

## Kamkatın (*Fortunella* spp.) Besinsel İçeriği ve Fonksiyonel Özellikleri

Nezahat OLCAY<sup>1\*</sup>, Mustafa Kürşat DEMİR<sup>1</sup>

**ÖZET:** Kamkat, Rutaceae familyasının *Fortunella* cinsindeki bir bitki türü olup, genellikle bu bitkinin en küçük turuncgil meyvesi olarak da bilinen meyvelerine verilen isimdir. Anavatanı Çin olan kamkat, yuvarlak-oval şekle, turuncu-sarı renge sahip bir meyvedir. Kamkat meyvesinin başlıca beş türü olmakla birlikte, diğer narenciyelerle hibrit yeni meyveler de üretilmektedir. Kabuk bileşimindeki terpenoid ve flavonoidler sayesinde diğer narenciyelerin aksine kabuğuyla birlikte tüketilebilir. Besinsel olarak demir, kalsiyum, A, B<sub>2</sub> ve C vitamini içeriği ile diyet lif oranı yüksektir. Kamkat uçucu yağının bileşimini çoğunlukla terpenoidler oluşturup, majör terpen bileşiği d-limonendir. 3',5'-Di-C-β glukopiranozilfloretilin ise kamkat türünün karakteristik fenolik bileşiğidir. Serbest radikal yakalama aktivitesi fazla olan kamkatın, antioksidan kapasitesi bileşimindeki yüksek fenolik bileşik içeriğinden kaynaklanmaktadır. Antifungal özelliğinin yanı sıra sağlık üzerinde antiviral, antiaterojenik, antienflamatuar ve antikanser etki de gösterir. Kamkat hem besinsel hem fitokimyasal içeriğiyle, gıda ve farmakoloji alanında gitgide önem kazanan bir konumdadır.

**Anahtar kelimeler:** Kamkat, Narenciye, *Citrus Fortunella*, d-limonen, DGPP, Fonksiyonel Özellik

### Nutritional Composition and Functional Properties of Kumquat (*Fortunella* spp.)

**ABSTRACT:** Kumquat is a plant species of *Fortunella* genus in Rutaceae family and generally is the name given to the fruits that known as smallest citrus fruits of this plant. Kumquat, whose homeland is China, is a fruit with round-oval shaped, orange-yellow color. As well as kumquat has five major species, new hybrid fruits are also produced with other citrus fruits. Due to the terpenoids and flavonoids in the peel composition, it can be consumed with its peel, unlike other citrus fruits. Nutritionally, the ratio of dietary fiber and the content of iron, calcium, vitamin A, B<sub>2</sub> and C is high. Mostly terpenoids form of the composition of kumquat essential oil and its major terpene compound is d-limonene. 3',5'-Di-C-β glucopyranosylphloretin is the characteristic phenolic compound of the species of the kumquat. Free radical scavenging activity of kumquat is high and its antioxidant capacity is due to the high content of phenolic compound in its composition. In addition to its antifungal properties, it also has antiviral, antiatherogenic, anti-inflammatory and anticancer effects on health. Kumquat, with its nutritional and phytochemical content, is increasingly becoming in an important position in the field of food and pharmacology.

**Key Words:** Kumquat, Citrus, *Citrus Fortunella*, d-limonene, DGPP, Functional Property

<sup>1</sup> Nezahat OLCAY (Orcid ID: 0000-0003-3302-8969), Mustafa Kürşat DEMİR (Orcid ID: 0000-0002-4706-4170), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, , Meram, 42090, Konya, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mustafa Kürşat DEMİR, e-mail: mkdemir@erbakan.edu.tr

## GİRİŞ

Kamkat (*Fortunella Swingle*), Rutaceae familyasının *Fortunella* cinsindeki çalı biçimli ağaç gruplarına ve bu ağaçların meyvelerine verilen genel isim olmakla beraber, çoğunlukla bu ağacın küçük narenciye meyvelerini nitelemektedir. Bir asır öncesine kadar *Citrus* cinsine dahil edilen kamkat türü, taksonomik araştırmalar sonucu *Fortunella* cinsine tahsis edilmiştir. *Citrus japonica* olarak *Citrus sensu lato* içinde de sınıflandırılmaktadır (Barreca ve ark., 2011).

Kamkat; Orta Çin'e özgü, yuvarlak-oval şekilli, turuncu-sarı renkli, yumuşak, pürüzsüz, ince ve parlak kabuklu bir meyvedir. Yaklaşık 2 cm olan meyveler, narenciyeler arasında en küçük boyuta sahip olma özelliğini taşımaktadır. Çekirdekler hariç kabuğuyla birlikte bütün olarak tüketilmektedir (Peng ve ark., 2013). Meyve eti ekşi, kabuğu flavonoidler ve terpenoidlerin varlığı nedeniyle tatlıdır. Meyve lezzeti tipik bir turunçgil karakterindedir (Wang ve ark., 2012). Tüketiminde, ağızda ilk olarak güçlü tatlı bir tat, daha sonra hafif buruk-ekşi bir tat bırakmaktadır (Barreca ve ark., 2011).

