



Kamkatın muhafazası ve çeşitli gıdaların üretiminde kullanımı

Nuray Can^{1*}, Meryem Badayman²

¹İstanbul Aydın Üniversitesi, Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi Programı, İstanbul, Türkiye
²İstanbul Aydın Üniversitesi, Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı, İstanbul, Türkiye

*Corresponding author: nurayc@aydin.edu.tr
Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-2410-9487>

Received : 28/12/2021
Accepted : 10/04/2022

Özet: Rutaceae familyasının *Fortunella* cinsine ait olan kamkat, küçük meyveleri olan bir ağaçtır. Kamkat, anavatanı olan Çin'in yanı sıra Japonya, Amerika, Avustralya, Güney Afrika, Porto Riko, Guatemala, Kolombiya, Brezilya ve Hindistan'da yetiştirilmektedir. Meiwa (*Fortunella crassifolia*), Hong Kong (*F. hindsii*), marumi (*F. japonica*), nagami (*F. margarita*), *F. obovata* ve *F. polyandra* gibi türleri bulunmaktadır. Çapı 2 cm, ağırlığı 10 g olan kamkat meyvesinin şekli yuvarlak veya oval olup tadı ekşidir. Rengi turuncu sarı kabuğu ise tipik bir aromaya sahip, tatlı ve yenilebilirdir. Lif, şeker ve mikroelementler yönünden zengin olan kamkat meyvesinin hasat sonrası raf ömrü, *Penicillium*'un etkisinden dolayı nispeten kısadır ve bu da yüksek düzeyde çürüme ile sonuçlanmaktadır. Ticari soğuk depolarda 2-4°C'de 1-2 ay, ev tipi buzdolabında ise 2-3 hafta, kalitede önemli kayıp olmadan muhafaza edilebilmekte, oda sıcaklığında ise yalnızca birkaç gün dayanmaktadır. Kamkatın kalitesini korumak ve raf ömrünü artırmak için çeşitli teknolojiler uygulanmaktadır. Bu uygulamalar, düşük sıcaklık, kurutma, modifiye atmosfer paketleme ve kaplama gibi bazı yöntemlerdir. Kamkat taze olarak tüketilebildiği gibi reçel, marmelat, jöle, sos, şurup, likör, şarap, turşu, şekerleme, sorbe, sufle gibi çeşitli yiyecek tariflerinde kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde kamkat meyvesinin taze veya kurutulmuş olarak kullanılması, püre veya toz haline getirilerek kullanılması gibi uygulamaların çeşitli gıdaların aroma, renk, tekstürel özellikler ve besin değerine etkilerinin araştırıldığı görülmektedir. Kamkat meyve tozunun bisküvi, kek, püresinin dondurma, yoğurt ve fonksiyonel içecek eldesinde kullanıldığı çalışmaların yanı sıra kamkattan meyve suyu, reçel, sirke, likör ve şarap gibi ürünlerin üretimi ve üretim parametrelerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Bu derlemede kamkat meyvesi ile ilgili bilgilere yer verilmiş olup muhafazası ve gıda üretimindeki kullanım alanlarından bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kamkat, kamkatın muhafaza yöntemleri, kamkat ürünleri

Preservation of kumquat and its uses in the production of various foods

Abstract: Kumquat, which belongs to the *Fortunella* genus of the Rutaceae family, is a tree with small fruits. Kumquat is grown in Japan, America, Australia, South Africa, Puerto Rico, Guatemala, Colombia, Brazil and India as well as its homeland of China. There are species such as Meiwa (*Fortunella crassifolia*), Hong Kong (*F. hindsii*), marumi (*F. japonica*), nagami (*F. margarita*), *F. obovata* and *F. polyandra*. The kumquat fruit, which has a diameter of 2 cm and a weight of 10 g, is round or oval in shape and has a sour taste. Its color is orange-yellow and the peel, which has a typical aroma, is sweet and edible. The post-harvest shelf life of kumquat fruit, which is rich in fiber, sugar and microelements, is relatively short due to the effect of *Penicillium*, and this causes a high level of rot. It can be stored for 1-2 months in commercial cold stores at 2-4°C, 2-3 weeks in domestic refrigerators, without significant loss in quality, and only a few days at room temperature. Various technologies are applied to preserve the quality of kumquat and increase its shelf life. These applications are some methods such as low temperature, drying, modified atmosphere packaging, and coating. Kumquat can be consumed fresh as well as used in various food recipes such as jam, marmalade, jelly, sauce, syrup, liqueur, wine, pickles, candy, sorbet, soufflé. When the literature is examined, it is seen that the effects of applications such as using kumquat fruit fresh or dried, using it as puree or powdered, on the aroma, color, textural properties and nutritional value of various foods. There are studies in which kumquat fruit powder is used in the production of biscuits and cakes, and kumquat fruit puree is used in the production of yogurt and functional beverage. In addition, studies have been carried out to determine the production and production parameters of products such as fruit juice, jam, vinegar, liquor and wine from kumquat. In this study, information about kumquat fruit is given and its storage and usage areas in food production are mentioned.

Keywords: Kumquat, preservation methods of kumquat, kumquat products

1. Giriş

Rutaceae familyasının *Fortunella* cinsine ait olan kamkat, Rutaceae familyasının bir başka üyesi *Citrus* cinsi ile akrabadır (Sadek ve ark. 2009). *Fortunella japonica*, *Fortunella margarita*, *Fortunella crassifolia* ve *Fortunella hindsii* tarımı yapılan başlıca türleridir (Lou ve Ho 2017). Bunlardan meiwa kamkat olarak adlandırılan *Fortunella crassifolia*, nagami kamkat olarak adlandırılan *Fortunella margarita* Hawai'de en yaygın yetiştirilen türler iken sırasıyla Hong Kong vahşi kamkat ve marumi kamkat olarak bilinen *Fortunella hindsii* ve *Fortunella japonica* ile birlikte *F. obovata*, ve *F. polyandra* Güneydoğu Asya'dan Japonya'ya kadar yetişen diğer türlerdir (Love ve ark. 2007). Uzun yıllardır meyvesinden faydalanmak veya süs bitkisi olarak ve hediye paketi ticaretinde kullanılmak üzere Çin, Japonya, Amerika, Avustralya, Güney Afrika, Porto Riko, Guatemala, Kolombiya, Brezilya ve Hindistan'da yetiştirilmektedir (Citrus pages 2021).

Kökleri iyi gelişmediğinden kamkat nadiren tohumdan yetiştirilmekte, genellikle portakal ve greylift ağaçlarına aşılama yoluyla yetiştirilmektedir. Kamkat ağacı subtropikal bir ağaç olarak kabul edilmekte ve düşük irtifadan 5000 ft'e kadar yüksekliklerde yetişebilmektedir. Yavaş büyüyen bir ağaçtır ve kış mevsiminde dinlenme dönemine girmektedir. Kuraklığa hassas, fakat geniş bir sıcaklık aralığına toleranslıdır (Love ve ark. 2007). Sıcaklık gereksinimi 26-37°C olmakla birlikte 10-15°C gibi düşük sıcaklıklara da, hasara uğramadan karşı koyabilmektedir. Deniz kenarı koşullarına uyum sağlayabildiği gibi iklimin pek çok turuncu için çok soğuk sayılabileceği bölgelerde de yetişebilmektedir. Ancak daha sıcak bölgelerde daha iyi yetişmekte ve daha büyük ve tatlı meyveler vermektedir (Abobatta 2016).

