MARGARITA* Swing.) TOZLARININ FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Demet Yıldız Turgut*, Orçun Çınar, Tuba Seçmen
Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

Geliş / Received: 12.12.2018; Kabul / Accepted: 13.06.2019; Online baskı / Published online: 11.07.2019

Yıldız-Turgut, D., Çınar, O, Seçmen, T. (2019). Farklı yöntemlerle elde edilen kamkat (*Fortunella Margarita* Swing.) tozlarının fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA* (2019) 44(4) 605-617 doi:10.15237/gida.GD18118

Yıldız-Turgut, D., Çınar, O, Seçmen, T. (2019). Determination of functional properties of kumquat (*Fortunella Margarita* Swing.) powders obtained by different methods. *GIDA* (2019) 44(4) 605-617 doi:10.15237/gida.GD18118

ÖZ

Bu çalışmada farklı yöntemlerle elde edilen kamkat tozlarının fonksiyonel kalite parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, %10 maltodekstrin ilavesi ve maltodekstrinsiz olarak sıcak hava ile kurutma ve dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilen kamkat tozu örneklerinde toplam fenolik madde, flavonoid, karotenoid miktarı, askorbik asit, antioksidan aktivite ve flavonoid bileşen analizleri gerçekleştirilmiştir. Toplam fenolik madde, flavonoid ve karotenoid miktarı, antioksidan aktivite ve flavonoid kompozisyonu açısından en yüksek değerler maltodekstrinsiz dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilen toz örneğinde tespit edilmiştir. En yüksek askorbik asit içeriği ise %10 maltodekstrin ilaveli dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilen toz örneğinde belirlenmiştir. Maltodekstrin ilavesinin sıcak hava kurutma yönteminde flavonoid bileşenlerin miktarını olumlu etkilediği gözlenmiştir. Elde edilen kamkat tozlarının çeşitli gıda ürünlerinde duyu ve fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesinde katkı maddesi olarak kullanılabileceği öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.), meyve tozu, kurutma, antioksidan, flavonoid

DETERMINATION OF FUNCTIONAL PROPERTIES OF KUMQUAT (*FORTUNELLA MARGARITA* Swing.) POWDERS OBTAINED BY DIFFERENT METHODS

ABSTRACT

In this study, determination of the functional quality parameters of kumquat powders obtained by different methods was aimed. For this purpose, total phenolic content, total flavonoid content, total carotenoid content, ascorbic acid, antioxidant activity and flavonoid composition analyses were performed in kumquat powder samples obtained by hot air and freeze drying methods with 10% maltodextrin and without maltodextrin. The highest values in terms of total phenolic, flavonoid, and carotenoid contents, antioxidant activity and flavonoid compositions were detected in the powder sample obtained by freeze drying method without maltodextrin. The highest ascorbic acid content was determined in the powder sample obtained by freeze drying method with 10% maltodextrin. It was observed that the flavonoid composition was positively affected by the addition of maltodextrin in hot air drying method. As a result, the obtained kumquat powders can be used as additives in various food products for improving sensorial and functional properties.

Keywords: Kumquat (*Fortunella margarita* Swing.), fruit powder, drying, antioxidant, flavonoid

* Yazışmalardan sorumlu yazar/ Corresponding author;

✉ demet.yildizturgut@tarimorman.gov.tr

☎ (+90)242 321 6797

☎ (+90)242 321 1512

GİRİŞ

Turunçgillerin küçük mücevheri olarak nitelendirilen kamkat, (*Fortunella* spp.) subtropik bir iklim bitkisidir. Kamkatın anavatanı Doğu Asya ve Çin olup, yaygın olarak Çin, Japonya ve Amerika'da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Avustralya, Güney Afrika, Porto Riko, Guatemala, Kolombiya, Brezilya ve Hindistan'da ise daha küçük ölçekte yetiştirilmektedir. Hong Kong (*F. Hindsii* Swing.), Marumi (*F. japonica* Swing., syn. *Citrus maduremis* Lour.), Meiwa (*F. crassifolia* Swing.) ve Nagami (*F. margarita* Swing.) en yaygın kamkat çeşitleri olarak bilinmektedir (Morton, 1987).

Kamkat meyvesi taze tüketiminin yanında şekerleme, reçel, marmelat, likör, şarap, kurutulmuş şekilde meyve çayı olarak da değerlendirilmekte, kabuğunda bulunan uçucu yağlar kozmetik, ilaç ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (Choi, 2005; Gölükcü vd., 2011; Wang vd., 2012). Kamkat, askorbik asit, karotenoidler, uçucu yağlar ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşenlerce zengin bir meyvedir (Schirra vd., 2008; Agócs vd., 2007; Wang vd., 2007; Peng vd., 2013; Jayaprakasha vd., 2012). İçeriğindeki bu bileşenlerin sağlık üzerine olumlu etkileri ile ilgili çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Kamkat ekstraktlarının içeriğindeki rutin, narirutin, ponsirin, apigenin 8-C-rutinosid, 3',5', di-C- β -glukopiranozilfloretilin (DGPP), β -karoten ve uçucu bileşenler gibi fitokimyasalların etkisiyle prostat kanser hücrelerinin çoğalmasında in vitro ortamda engellediği bildirilmiştir (Jayaprakasha vd., 2012). Lien vd. (2009), kamkat kabuk ekstraktlarının kandaki LDL, triaçilgliserit ve lipit seviyelerini azalttığını rapor etmişlerdir. Kamkat kabuğu uçucu yağının bileşiminde yer alan alkoller, ketonlar, asitler ve esterlerin, meyvenin karakteristik tat ve aromasına katkıda bulunmasının yanı sıra insan sağlığına da yararlı etkileri olduğu ifade edilmiştir (Schirra vd., 2008). Uzak Doğu ülkelerinde kurutulmuş kamkatın öksürük, boğaz ağrısı, ses kısıklığı gibi solunum yolu hastalıklarının tedavisinde kullanıldığı bildirilmektedir (Chiu ve Chang, 1998; Lien vd., 2009; Lou vd., 2015).