Kamkat ilk kez M.Ö. 118'de Çin'de tanımlanmış olup, Kantonca'dan çevirisi altın (kum) iyi şans (quat), altın şans anlamına gelmektedir. Farklı dillerde kumquat, cumquat, jinju, kinkan olarak adlandırılmakla beraber Türkiye'de altın portakal olarak da bilinmektedir. Çin'den sonra Japonya ve Tayvan'da da üretimine başlanan kamkat, 1600'lü yılların başında Avrupa'da, 1825'ten sonra da Hawaii'de tanınmış ve üretilmeye başlanmıştır (Peng ve ark., 2013; Love ve ark., 2017). Günümüzde; Filipinler, Çin, Şili, Kore, Japonya, Tayvan, Güneydoğu Asya, Nepal, Güney Pakistan, İran, başta Yunanistan olmak üzere Avrupa, Amerika'nın özellikle Florida, Alabama, Louisiana, Kaliforniya gibi eyaletleri ve Hawaii'de yetiştirilmektedir (Anonim, 2011). Çin yılda 18 000 tonun üzerindeki hasat

kapasitesiyle en büyük kamkat üreticisidir (Love ve ark., 2017).

*Fortunella Margarita Swingle* başta olmak üzere kamkat türleri şu şekilde sıralanabilir: *Fortunella japonica*, *Fortunella crassifolia*, *Fortunella hindsii Swingle* ve *Fortunella obovata*, *Fortunella polyandra Tanaka* (Wang ve ark., 2012; Peng ve ark., 2013). *Fortunella Margarita* nagami kamkat, *Fortunella crassifolia* jingdan veya meiwa kamkat, *Fortunella hindsii* Hong Kong vahşi kamkat, *Fortunella japonica* marumi kamkat olarak da bilinmektedir (Love ve ark., 2017). Nagami kamkat oval kamkat olarak da bilinmekle beraber 2-5 çekirdekli, koyu turuncu renkli, hoş aromalı bir kamkat türüdür. Marumi kamkat yuvarlak kamkat olarak da bilinmektedir. Meyve boyutu nagamiye kıyasla daha küçük, kabuğu daha ince ve tatlı, pürüzsüz, altın sarısıdır. 1-3 çekirdeğe sahip olup nagami türüne göre soğuğa daha dayanıklıdır. Meiwa kamkat ise tatlı kamkat olarak da adlandırılmakla beraber kalın bir kabuğa, tatlı meyve etine, suyuna ve çok az çekirdeğe sahiptir (Jarvis, 2017). Meiwa türünün nagami ve marumi türlerinin doğal bir hibriti olduğu düşünülmektedir. Çoğu meyvesinde çekirdek bulunmamaktadır. Tüketiciler tarafından taze tüketim için en uygun kamkat türü olarak meiwa kamkat tercih edilmektedir (Anonim, 2011).

Subtropikal bir ağaç olan kamkat, yavaş büyüyen, canlı, verimli, yaprak dökmeyen, çalı formunda bir ağaçtır (Güney ve ark., 2015). Boyları 2.5-4.5 metre arasında olup, genellikle 3, nadiren de 4.5 metrenin üzerindedir (Güney ve ark., 2015; Jarvis, 2017; Love ve ark., 2017). Kamkat ağacının; dalları seyrek, az dikenli veya dikensiz, yaprakları küçük, parlak ve koyu yeşil, çiçekleri ise beyazdır. Hidrofilik bir ağaçtır, uzun kuraklık dönemlerinde sulanma ihtiyacı vardır ve su kıyısındaki yerlerde yetişen ağaçlarda meyve verimi yüksektir (Güney ve ark., 2015). Sıcaklığa toleranslı, kuraklık ve sele karşı duyarlıdır (Love ve ark., 2017). Meyveler Kasım ayından Nisan ayına kadar hasat

edilmektedir. Bitki kışın uyku periyoduna girdiğinden soğuğa karşı dayanıklıdır (Jarvis, 2017).

Kamkat hem sahada hem de saksıda yetiştirilebilen bir bitkidir. İklim ve toprak isteği diğer turunçgil meyvelerine benzemektedir. Daha dayanıklı bir meyve olan kamkat için ideal toprak tınlı ve derin topraklardır. Tohumdan yetiştirildiğinde kökler iyi gelişmediğinden, kamkat genellikle portakal anaçlarına aşı ile yetiştirilir. Kamkatı aşılama için misket limonu ve greyfurt ağaçları da uygundur. Bitkiyi beslemek amacıyla narenciyelere uygun gübreler veya azot, fosfor, potasyumlu gübreler tercih edilmektedir. Budama ihtiyacı yoktur fakat şekil vermek için budama yapılabilir. Akdeniz meyve sineği bitkinin en önemli zararlısıdır. Rutin ilaçlamalarla meyve sineğinin zararı engellenebilir (Jarvis, 2017; Love, 2017).