Bolca güneş ışığına ihtiyaç duyan kamkat ağaçları, toprak iyi drene edilmiş olduğu sürece çoğu toprak tipine ve pH'a uyum göstermektedir (Abobatta 2016). Her 4 ayda bir, çok amaçlı narenciye gübresi ile gübrenmesi ve kurak dönemlerde sulama yapılması kamkat ağacının sağlıklı ve üretken kalmasını sağlamaktadır (Love ve ark. 2007).

Boyu 1-2,5 m yüksekliğe ulaşabilen kamkat ağacı vazo şeklinde veya yuvarlak bir izdüşüme sahiptir. Ağacın açık yeşil renkli dalları dikensiz veya az dikenli olabilmektedir. Üst yüzeyi parlak koyu yeşil, alt yüzeyi ise açık yeşil renkli olan basit ve mızraksı yaprakları 3,25-8,6 cm uzunluğa sahiptir. İlkbaharda hoş kokulu beyaz çiçekler açmaktadır. Kış mevsiminin ortasında veya sonuna doğru kamkat meyveleri olgunlaşmaktadır (Abobatta 2016). Tamamen olgun ve turuncu olduğunda hasat edilen meyvelerde kusur olmamalı ve meyve sinekleri tarafından zarara uğratılıp uğratılmadığı dikkatle incelenmelidir (Love ve ark. 2007).

Ağırlığı yaklaşık 10 g, genişliği 1,6-4 cm olabilen kamkat meyvesi küresel, oval, yuvarlak veya yumurtamsı şekle sahiptir. Küçük meyve içi 3-6 parçadan meydana gelmektedir ve asitli veya yarı asitli ve ekşi tatta olup fazla sulu değildir. Kabuğu orta kalınlıkta, pürüzsüz yapıda ve

meyveye sıkıca bağlıdır. Rengi turuncu sarı olan kabuk, içerdiği flavonoid ve terpenoidler nedeniyle tipik bir aromaya sahip, tatlı ve yenilebilirdir. Meyve çekirdeği, küçük, sivri uçlu ve olgunlaşmanın başında yeşil renkli olup bazı meyvelerde bulunmamaktadır (Anonim 2021; Wang ve ark. 2012; Yıldız Turgut ve ark. 2015).

Vitaminler ve polifenoller gibi antioksidan ve antimikrobiyal aktivite sergileyen çeşitli besin ögesi ve fitokimyasalları içerdiği bilinen kamkat meyvesi çürümeye karşı çok hassastır. Genellikle *Penicillium digitatum* başta olmak üzere küflerin etkisiyle depolama sırasında oldukça çabuk bozulmaktadır (Schirra ve ark. 1995; Li ve ark. 2022). Soğuk depolama, meyve kalitesini korumak ve patojen gelişimini önlemek için iyi bir araç iken, çürüme gelişimini tamamen engelleyememektedir. Kamkatın kalitesini korumak ve raf ömrünü artırmak için çeşitli hasat sonrası teknolojiler uygulanmaktadır (Palma ve D'Aquino 2018). Genellikle kamkat meyvesi, çekirdekleri hariç olmak üzere kabuğu ile birlikte taze olarak tüketilmektedir. Bunun yanı sıra reçel, marmelat, jöle, sos, şurup, likör, şarap, turşu, şekerleme, sufle, sorbe ve Moğol eti yemeği yapımında kullanılabilir (Love ve ark. 2007; Sadek ve ark. 2009; Wang ve ark. 2012; Yıldız Turgut ve ark. 2015; Pinheiro-Sant'Ana ve ark. 2019). Literatürde kamkat meyvesinin taze veya kurutulmuş ya da püre ve toz haline getirilerek çeşitli gıdaların üretiminde kullanılmasına ve bu gıdaların bazı özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Bu derlemede kamkatın muhafazası ve gıda üretimindeki kullanımına yönelik yapılmış çalışmaların bir araya getirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada kamkatın farklı yöntemlerle muhafazası ve çeşitli gıdaların üretiminde kullanımı ile bu gıdaların bazı özellikleri üzerine etkisi konusunda yapılan ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmalar derlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kamkatın Kimyasal Bileşimi

Turuncu meyveleri, birbirlerinden önemli düzeyde farklı kimyasal profil sergilemektedir (Kim ve ark. 2021). Bunlar arasında kamkat, gerek besin öğeleri gerekse fitokimyasallar açısından mükemmel bir kaynak olması ile ön plana çıkmaktadır. Lif, şeker ve mikroelementler yönünden zengin ve besleyici bir meyve olan kamkatın besin içeriği ve sekonder metabolitlerinin nitelik ve niceliği, farklı kültürel uygulamalar, üretim alanları, iklim koşulları, genetik çeşitlilik gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Palma ve D'Aquino 2018). 100 g taze kamkatın besin öğeleri ve miktarları tablo 1'de gösterilmiştir.

Kamkatın karbonhidrat içeriği 12,42 g/100 g sukroz, 10,36 g/100 g fruktoz ve 9,47 g/100 g glukozdan oluşmaktadır (Shanmugavelan ve ark. 2013). Kamkat meyve suyunda baskın organik asit sitrik asit olup onu malik, tartarik ve maleik asit izlemektedir (Koh ve ark. 1993).

Tablo 1. Kamkatın besin öğeleri miktarı (USDA 2021)

Besin öğesi	Miktar	Besin öğesi	Miktar
Su	80,8 g	Kalsiyum	62 mg
Enerji	71 kcal	Demir	0,86 mg
Protein	1,88 g	Magnezyum	20 mg
Toplam lipid (yağ)	0,86 g	Fosfor	19 mg
Kül	0,52 g	Potasyum	186 mg
Karbonhidrat	15,9 g	Sodyum	10 mg
Diyet lif	6,5 g	Çinko	0,17 mg
C vitamini	43,9 mg	Bakır	0,095 mg
Tiamin	0,037 mg	Kolin	8,4 mg
Riboflavin	0,09 mg	A vitamini	15 µg
Niasin	0,429 mg	α-karoten	155 µg
Pantotenik asit	0,208 mg	β-kriptoksantin	193 µg
B6 vitamini	0,036 mg	Lutein + zeaksantin	129 µg
Folat	17 µg	E vitamini (α tokoferol)	0,15 mg

Çoklu doymamış yağ asidi miktarı, tekli doymamış ve doymuş yağ asidi miktarından fazla olan kamkatın lipid miktarı %0,26 ile %0,37 arasında değişmektedir. Yapısında en fazla bulunan doymuş yağ asitleri palmitik ve stearik asittir. Kamkatın tekli doymamış yağ asidi miktarı %19,28-%25,01 düzeyindedir ve en yüksek miktarda bulunan tekli doymamış yağ asidi oleik asittir. Doymuş ve tekli doymamış yağ asidi miktarı birbirine yakın olmasına rağmen çoklu doymamış yağ asidi miktarı bunların iki katı seviyesinde olan kamkat, %46,59-%52,03 oranında çoklu doymamış yağ asidi içermektedir. Bunun da %34,08 gibi önemli kısmını α-linoleik asit oluşturmaktadır. α-linolenik asit ve eikosapentaenoik asit de kamkatta bulunan çoklu doymamış yağ asitleri arasında yer almaktadır (Güney ve ark. 2015).