Meyve tozları, raf ömürlerinin uzun olması, her mevsimde tüketilebilmeleri, depolama ve ambalajlamadaki kolaylıkları, düşük taşıma maliyetleri, mikrobiyolojik stabilite ve farklı gıda formülasyonlarında kullanılabilimleri gibi birçok avantaja sahiptir. Meyve tozları, gıda endüstrisinde yoğurt, süt, kek, puding, reçel, marmelat gibi gıdalarda, duyuşal ve fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi amacıyla yaygın bir kullanım alanına sahiptir (Ergüney, 2013; Dirim vd., 2015). Bu tip ürünler genellikle meyve suyu veya pulpunun, ürünün fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla farklı taşıyıcı ajanlarla (maltodekstrin, trikalsiyum fosfat, stearik asit tuzları) karıştırılarak veya tek başına kurutulup öğütülmesiyle elde edilmektedir. (Sablanı vd., 2008; Ferrari vd., 2012; Ergüney, 2013; Dirim vd., 2015). Meyve tozu üretiminde en yaygın kullanılan kurutma yöntemleri püskürterek kurutma, sıcak hava ile kurutma, vakumda kurutma ve dondurarak kurutmadır (Kha vd., 2010; Ferrari vd., 2012; Dirim vd., 2015; Agudelo vd., 2017). Öte yandan kurutma işlemi sırasında meyvelerde son ürünün renk, tekstür, aroma ve biyoaktif bileşenler gibi kalite özelliklerini etkileyen birçok fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelebilmektedir. Kurutma işleminde, diğer muhafaza ve işleme yöntemlerinde olduğu gibi ürünün fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin maksimum derecede korunması önemlidir (Di Scala ve Crapiste, 2008).

Kamkat ülkemizde turunçgillerin yetiştirilebildiği iklim koşullarını sağlayan Ege, Akdeniz ve Doğu Karadeniz'de yetiştirilebilmektedir. Son yıllarda bu meyvenin fonksiyonel özelliklerinin anlaşılmasıyla birlikte bu meyvenin yetiştiriciliği ve değerlendirilmesiyle ilgili çalışmalar ivme kazanmıştır (Güney vd., 2014; Ünlü, 2014). Ancak bu meyvenin %80'in üzerindeki nem içeriği nedeniyle muhafaza süresinin kısıtlı olduğu bilinmektedir (Schirra vd., 2008). Dolayısıyla bu meyvenin farklı değerlendirilme yöntemlerinin ortaya konması hem üretim sezonu dışında kullanım imkanı bulması, hem de raf stabilitesi açısından önemlidir. Bu çalışma ile kek, pasta, ekmek, dondurma, puding, yoğurt, meyveli içecek gibi gıda ürünlerinde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılmak üzere, "Nagami" kamkat

(*Fortunella margarita* Swing) çeşidinin toz ürün olarak üretim olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda farklı kurutma yöntemleriyle elde edilen toz ürünlerde toplam fenolik madde, toplam flavonoid, toplam karotenoid ve askorbik asit içerikleri, antioksidan aktivite ve flavonoid bileşen analizleri gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak “Nagami” kamkat (*Fortunella margarita* Swing) çeşidi kullanılmıştır. Kamkat meyveleri Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü parsellerinden 2017 yılı Ocak ayında hasat edilmiştir. Hasat edilen kamkat meyvelerinin nem içeriği %85.34’tür. Hasat edilen kamkat meyveleri öncelikle saf su ile yıkanmış, bıçakla iki parçaya ayrılarak içerisindeki çekirdekler çıkarılmıştır. Daha sonra meyveler ev tipi blender (TEFAL MB450141) kullanılarak püre haline getirilmiş ve elde edilen püre iki gruba ayrılmıştır. Pürenin bir kısmına püre ağırlığı üzerinden %10 maltodekstrin (10 DE-Dekstroz eşdeğeri) ilave edilerek homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Diğer kısmına ise hiçbir şey ilave

edilmemiştir. Hazırlanan püreler kalınlığı 3 mm olacak şekilde cam petrilere konularak sıcak hava kurutma ve dondurarak kurutma olmak üzere 2 farklı kurutma yöntemiyle kurutulmuştur. Sıcak hava ile kurutma işlemi, sıcak hava kurutma fırınında (EKSİS Endüstriyel Kurutma Sistemleri Limited Şirketi, Isparta), 65°C hava sıcaklığında, 1 m/s sabit hava hızında 7 saat süre ile gerçekleştirilmiştir. Dondurarak kurutma işlemi, liyofilizatörde (Christ Beta 2-8 LD plus) iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İşlem ilk aşamada -18°C’de 1.2 mbar basınçta 30 dk, ikinci aşamada -60°C’de 0.011 mbar basınçta 20 saat süre ile sürdürülmüştür. Kurutma işlemi sonunda toz örneklerin nem içeriği yaş baza göre %10-11 arasında belirlenmiştir. Taze meyve ve toz ürünlerde nem içerikleri AOAC (2000) (Metot 986.21) nem tayin yöntemine göre belirlenmiştir. Kurutulmuş püreler bıçaklı öğütücüde (Retsch GRINDOMIX GM 200) 10.000 rpm sabit hızda 1 dk süre ile öğütülmüştür. Bütün kurutma işlemleri 3 tekrarlı yapılmıştır. Çizelge 1’de kamkat tozu üretiminde kullanılan kurutma yöntemleri verilmiştir.

Çizelge 1. Kamkat tozu üretiminde kullanılan kurutma yöntemleri
Table 1. Drying Methods used for production of kumquat powder

No	Kurutma Yöntemleri <i>Drying Methods</i>	Kurutma Parametreleri <i>Drying Parameters</i>
1	Sıcak Hava Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) <i>Hot Air Drying</i> (<i>With 10% of maltodextrin</i>)	65°C hava sıcaklığı -1 m/s hava hızı <i>65°C air temperature-1 m/s air velocity</i>
2	Sıcak Hava Kurutma (Maltodekstrinsiz) <i>Hot Air Drying</i> (<i>Without maltodextrin</i>)	65°C hava sıcaklığı -1 m/s hava hızı <i>65°C air temperature-1 m/s air velocity</i>
3	Dondurarak Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) <i>Freeze Drying</i> (<i>With 10% of maltodextrin</i>)	1. Aşama: -18°C/ 1.2 mbar basınç/ 30 dk. 2. Aşama:-60°C/ 0.011 mbar basınç/ 20 saat <i>1st stage: -18°C/ 1.2 mbar pressure / 30 minute</i> <i>2nd stage: -60°C/ 0.011 mbar pressure / 20 hours</i>
4	Dondurarak Kurutma (Maltodekstrinsiz) <i>Freeze Drying</i> (<i>Without maltodextrin</i>)	1. Aşama: -18°C/ 1.2 mbar basınç/ 30 dk. 2. Aşama:-60°C/ 0.011 mbar basınç/ 20 saat <i>1st stage: -18°C/ 1.2 mbar pressure / 30 minute</i> <i>2nd stage: -60°C/ 0.011 mbar pressure / 20 hours</i>

Analizler

Ekstraksiyon

Toplam fenolik madde, flavonoid, antioksidan aktivite ve flavonoid bileşen analizlerinde kullanılmak üzere toz örnekler Wang vd. (2007) tarafından önerilen yöntemle göre bazı modifikasyonlar yapılarak ekstrakte edilmiştir. Bu amaçla 2 g toz örneği üzerine 10 mL %80'lik MeOH (metanol) ilave edilmiş ve orbital çalkalayıcıda 200 rpm hızda 1 saat ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda karışım 4°C'de 4500 rpm hızda 15 dk santrifüj edilerek üst faz ayrı bir tüpe alınmıştır. Bu işlem 2 kez daha tekrarlanarak üst fazlar biriktirilmiş ve ekstraksiyon çözeltisi ile 30 mL'ye tamamlanmıştır. Elde edilen ekstraktlar analiz anına kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

