

## Nagami Çeşidi Kamkat Meyvelerinin Fiziko-Mekanik Karakteristikleri ile Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi

Esra Nur GÜL<sup>1\*</sup>, Ebubekir ALTUNTAŞ<sup>1</sup>, Osman Nuri ÖCALAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat

\*Sorumlu Yazar: [esranur.gul4219@gop.edu.tr](mailto:esranur.gul4219@gop.edu.tr)

Geliş Tarihi: 17.06.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.08.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

### Öz

Bu çalışmada, besin değeri yüksek ve kolay erişilebilir biyoaktif madde potansiyeli olan kamkat meyvelerinin bazı biyoteknolojik karakteristikleri (fiziksel, mekanik, renk ve biyoaktif özellikler) incelenmiştir. Meyvelerin biyoteknolojik karakteristiklerinden fiziksel ve mekanik özellikleri içerisinde boyut özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, sürtünme özellikleri, mekanik davranışları ile renk özellikleri belirlenmiştir. Bazı kimyasal özellikleri ise toplam fenolik, antioksidan kapasitesi, toplam flavonoid, C vitamini, pH, titre edilebilir asitlik ve suda çözünür kuru maddedir. Çalışmada kullanılan meyvelerin nem içeriği yaş baza göre 81.01 (% y.b.) olarak belirlenmiştir. Kamkat meyvesinin uzunluk, genişlik, kalınlık değerleri sırasıyla 33.76 mm, 23.24 mm, 22.77 mm olarak belirlenmiştir. Meyvelerin geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri sırasıyla 26.04 mm, %77.32 ve 2141.94 mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk değerleri hasat sonrasındaki taze meyvelerin kabuk yüzeyi için sırası ile 59.89, 23.38 ve 54.86 olarak belirlenirken, meyve eti için bu değerler sırasıyla 60.01, 5.43 ve 34.00 olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik, antioksidan kapasitesi, toplam flavonoid, C vitamini değerleri sırasıyla 116.19 µg GAE g<sup>-1</sup>, 2.98 µmol TE g<sup>-1</sup>, 34.04 mg KE L<sup>-1</sup>, 308.67 mg L<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Biyo-teknolojik karakteristikler, kamkat meyvelerinin temizleme, ayırma, paketlenme, depolama ve işleme esnasında ve hasat sonrası tüketiciye sunulmasında kalitesinin korunması açısından dikkate alınması gereklidir.

**Anahtar kelimeler:** Nagami, kamkat, küresellik, kroma, sertlik, antioksidan, flavonid

## Determination of Physico-Mechanical Characteristics and Bioactive Properties of Nagami Kumquat Fruits

### Abstract

In this study, some biotechnical characteristics (physical, mechanical, color and bioactive properties) of kumquat fruits, which are high nutritional value and easily accessible bioactive substance potential, were investigated. Among the physical and mechanical properties from biotechnical properties the fruits; size dimensions, geometric mean diameter, sphericity, surface area, friction properties, mechanical behaviour and color properties were determined. Some chemical properties are total phenolic, antioxidant capacity, total flavonoid, vitamin C, pH, titratable acidity and solid soluble content. The moisture content of the fruits used in the study was determined as 81.01 (% y.b.) according to the wet base. The length, width and thickness values of the kumquat fruit were determined as 33.76 mm, 23.24 mm, 22.77 mm, respectively. The geometric mean diameter, sphericity and surface area values of the fruits were determined as 26.04 mm, 77.32% and 2141.94 mm<sup>2</sup>, respectively.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  color values were determined as 59.89, 23.38 and 54.86 for the skin of fresh fruits after harvest, respectively, while these values for fruit pulp were determined as 60.01, 5.43 and 34.00, respectively. Total phenolic, antioxidant capacity, total flavonoid, vitamin C values were determined as 116.19 µg GAE g<sup>-1</sup>, 2.98 µmol TE g<sup>-1</sup>, 34.04 mg KE L<sup>-1</sup>, 308.67 mg L<sup>-1</sup>, respectively. Bio-technological characteristics should be taken into account in order to preserve the quality of kumquat fruits during cleaning, sorting, packaging, storage, processing and post-harvest presentation to the consumer.