Kamkatın uçucu yağları turunçgillerde olduğu gibi kabukta yoğunlaşmıştır. Uçucu yağ kompozisyonunu 90'dan fazla bileşiğin oluşturduğu bildirilmektedir. Bunların arasında terpenler en tipik bileşik olup limonen en fazla bulunan terpendir ve tüm yağın %90'ından fazlasını oluşturmaktadır. Diğer önemli bileşenler ise mirsen (~%1,84), linalool (~%1,4) ve etil asetat (~%1,13). Kabuk yağındaki ana bileşen limonen olmakla birlikte kabuk yağının karakteristik aromasını veren bileşiğin sitronelil asetat olduğu ifade edilmektedir. Kamkat esansiyel yağları, terpenil alkol ve esterlerin daha fazla çeşidini ve seskiterpenleri daha yüksek miktarda içermesi ile turunçgillerden ayrılmaktadır (Palma ve D'Aquino 2018). Gıda endüstrisinde kamkat esansiyel yağları, aroma vermek, antioksidan ve antimikrobiyal etkisinden yararlanmak üzere kullanım imkanına sahiptir. Bu bağlamda ekstraksiyon yöntemi önem taşımakta olup kamkat esansiyel yağlarının hidrodilasyon yöntemiyle ekstraksiyonunda ultrason ve mikrodalga önışlemleri, esansiyel yağ kimyasal bileşimini belirgin bir şekilde etkilememekle birlikte ekstraksiyon verimini ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme aktivitesini artırmaktadır (Yu ve ark. 2021).

Kamkatın kabuğu, meyve etine göre fenolik bileşik ve flavonoid içerik yönünden daha zengindir. Olgunlaşmaya bağlı olarak meyvenin fenolik bileşik ve flavonoid içeriği azalmaktadır. Olgunlaşmış kamkat kabuk ve meyve etinde toplam fenolik bileşik miktarı kuru ekstraktta gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak sırasıyla 1362 mg GAE/100 g ve 799 GAE mg/100 g'dır. Olgunlaşmamış kamkat kabuk ve meyve etinde toplam fenolik bileşik miktarı sırasıyla 3000 GAE mg/100 g ve 1540 GAE mg/100 g (kuru ekstrakt)'dır (Lou ve ark. 2016). Kamkat meyve etindeki başlıca fenolik bileşikler ponsirin, didymin, isorhoifolin, hesperidin, narirutin olarak bildirilmiştir (Ramful ve ark. 2011). Kamkat kabuğundaki fenolik bileşikler oluşturan temel gruplar C-glikolize flavonlar, O-glikolize flavonlar, C-glikolize flavanonlar, O-glikolize flavanonlar, flavonoller, kalkanlar, fenolik asitler ve türevleridir (Sadek ve ark., 2009). İçerdiği flavonoid ve uçucu yağ gibi bileşenler sayesinde kamkat antioksidan kapasiteye sahiptir (Palma ve D'Aquino 2018). DPPH radikal süpürme aktivitesi ve demir iyonu indirgeyici antioksidan güç yöntemleri ile elde edilen sonuçlar, kamkat meyve kabuğunun farklı turunçgil kabukları ile kıyaslandığında en güçlü antioksidan kapasiteyi sergilediğini göstermiştir (Chen ve ark. 2021).

Meyvesi ekşi olan kamkatın tatlı olan kabuğu, terpenoid ve flavonoidler nedeniyle tipik bir aromaya sahiptir (Wang ve ark. 2012). Bu sayede çeşitli gıdaların üretiminde aroma verici etkisinden yararlanmak üzere kullanımına yönelik çalışmalar yapılmıştır (Mousa ve ark. 2011; He ve ark. 2015; Aamer ve ark. 2017).

Kamkatta 11 karotenoid saptanmış olup bunların toplam miktarının 2185,16 µg/100 g olduğu bildirilmektedir. Bunlardan β-karoten, β-kriptoksantin, lutein ve zeaksantin serbest halde, sitraurin-kaproat, sitraurin-laurat, sitraurin-miristat, sitraurin-palmitat, kriptoksantin-laurat, kriptoksantin-miristat, kriptoksantin-palmitat esterleşmiş halde bulunmaktadır. β-sitraurin-laurat ve β-kriptoksantin-laurat kamkatta en fazla bulunan karotenoidlerdir (Pinheiro-Sant'Ana ve ark. 2019). Kamkat meyve eti oldukça az miktarda karotenoid içermesine rağmen, kabuk meyveye göre fazla miktarda karotenoid içermektedir. β-sitraurin (%16,6), (9Z)-violaksantin (%16,9), β-kriptoksantin (%11,4) ve violaksantin (%9,8) kabuktaki başlıca karotenoidlerdir (Agócs ve ark. 2007). Çeşitli meyve ve sebzelerde sarı, turuncu, kırmızı gibi renklerden sorumlu olan karotenoidler, kamkatta bulunan sağlığa faydalı ikincil metabolitler arasında yer almaktadır. Karotenoidlerin sağlığa faydalı etkileri arasında pro A vitamini aktivitesi göstermesi, antioksidan etkisi olması, kanser oluşumunu engellemesi yer almaktadır. Sağlık üzerine olumlu etkilerinin bulunmasının yanı sıra karotenoidlerin gıdalarda renklendirici olarak doğal ve yapay formları kullanılmaktadır (Ötleş ve Atlı 1997). Bu durum, karotenoid içeriği yüksek olan kamkatın gıda formülasyonlarında kullanılmasıyla ürünün rengini olumlu yönde etkileyeceği yönündeki görüşlere dayanak oluşturmaktadır. Nitekim kamkat ilavesinin bisküvi, kek, yoğurt, dondurma gibi ürünlerin rengini olumlu yönde etkileyebileceği gösterilmiştir (Mousa ve ark. 2011;

Çakmakçı ve ark. 2015; Aamer ve ark. 2017; Olcay 2019; Yıldız Turgut ve ark. 2019).

Yangılanma önleyici, antibakteriyal, antifungal, antiülser ve antitümör etkilerinin olduğu ifade edilen fitosteroller de kamkatın bileşiminde yer almaktadır (Ateş ve Veliöğlu 2005). Kamkatın 12,56 µg/g fitosterol içerdiği, bunun da kuru ağırlıkta 1,02 µg/g kampesterol, 1,33 µg/g stigmasterol, 7,04 µg/g sitosterol, 10,45 µg/g amirin, 8,43 µg/g lupenon'dan oluştuğu bildirilmektedir (Chen ve ark. 2017).

3.2. Kamkatın Muhafazası ve Depolanması

Amerika ulusal gıda kompozisyonu veri tabanına göre, 100 g taze kamkatın 80,8 g'ı sudan oluşmaktadır (USDA 2021). Bu da su oranı yüksek diğer meyve sebzeler gibi kamkatın kısa sürede bozulmasına neden olabilmektedir. Ayrıca turunçgil grubundaki meyvelerden biri olan kamkatın hasat sonrası raf ömrünün nispeten kısa olmasının bir nedeni de yüksek oranda *Penicillium* gibi patojenik bir mikroorganizmanın etkisiyle çürümesidir (Ladaniya 2008; Youssef ve ark. 2014). Günümüzde kamkatın depolanması sırasında amaçlanan yalnızca mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmaları önlemek değil aynı zamanda faydalı bileşenlerin yüksek oranda korunmasını sağlamaktır (Yıldız Turgut ve Topuz 2020). Taze 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 (Love ve ark. 2007).