Örneklerin toplam fenolik madde miktarı Spanos ve Wrolstad (1990) tarafından önerilen yöntemle göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Bu amaçla, örnek ekstraktından 100 µL alınıp üzerine 900 µL saf su, 4 mL Na₂CO₄ (sodyum karbonat) çözeltisi (75 g/L) ve 5 mL 0.2 N Folin Ciocalteu reaktifi ilave edilerek, karışım karanlık ortamda 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda karışımın absorpsansı spektrofotometrede (Shimadzu UV-Vis 160A, Japonya) 765 nm dalga boyunda okunmuş, sonuçlar mg GAE (gallik asit eşdeğeri)/100 g km (kuru madde) olarak hesaplanmıştır.

Toplam Flavonoid Miktarı Analizi

Örneklerin toplam flavonoid miktarı, Zhishen vd. (1999) tarafından önerilen spektrofotometrik yöntemle modifiye edilerek belirlenmiştir. Örnek ekstraktından 0.5 mL alınıp, üzerine 2 mL distile su ve ardından %5'lik 0.15 mL NaNO₂ (sodyum nitrit) çözeltisi eklenmiştir. 6 dk sonra 0.30 mL %10'luk AlCl₃ (alüminyum klorür) çözeltisi, 6 dk sonra %4'lük, 1 mL NaOH (sodyum hidroksit) çözeltisi eklenerek hacim distile su ile 5 mL'ye tamamlanmıştır. Karışımın absorpsansı 510 nm'de ölçülerek, sonuçlar mg CE (kateşin eşdeğeri)/100 g km olarak ifade edilmiştir.

Toplam Karotenoid Miktarı Analizi

Toplam karotenoid miktarı Wang vd., (2008) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla 5 g toz örnek üzerine 50 mL heksan-aseton-etanol (v/v;50:25:25) karışımı ilave edilerek 200 rpm'de 10 dk oda sıcaklığında ekstrakte edilmiştir. Karışım 4°C'de 6500 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiş, berrak kısım alınıp, ekstraksiyon çözeltisiyle 50 mL'ye tamamlanmıştır. Ekstraktların absorpsansları 450 nm dalga boyunda ölçülerek sonuçlar aşağıda verilen formül (Denklem 1) aracılığıyla β-karoten cinsinden mg/100 g km olarak hesaplanmıştır [E^{1/2} (Ekstinksiyon katsayısı): 2505; Sf: Seyreltme faktörü].

$$\text{Toplam karotenoid miktarı} = (\text{Absorbans} \times \text{Sf} \times 10 / E^{1/2}) \times 100 \quad (1)$$

Askorbik Asit Analizi

Örneklerin askorbik asit miktarı HPLC ile belirlenmiştir (Sdiri vd., 2012). Bu amaçla toz örneklerden 2 g alınarak üzerine 10 mL %3'lük HPO₃ (meta-fosforik asit) çözeltisi eklenerek 1 dk süre ile homojenize edilmiştir. Karışım 4°C'de 6500 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst faz alınarak HPO₃ çözeltisi ile seyreltilmiş ve 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden geçirilerek HPLC (Shimadzu 2030 C 3 d Prominence-i, Japonya) cihazına verilmiştir. Analizde dedektör olarak PDA (Photo-diode Array) dedektör, mobil faz olarak pH'sı H₃PO₄ (p-fosforik asit) çözeltisi ile 2.3'e ayarlanmış %2'lik KH₂PO₄ (potasyum dihidrojen fosfat) kullanılmıştır. Ayrım İnertsil ODS-3 C-18 kolon (5µm, 250x4.6 i.d.) (GL Sciences, Japonya) ile 243 nm dalga boyunda, izokratik olarak 0.5 mL/dk akış hızında gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılan enjeksiyon hacmi 10 µL, kolon sıcaklığı ise 25°C olarak belirlenmiştir. Askorbik asit miktarı standart kullanılarak oluşturulmuş kalibrasyon eğrisi kullanılarak mg/100 g km olarak hesaplanmıştır.

Antioksidan Aktivite Analizi

Örneklerin antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin inhibisyonu (Cemeroğlu, 2010) ve ORAC (Oksijen Radikalleri

Absorbans Kapasitesi) (Ena vd., 2012) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır.

DPPH radikalinin inhibisyonuna dayalı yöntemde metanol kullanılarak farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış örnek ekstraktlarının 0.1 mL'si üzerine yine metanolde hazırlanmış (25 mg/L) DPPH çözeltisinden 3.9 mL ilave edilmiş ve vortekste 30 saniye karıştırılarak oda sıcaklığında karanlıkta 30 dk bekletilmiştir. Örneklerin absorbansı UV-Vis spektrofotometre'de (Shimadzu UV-Vis 160A, Japonya) 515 nm'de metanole karşı ölçülmüş ve her bir örnek hacmine karşılık gelen yüzde inhibisyon değerleri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır. DPPH radikalinin %50'sini inhibe eden ekstrakt konsantrasyonu olarak tanımlanan IC₅₀ değeri ise farklı konsantrasyonlarda hazırlanan ekstraktlara karşı çizilen DPPH radikalinin % inhibisyon oranından elde edilen doğru denkleminde (Denklem 2), mg/mg DPPH km olarak hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = \left[\frac{(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{ekstrakt}})}{A_{\text{DPPH}}} \right] \times 100 \quad (2)$$

Örneklerin ORAC değerlerini belirlemek amacıyla 2750 µL fluorescein çözeltisine (0.6136 µM) 37 µL fosfat tamponu (75 mM, pH 7.4) ve 75 µL örnek ekstraktı ilave edilerek 37°C'de 30 dk bekletilmiştir. Karışıma 0.32 µM fosfat tamponu içerisinde hazırlanmış 75 µL 2,2'-azobis(2-methylpropionamide) dihydrochloride ilave edilerek reaksiyon durdurulmuştur. Çözeltinin flüoresans şiddeti flüoresans spektrofotometresi (Cary Eclipse, Agilent Technologies, Kaliforniya, ABD) kullanılarak 490 nm eksitasyon ve 512 nm emisyon dalga boylarında ölçülmüştür. ORAC değeri, aynı koşullarda örnek yerine kör (fosfat tamponu) ve Troloks standardı (100 µM) ile hazırlanan çözeltilerin flüoresans şiddeti belirlenerek Denklem 3'e göre mM TE (Troloks Eşdeğeri)/100 g km cinsinden hesaplanmıştır. S_{örnek}, S_{kör} ve S_{troloks} sırasıyla örnek, kör ve troloks'un flüoresans şiddetini, S_f seyreltme faktörünü ifade etmektedir.