Kamkat 2-4 °C'de depolandığında, ticari depolarda 1-2 ay, ev tipi buzdolaplarında ise 2-3 hafta bozulmadan kalabilmektedir. Oda sıcaklığında ise 1-2 gün dayanabilmektedir. Bütün, dilimlenmiş ya da suyu sıkılmış meyveler dondurularak da muhafaza edilmektedir (Barreca

ve ark., 2011). Ayrıca şeker şurubu şeklinde gıda endüstrisinde de kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2012).

Taze olarak meyve salataları ve içeceklere eklenebildiği gibi; şeker, marmelat, şarap, likör, turşu ve sos gibi ürünlere de işlenmektedir (Sadek ve ark., 2009; Barreca ve ark., 2011; Wang ve ark., 2012; Peng ve ark., 2013). Kamkat meyve çayı ise kamkatın Tayvan'daki özel bir tüketim şeklidir (Peng ve ark., 2013).

**Besinsel Özellikleri:** Kamkat; pektin, kalsiyum, fosfor, demir, vitaminler, karotenoidler, flavonoidler ve uçucu yağlar açısından zengin, antioksidan kapasitesi ve fitokimyasal içeriği yüksek bir meyvedir (Wang ve ark., 2012; Liu ve ark., 2018). Yüksek besin değeri ve terapötik özellikleri nedeniyle *Fortunella* türlerinin meyveleri ve yaprakları geleneksel Çin halk tıbbında kullanılmaktadır (Sadek ve ark., 2009). Çizelge 1'de kamkatın Amerika ulusal gıda kompozisyonu veritabanına (USDA) göre, 100 gram çiğ yenilebilir porsiyonundaki besin içeriği ile diğer bazı narenciyelerin besin içeriğinin karşılaştırması verilmiştir (Anonim, 2016).

**Çizelge 1.** Kamkatın ve Diğer Bazı Narenciyelerin Kimyasal Kompozisyonu (Anonim, 2016)

Meyve	Su (g)	Enerji (kcal)	Protein (g)	Yağ (Toplam) (g)	Karbonhidrat (g)	Diyet Lif (Toplam) (g)
Çiğ Bütün Kamkat	80.85	71	1.88	0.86	15.90	6.5
Portakal	86.75	47	0.94	0.12	11.75	2.4
Mandarin	85.17	53	0.81	0.31	13.34	1.8
Greyfurt	90.89	32	0.63	0.10	8.08	1.1
Limon	88.98	29	1.10	0.30	9.32	2.8

Kamkatın besin içeriğinin önemli bir kısmını karbonhidratlar, karbonhidrat içeriğinin önemli bir kısmını ise şekerler oluşturmaktadır. Kamkat; 10.36 g 100 g<sup>-1</sup> fruktoz, 9.47 g 100 g<sup>-1</sup> glikoz ve 12.42 g 100 g<sup>-1</sup> sakaroz içermektedir (Shanmugavelan ve ark., 2013). Bu değerler sırasıyla; portakalda 2.15 - 2.00 - 2.08, mandarinde 1.29 - 1.15 - 3.21, greyfurtta 2.20 - 2.02 - 2.43 ve limonda 0.58 - 0.51 - 0.28 g 100 g<sup>-1</sup>'dir (Anonim, 2017). Diğer narenciyelerle

kıyaslandığında kamkatın şeker içeriği daha fazladır. Buna karşın buruk tadı yapısındaki flavonoidler ve terpenoidlerden kaynaklanmaktadır (Wang ve ark., 2012).

Diğer narenciyelere kıyasla kamkatın su içeriği düşük, enerji değeri ise yüksektir. Toplam protein, karbonhidrat, yağ ve diyet lif içeriği bakımından da diğer narenciye meyvelerinden zengindir (Anonim, 1972; Anonim, 2016; Anonim, 2017).

Kamkatın demir, kalsiyum, magnezyum ve sodyum içeriği, portakal, mandarin, greyfurt ve limondan yüksektir. Kamkatın A vitamini değeri greyfurt ve mandarinden düşük, portakal ve limondan yüksektir (Anonim, 2016; Anonim, 2017). B<sub>2</sub> vitamin içeriğinin fazla olması, antioksidanlık ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi açısından kamkatın besinsel önemini göstermektedir (Vinci ve ark., 1995). Taze kamkatın yenilebilir kısımlarının askorbik

asit içeriği 43.9 - 55.29 mg 100 g<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Kamkatın C vitamini içeriği mandarin ve greyfurttan yüksek, portakal ve limondan düşük olmasına karşın, değerler arasında çok fazla bir fark yoktur (Vinci ve ark., 1995; Anonim, 2016). Çizelge 2’de kamkat ve diğer bazı narenciyelerin mineral madde kompozisyonları, Çizelge 3’te ise vitamin içerikleri verilmiştir (Anonim, 2016).