Hasat sonrası depolama ve nakliye sürecinde su kaybı, esmerleşme, çürüme ve mekanik yaralanmalar nedeniyle besin değeri, aroma ve görünüş gibi niteliklerde bozulmalar meydana gelmekte ve depolama süresi kısalmaktadır (Hosseini ve ark. 2019). Bundan dolayı kamkatın raf ömrünü uzatabilecek çeşitli muhafaza yöntemleri üzerine araştırmalar yürütülmüş olup soğukta muhafaza, kurutma, UV-C uygulaması, bitki ekstraktları ve dezenfektan kullanımı ve kaplama bunlar arasında yer almaktadır.

Muhafaza yöntemlerinden biri olan kurutma işlemi ile meyvenin sahip olduğu su oranı ve su aktivitesi (a_w) değeri düşürülerek depolama esnasında mikrobiyolojik, kimyasal veya biyokimyasal yollarla bozulmasının ve kalitesini kaybetmesinin önlenmesi amaçlanmaktadır (Cemeroğlu 2011).

Farklı kurutma yöntemlerinin kamkatın bazı özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada, kamkat dilimlerinin bir kısmı kurutma öncesi haşlama işlemine tabi tutulmuş, bir diğer kısım ise herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan kurutulmuştur. Kamkat meyvesi, sıcak hava, mikrodalga destekli sıcak hava kurutma, ultrason destekli ozmotik ön kurutma sonrası sıcak hava ile tamamlayıcı kurutma ve vakum olmak üzere 4 ayrı kurutma işlemi uygulanarak nem oranı yaş baza göre %12±1 oluncaya kadar kurutulmuştur. Kurutma sonrası, düşük yoğunluklu polietilen torbalar içerisinde 100 g'lık kamkat dilimleri 4 ay boyunca 22-24°C oda sıcaklığında depolanmıştır. Depolama süresi boyunca her ay ürünlerin

nem miktarı, a_w , renk değerleri (L^* , a^* , b^* , kroma, hue açısı, toplam renk değişimi), 5-hidroksimetilfurfural (HMF) ve askorbik asit içerikleri bulunarak, bunlardaki değişim gözlemlenmiştir. Depolamanın sonunda nem içeriği ve a_w değerinde en yüksek artışın sırasıyla ön işlemlili ultrason destekli ozmotik ön kurutma sonrası sıcak hava ile tamamlayıcı kurutma ve sıcak hava ile kurutma yöntemleri ile kurutulan örneklerde belirlendiği bildirilmiştir. Örneklerin HMF değerleri incelendiğinde en yüksek artışın ön işlemsiz ultrason destekli ozmotik ön kurutma sonrası sıcak hava ile tamamlayıcı kurutma ve en düşük artışın ise ön işlemsiz mikrodalga destekli sıcak hava kurutma yönteminde gerçekleştiği araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek askorbik asit kaybının ön işlemlili ultrason destekli ozmotik ön kurutma sonrası sıcak hava ile tamamlayıcı kurutma, en düşük askorbik asit kaybının ise ön işlemsiz ultrason destekli ozmotik ön kurutma sonrası sıcak hava ile tamamlayıcı kurutma yönteminde tespit edildiği ortaya konmuştur (Yıldız Turgut ve Topuz 2020).

Kamkatın depolama süresine etki eden bir diğer uygulama meyvenin klor ile muamele edilmesidir. Sıcaklığı 22°C olan klor çözeltisine 30 saniye daldırılarak klorlanan meyvede 0. ve 7. günde görünür bir küf gelişimi gözlenmediği, 14. günde, yüzey alanının %4,48'inde küf oluşumunda dikkate değer bir artış olduğu ve 28. günde ise küf yayılımının yüzey alanının %13,62'sine ulaştığı tespit edilmiştir (Kassim ve ark. 2016). Klor çözeltileri kamkatta küflenmeyi geciktirmesi, az maliyetli ve uygulamasının kolay olması sebebiyle kullanılsa da olası kanserojenik bileşiklerin oluşumu gibi insan sağlığını etkileyen bir durum söz konusu olduğu için klora alternatif uygulamaların araştırıldığı ifade edilmektedir (Korkmaz ve Tiryaki Gündüz 2018). Bu uygulamalardan biri olan UV-C ışığın germisidal etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. UV-C ışığı uygulamasının hasat sonrası turunçgillerde görülen ve bozulmalara neden olan *P. digitatum* ve *Penicillium italicum* mikroorganizmalarını inaktif hale getirip depolama ömrünü uzatmak amacıyla kullanılabilmesi gösterilmiştir (Gündüz ve Pazır 2013; Gündüz ve ark. 2015). Gündüz ve Pazır (2013) UV-C işlemi uyguladıktan sonra 6 gün boyunca 25°C'de depoladıkları turunçgillerde küf gelişiminin 3 kat daha düşük olduğunu belirlemiştir.

Bitki ekstraktlarından elde edilen bazı doğal bileşenlerin antimikrobiyal ve antioksidan aktivite göstererek meyvenin tazeliğini koruyabileceği ve raf ömrünü artıracak şekilde ifade edilmektedir. Bu bileşenlerden biri olan ellagik asit uygulamasının fizyolojik ve biyokimyasal fonksiyonlarındaki azalmayı ve doku hasarını engelleyerek kamkat meyvesinin kalitesini önemli ölçüde koruduğu tespit edilmiştir. Bu sayede meyvenin raf ömrünü 14-16°C'de 2 ila 6 gün arasında bir süre uzatarak 13 güne çıkardığı bildirilmektedir. Söz konusu çalışmada ellagik asit uygulanmamış kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında ellagik asit uygulamasının meyve çürümesi oranını %22,63'e indirdiği, meyve sertliği, toplam suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asitlik ve C vitamini içeriği

seviyelerindeki düşüşü yavaşlattığı gösterilmiştir (Liu ve ark. 2018).

Yenilebilir kaplamaların uygulanmasının fiziksel hasarı önlemek, görünümü iyileştirmek ve meyve çürümesini azaltmak için uygun maliyetli bir yaklaşım olabileceği ifade edilmektedir. Nitekim sater otu ve tarhun otu esansiyel yağları kullanılarak hazırlanan kitosan bazlı kaplamaların kamkatın depolanması sırasında ağırlık kaybını azaltmada ve titre edilebilir asitlik ile C vitamini içeriğini korumada etkili olduğu gösterilmiştir. İlaveten 30 günlük depolamanın sonunda duysal yönden kabul edilemez olarak değerlendirilen kaplanmamış kontrol örneklerine kıyasla kaplanmış olan kamkatın duysal yönden kabul edilebilirliğinin çok daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (Hosseini ve ark. 2019).

3.3. Kamkatın Gıdaların Üretiminde Kullanımı

Kamkat meyvesinin tatlı bir aromaya sahip olan kabuğu, meyvenin en tatlı kısmıdır. Merkezi ekşi olan meyve, kabuğu ile birlikte yenildiğinde alışılmadık ferahlatıcı bir lezzet vermektedir (Abobatta 2016). Bu nedenle taze olarak tüketimi tercih edilebildiği gibi kamkat meyvesinin çeşitli gıdaların üretiminde taze veya kurutulmuş olarak kullanılması, püre veya toz haline getirilerek kullanılması gibi uygulamalar da mevcuttur.