$$\text{ORAC (mM TE/100 g)} = S_f \times \frac{(S_{\text{örnek}} - S_{\text{kör}})}{(S_{\text{troloks}} - S_{\text{kör}})} \quad (3)$$

Flavonoid Bileşen Analizi

Örneklerin flavonoid bileşenleri Kuhnle vd. (2009) tarafından önerilen yöntemle bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Analizlerde Mass Hunter paket programı ile çalışan Agilent 6430 Triple Quadrupole (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, ABD) marka elektrosprey iyon kaynaklı kütle spektrometresi ve Agilent-1290 Infinity (Agilent Technologies, Waldbronn, Almanya) marka sıvı kromatografisi kullanılmıştır. Çalışma pozitif ve negatif iyon modunda yürütülmüştür. Çalışmada azot gazı sıcaklığı 350°C, gaz akış hızı 10 mL/dk, iyonizasyon enerjisi 70 Ev'tur. Çalışmada 50-500 amu arasında kütle spektraları kaydedilmiştir. Analiz Zorbax SB-C18 (150x2.1 mm, 1.8 µm) (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD) kolonda, 0.3 ml/dakika akış hızında yürütülmüştür. Kolon sıcaklığı 35°C'dir. Ponsirin, narirutin, rhoifolin, didymin, luteolin, naringin, rutin ve kuersetin standartlarından farklı konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmış ve kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur. Örnek ekstraktları 0.45 µm çaplı membran filtreden geçirilerek cihaza enjekte edilmiştir. Enjeksiyon hacmi 3 µL'dir. Çalışmada kullanılan mobil fazlar, Solvent A=(5/95:v/v) metanol:su (%0.01 formik asit ve 5 mM amonyum format içeren) ve solvent B=% 100 metanol'dür. Kullanılan elüsyon profili şu şekildedir: 0-0.5 dk %5 solvent B (sabit akış), 0.5-3 dk %30 solvent B, 3-8 dk %95 solvent B, 8-11 dk % 95 solvent B (sabit akış), 11-11.10 dk %5 solvent B, 11.10-12 dk %5 solvent B, 12-15 dk %5 solvent B. Sonuçlar mg/100 g km olarak ifade edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Çalışma 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Elde edilen sonuçlar varyans analizi ile değerlendirilmiş, önemli bulunan sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile P <0.05 düzeyinde karşılaştırılmıştır. İstatistiksel değerlendirmede SAS istatistik paket programı (Version 6.12, SAS Institute, Cary, NC, ABD) kullanılmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Toplam fenolik madde ve Flavonoid Miktarı
Çizelge 2’de farklı yöntemlerle elde edilen kamkat tozlarına ait toplam fenolik madde ve flavonoid içerikleri verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı 262.75-697.90 mg GAE/ 100 g arasında tespit edilmiş olup, en yüksek toplam fenolik madde miktarı 4 No’lu örnekte, en düşük toplam fenolik madde miktarı 1 No’lu örnekte belirlenmiştir ($P < 0.05$). En yüksek toplam flavonoid madde içeriği 4 No’lu örnekte (219.68 mg CE/100 g), en düşük toplam flavonoid madde içeriği ise 2 No’lu örnekte (41.08 mg CE/100 g) tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Bulgularımız Gabriele vd. (2017)’nin liyofilize edilmiş bergamot tozunda belirledikleri toplam fenolik (17.44 mg GAE/g km) ve flavonoid (16.74 mg CE/g km) değerlerinden düşüktür. Meyvenin çeşidi, ekstraksiyon ve analiz koşulları fenolik ve flavonoid miktarını etkileyebilmektedir. Genel olarak sıcak hava kurutma yönteminde toplam flavonoid miktarları hariç, maltodektrinsiz kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde ve flavonoid miktarı, maltodekstrin ilaveli örneklerden yüksek bulunmuştur. Ağırlıkça %10 maltodekstrin ilave edilmiş örneklerde püre miktarı, maltodektrinsiz örneklerden daha düşüktür. Dolayısıyla analiz için alınan toz örneğinde maltodekstrin olması yani formülasyon, fenolik içeriğini etkilemiş olabilir. Dondurarak kurutulmuş örneklerin toplam fenolik madde ve flavonoid miktarları, sıcak hava kurutma ile kurutulmuş örneklerden yüksek bulunmuştur. Sıcak hava kurutmada kullanılan yüksek sıcaklık dereceleri fenolik bileşiklerin özellikle flavonoidlerin parçalanmasına yol açarak toplam fenolik madde ve flavonoid kaybına neden olabilmektedir (Mcsweeney ve Seetharaman, 2015). Sıcak hava ile kurutulmuş toz örneklerinde maltodekstrin ilavesinin flavonoidlerin termal ve oksidatif parçalanma reaksiyonlarına bağlı kaybını azaltmış olduğu düşünülmektedir. Garcia-Salas vd. (2013) dondurarak kurutma ve vakum kurutma yöntemiyle elde ettikleri bütün limon tozlarında dondurarak kurutulmuş örneklerin, vakumda kurutulmuş örneklerden daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğunu, ancak aralarında istatistiksel bir fark olmadığını belirlemişlerdir. Farklı turuncuğil çeşitlerinin

dondurarak kurutma, sıcak hava ile kurutma ve güneşte kurutulması sonrası en yüksek fenolik ve flavonoid içeriğine sahip örneklerin dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen örnekler olduğu belirlenmiştir (Sun vd., 2015). Dondurarak kurutma yönteminde uygulanan düşük sıcaklık ve vakum basıncı, fenoliklerin parçalanmasına yol açan termal ve oksidatif reaksiyonları büyük oranda sınırlandırmaktadır (Mcsweeney ve Seetharaman, 2015).