**Key words:** Nagami, kumquat, sphericity, croma, hardness, antioxidant, flavonid

## Giriş

Kamkat, Rutaceae familyasından *Fortunella* cinsindeki turuncgil türlerinden biridir. *Fortunella margarita* [Lour.] Swingle; Nagami kamkat veya oval kamkat olarak da bilinmektedir; 2-5 çekirdekli, hoş aromalı ve koyu turuncu renkli bir kamkat türüdür (Jarvis, 2017). Kabuğuyla birlikte bütün olarak tüketilebilmesi, diğer narenciyelere nazaran fenolik bileşikler gibi biyoaktif maddelerin alımında kamkat meyvesine üstünlük sağlamaktadır (Olçay ve Demir, 2019). Kamkat meyvesinin Antalya bölgesinde üretimi giderek yaygınlaşmaktadır. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM)'e ait narenciye bahçelerinde yıllık 10 tona yakın meyve toplanırken, il genelindeki kamkat üretim rekoltesi 3 bin tona ulaştığı söylenmektedir (Anonim, 2021).

Kamkat, özellikle ilaç endüstrisinde, farmasötik alanda ya da gıda endüstrisinde, fonksiyonel gıda üretimine elverişli olan bir öneme sahiptir. Çiğ olarak tüketildiği gibi reçel, marmelat, meyve suyu, şekerleme, kek ve pasta yapımında kullanılabilen, özellikle Çin lokantalarında yemeklerin sonunda yenilen önemli bir tatlı çeşididir. Kamkat, C vitamini yönünden zengin bir meyvedir. 100 gramında 43.9 miligram C vitamini içermektedir. Tıbbi açıdan kas ve doku oluşumu için gerekli bu vitamin, diğer mineral ve vitaminlerin daha iyi kullanılmasına da yardım etmektedir (Anonim, 2016).

Ürün kalitesi bakımından hasatta ve hasat sonrasında, tarımsal materyallerin biyoteknolojik özellikleri kapsamında geometrik, gravimetrik, renk özellikleri sürtünme, kuvvet karşısında gösterdiği mekanik direnç ve kimyasal özellikleri belirlenebilmektedir. Hasat sonrası uygulanacak teknolojik işlemlerde kullanılacak makine ve sistemlerin iş veriminin artırılmasında tarımsal

ürünlerin biyoteknolojik özelliklerinin bilinmesi oldukça önemlidir (Saracoglu ve Altuntaş, 2021).

Turuncgiller ailesinin bir bireyi olan kamkat özellikle son yıllarda daha çok ilgi görmeye başlamıştır. Bu meyvede biyoteknik özellikler üzerine çok az sayıda çalışmanın bulunduğu yapılan literatür taramasında ortaya çıkmaktadır. Jaliliantabar ve ark. (2013), kamkat meyvelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemişler ancak; Nagami çeşidinde meyvelerinin fiziksel, renk, mekanik ve kimyasal gibi biyoteknolojik özellikleri ile birlikte incelenen bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu çalışmada ise, Nagami çeşidi kamkat meyvelerinin fiziksel, renk, farklı hız ve eksenlerdeki mekanik davranışı ile biyoaktif gibi biyoteknolojik özellikleri birlikte incelenmiştir. Böylece, Nagami çeşidi kamkat meyvelerinin biyoteknolojik karakteristiklerinin belirlenmesi, temizleme, ayırma, paketleme, depolama ve işleme esnasında ve hasat sonrası tüketiciye sunulmasında kalitesinin korunmasına yönelik çalışmalara katkı sunacağı düşünülmektedir.

## Materyal ve Metot

Bu çalışmada, materyal olarak kullanılan Nagami çeşidi kamkat meyveleri, Antalya ilinde üretim yapan bir üretici bahçesinden temin edilmiştir. Denemeler; Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarında, biyoaktif özelliklerle ilgili analizler ise Bahçe Bitkileri Bioaktif Moleküller Laboratuvarında yapılmıştır. Meyve örneklerinin nem içeriklerinin tayini, etüvde  $105 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklıkta 24 saat kurutularak ve yaş baz referans alınarak hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan meyvelerin nem içeriği yaş baza göre 81.01 (% y.b.) olarak belirlenmiştir (Suthar ve Das, 1996) (Şekil 1).