Farklı yöntemlerle elde edilen kamkat tozlarının fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada kamkat meyveleri blender kullanılarak püre haline getirildikten sonra %10 maltodekstrin ilave edilerek ve maltodekstrinsiz olarak sıcak havada ve dondurarak kurutma yöntemleri ile kurutmanın ardından öğütülerek toz haline getirilmiştir. Toplam fenolik madde, flavonoid ve karotenoid miktarı, antioksidan aktivite ve flavonoid kompozisyonu gibi fonksiyonel özellikler açısından karşılaştırıldığında dondurarak kurutulan maltodekstrinsiz kamkat tozunun diğerlerinden üstün olduğunu ve maltodekstrin ilavesinin dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen toz üründe askorbik asit içeriğini, sıcak hava ile kurutma yönteminde ise flavonoid bileşenlerin miktarını olumlu etkilediğini belirleyen araştırmacılar, kamkat tozlarının kek, pasta, puding, ekmek, meyveli içecek gibi ürünlerde aroma verici, renklendirici ve fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılma imkanı bulabileceğini vurgulamıştır (Yıldız Turgut ve ark. 2019). Nitekim Olcay (2019) ve Olcay ve Demir (2021) tarafından yapılan çalışmalarda, konveksiyonel, mikrodalga ve vakumlu kurutma uygulanan kamkat meyveleri öğütücünden geçirilerek meyve tozu haline getirilmiş ve buğday unu ağırlığının %10, 20 ve 30'u olacak şekilde kamkat tozu ikameli bisküvi ve kek üretiminde kullanılmıştır. Kamkat tozu ilave edilen bisküvi ve kek örneklerinin renginin koyulaştığı, bunun istenmeyen bir durum olmakla birlikte kamkat tozunun kendine has rengi ile sarılık ve kırmızılığın da artmasının ürünlerin albenisini artırdığı ve en iyi renk değerlerinin mikrodalga yönteminin kullanıldığı ürünlerden elde edildiği ifade edilmiştir. Araştırmacılar tarafından, kamkat tozu ikamesinin, örneklerin fenolik bileşik içeriğinde yüksek miktarda artış, fitik asit içeriğinde ise büyük oranda düşüş

sağlaması nedeniyle kamkat tozlu kek ve bisküvilerin mineral emilimi fazla, antioksidan kapasitesi yüksek fonksiyonel ürünler olarak düşünülebileceği belirtilmiştir. Kamkat tozu ilave edilmesinin bisküvilerin fiziksel özelliklerini geliştirdiği ve kamkat tozu ikameli bütün örneklerin beğenilerinin yüksek ve kabul edilebilir nitelikte oldukları tespit edilmiştir. Kamkat meyvesinin kurutulmasında mikrodalga kurutmanın en uygun yöntem olduğu belirlenen çalışmalar sonucunda, %10 kamkat meyve tozu ikamesinin duysal kabul edilebilirlik açısından en uygun oran olduğu ve kurutulmuş kamkat meyve tozlarının bisküvi ve kek üretiminde kullanımı ile bu ürünlerin kimyasal ve besinsel özelliklerinin geliştirilebileceği ve fonksiyonelliğinin artırılabilirliği ortaya konmuştur. Kamkat meyvelerinin kek üretiminde kullanıldığı bir başka çalışmada He ve ark. (2015), taze kamkat meyvelerini kullanarak selenyumca zengin kek üretimi gerçekleştirmiştir. Organik selenyum katkısı için selenyumca zengin mayanın tespit edildiği araştırmada, en uygun jel ajanları formülasyonunun agar: karragenan: pektin=2:2:1 şeklinde olduğunu tespit eden araştırmacılar, optimum kamkat meyve keki formülasyonunu, kamkat meyve püresi: beyaz toz şeker: malt şurubu: jel ajanları: sitrik asit=40:20:40:3:0,4 olarak bildirmiştir. Tabaka kalınlığı 8 mm olacak şekilde hazırlanan kek karışımının, 60°C sıcaklıkta 20 saat pişirilmesi ile elde edilen kekin, zengin kamkat aroması, tekdüze doku, iyi bir tat ve esneklik gösterdiği ortaya konmuştur. Toplam selenyum içeriğinin 229 µg/kg'a ve organik selenyum içeriğinin 198 µg/kg'a ulaşması nedeniyle, meyveli kekin selenyum açısından zengin bir ürün olarak kabul edilebileceği bildirilmiştir. Kamkat meyvesi kullanımının, keklerin yanı sıra çeşitli ürünlerin tat, aroma, renk gibi duysal özelliklerini iyileştirdiğini ortaya koyan çalışmalar mevcuttur. Çakmakçı ve ark. (2015), kamkatı dondurma üretiminde kullanarak dondurmanın kalite özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla meyveler çekirdekleri çıkartıldıktan sonra blender kullanılarak ezme haline getirilmiş ve elde edilen kamkat ezmesi bir dondurma karışımına ağırlıkça %5, 10 ve 15 oranında ilave edilerek kamkatlı dondurmalar üretilmiştir. İlave edilen kamkat ezmesi oranı arttıkça, potasyum ve magnezyum mineralleri, C vitamini, toplam fenolik ve flavonoid bileşik miktarı ve hacim artışı değerinde artma meydana geldiği ve %10 ve 15 kamkat ezmesi ilavesinin ilk damlama süresini ve tam erime süresini artırdığı tespit edilmiştir. En yüksek lezzet puanına %10 kamkat ezmesi ilavesi, en yüksek renk puanına %15 kamkat ezmesi ilavesi ile üretilen dondurmaların sahip olduğu bildirilen çalışma sonucunda, kamkat ezmesi ilave edilmesinin dondurmanın duysal özelliklerini olumlu etkilediği ve bu nedenle dondurma üretiminde doğal renk ve aroma maddesi kaynağı olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir. İlave olarak elde ettikleri bulgulara göre araştırmacılar, kamkat ezmesinin doğal antioksidan kaynağı olarak değerlendirilebileceğini ifade etmiştir. Kamkat pürelili düşük kalorili yoğurt üretimi yapan Mousa ve ark. (2011), blenderdan geçirerek püre haline getirdikleri meyveyi, sakkaroz, fruktoz, stevia ve bunların karışımları ile tatlandırdıkları yoğurt örneklerine ilave etmiştir. Yoğurtlara üretimden sonra ve 7 ile 14 gün depolamanın ardından

kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Buna göre 14 gün depolamanın ardından en yüksek protein oranına sakkaroz ile hazırlanan kamkatlı yoğurdun, en yüksek β -karoten oranına sakkaroz-stevia karışımı ile tatlandırılan kamkatlı yoğurdun sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan duyuusal değerlendirme sonucu, sakkaroz ile hazırlanan kamkatlı yoğurdun tat-aroma, tekstür ve renk yönünden en yüksek değerlere, stevia ile hazırlanan yoğurdun ise en düşük değerlere sahip olduğu ortaya konmuştur. Peynir endüstrisi yan ürünleri, yoğurt kültürü ve kamkat kullanılarak fonksiyonel içecek üretiminin yapıldığı bir çalışmada Aamer ve ark. (2017), çekirdekleri çıkartılan meyvelerin blenderdan geçirildikten sonra cam kavanozlarda 10 dk süreyle 90°C'de ısıtılmasıyla hazırlanan kamkat püresi ve bu pürenin %43-44 kuru madde olacak şekilde şeker ilave edilerek kaynatılmasıyla hazırlanan kamkat ezmesininin, kalsiyum, potasyum ve magnezyum gibi mineraller, β -karoten, C vitamini, toplam fenolik asitler ve flavonoidler yönünden iyi birer kaynak olduklarını ve yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduklarını bildirmiştir. Aynı çalışmada, kamkat püresi ve ezmesi ile peynir endüstrisi yan ürünlerinin farklı oranlarda karıştırılması ile hazırlanan tüm içeceklerin, yalnızca peynir endüstrisi yan ürünleri kullanılarak hazırlanan içeceklerden toplam fenol, flavonoid, askorbik asit, β -karoten miktarı ve antioksidan aktivite yönünden daha zengin oldukları ve kamkat püresi ve ezmesinin ilave edilmesinin içeceklerin kabul edilebilirliğini arttırdığı ortaya konmuştur. Bu verilerden yola çıkan araştırmacılar, kamkat püresi ve ezmesinin kolay erişilebilir bir antioksidan kaynağı ve potansiyel bir gıda takviyesi olarak kullanılabileceğini, peynir endüstrisi yan ürünleri kullanılarak üretilen içeceklerde aromayı, besin değerini ve doğal rengi geliştirmek üzere kullanılabileceğini bildirmiştir.