Toplam Karotenoid ve Askorbik Asit Miktarı

Turuncuğiller karotenoidlerin önemli bir kaynağıdır. Karotenoidlerin insan sağlığı açısından başlıca fonksiyonu A vitamininin ön maddesi olmasıdır. Turuncuğillerde A vitamininin ön maddesi olan 16 adet karotenoid olduğu bilinmektedir (Silalahi, 2002). Kamkat meyvesinin farklı çeşitlerinde tespit edilen başlıca karotenoidlerin β -kriptoksantin, β -karoten, lutein, zeaksantin olduğu bildirilmiştir (Wang vd., 2007; Schirra vd., 2008; Wang vd., 2008). Farklı yöntemlerle elde edilen kamkat tozlarının toplam karotenoid miktarları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). En yüksek toplam karotenoid miktarı 4 no’lu örnekte (59.60 mg/100 g), en düşük toplam karotenoid miktarı ise 3 No’lu örnekte (30.69 mg/100 g) tespit edilmiştir (Çizelge 3). Hem sıcak hava kurutma hem de dondurarak kurutma yönteminde maltodektrinsiz örneklerin (2 ve 4 No’lu) daha yüksek karotenoid içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Oliveira vd. (2015) yaptıkları çalışmada püre haline getirilen palm meyveleri %8 maltodekstrin ilaveli ve maltodektrinsiz olarak, 65°C’de sıcak hava fırınında ve liyofilizatörde kurutulmuş toz haline getirilmiştir. Benzer şekilde her iki yöntemde de maltodekstrin ilavesiz örneklerin daha yüksek β -karoten içeriğine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmacılar, maltodekstrin ilavesinin β -karoten ekstraksiyon verimini engelleyebileceğini ifade etmişlerdir. Tuyen vd., (2010) gac (*Momordica cochinchinensis*) meyvelerini farklı maltodekstrin konsantrasyonlarında ve farklı hava sıcaklıklarında püskürterek kurutma yöntemiyle kurutulmuşlar ve maltodekstrin konsantrasyonundaki artışın, toz üründe toplam karotenoid miktarında azalmaya neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 2. Farklı kurutma yöntemleri ile elde edilen kamkat tozlarının toplam fenolik madde ve flavonoid miktarları*

Table 2. Total phenolic and flavonoid contents of kumquat powders obtained by different drying methods*

Kurutma Yöntemleri Drying Methods	Toplam fenolik madde Miktarı (mg GAE/100 g km) Total Phenolic Contents (mg GAE/ 100 g dm)	Toplam Flavonoid Miktarı (mg CE/100 g km) Total Flavonoid Contents (mg CE/100 g dm)
1 Sıcak Hava Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) Hot Air Drying (With 10% of maltodextrin)	262.75±5.10 d	52.29±2.05 c
2 Sıcak Hava Kurutma (Maltodekstrinsiz) Hot Air Drying (Without maltodextrin)	320.09±13.07 c	41.08±1.94 d
3 Dondurarak Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) Freeze Drying (With 10% of maltodextrin)	445.56 ±19.81 b	153.51±1.15 b
4 Dondurarak Kurutma (Maltodekstrinsiz) Freeze Drying (Without maltodextrin)	697.90±5.25 a	219.68± 2.92 a

* Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.05$).* The differences between means expressed different letters within the same column are significant ($P < 0.05$).

Çizelge 3. Farklı kurutma yöntemleri ile elde edilen kamkat tozlarının toplam karotenoid ve askorbik asit miktarları*

Table 3. Total carotenoid and ascorbic acid contents of kumquat powders obtained by different drying methods*

Kurutma Yöntemleri Drying Methods	Toplam Karotenoid Miktarı (mg / 100 g km) Total Carotenoid Contents (mg / 100 g dm)	Askorbik Asit Miktarı (mg / 100 g km) Ascorbic Acid Contents (mg / 100 g dm)
1 Sıcak Hava Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) Hot Air Drying (With 10% of maltodextrin)	34.79±0.24 c	41.89±1.43 d
2 Sıcak Hava Kurutma (Maltodekstrinsiz) Hot Air Drying (Without maltodextrin)	48.21±0.05 b	46.53±1.02 c
3 Dondurarak Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) Freeze Drying (With 10% of maltodextrin)	30.69±0.30 d	163.34 ±0.16 a
4 Dondurarak Kurutma (Maltodekstrinsiz) Freeze Drying (Without maltodextrin)	59.60±0.14 a	124.45±1.34 b

* Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.05$).* The differences between means expressed different letters within the same column are significant ($P < 0.05$).

Kamkat tozu örneklerinin askorbik asit değerleri 45.45-163.36 mg/100 g arasında belirlenmiştir. (Çizelge 3). Gabriele vd. (2017) liyofilize edilmiş bütün bergamot tozu örneğinde askorbik asit miktarını 66.93 mg AAE/100 g km olarak belirlemiştir. Dondurarak kurutulmuş kamkat tozu örneklerinin askorbik asit miktarları (124.45-163.34 mg/100 g km) bu değerden yüksektir. Askorbik asit değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli olup ($P < 0.05$), en yüksek askorbik asit içeriği 3 No'lu örnekte, en düşük askorbik asit içeriği ise 1 No'lu örnekte tespit edilmiştir. Askorbik asit turunçgillerde yaygın olarak bulunan suda çözünebilir bir vitamindir. Oksijen, ışık, sıcaklık, nem, pH, enzimler ve metalik iyon katalizörlerinin varlığında kolayca parçalanabilmektedir (Santos ve Silva, 2008). Bu nedenle özellikle sıcak hava ile kurutma işlemlerinde uygulanan sıcaklık ve diğer kurutma şartlarına bağlı olarak önemli kayıplar meydana gelebilmektedir (Kadam vd., 2011). Yapılan çalışmalar dondurarak kurutma yönteminin sıcak hava kurutma yöntemine göre daha az askorbik asit kaybına neden olduğunu göstermiştir (Chang vd., 2006; Serna-Cock vd., 2015; Raja vd., 2017). Maltodekstrin ilavesinin dondurarak kurutma yönteminde askorbik asit miktarını olumlu etkilediği gözlenmiştir. Toz ürünlerin üretiminde taşıyıcı ajan olarak kullanılan maltodekstrinin meyvedelerdeki askorbik asit gibi biyoaktif bileşenlerin oksidasyonunu engellediği bildirilmiştir (Ahmed vd., 2010; Rocha-Parra vd., 2016).

Antioksidan aktivite

Toz örneklerin DPPH radikalinin inhibisyonuna dayalı antioksidan aktivitesi IC_{50} değeri olarak Çizelge 4'de verilmiştir. IC_{50} değeri başlangıç DPPH konsantrasyonunu %50 azaltmak için gerekli madde konsantrasyonu olarak tanımlanmakta ve IC_{50} değerinin düşük olması DPPH radikalinin yüksek süpürücü aktivitesine işaret etmektedir (Orak vd., 2011). İstatistiksel açıdan toz örneklerin IC_{50} değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). En yüksek antioksidan aktivite 4 No'lu örnekte, en düşük antioksidan aktivite 3 No'lu örnekte tespit edilmiştir. Farklı taşıyıcı ajan formülasyonları ile dondurarak ve püskürtterek kurutma tekniği ile