**Çizelge 2.** Kamkat ve Diğer Bazı Narenciyelerin Mineral Madde Kompozisyonu (mg 100 g<sup>-1</sup>) (Anonim, 2016)

Meyve	Fe	Ca	K	Mg	P	Na	Zn
Kamkat	0.86	62	186	20	19	10	0.17
Portakal	0.10	40	181	10	14	0	0.07
Mandarin	0.15	37	166	12	20	2	0.07
Greyfurt	0.09	12	139	8	8	0	0.07
Limon	0.60	26	138	8	16	2	0.06

**Çizelge 3.** Kamkat ve Diğer Bazı Narenciyelerin Vitamin İçeriği (Anonim, 2016)

Meyve	Vitamin A (RAE) (µg)	Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	Vitamin C (mg)	Riboflavin (mg)
Kamkat	15	0.036	43.9	0.090
Portakal	11	0.060	53.2	0.040
Mandarin	34	0.078	26.7	0.036
Greyfurt	46	0.042	34.4	0.020
Limon	1	0.080	53.0	0.020

#### Uçucu Yağ İçeriği ve Kompozisyonu:

Kamkatın uçucu yağ kompozisyonu, diğer aromatik bitkilerde olduğu gibi meyvenin lezzet ve aroma profiline katkıda bulunmakta, ayrıca polifenoller, flavonoidler ve karotenoidler gibi besinsel değeri olmayan fitokimyasal madde içeriğiyle de insan sağlığında önemli rol oynamaktadır (Wang ve ark., 2012; Güney ve ark., 2015). Kamkatın bütün türlerinin çoklu doymamış yağ asidi içerikleri (PUFA), doymuş (SFA) ve tekli doymamış yağ asidi (MUFA) içeriklerinden fazladır (Güney ve ark., 2015). Bütün türler için, toplam içerikte diğerlerine kıyasla fazla olan bileşikler sırasıyla; SFA’da palmitik asit (C16:0), MUFA’da oleik asidin metil esteri (C18:1n-9) ve *Fortunella hindsii* haricinde PUFA’da linoleik asidin metil esteri (C18:2n6) olarak dikkat çekmektedir (Güney ve ark., 2015).

*Fortunella crassifolia* türünün kabuğundaki uçucu yağ kompozisyonunu sırasıyla; % 85.42 ile terpenler, % 3.3 ile alkoller, % 1.8 ile ketonlar, % 1.72 ile esterler ve % 0.18 ile aldehitler oluşturmaktadır (Wang ve ark., 2012). *Fortunella japonica*’da kabuktaki uçucu yağın % 89’unu terpenler, % 3.2’sini doymamış yağ asitleri, % 10.3’ünü diğer bileşikler; çekirdekdeki uçucu yağın ise % 83.8’ini terpenler, % 7.3’ünü doymamış yağ asitleri, % 3.8’ini diğer bileşikler oluşturmaktadır (Shafaghatlonbar ve Nouri, 2015). *Fortunella margarita*’da, hem bütün meyvedeki hem de kabuk kısmındaki uçucu yağ bileşiminde en büyük payı monoterpenler almaktadır (Peng ve ark., 2013). Çizelge 4’te farklı kamkat türlerinin uçucu bileşen kompozisyonu verilmiştir (Güney ve ark., 2015).

**Çizelge 4.** Kamkat Türlerinin Uçucu Bileşen Kompozisyonu (Güney ve ark., 2015)

Bileşen (%)	<i>F. hindsii</i>	<i>F. crassifolia</i>	<i>F. obovata</i>	<i>F. margarita</i>
Esterler	0.39	-	2.51	-
Terpenler	94.54	91.49	87.28	92.08
Alkoller	2.57	0.90	2.82	3.69
Aldehitler	2.07	1.71	6.08	-
Diğer	0.43	2.21	3.82	4.23

**Çizelge 5.** Kamkat Türlerinin Majör Terpen Bileşik Oranları (%)

Tür	D-Limonen	$\beta$ -Mirsen	Germakrin D	Kaynaklar
<i>F. hindsii</i>	72.05	2.13	-	(Güney ve ark., 2015)
<i>F. crassifolia</i>	70.70	3.56	-	(Güney ve ark., 2015)
<i>F. japonica</i> (Kabuk)	51.0	8.5	12.1	(Shafaghathlonbar ve Nouri, 2015)
<i>F. japonica</i> (Çekirdek)	47.1	9.4	6.3	(Shafaghathlonbar ve Nouri, 2015)
<i>Fortunella margarita</i> (Kabuk)	95.06	1.52	1.2	(Peng ve ark., 2013)
<i>Fortunella margarita</i>	93.8	2.7	1.34	(Fitsiou ve ark., 2016)

Çizelge 5'te ise değişik kamkat türlerinin farklı fraksiyonlarındaki majör terpen bileşiklerinin oranları verilmiştir.