Literatürde kamkat meyve suyuna yönelik yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Olgunlaşmış ve olgunlaşmamış kamkat meyvelerinden elde edilen meyve suyunun flavonoid bileşen içeriği ve antioksidan özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, 13 flavonoid bileşen tanımlanmış ve olgunlaşmamış kamkat meyvelerinden elde edilen meyve suyunun, olgun meyvelerin suyundan, flavonoidlerce daha zengin olduğu saptanmıştır. En yüksek miktarda bulunan bileşiğin, olgunlaşmış ve olgunlaşmamış meyvelerden elde edilen meyve suyunda sırasıyla 19,94±0,29 mg/L ve 62,49±0,50 mg/L düzeyinde bulunan plorein 3',5'-di-C- β -glukozid olduğu tespit edilmiştir. Tanımlanan diğer bileşiklerin 3,0 mg/L'den daha düşük miktarlarda bulunduğu ve bunların birçoğunun, özellikle olgun meyvelerin suyunda, yalnızca eser miktarlarda (<0,1 mg/L) var olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmış ve olgunlaşmamış meyve sularının DPPH radikaline karşı anlamlı antioksidan etki gösterdiği ve olgunlaşmış meyvelerden elde edilen meyve sularının en yüksek etkinliğe sahip olduğu bildirilmiş olup kamkat suyunun antioksidan aktiviteyi güçlendirmeye yönelik diyetlere önemli katkı sağlayabileceği ifade edilmiştir (Barreca ve ark. 2011). Zeng ve Huang (2011), elde ettikleri kamkat suyunun acılığını gidermek amacıyla naringinaz enzim muamelesi uygulamış ve bu işlem için ideal koşulların, enzim dozajı 1,4 g/L (enzim aktivitesi 414 U/g),

enzim uygulama sıcaklığı 41°C ve uygulama süresi 101 dakika şeklinde olduğunu tespit etmiştir. Söz konusu koşullar altında acılık giderme oranının %48,23'e ulaştığı bildirilmiştir. Koh ve ark. (1993), kamkat suyunun organik asit kompozisyonunun %58,27 sitrik asit, %32,49 malik asit, %9,14 tartarik asit ve %0,08 maleik asitten oluştuğunu ve malik asit içeriği yönünden ülkemizde Rize mandalinası olarak bilinen Satsuma mandarininden oldukça farklı olduğunu ortaya koymuştur. Aynı çalışmada kamkat suyu ve portakal suyunun farklı oranlarda kullanılmasıyla hazırlanan reçellerin bazı kalite özellikleri de incelenmiştir. Kamkat suyu kullanılmadan hazırlanan reçelde 1,294 g-force olan sertlik değeri, reçeldeki kamkat suyu oranı arttıkça düşmüş ve %100 oranında kamkat suyu ile hazırlanan reçelde 355 g-force olarak belirlenmiştir. Reçelde kullanılan kamkat suyu oranının artmasının diğer tekstürel özelliklerde ise çok büyük değişikliklere yol açmadığını ifade eden araştırmacılar, duyuusal değerlendirme yapıldığında %40-60 oranında portakal suyu içeren kamkat reçelinin panelistler tarafından portakal reçeline göre daha üstün olarak değerlendirildiğini bildirmiştir. Kamkat meyvesinin reçel üretiminde kullanılabilirliğinin ve kamkat reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği bir başka çalışmada çekirdekleri uzaklaştırılan ve 3 parçaya bölünen meyveler, kabuktaki acılık maddelerini uzaklaştırmak amacıyla kaynar suda 15 dakika haşlanmalarının ardından açık kazanda pişirme tekniği ile reçel üretiminde kullanılmışlardır. Titrasyon asitliği, pH, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, CIE L, a*, b* renk değerleri, toplam kül ve bazı mineral madde analizleri yapıldığında, elde edilen reçellerin Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde verilen kriterlere uygun olduğu tespit edilmiştir. Taze meyve ile kıyaslandığında reçeldeki mineral maddelerin miktarında düşüş gözlemlenmekle birlikte miktar yönünden çoktan aza doğru sırasıyla potasyum, kalsiyum magnezyum, fosfor ve demir içeren kamkat reçelinin insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bazı mineral maddeler bakımından da iyi bir kaynak olduğu belirtilmiştir (Yıldız Turgut ve ark. 2015).

Kamkatın sirke, likör, şarap gibi ürünlerin eldesinde değerlendirilmesi de söz konusudur. Liu (2011), kamkat sirkesi üretiminde alkol ve asetik asit fermantasyonlarının optimum koşullarını belirlediği çalışmasında, alkol fermantasyonu için optimum koşulların başlangıç şeker konsantrasyonunun %17, aktif kuru maya inokülasyon oranının %0,2 ve fermantasyon sıcaklığının 32°C olması ile elde edildiğini tespit etmiştir. Optimum asetik asit fermantasyon koşullarını ise, asetik asit bakterilerinin inokülasyon oranı %10, başlangıç alkol içeriği hacmen %7 ve fermantasyon sıcaklığı 32°C şeklinde bildirmiştir. Araştırmacı tarafından bu koşullar altında, kamkat sirkesinin asetik asit içeriğinin 4,7 g/100 mL'nin üzerinde olduğu ortaya konmuştur. Wang ve ark. (2009a), AS1.41 asetik asit bakteri suşunu kullanarak sıvı hal fermantasyon koşullarında kamkat sirkesi üretmek fermantasyon sürecini incelemiştir. En uygun fermantasyon koşullarını, başlangıç inokülasyon oranı %7 ve fermantasyon süresi 8 gün şeklinde tespit eden araştırmacılar, bu koşullarda kamkat