üretilmiş greyfurt tozlarında, dondurarak kurutulmuş örneklerin diğer örneklere göre daha yüksek DPPH süpürme aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir (Agudelo vd., 2017). Sun vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, dondurarak kurutulmuş farklı turunçgil çeşitlerinin DPPH radikalini süpürme aktivitesinin sıcak hava ve güneşte kurutulmuş örneklere göre daha yüksek olduğu kaydedilmiştir. Toz örneklerin ORAC değerlerinin 15.13-56.24 mM TE/100 g arasında değiştiği (Çizelge 4) ve bu değerlerin kurutma koşullarından etkilendiği gözlenmiştir ($P < 0.05$). Bulgularımız liyofilize edilmiş bütün bergamot tozu (950 μ mol TE/g) ve limon tozu (913 μ mol TE/g) ORAC değerlerinden düşüktür (Garcia-Salas vd., 2013; Gabriele vd., 2017). En yüksek ORAC değeri 4 No'lu örnekte, en düşük ORAC değeri ise 1 No'lu örnekte belirlenmiş olup, dondurarak kurutulmuş örneklerin daha yüksek ORAC değerlerine sahip olduğu kaydedilmiştir. Genel olarak her iki kurutma yönteminde maltodekstrin ilaveli örneklerin daha düşük antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Michalska vd. (2018) farklı yöntemlerle (dondurarak, vakumda ve püskürtmeli kurutma) elde edilen turna yemişi tozlarında %15 maltodekstrin ilaveli örneklerin antioksidan aktivitelerinin, maltodekstrin ilave edilmeden elde edilen örneklerden düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca vakum kurutmada uygulanan kurutma sıcaklıklarındaki artışın da fenoliklerin parçalanmasını sağlayarak antioksidan aktiviteyi azalttığını belirtmişlerdir. Suravanichnirachorn vd. (2018) maltodekstrin ve arabik gam gibi farklı taşıyıcı ajan kullanarak dondurarak kurutma yöntemi ile elde ettikleri mao meyvesi tozlarında taşıyıcı ajan konsantrasyonu artışının antioksidan aktiviteyi düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Flavonoid bileşenleri

Kamkat tozu örneklerinin flavonoid bileşenleri LC/MS-MS ile belirlenmiştir. Çizelge 5'te toz ekstraktlarında tespit edilen flavonoid bileşenlerinin miktarları verilmiştir. Kamkat tozu örneklerinde dört adet flavanon (pönsirin, didymin, narirutin, naringin), iki adet flavon (rhoifolin, luteolin) ve iki adet flavonol (rutin, kuersetin) olmak üzere toplam sekiz flavonoid bileşeni tespit edilmiştir. Tüm örneklerde en fazla

miktarda bulunan bileşenin ponsirin olduğu, daha sonra ise sırasıyla narirutin, didymin ve rhoifolin olduğu bulunmuştur. En düşük miktarlarda belirlenen bileşen ise naringindir. Yapılan çalışmalarda kamkat meyvesinde DGPP, fortunellin, asasetin 8-C-neohesperidosid (margariten), asasetin 6-C-neohesperidosid

(isomargariten), apigenin 8-C-neohesperidosid, ponsirin, rhoifolin, narirutin, didymin, luteolin, naringin, hesperidin, neohesperidin, eriositrin, neoponsirin, rutin ve kuersetin gibi flavonoidlerin olduğu belirlenmiştir (Kawail vd., 1999; Nogata vd., 2006; Wang vd., 2007; Schirra vd., 2008; Ramful vd., 2011; Lou vd., 2016).

Çizelge 4. Farklı kurutma yöntemleri ile elde edilen kamkat tozlarının IC₅₀ ve ORAC değerleri*

Table 4. IC₅₀ and ORAC values of kamquat powders obtained by different drying methods*

Kurutma Yöntemleri <i>Drying Methods</i>	IC ₅₀ (mg/mg DPPH km) <i>IC₅₀ (mg/mg DPPH dm)</i>	ORAC (mM TE /100 g km) <i>ORAC (mM TE /100 g dm)</i>
1 Sıcak Hava Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) <i>Hot Air Drying</i> (<i>With 10% of maltodextrin</i>)	126.53±0.14 b	15.13±0.42 d
2 Sıcak Hava Kurutma (Maltodekstrinsiz) <i>Hot Air Drying</i> (<i>Without maltodextrin</i>)	93.51±0.83 c	22.15±0.35 c
3 Dondurarak Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) <i>Freeze Drying</i> (<i>With 10% of maltodextrin</i>)	137.16±2.34 a	27.34±1.22 b
4 Dondurarak Kurutma (Maltodekstrinsiz) <i>Freeze Drying</i> (<i>Without maltodextrin</i>)	76.16±2.66 d	56.24±1.49 a

* Aynı sütündeki farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.05$).

* The differences between means expressed different letters within the same column are significant ($P < 0.05$).

Kamkat tozu örneklerinde flavonoid bileşenleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Maltodekstrinsiz dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilen toz örneğinde (4 No'lu örnek) tüm flavonoid bileşenleri en yüksek miktarda bulunmuştur. Flavonoid bileşenlerinin en düşük miktarda belirlendiği toz örneği ise maltodekstrinsiz sıcak hava kurutma yöntemi ile elde edilen toz örneği (2 No'lu örnek) olmuştur. Toplam flavonoid içeriği de benzer şekilde en yüksek 4 No'lu örnekte, en düşük 2 No'lu örnekte tespit edilmiştir. Sıcak hava ile kurutma yönteminde maltodekstrin ilaveli örneklerin flavonoid bileşen miktarları, maltodekstrinsiz örneklerden yüksek bulunmuştur. Maltodekstrin ilavesinin flavonoidlerin oksidasyonunu kısmen engellediği (Rocha Para vd., 2016; Zoric vd., 2017) düşünülmektedir. Dondurarak kurutulan

örneklerin flavonoid bileşen miktarları, sıcak hava kurutma yöntemi ile kurutulan örneklerden yüksek bulunmuştur. Farklı taşıyıcı ajan formülasyonları ile dondurarak ve püskürterek kurutma tekniği ile üretilmiş greyluft tozlarında, dondurarak kurutulmuş örneklerin püskürterek kurutma yöntemi ile elde edilen örneklere göre fenolik bileşikleri %90-95 oranında koruduğu tespit edilmiştir (Agudelo vd., 2017). Farklı turuncgil çeşitlerinin dondurarak kurutma, sıcak hava ile kurutma ve güneşte kurutulması sonrası naringin, hesperidin, narirutin, neohesperidin gibi flavonoidler en yüksek miktarlarda dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulan örneklerde belirlenmiştir (Sun vd., 2015).