Kamkatın d-limonen içeriği; limon (% 65), mandarin (% 86 - 90) ve portakalın (% 88 - 90) d-limonen içeriğinden yüksektir (Güney ve ark., 2015). Ayrıca *F. japonica* türünün meyvelerinin ve *F. crassifolia* türünün kabuk kısmının uçucu yağ bileşiminde linalool oransal olarak fazla bulunmakla birlikte, *F. margarita* türünün hem kabuklarındaki hem meyvelerindeki uçucu yağ; linalool, terpinen-4-ol ve a-terpineol gibi terpen alkollerini fazla miktarda ihtiva eder (Quijano ve Pino, 2006; Wang ve ark., 2012; Peng ve ark., 2013). Kamkatın karakteristik aromasını veren bileşik sitronelil asetatdır (Choi, 2005).

**Fenolik Bileşik İçeriği ve Kompozisyonu:** Kamkat (*F. margarita*); portakal, mandarin, bergamot, limon, kalamondin ve greyluft arasında yüksek fenolik bileşik içeriğine ve düşük flavonoid içeriğine sahip bir meyvedir. Bileşimindeki hesperidin ve didymin miktarı, diğer flavonoid glikozitlerinin miktarından fazladır. Kamkat kabuğu, meyve etine kıyasla flavonoid ve flavonoid glikozitlerini daha fazla içermektedir (Ramful ve ark., 2010).

*Fortunella margarita* türünün kabuk kısmındaki önemli fenolik gruplar C-glikolize ile

O-glikolize flavonlar, C-glikolize ile O-glikolize flavanonlar, flavonoller ve kalkonlardır. Sinapik asit, p-kumarik asit ve klorojenik asit (esterler) ile bunların türevleri ise nagami kamkat kabuğunun bileşimindeki baskın fenolik bileşiklerdir (Sadek ve ark., 2009). Olgunlaşmamış kamkatta flavonoid kompozisyonunun % 90'ını C-glikolize bileşikler, % 10'unu O-glikolize bileşikler, olgunlaşmış kamkatta ise flavonoid kompozisyonunun % 93.2'sini C-glikolize bileşikler, % 6.8'ini O-glikolize bileşikler oluşturmaktadır. Hem olgunlaşmış hem olgunlaşmamış kamkatta C-glikolize majör bileşen 3',5'-Di-C- $\beta$ -glukopiranozilfloretilin (DGPP) ve O-glikolize majör bileşen fortunellindir (Lou ve ark., 2016). Genel olarak flavonoidlerdeki majör bileşik ise yine DGPP'dir (Ogawa ve ark., 2001; Barreca ve ark., 2011; Lou ve ark., 2015). Olgunlaşmamış kamkattaki (*F. margarita*) diğer iki önemli bileşik ise margariten ve izomargaritendir (Lou ve ark., 2015). Ayrıca kamkatta hem fenolik hem de flavonoid bileşik içeriği olgunlaşmayla azalmaktadır (Barreca ve ark., 2011; Lou ve ark., 2016). Çizelge 6'da olgunlaşmış ve olgunlaşmamış kamkatın (*F. margarita*) farklı çözücülerle elde edilen toplam fenolik bileşik içeriği ile toplam flavonoid içeriği verilmiştir

(Lou ve ark., 2016). Çizelge 7’de ise dört kamkat türünün kabuk, yaprak ve meyve suyundaki DGPP içeriği verilmiştir. DGPP, narirutin, naringin, hesperidin ve neohesperidin gibi turunçgil flavonoidlerine göre daha özgün bir flavonoid glikozitidir. *Fortunella* türleri naringenin C-glikolizasyonundan oluşan baskın bir flavonoid-biyosentetik yola sahip olup, floretin ve flavon yapıları C-glikolizasyondan sonra oluşmaktadır. Bu

nedenle DGPP kamkat türünün karakteristik bileşimidir (Ogawa ve ark., 2001). Fenolik gruba bir 3,3-dimetilalil zincirin bağlanmasıyla ferulik asitten türetilen sekonder metabolit olan boropinik asit, nadir oluşan ikincil metabolit ve biyolojik aktif bir üründür. Kamkatın boropinik asit içeriği limon, portakal, mandarin, misket limonu, greycourt ve ağaç kavunundan fazladır (Genovese ve ark., 2014).