sirkesi asetik asit düzeyinin %4,69'a ulaştığını bildirmiştir. Wang ve ark. (2009b), kamkat sirkesi durultulmasında kitosan kullanımını incelemiştir. Optimum durultma koşulları, kitosan miktarı 1,25 g/L, durultma sıcaklığı 50°C ve durultma süresi 3 saat olarak belirlenmiştir. *Fortunella margarita* türüne ait kamkat meyve yağından geleneksel bir Yunan likörünün elde edilerek uçucu bileşenlerinin incelendiği bir çalışmada Kontaratou ve ark. (2007), meyve likörünün uçucu bileşenlerini ağırlıklı olarak sırasıyla %40,2 ve %10,3 oranında bulunan linalol ve limonenin oluşturduğunu ortaya koymuştur. Summo ve ark. (2016), kamkat kabukları ve kabuklu kamkat meyvesinden yaptıkları likörlerin uçucu bileşen kompozisyonunu, kabul edilebilirlik ve tercih edilebilirlik durumlarını belirleyerek greylift kabuğu likörü ve İtalyan limon likörü olan limoncello ile karşılaştırmıştır. Çalışmada kamkat kabuğu likörünün uçucu bileşen sayısı yönünden diğerlerinden daha zengin olduğu belirlenmiştir. Kabuklu kamkat meyvesi likörünün diğerlerinden daha az uçucu bileşen içermesinin nedeninin, yalnızca kabukların kullanılmasının kabuk ile alkol arasında yüksek temas alanı yaratması ve tahrip olan hücrelerin uçucu bileşiklerin daha iyi ekstrakte edilmesine imkan vermesi olabileceği ifade edilmiştir. Karbonil, alkol ve esterlerin oksijenli bileşiklere oranının likörde aroma kalitesinin önemli bir göstergesi olduğunu belirten araştırmacılar, kamkat likörlerinin limoncellodan daha düşük oksijenli bileşik içeriğine sahip olmasına rağmen kabul edilebilirliklerinin yüksek olduğunu ve yüksek seskiterpen alkol içeriği sayesinde kabuklu kamkat meyve likörünün umut vaat ettiğini bildirmiştir. Zhang ve Liu (2010), şeker ve bal gibi yardımcı maddeler de kullanarak oval kamkat kabuğu likörü üretmiştir. Çalışmada 10 g oval kamkat kabuğu lüksivasyonu için 50 mL Luzhou aromalı likör kullanılmış ve lüksivasyon 4 gün sürmüştür. Bu işlemin ardından alkol oranı hacimce %20 ve şeker içeriği %15 olana kadar tatlandırıcı ile karıştırılmış ve tekrar oval kamkat kabuğu ilave edilerek 2 gün lüksivasyon uygulanmıştır. β -siklodekstrin %0,04 oranında kullanılarak acılığın giderilmesinin ve %0,04 jelatin uygulamasının ardından elde edilen likörün parlak, yarı saydam ve hoş bir tat ve aromaya sahip olduğu ortaya konmuştur. Chen ve ark. (2014), kamkat kabuk yağının fazla miktarda uçucu yağ içeriği nedeniyle fermantasyonu engellemesi ve pektinaz kullanımının neden olduğu fazla metanol oluşumu durumlarının önüne geçmek için sıra eldesinde bir ısı ekstrakt yöntemi uygulamıştır. Isıl işlemin fermantasyon oranını artırabileceğini ve bu şekilde elde edilen ürünün %10,29-13,20 (v/v) etanol içerdiğini ortaya koymuştur. Fermantasyon sürecinde değerlerde azalma olmakla birlikte, ısıl işlem uygulanmayan ve pektinaz ile muamele edilen sıra ile kıyaslandığında, ısıl işlem uygulamasının polifenol bileşik içeriğini ve antioksidatif aktiviteyi artırabileceği belirlenmiştir. Pektinaz kullanılan ve ısı ekstrakt yöntemi uygulanan ürünlerin 3 ay olgunlaştırılmasının ardından etanol içerikleri (%13) karşılaştırıldığında fark olmadığı görülürken, metanol içeriklerinin ise anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiş ve ısı ekstrakt yönteminin kamkat şarabının metanol içeriğini önemli ölçüde azaltabileceği bildirilmiştir. İlâveten araştırmacılar uçucu asitliğin 1,5 g/L (asetik asit cinsinden)

olarak bildirildiği yasal düzenleme göz önüne alındığında şarabın uçucu asitliğinin bu değer altında ve toplam asitliğinin 4,5-4,7 g/L olduğunu ortaya koymuş ve esmerleşme reaksiyonunun 200 ppm kükürt dioksit ile önlenebileceğini ifade etmiştir.

4. Sonuç

Kamkat meyvesi, vitamin, mineral, karotenoid, flavonoid ve uçucu yağ içeriğince zengin ve önemli antioksidan aktivitesi olan bir meyvedir. Yararlı bileşenler içeren bu meyve sağlık alanında eskiden beri Çin halkı tarafından terapötik olarak kullanılmıştır. Kabuğuyla birlikte tüketilebilmesi biyoaktif maddelerin alımı yönünden kamkatı, turuncgillere kıyasla önemli hale getirmektedir. Taze olarak tüketilmesinin yanında çeşitli yiyecek tariflerinde de kullanılabilen kamkatın raf ömrü depolama koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Kalite kaybını azaltmak ve raf ömrünü artırmak amacıyla soğukta muhafaza, kurutma, modifiye atmosfer paketleme, kaplama, UV-C, bitki ekstraktları ve dezenfektan ile muamele gibi uygulamalar kullanılabilir. İçerdiği bileşenlerin sağlık üzerine olumlu etkilerinden yararlanmak ve gıdaların duyuşal özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılabilirliğini incelemeye yönelik çalışmalar yapılmış olup taze olarak, kurutularak, püre, ezme veya toz haline getirilerek kamkatın bisküvi, kek, dondurma, yoğurt ve fonksiyonel içecek gibi çeşitli gıda formülasyonlarına katılması yoluyla ürünlerin fonksiyonelliğinin artırılmasını, renk, aroma ve besin değeri gibi özelliklerinin iyileştirilmesini sağlayabileceği gösterilmiştir. Buna ek olarak meyve suyu, reçel, sirke, likör ve şarap gibi ürünlerin üretiminde değerlendirilmesinin mümkün olduğu araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Bu alanda araştırmaların sürdürülmesi ürün çeşitliliğinin artmasına ve potansiyel fonksiyonel ürünlerin ortaya çıkmasına imkan tanıyacaktır. Hem gıda güvenliği hem de tüketiciye ulaşmadan önce ve ulaştıktan sonra yaşanan meyve kayıplarının yarattığı ekonomik zarar göz önüne alındığında uygun depolama koşulları ve muhafaza yöntemlerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı kamkatın taşınması ve depolanması esnasında gereksinim duyduğu koşullar sağlanmalı ve ihtiyaç halinde uygun muhafaza yöntemlerinden yararlanılmalıdır. Bu kapsamda kamkatın muhafazasına yönelik olarak yapılacak yeni ve ayrıntılı çalışmaların farklı alternatifler yaratması açısından önem arz ettiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Aamer RA, El-Kholy WM, Mailam MA. 2017. Production of functional beverages from whey and permeate containing kumquat fruit. *Alex J Fd Sci & Technol.* 14(1):41-56.
- Abobatta W. 2016. Kumquat trees *Fortunella* sp. https://www.researchgate.net/publication/322775804_Kumquat_Tree. Erişim tarihi 3 Ekim 2021.
- Agócs A, Nagy V, Szabó Z, Márk L, Ohmacht R, Deli J. 2007. Comparative study on the carotenoid composition of the peel and the pulp of different citrus species. *IFSET.* 8:390-394.
- Ateş J, Veliöğlü S. 2005. Kolesterolle karşı yeni silahımız: bitki steroller. *Gıda Mühendisliği Dergisi.* 20:55-58.