Dondurarak kurutma yönteminde uygulanan düşük sıcaklık ve vakum basıncı, fenoliklerin

parçalanmasına yol açan termal ve oksidatif reaksiyonları büyük oranda sınırlandırmaktadır (McSweeney and Seetharaman, 2015). *Citrus japonica* var. margarita çeşidine ait olgunlaşmamış kamkatların kurutulmasının flavonoid kompozisyonuna etkisini araştırıldığı çalışmada liyofilize edilmiş örneklerde ponsirin ve rhoifolin miktarı sırasıyla 35 mg/100 g ve 14 mg/100 g

olarak belirlenmiştir. Çalışmada kurutma sıcaklıkları ve süresinin flavonoidlerin miktarını etkilediği belirlenmiştir (Lou vd., 2015). Çalışmamızda tespit ettiğimiz ponsirin ve rhoifolin miktarı literatürden daha yüksektir. Bu farklılığın meyvenin çeşidi, kurutma ve ekstraksiyon koşulları gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 5. Farklı kurutma yöntemleri ile elde edilen kamkat tozlarının flavonoid bileşenleri*

Table 5. Flavonoid compounds of kamquat powders obtained by different drying methods*

Kurutma Yöntemleri	Ponsirin (mg/100 g km)	Narirutin (mg/100 g km)	Didymin (mg/100 g km)	Rhoifolin (mg/100 g km)	Rutin (mg/100 g km)	Luteolin(m g/100 g km)	Kuersetin (mg/100 g km)	Naringin (mg/100 g km)
Methods	Poncirin (mg/100 g dm)	Narirutin (mg/100 g dm)	Didymin (mg/100 g dm)	Rhoifolin (mg/100 g dm)	Rutin (mg/100 g dm)	Luteolin (mg/100 g dm)	Quercetin (mg/100 g dm)	Naringin (mg/100 g dm)
1 Sıcak Hava Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) Hot Air Drying (With 10% of maltodextrin)	97.13±1.65 c	63.53±2.62 c	65.83±2.22 c	32.15±6.56 cb	7.87±0.44 c	7.32±0.23 c	1.02±0.08 c	0.64±0.01 c
2 Sıcak Hava Kurutma (Maltodekstrinsiz) Hot Air Drying (Without maltodextrin)	63.16±1.41 d	46.14±0.90 d	41.02±0.10 d	20.48±2.37 c	7.30±0.28 c	5.26±0.49 d	0.99±0.02 c	0.52±0.004 d
3 Dondurarak Kurutma (%10 maltodekstrin ilaveli) Freeze Drying (With 10% of maltodextrin)	132.55±4.80 b	98.54±1.03 b	87.75±4.29 b	39.60±4.91 b	22.19±2.18 b	11.00±1.38 b	1.26±0.21 b	1.20±0.02 b
4 Dondurarak Kurutma (Maltodekstrinsiz) Freeze Drying (Without maltodextrin)	219.03±3.30 a	155.86±2.15 a	157.54±4.45 a	93.84±10.30 a	28.88±1.08 a	15.27±0.48 a	2.48±0.06 a	1.36±0.002 a

* Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.05$).

* The differences between means expressed different letters within the same column are significant ($P < 0.05$).

SONUÇ

Bu çalışmada kamkat meyvesinden fonksiyonel meyve tozu üretim olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda kamkat meyvesi püre haline getirilip maltodekstrinsiz ve %10

maltodekstrin ilaveli olarak sıcak havada ve dondurarak kurutma yöntemi olmak üzere iki farklı yöntemle kurutulmuş ve öğütülerek toz haline getirilmiştir. Toplam fenolik madde, flavonoid ve karotenoid miktarı, antioksidan

aktivite ve flavonoid bileşenler gibi fonksiyonel özellikler açısından maltodekstrinsiz dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilen toz örneğinin diğer yöntemlerle elde edilen örneklerle göre daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Maltodekstrin ilavesinin dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen toz üründe askorbik asit içeriğini, sıcak hava kurutma yönteminde ise flavonoid bileşenlerin miktarını olumlu etkilediği gözlenmiştir. Elde edilen kamkat tozları kek, pasta, puding, ekmek, meyveli içecek gibi ürünlerde aroma verici, renklendirici ve fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılabilme olanağı bulacaktır. Bu tip ürünlerin depolama stabilitesi ve fizikokimyasal özellikleri ile ilgili ek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Hayvan Sağlığı ve Gıda Yem Araştırmaları Daire Başkanlığı tarafından desteklenen projenin (TAGEM/HSGYAD/17/A03/P06/138) bir bölümüdür.

KAYNAKLAR

Agocs, A., Nagy, V., Szabo, Z., Márk, L., Ohmacht, R., Deli, J. (2007). Comparative study on the carotenoid composition of the peel and the pulp of different citrus species. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 8: 390–394.

Agudelo, C., Barros, L., Santos-Buelga, C., Martinez-Navarrete, N., Ferreira, I.C. (2017). Phytochemical content and antioxidant activity of grapefruit (Star Ruby): A comparison between fresh freeze-dried fruits and different powder formulations. *LWT-Food Sci Technol*, 80: 106–112.

Ahmed, M., Akter, M.S., Lee, J.C., Eun, J.B. (2010). Encapsulation by spray drying of bioactive components. physicochemical and morphological properties from purple sweet potato. *LWT-Food Sci Technol*, 43: 1307–1312.

AOAC (2000). Official Method of Analysis AOAC INTERNATIONAL. 17th Edition, 986.21 Moisture in Spices, Gaithersburg, MD, USA.

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

Chang, C.H., Lin, H.Y., Chang, C.Y., Liu, Y.C. (2006). Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *J Food Eng*, 77(3): 478–485.

Chiu, N.C., Chang, K.S. (1998). The illustrated medicinal plants of Taiwan. Taiwan: SMC publishing Ltd. Taipei, Taiwan. Vol 5. 194p.

Choi, H.S. (2005). Characteristic odor components of kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) peel oil. *J. Agric. Food Chem*, 53: 1642–1647.

Di Scala, K.C., Crapiste, G.H. (2008). Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT-Food Sci Technol*, 41: 789–795.

Dirim, S.N., Çalışkan, G., Ergün, K. (2015). Dondurularak Kurutulmuş Bazı Meyve Tozlarının Toz Ürün Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 40: 85–92.

Ena, A., Pintucci, C., Carozzi, P. (2012). The recovery of polyphenols from olive mill waste using two adsorbing vegetable matrices. *J Biotech*, 157: 573–577.

Ergüney, E. (2013). Karayemiş Tozunun Fiziksel Özelliklerinin İyileştirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Ferrari, C.C., Germer, S.P.M., De Aguirre, J.M. (2012). Effects of spray-drying conditions on the physicochemical properties of blackberry powder. *Dry Technol*, 30: 154–163.

Gabriele, M., Frassinetti, S., Caltavuturo, L., Montero, L., Dinelli, G., Longo, V., Di Gioia, D., Pucci, L. (2017). Citrus bergamia powder: antioxidant antimicrobial and anti-inflammatory properties. *J Funct Foods*, 31, 255–265.