Şekil 1. Nagami kamkat meyve örnekleri ve örnek bir kamkat meyvesinin eksenel boyutlara ait ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) kuvvetlerinin gösterimi.

Meyvelerin biyoteknolojik özellikleri içerisinde geometrik ve hacimsel özellikleri kapsamında boyut özellikleri, 0,01 mm hassasiyetli dijital kumpasla yapılmıştır. Meyve ağırlıkları 0.001 gram hassasiyetli KERN marka EW620-3NM model

hassas terazi ile belirlenmiştir. Meyve şekil indeksi ( $M_{si}$ ), meyve uzunluğunun meyve genişliğine oranlanmasıyla belirlenmiştir (Kassem ve ark., 2011). Meyvelerin geometrik ortalama çap ( $G_c$ ) (mm), küresellik ( $K_r$ ) (%), yüzey alanı ( $Y_a$ ) ( $\text{mm}^2$ ) ve

hacim ( $H_t$ ) ( $\text{mm}^3$ ) hesaplamaları için aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Mohsenin, 1980).

$$G_c = (u g k)^{1/3} \quad (1)$$

$$Y_a = \pi (G_c)^2 \quad (2)$$

$$K_r = (G_c/u)100 \quad (3)$$

$$H_t = \pi/6 (u g k) \quad (4)$$

Burada;  $u$ : Uzunluk (mm),  $g$ : Genişlik (mm),  $k$ : Kalınlık (mm),  $G_c$ : Geometrik ortalama çap (mm),  $Y_a$ : Yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ ) ve  $K_r$ : Küresellik (%)'dir.

Meyvelerin gerçek hacim ağırlığının ( $H_g$ , ( $\text{kg m}^{-3}$ )) belirlenmesinde sıvı yer değiştirme metodu kullanılmış; akışkan sıvı olarak meyvelerde suya göre daha az absorbe özelliğine sahip olan Toluen sıvısı kullanılmıştır (Saçılık ve ark., 2003). Yığın hacim ağırlığı ( $H_y$ ) ( $\text{kg m}^{-3}$ ) için hektolitreye yöntemi uygulanmıştır. Porozite (boşluk oranı) değeri ( $P_r$ ), yığın hacim ağırlığı ve gerçek hacim ağırlığı değerleri de göz önüne alınarak Mohsenin (1980)'e göre belirlenmiştir.

Meyvelerin mekanik özellikleri kapsamında, farklı sürtünme yüzeylerindeki (galvanizli sac, PVC, kontrplak, laminant ve lastik) statik sürtünme katsayıları ölçümleri için sürtünme ölçüm düzeni kullanılmıştır. Sürtünme katsayısı, bir kol ile eğilendirilen yüzeyden meyvelerin hareketine izin verilen düzenedeki eğim ( $\alpha$ ) açısına bağlı  $\mu = \tan \alpha$  eşitliğinden hesaplanmıştır (Yılmaz ve Altuntas, 2020).

Meyvelerin mekanik kuvvet karşısındaki davranışları için delme testlerinde çeki bası dinamometresi, ölçüm standı, motorlu bir hareket ünitesi ve bir bilgisayar bağlantılı Sundoo HP-500 Biyolojik Materyal test cihazı (çeki bası dinamometresi, ölçüm standı, motorlu bir hareket ünitesi ve bir bilgisayar bağlantılı) kullanılmıştır. Testlerde, meyvelerin hem kuvvet ve hem de deformasyon aralıkları belirlenmiş, kuvvet ve zaman eğrisi grafik olarak da alınabilmektedir. Deformasyon ise test cihazına ekli ölçüm standından milimetrik olarak belirlenmiştir. Delme testlerinde, 11.1 mm çaplı silindirik bir uç kullanılarak, dört farklı yükleme hızı ( $20 \text{ mm min}^{-1}$ ,  $40 \text{ mm min}^{-1}$ ,  $60 \text{ mm min}^{-1}$ ,  $80 \text{ mm min}^{-1}$ ) kullanılmıştır. Çalışmada, absorbe edilen enerji ( $E$ ), sertlik ( $S$ ) ve delme için gerekli güç ( $G$ ) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Mohsenin, 1980).