Çizelge 6. Olgunlaşmış ve Olgunlaşmamış Kamkatta Toplam Fenolik Bileşik ve Flavonoid İçeriği (Lou ve ark., 2016)

Çözücü		Toplam Fenolik				Toplam Flavonoid			
		Olgunlaşmamış		Olgunlaşmış		Olgunlaşmamış		Olgunlaşmış	
		Kabuk	M. Eti	Kabuk	M. Eti	Kabuk	M. Eti	Kabuk	M. Eti
		(GAE mg 100g <sup>-1</sup> kuru ekstrakt)				(QE mg 100g <sup>-1</sup> kuru ekstrakt)			
Sıcak Su	80°C	3000	1540	1362	799	288	156	173	98
	90°C	2984	1930	1042	768	326	207	153	95
	100°C	2346	1477	1014	861	265	159	160	103
Etanol	% 50	1848	1129	919	746	132	53	54	28
	% 60	1823	1093	956	720	147	72	68	25
	% 70	1836	1139	937	733	179	80	80	44
	%80	1832	1206	984	724	215	55	93	36
	%95	1537	1204	551	571	241	90	122	46
Metanol		2082	1375	1096	848	218	57	128	56

Çizelge 7. Kamkat Türlerinin DGPP İçeriği (Ogawa ve ark., 2001)

Tür	DGPP İçeriği (mg g <sup>-1</sup> , kuru ağırlık)		
	Kabuk	Meyve Suyu	Yaprak
Meiwa	6.5	2.6	60.2
Marumi	6.8	1.5	47.6
Nagami	15.2	4.6	46.1
Malayan	10.1	10.5	21.3

**Antioksidan Kapasitesi:** Fenolik bileşik içeriği diğer narenciyelerden fazla olan kamkat, yüksek TEAC ve FRAP değerleri ile düşük IC<sub>50</sub> değerine sahip olup, narenciyeler arasında yüksek antioksidan aktiviteye sahip bir meyve konumundadır. Kamkatın içeriğindeki fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesi üzerindeki etkisi, aralarındaki güçlü korelasyondan kaynaklanmaktadır. Fakat antioksidan kapasiteyi birden çok fitokimyasal maddenin sinerjik etkisi oluşturmaktadır (Ramful ve ark., 2011).

Olgunlaşmamış kamkat kabuğundan izole edilen fenolik bileşiklerden DGPP ve

margariten, DPPH radikal yakalama potansiyeli üzerinde en etkili iki bileşiktir (Lou ve ark., 2016). Olgunlaşmış kamkattan (*F. japonica*) elde edilen meyve suyu DPPH radikallerine karşı olgunlaşmamış kamkattakinden daha fazla etkinlik göstermektedir. Antioksidan aktivitenin DPPH’de yaklaşık % 79’unu ve ABTS’de yaklaşık % 93’ünü oluşturmasıyla flavonoidler, olgunlaşmamış kamkatın antioksidan aktivitesinin büyük bir kısmından sorumlu bileşiklerdir. Buna karşın, olgun kamkat suyunun toplam flavonoid içeriği, antioksidan aktivite üzerinde DPPH’de yaklaşık % 34 ve

ABTS'de yaklaşık % 38 etkinlik göstermektedir. Bu durum olgun kamkat suyundaki antioksidan aktivitede diğer bileşenlerin de sorumlu olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca DPPH radikal yakalama aktivitesinin neredeyse yarısını (yaklaşık olarak olgun örnekte % 40 ve olgunlaşmamış örnekte % 57) ve ABTS radikal yakalama aktivitesinin ise neredeyse tamamını (yaklaşık olarak olgun örnekte % 84 ve olgunlaşmamış örnekte % 81) kamkatın majör fenolik bileşiği olarak tanımlanan DGPP oluşturmaktadır (Barreca ve ark., 2011).

Kamkat (*F. japonica*) kabuk ve çekirdeğinin uçucu yağı da önemli antioksidan aktiviteye sahiptir (Shafaghatlonbar ve Nouri, 2015). Narenciyelerde meyve kabuğu güçlü antioksidan aktiviteye sahip olmasına karşın, meyvenin diğer bölümlerine kıyasla küçük bir kısmı oluşturmakta ve tüketilmemektedir. Bununla birlikte, kamkat kabuğuyla beraber tüketildiğinden, antioksidan etkinlik ve serbest radikal yakalama potansiyeliyle, sağlığa etkisi açısından diğer turuncgillerden daha avantajlı bir konumdadır (Kondo ve ark., 2005).

Ayrıca kamkat esansiyel yağı hem *Saccharomyces cerevisiae* hem de *Aspergillus niger* üzerinde önemli derecede antifungal özellik göstermektedir. Ayrıca kamkat uçucu yağının kanser hücrelerine karşı antiproliferatif etkisi de vardır (Fitsiou ve ark., 2016).

**İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi:** *Fortunella* türlerinin meyve ve yaprakları geleneksel Çin halk tıbbında, özellikle soğuk algınlığı ve öksürük için yüzyıllardır kullanılmakla beraber, antidepresan, balgamın atılması ve alkol zehirlenmesinin azaltılması için de kullanılmaktadır (Ogawa ve ark., 2001; Güney ve ark., 2015; Liu ve ark., 2018). Kamkat iyi bir vitamin ve antioksidan kaynağı olup; ateş, safra kesesi taşı, hazımsızlık, karın ağrısı, hepatit, yüksek tansiyon, iltihaplı hastalıklar, astım, öksürük, zatürre, nefes darlığı ve boğmaca gibi hastalıkların hafifletilmesi ve/veya iyileştirilmesinde tıbbi olarak da

kullanılabilmektedir (Elabd, 2007; Ramful ve ark., 2011; Love ve ark., 2017). Ayrıca kamkat yağı alerjilere, enflamatuar hastalıklara, kansere, kılcal kırılmalı ve damar sertliğine karşı terapötik etki göstermektedir (Güney ve ark., 2015).

Kamkat kabuk yağının içeriğindeki monoterpenler antitümör etki göstermekte, majör monoterpen olan d-limonen ise kanseri önlemektedir (Güney ve ark., 2015). Kamkatta tespit edilen 4'-geraniloksiferulic asit, fare deneylerinde antienflamatuar, nöroprotektif ve kolon kanserine karşı kemopreventif etki göstermektedir (Genovese ve ark., 2014). Kamkattaki kriptoksantin, zeaksantin ve lutein göz sağlığında faydalıdır (Love ve ark., 2017). Kamkat meyve çayı solunum yolu hastalıkları için iyileştiricidir. Kamkatın majör fenolik bileşiği olan DGPP, tirozinaz aktivitesini inhibe etmekte, floretin ile asasetin kanseri önleyici etki, fotunellin antibakteriyel aktivite, poncirin ise mide hastalıklarına karşı koruyucu etki göstermektedir (Lou ve ark., 2016). Sağlık için iyi bir antioksidan kaynağı olan kamkat, antimikrobiyal özelliğiyle de gıdaların korunmasında sentetik koruyuculara karşın doğal bir alternatiftir (Sadek ve ark., 2009; Fitsiou ve ark., 2016).

## SONUÇ

Kamkat besin değeri yüksek ve kolay erişilebilir biyoaktif madde potansiyeli olan bir meyvedir. Kamkat reçeli beslenmede, bazı mineral maddelerin alımı için iyi bir kaynaktır (Turgut ve ark., 2015). Kamkat likörü parlak, yarı saydam rengi ve hoş aromasıyla tüketime uygun, iyi bir içki alternatifidir (Zhang ve Liu, 2010). Düşük kalorili meyveli yoğurt üretiminde, doğal bir tatlandırıcı olarak kamkat meyvesinin kullanımı uygundur (Mousa ve ark., 2011). Kabuğuyla birlikte bütün olarak tüketilebilmesi, diğer narenciyelere kıyasla fenolik bileşikler gibi biyoaktif maddelerin alımında kamkatta avantaj sağlamaktadır. Kamkat ilaç endüstrisinde, farmasötik alanda

veya gıda endüstrisinde, fonksiyonel gıda üretiminde yeni fırsatlar sunan önemli bir meyvedir (Aruoma ve ark., 2012; Genovese ve ark., 2014; Güney ve ark., 2015; Fitsiou ve ark., 2016)