Garcia-Salas, P., Gomez-Caravaca, A.M., Arraez-Roman, D., Segura-Carretero, A., Guerra-Hernandez, E., Garcia-Villanova, B., Fernandez-Gutierrez, A. (2013). Influence of technological

- processes on phenolic compounds. organic acids. furanic derivatives. and antioxidant activity of whole-lemon powder. *Food Chem*, 141: 869–878.
- Gölükcü, M., Toker, R., Coşkun, R. (2011). Effect of cultivation techniques on essential oil composition of kumquat (*Fortunella margarita*). 4th International Congress on Food and Nutrition. 12-14 Ekim 2011, İstanbul, Türkiye, 145p.
- Güney, M., Öz, A.T., Kafkas, E. (2015). Comparison of lipids, fatty acids and volatile compounds of various kumquat species using HS/GC/MS/FID techniques. *J Sci Food Agric*, 95: 1268–1273.
- Jayaprakasha, G.K., Murthy, K.C., Etlinger, M., Mantur, S.M., Patil, B.S. (2012). Radical scavenging capacities and inhibition of human prostate (LNCaP) cell proliferation by *Fortunella margarita*. *Food Chem*, 131: 184–191.
- Kadam, D.M., Rai, D.R., Patil, R.T., Wilson, R.A., Kaur, S., Kumar, R. (2011). Quality of fresh and stored foam mat dried Mandarin powder. *Int J Food Sci Technol*, 46: 793–799.
- Kawail, S., Tomono, Y., Katase, E., Ogawa, K., Yano, M. (1999). Quantitation of flavonoid constituents in citrus fruits. *J Agric Food Chem*, 47: 3565–3571.
- Kuhnle, G.G.C., Dell'Aquila, C., Runswick, S.A., Bingham, S.A. (2009). Variability of phytoestrogen content in foods from different sources. *Food Chem*, 113: 1184–1187.
- Lien, D.N., Quynh, N.T., Quang, N.H., Ngan, N.T.T. (2009). Anti-Obesity and Body Weight Reducing Effect of *Fortunella japonica* Peel Extract Fractions in Experimentally Obese Mice. *VNU Journal of Science. Natural Sciences and Technology*, 25: 179–187.
- 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 Chem*, 171: 356–363.
- 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 Chem*, 197: 1–6.
- Mcsweeney, M., Seetharaman, K. (2015). State of polyphenols in the drying process of fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 55: 660–669.
- Michalska, A., Wojdylo, A., Honke, J., Ciska, E., Lauer, W. (2018). Drying-induced physico-chemical changes in cranberry products. *Food Chem*, 240: 448–455.
- Morton, J. (1987). Kumquat. In: *Fruits of Warm Climates*. Creative Resource Systems, Miami, FL, USA. pp. 182–185.
- Nogata, Y., Sakamoto, K., Shiratsuchi, H., Ishii, T., Yano, M., Ohta, H. (2006). Flavonoid composition of fruit tissues of citrus species. *Biosci Biotechnol Biochem*, 70: 178–192.
- Oliveira, D.M., Lima, C.G., Clemente, E., Afonso, M.R.A., Costa, J.M.C.D. (2015). Stability of bioactive compounds and quality parameters of grugru palm powder (*Acrocomia Aculeata*) in different drying conditions. *J Food Qual*, 38: 94–102.
- Orak, H.H., Aktas, T., Yagar, H., İşbilir, S.S., Ekinci, N., Sahin, F.H. (2011). Antioxidant activity, some nutritional and colour properties of vacuum dried strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit. *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 10(3): 327–338.
- Peng, L., Sheu, M., Lin, L., Wud, C., Chiang, H., Lin, W., Lee, M., Chen, H. (2013). Effect of heat treatments on the essential oils of kumquat (*Fortunella margarita* Swingle). *Food Chem*, 136: 532–537.
- Raja, K.S., Taip, F.S., Azmi, M.M.Z., Shishir, M.R.I. (2017). Effect of pre-treatment and different drying methods on the physicochemical properties of *Carica papaya* L. Leaf powder. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, (In press).
- 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 Res Int*, 44: 2088–2099.
- Rocha-Parra, D.F., Lanari, M.C., Zamora, M.C., Chirife, J. (2016). Influence of storage conditions on phenolic compounds stability, antioxidant capacity and colour of freeze-dried encapsulated red wine. *LWT-Food Sci Technol*, 70: 162–170.

- Sablani, S.S., Shrestha, A.K., Bhandari, B.R. (2008). A new method of producing date powder granules: Physicochemical characteristics of powder. *J Food Eng*, 87: 416–421.
- Santos, P.H.S., Silva, M.A. (2008). Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables - A review. *Dry Technol*, 26: 1421–1437.
- Schirra, M., Palma, A., Aquino, S.D., 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. *J Agric Food Chem*, 56: 455–460.
- 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 Res Int*, 49: 462–468.
- Serna-Cock, L., Vargas-Muñoz, D.P., Aponte, A.A. (2015). Structural, physical, functional and nutraceutical changes of freeze-dried fruit. *Afr J Biotechnol*, 14: 442–450.
- Silalahi, J. (2002). Anticancer and health protective properties of citrus fruit components. *Asia Pac J Clin Nutr*, 11: 79–84.
- Spanos, G., Wrolstad, R.E. (1990). Phenolics of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage. *J Agric Food Chem*, 40: 1478–1487.
- Sun, Y., Shen, Y., Liu, D., Ye, X. (2015). Effects of drying methods on phytochemical compounds and antioxidant activity of physiologically dropped un-matured citrus fruits. *LWT-Food Sci Technol*, 60: 1269–1275.
- Suravanichnirachorn, W., Haruthaithanasan, V., Suwonsichon, S., Sukatta, U., Maneeboon, T., Chantrapornchai, W. (2018). Effect of carrier type and concentration on the properties, anthocyanins and antioxidant activity of freeze-dried mao [*Antidesma bunius* (L.) Spreng] powders. *Agriculture and Natural Resources*, 1–7.
- Tuyen, C.K., Nguyen, M.H., Roach, P.D. (2010). Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. *J Food Eng*, 98: 385–392.
- Ünlü, A. (2014). Turunçgillerin küçük mücevheri kamkat. *Borsanomi Dergisi*, 49: 57–60.
- 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: 277–284.
- Wang, Y.C., Chuang, Y.C., Ku, Y.H. (2007). Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food Chem*, 102: 1163–1171.
- Wang, Y.W., Zeng, W.C., Xu, P.Y., Lan, Y.J., Zhu, R.X., Zhong, K., Huang, Y.N., Gao, H. (2012). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) Peel. *Int J Mol Sci*, 13: 3382–3393.
- Zhishen, J., Tang, M., Wu, J. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*, 64: 555–559.
- Zorić, Z., Pelaić, Z., Pedisić, S., Garofulić, I. E., Kovačević, D. B., Dragović-Uzelac, V. (2017). Effect of storage conditions on phenolic content and antioxidant capacity of spray dried sour cherry powder. *LWT-Food Sci Technol*, 79: 251–259.