$$E = (F D)/2 \quad (6)$$

$$S = F/D, \quad (7)$$

$$G = \left[ \frac{E H}{60000 D} \right] \quad (8)$$

Burada;  $E$ : Absorbe edilen enerjisi (N mm),  $F$ : Delme kuvveti (N),  $D$ : Deformasyon (mm),  $S$ : Sertlik ( $\text{N mm}^{-1}$ ) ve  $G$ : Delme için gerekli olan güç (W) değeridir.

Meyvelerin renk özelliklerini belirlemek amacıyla Minolta, model CR-400 (Tokyo, Japonya) renk cihazı kullanılarak meyve kabuk yüzeyi ve meyve eti  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk ölçümleri yapılmıştır (McGuire, 1992). Kroma değeri ( $C$ ), meyvenin canlı ya da pastel tonunu göstermekte olup pastel tonlar 0'a, canlı tonlar ise 100'e yakın olarak tanımlanmaktadır (Günaydın, 2020). Kroma ve hue açısı ( $\alpha$ ) Eşitlik 9 ve 10'a göre hesaplanmıştır.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (9)$$

$$h^\circ = \tan^{-1}(b/a) \quad (10)$$

Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitliği (TA) belirlemek için kamkat meyveleri blenderda çekilmiştir. SÇKM, dijital refraktometre (PAL-1, Atago) ile ölçülüp, yüzde olarak ifade edilmiştir. pH ve TA ölçümleri için kamkat meyvelerinden 5 g tartılıp üzerine 95 ml saf eklenerek 100 g'a tamamlanmıştır. pH için pH metre (HI9321; Hanna Instruments, Padova, İtalya) kullanılmıştır. Titre edilebilir asitlik, 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile pH 8.1'e titre edilerek % sitrik asit cinsinden ifade edilmiştir. C vitamini içeriği için yeterli miktarda meyve suyu alındıktan sonra askorbik asit test şeridi meyve suyuna daldırılmıştır ve reflektometre seti (Merck RQflex plus 10) başlatılmıştır. 2 saniye bekletilen test şeridi daha sonra üstündeki fazla sıvıyı çıkarmak için çalkalanarak 8 saniye bekletilip 15. saniye sonuna kadar okuma yapılmıştır ve elde edilen değer  $\text{mg L}^{-1}$  olarak ifade edilmiştir. Kamkat meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği, Singleton ve Rossi (1965)'e göre belirlenmiştir. Bu doğrultuda, 2 g meyve pulpu tartılıp üzerine 18 ml aseton, su ve asetik asit tampon çözeltisi eklenerek karanlık ortamda 24 saat etkileşime bırakılmıştır ( $70:29.5:0.5 \text{ h h}^{-1}$ ). Daha sonra 0.5 ml ekstraktın üzerine 0.5 ml Folin-Ciocalteu fenol renk ayırıcı, 9 ml saf su ve 8 dakika sonra %7 sodyum karbonat eklenerek inkübe edilmiştir. İki saatlik süre sonunda UV-VIS spektrofotometre (Model T60U, PG Instruments) ile  $750 \text{ nm}$ 'de absorbans otomatik olarak ölçülmüştür. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Sonuçlar birim taze ağırlıkta  $\mu\text{g}$  gallik asit eşdeğer ( $\mu\text{g GAE g}^{-1} \text{ ta}$ ) olarak ifade edilmiştir. Standart Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAC) tayini için ABTS (2.2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) asetat tamponda çözüldürülerek, Özgen ve ark. (2006)'a göre potasyum persülfat hazırlanmıştır. Karışımın stabilitesinin uzun süre olması için 20 mM sodyum asetat tampon çözeltisinin asidik ortamında ( $\text{pH}=4.5$ ),  $734 \text{ nm}$ 'de 0.700 absorbans gösterecek şekilde seyreltilmiştir. Spektrofotometrik ölçüm için 2.97 ml ABTS\* solusyonuna 30  $\mu\text{l}$  pulpsuz meyve suyu (santrifüj sonucu elde edilmiştir) ilave edilen çözelti 10 dakika boyunca inkübe