- Barreca D, Bellocco E, Caristi C, Leuzzi U, Gattuso G. 2011. Kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) juice: flavonoid distribution and antioxidant properties. *Food Res Int.* 44:2190-2197.
- Cemeroğlu BS. 2011. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Chen LC, Ye RA, Dai KF, Lin SB. 2014. Characteristics and antioxidative properties of the kumquat wine produced from heat-extracted must. Taiwan. *J Agric Chem Food Sci.* 52(4, 5, 6):143-153.
- Chen MH, Yang KM, Huang TC, Wu ML. 2017. Traditional small-size citrus from Taiwan: essential oils, bioactive compounds and antioxidant capacity. *Medicines.* 4(2):28.
- Chen Y, Pan H, Hao S, Pan D, Wang G, Yu W. 2021. Evaluation of phenolic composition and antioxidant properties of different varieties of Chinese citrus. *Food Chem.* 364:1-10.
- Citrus pages. 2021. Kumquats and kumquat hybrids *Citrus japonica* Thunb. (formerly *Fortunella* Swingle). <http://citruspages.free.fr/kumquats.php>. Erişim tarihi 3 Ekim 2021.
- Çakmakçı S, Topdaş EF, Çakır Y, Kalın P. 2015. Functionality of kumquat (*Fortunella margarita*) in the production of fruity ice cream. *J Sci Food Agric.* 96:1451-1458.
- Gündüz GT, Juneja VK, Pazır F. 2015. Application of ultraviolet-C light on oranges for the inactivation of postharvest wound pathogens. *Food Control.* 57:9-13.
- Gündüz GT, Pazır F. 2013. Inactivation of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* under *in vitro* and *in vivo* conditions by using UV-C light. *J Food Prot.* 76(10):1761-1766.
- 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. *J Sci Food Agric.* 95:1268-1273.
- He XM, Sun J, Li L, Sheng JF, Zheng FJ, Li JM, Liu GM, Li CB. 2015. Study on production process of selenium-rich kumquat fruit cake. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences.* 28(6):2736-2741.
- Hosseini S, Ivanov D, Dolgui A. 2019. Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *TRANSPORT RES E-LOG.* 125:285-307.
- Kassim A, Workneh TS, Laing MD, Basdew IH. 2016. The effects of different pre-packaging treatments on the quality of kumquat fruit. *CYTA J Food.* 14(4): 639-648.
- Kim DS, Lee S, Park SM, Yun SH, Gab HS, Kim SS, Kim HJ. 2021. Comparative Metabolomics Analysis of Citrus Varieties. *Foods.* 10: 1-15.
- Koh JS, Kim CS, Ko MS, Yang YT. 1993. Manufacture of processed foods and its quality characteristics from kumquats, a citrus variety produced in *Cheju*. *Korean J Food Sci Technol.* (25)1:33-38.
- Kontaratu V, Graikou K, Chinou I. 2007. Chemical analyses of the essential oils of three *Fortunella* cultivars and a Greek traditional kumquat liqueur. In: Abstracts of the 55th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant Research, Graz, Austria, 2-6 September 2007.
- Korkmaz A, Tiryaki Gündüz G. 2018. Meyve ve sebzelerde UV-C ışık uygulamaları ile küf inhibisyonu. *Akademik Gıda.* 16(4):58-469.
- Ladaniya MS. 2008. Citrus fruit. Biology, Technology and Evaluation. London, UK, Elsevier.
- Li X, Meenu M, Xu B. 2022. Recent development in bioactive compounds and health benefits of kumquat fruits, *Food Rev. Int.* 1-21.
- Liu J. 2011. Production technology of kumquat vinegar. *China, Brewing,* 12.
- Liu Y, Liu Y, Liu Y, Liu H, Shang Y. 2018. Evaluating effects of ellagic acid on the quality of kumquat fruits during storage. *Sci Hortic.* 227:244-254.
- Lou SN, Ho CT. 2017. Phenolic compounds and biological activities of small-size citrus: Kumquat and calamondin. *J Food Drug Anal.* 25:162-175.
- Lou SN, Lai YC, Hsu YS, Ho CT. 2016. Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds. *Food Chem.* 197:1-6.
- Love K, Bowen R, Fleming K. 2007. Twelve fruits with potential value-added and culinary uses. University of Hawai'i College of Tropical Agriculture and Human Resources, Hawaii.
- Mousa RAS, Abd El-Rahman HAA, El-Massry FHM. 2011. Effect of some natural sweeteners on yoghurt with fruit (kumquat) during storage. *Egypt J Agric Res.* 89(3):1039-1051.
- Olcay N. 2019. Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım imkânları. Yüksek Lisans Tezi. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Olcay N, Demir MK. 2021. Effect of kumquat (*Fortunella margarita*) powders dried by different methods on some physical and chemical properties of cake. *J. Food Meas. Charact.* 15:5360-5368.
- Ötleş S, Atlı Y. 1997. Karotenoidlerin insan sağlığı açısından önemi. *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg.* 3(1):249-254.
- Pinheiro-Sant'Ana HM, Anunciação PC, Souza CS, Paula Filho GX, Salvo A, Dugo G, Giurida D. 2019. Quali-Quantitative profile of native carotenoids in kumquat from brazil by HPLC-DAD-APCI/MS. *Foods.* 8(166):1-10.
- 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 Res Int.* 44:2088-2099.
- Sadek ES, Makris DM, Kefalas P. 2009. Polyphenolic composition and antioxidant characteristics of kumquat (*Fortunella margarita*) peel fractions. *Plant Foods Hum Nutr.* 64:297-302.
- Schirra M, Agabbio M, Continella G, D'Aquino S. 1995. Extension of kumquat fruit storage life by postharvest hot dip treatments in water and freshening agent. *Adv Hort Sci.* 9:83-86.
- 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. *Carbohydr Res.* 380:112-117.
- Summo C, Trani A, Faccia M, Caponio F, Gambacorta G. 2016. Volatiles and acceptability of liqueurs from kumquat and grapefruit. *Ital J Food Sci.* 28:258-270.
- USDA 2021. Fooddata central kumquat, raw. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/1102593/nutrients>. Erişim tarihi 15 Kasım 2021.
- Wang D, Shangguan XC, Jiang Y. 2009a. A study on the technique for fermentation of kumquat vinegar. *Acta Agric Univ Jiangxi.* 31(1):114-118.

- Wang D, Shangguan XC, Jiang Y. 2009b. Clarification technology of kumquat vinegar. China, Brewing. 2009-04.
- 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. Int J Mol Sci. 13:3382-3393.
- Yıldız Turgut D, Çınar O, Seçmen T. 2019. Farklı yöntemlerle elde edilen kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) tozlarının fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi. Gıda. 44(4): 605-617.
- Yıldız Turgut D, Gölükcü M, Tokgöz H. 2015. Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Derim. 32(1):71-80.
- Yıldız Turgut D, Topuz A. 2020. Depolama süresinin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş kamkat dilimlerinin bazı kalite özelliklerine etkisi. YYÜ Tar Bil Derg. 30(1):44-56.
- Youssef K, Sanzani SM, Ligorio A, Ippolito A, Terry LA. 2014. Sodium carbonate and bicarbonate treatments induce resistance to postharvest green mould on citrus fruit. Postharvest Biol Technol. 87:61-69.
- Yu F, Wan N, Zheng Q, Li Y, Yang M, Wu Z. 2021. Effects of ultrasound and microwave pretreatments on hydrodistillation extraction of essential oils from kumquat peel. Food Sci Nutr. 9:2372-2380.
- Zeng LL, Huang HH. 2011. Optimization of debitterizing of kumquat juice by naringinase with response surface method. Food Sci Technol. 5:315-318.
- Zhang P, Liu XW. 2010. Development of oval kumquat liqueur. Liquor-Making Science & Technology. 2.