## KAYNAKLAR

- Anonim, 1972. Food composition table for use in East Asia, <http://www.fao.org/docrep/003/X6878E/X6878E09.htm> (Erişim Tarihi: 07.11.2017).
- Anonim., 2011. Kumquats and kumquat hybrids *Citrus japonica* Thunb. (formerly *Fortunella Swingle*), <http://citruspages.free.fr/kumquats.html#nagami> (Erişim Tarihi: 27.10.2017).
- Anonim., 2016. United States Department of Agriculture USDA Food Composition Databases, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2254?manu=&fgcd=&ds=>, (Erişim Tarihi: 03.11.2017).
- Anonim., 2017. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, <http://www.turkomp.gov.tr> (Erişim Tarihi: 07.11.2017).
- Aruoma OI, Coles LS, Landes B, Repine JE, 2012. Functional benefits of ergothioneine and fruit- and vegetable-derived nutraceuticals: Overview of the supplemental issue contents. *Preventive Medicine*, 54, 4-8.
- 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, 2190-2197.
- Choi HS, 2005. Characteristic odor components of kumquat (*Fortunella japonica Swingle*) peel oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (5): 1642-1647.
- Elabd EAEM, 2007. Phytochemical and biological studies on *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle (Kumquat) (*Rutaceae*) growing in Egypt, Pharmacognosy Department National Research Centre, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Fitsiou E, Mitropoulou G, Spyridopoulou K, Tiptiri-Kourpeti A, Vamvakias M, Bardouki H, Panayiotidis MI, Galanis A, Kourkoutas Y, Chlichlia K, Pappa A, 2016. Phytochemical profile and evaluation of the biological activities of essential oils derived from the Greek aromatic plant species *Ocimum basilicum*, *Mentha spicata*, *Pimpinella anisum* and *Fortunella margarita*. *Molecules*, 21, 1069.
- Genovese S, Fiorito S, Locatelli M, Carlucci G, Epifano F, 2014. Analysis of biologically active oxyphenylated ferulic acid derivatives in citrus fruits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 69, 255-260.
- Güney M, Öz AT, Kafkas E, 2015. Comparison of lipids, fatty acids and volatile compounds of various kumquat species using HS/GC/MS/FID techniques. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (6): 1268-1273.
- Jarvis BJ, 2017. Get acquainted with kumquat. Pasco County Cooperative Extension, Florida.
- Kondo S, Katayama R, Uchino K, 2005. Antioxidant activity in meiwa kumquat as affected by environmental and growing factors. *Environmental and Experimental Botany*, 54, 60-68.
- Liu Y, Liu Y, Liu Y, Liu H, Shang Y, 2018. Evaluating effects of ellagic acid on the quality of kumquat fruits during storage. *Scientia Horticulturae*, 227, 244-254.
- Lou SN, Lai YC, Huang JD, Ho CT, Ferng LHA, Chang YC, 2015. Drying effect on flavonoid composition and antioxidant activity of immature kumquat. *Food Chemistry*, 171, 356-363.
- Lou SN, Lai YC, Hsu YS, Ho CT, 2016. Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds of kumquat extracted by different solvents. *Food Chemistry*, 197, 1-6.
- Love K, Bowen R, Fleming K, 2017. Twelve fruits with potential value-Added and culinary uses. University of Hawai'i College of Tropical Agriculture and Human Resources, 13-15.



- Mousa RAS, El-Rahman HAA, El-Massry FHM, 2011. Effect of some natural sweeteners on yoghurt with fruit (kumquat) during storage. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 89 (3): 1039-1051.
- Ogawa K, Kawasaki A, Omura M, Yoshida T, Ikoma Y, Yano M, 2001. 3',5'-Di-C- $\beta$ -glucopyranosylphloretin, a flavonoid characteristic of the genus *Fortunella*. *Phytochemistry*, 57, 737-742.
- Peng LW, Sheu MJ, Lin LY, Wu CT, Chiang HM, Lin WH, Lee MC, Chen HC, 2013. Effect of heat treatments on the essential oils of kumquat (*Fortunella margarita* Swingle). *Food Chemistry*, 136, 532-537.
- Quijano CE, Pino JA, 2006. Volatile compounds of round Kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) peel oil from Colombia. *Journal of Essential Oil Research*, 21 (6): 483-485.
- Ramful D, Bahorun T, Bourdon E, Tarnus E, Okezie I, Aruoma OI, 2010. Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: Potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicology*, 278, 75-87.
- Ramful D, Tarnus E, Aruoma OI, Bourdon E, Bahorun T, 2011. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Research International*, 44, 2088-2099.
- Sadek ES, Makris DM, Kefalas P, 2009. Polyphenolic composition and antioxidant characteristics of kumquat (*Fortunella margarita*) peel fractions. *Plant Foods of Human Nutrition*, 64, 297-302.
- Shafaghatlonbar A, Nouri A, 2015. Chemical constituents and antioxidant activity of essential oil and organic extract from the peel and kernel parts of *Citrus japonica* Thunb. (Kumquat) from Iran. Formerly *Natural Product Letters*, 30 (9): 1093-1097.
- Shanmugavelan P, Kim SY, Kim JB, Kim HW, Cho SM, Kim SN, Kim SY, Cho YS, Kim HR, 2013. Evaluation of sugar content and composition in commonly consumed Korean vegetables, fruits, cereals, seed plants, and leaves by HPLC-ELSD. *Carbohydrate Research*, 380, 112-117.
- Turgut DY, Gölükücü M, Tokgöz H, 2015. Kamkat (*Fortunella margarita* Swingle) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Derim*, 32 (1): 71-80.
- Vinci G, Rot F, Mele G, 1995. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. *Food Chemistry*, 53, 211-214.
- Wang YW, Zeng WC, Xu PY, Lan YJ, Zhu RX, Zhong K, Huang YN, Gao H, 2012. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) peel. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 3382-3393.
- Zhang P, Liu X, 2010. Development of oval kumquat liqueur. *China Academic Journals full-text database, Liquor-Making Science & Technology*, 2010-02.