birakılmış daha sonra 734 nm’de absorban okunmuştur. Elde edilen değerler gram taze ağırlıkta  $\mu\text{mol TE}$  olarak ( $\mu\text{mol TE g}^{-1}$  ta) sunulmuştur. Toplam flavonoid miktarı tayini, Zhishen ve ark., (1999)’na göre belirlenmiştir. 1 mL meyve suyu, saf su ile 6 mL’ye tamamlanıp üzerine 0.3 mL %5’lik  $\text{NaNO}_2$  ilave edilmiştir. 5 dakika sonra 0.3 mL %10’luk  $\text{AlCl}_3$  karışıma eklenerek yine 5 dakika sonra 2 mL 1 M NaOH eklenip 1 dakika sonra toplam hacim saf su ile 10 mL’ye tamamlanmıştır. Hemen ardına absorban değerleri, 510 nm’de okunmuştur. Sonuçlar litre taze ağırlıkta mg kateşin eşdeğer olarak ( $\text{mg KE L}^{-1}$  ta) verilmiştir.

Araştırma sonuçlarının istatistiksel değerlendirmelerinde; SPSS (Statistical Package for Social Sciences) istatistik paket programı (SPSS 17) kullanılmıştır. Genel istatistik hesaplamalar dışında, mekanik davranışın belirlendiği kuvvet, deformasyon, sertlik ve sıkıştırma gücü parametrelerinde yükleme hızı ve eksenleri de kullanıldığı için varyans analizi yapılmıştır. İncelenen parametrelerle ilgili farklılıkların belirlenmesi amacıyla çoklu karşılaştırma (Duncan) testi de uygulanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Fiziksel özellikler

Nagami çeşit kamkat meyvelerine ait örneklerin biyoteknolojik özellikleri kapsamında fiziksel özelliklerden geometrik ve hacimsel özellikleri olarak boyutsal özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı değerleri ile meyve ağırlığı, yığın hacim ağırlığı ve meyve hacim

ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Meyvelerin geometrik ve hacimsel özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Kamkat meyvesinin uzunluk, genişlik, kalınlık değerleri sırasıyla 33.76 mm, 23.24 mm, 22.77 mm olarak belirlenmiştir. Meyvelerin geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri sırasıyla 26.04 mm, %77.32 ve 2141.94  $\text{mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Meyve ağırlığı ortalama 10.64 g, yığın hacim ağırlığı ve meyve hacim ağırlığı değerleri ise, sırasıyla 551.34  $\text{kg m}^{-3}$  ve 1083.60  $\text{kg m}^{-3}$  olarak belirlenmiştir.

Jalilantabar ve ark. (2013), kamkat meyvesinde uzunluk genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı ve şekil indeksi değerlerini sırası ile 39.5 mm, 25.7 mm, 25.1 mm, 29.4 mm, %74.5, 2743.0  $\text{mm}^2$ , 1.6 olarak bildirmiştir. Yıldız Turgut ve ark. (2015), kamkat meyve boyunu ve çapını sırasıyla 38.5 mm ve 26.9 mm olarak belirlemiştir. Kabaş (2010), İnterdonate limonun uzunluğunu 72.16-89.65 mm, çapını 60.18-71.40 mm, geometrik ortalama çapını 63.25-70.64 mm; Red blush altıntopunun uzunluğunu 70.66-86.21 mm, çapını 82.26-107.53 mm, geometrik ortalama çapını 70.16-92.87 mm, Satsuma mandarininin uzunluğunu 38.83-52.71 mm, çapını 51.37-68.44 mm, geometrik ortalama çapını 43.52-54.92 mm olarak bildirmiştir. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada kamkat meyvelerinin geometrik özelliklerinden uzunluk ve genişlik değerlerinin Jalilantabar ve ark. (2013) ve Yıldız Turgut ve ark. (2015)’nin sonuçları ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Kabaş (2010)’ın bildirdiği turuncgil meyvelerine göre kamkat meyvelerinin daha düşük boyutlara sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Kamkat meyvelerine ait bazı geometrik ve hacimsel özellikler

Özellikler	Ortalama (*)	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı	Standart hata
<b>Geometrik</b>					
<i>U (mm)</i>	33.76±1.28	35.78	31.21	3.79	0.41
<i>G (mm)</i>	23.24±0.82	24.10	21.87	3.55	0.26
<i>K (mm)</i>	22.77±0.86	23.70	21.38	3.79	0.27
<i>Gç (mm)</i>	26.04±0.93	27.02	24.33	3.57	0.29
<i>Kr (%)</i>	77.32±1.11	78.61	75.46	1.44	0.35
<i>Ya (mm<sup>2</sup>)</i>	2141.94±143.60	2298.86	1890.60	6.70	45.44
<i>Mşi</i>	1.46±0.03	1.51	1.42	2.01	0.01
<b>Hacimsel</b>					
<i>A (g)</i>	10.64±1.08	11.70	8.80	10.12	0.34
<i>H<sub>t</sub> (mm<sup>3</sup>)</i>	9485.61±899.82	10501.18	7983.18	9.49	284.75
<i>H<sub>y</sub> (kg m<sup>-3</sup>)</i>	551.34±16.31	569.75	532.31	2.96	7.28
<i>H<sub>g</sub> (kg m<sup>-3</sup>)</i>	1083.60±48.54	1143.58	1010.10	4.48	21.67
<i>Pr (%)</i>	49.08±1.32	50.52	47.30	2.68	0.59

U: Uzunluk (mm), G: Genişlik (mm) K: Kalınlık (mm), Gç: Geometrik ortalama çap (mm), Kr: Küresellik (%), Ya: Yüzey Alanı( $\text{mm}^2$ ), Mşi: Meyve Şekil indeksi, A: Tek tane ağırlık (g), H<sub>t</sub>: Hacim ( $\text{mm}^3$ ), H<sub>y</sub>: Yığın hacim ağırlığı ( $\text{kg m}^{-3}$ ), H<sub>g</sub>: Meyve hacim ağırlığı ( $\text{kg m}^{-3}$ ), Pr: Porozite (%) (\*):  $\pm$  değerler standart sapmayı göstermektedir.

Jalilantabar ve ark. (2013), kamkat meyvesinde ağırlık değerini 14.3 g ve porozite değerini 63.8 % olarak belirlerken; Yıldız Turgut ve ark. (2015), kamkat meyve ağırlığını 13.67 g; Uslu

(2015) ise 11.38 g olarak açıklamıştır. Kabaş (2010); İnterdonate limonun ağırlığının 109.41-165.37 g, Red blush altıntopun ağırlığının 206.87-400.45 g, Satsuma mandarininin ağırlığının 63.58-

79.80 g olduğunu bildirmişlerdir. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada kamkat meyvelerinin ağırlık değerleri Uslu (2015)'nin sonuçları ile benzerlik gösterirken, Jaliliantabar ve ark. (2013) ve Yıldız Turgut ve ark. (2015)'nin belirttiği değerlerden daha düşük bulunmuştur. Kabaş (2010)'ın bildirdiğine göre, kamkat meyve ağırlıklarının portakal, limon, altıntop ve mandarine nazaran daha düşük olduğu görülmektedir.

### Renk Özellikleri

Kamkat meyvelerinin kabuk yüzeyi ve meyve eti üzerinden ölçülen renk özelliklerine ait

değerler ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , kroma, hue açısı) Çizelge 2'de verilmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk değerleri hasat sonrasındaki taze meyvelerin kabuk yüzeyi için sırası ile 59.89, 23.38 ve 54.86 olarak belirlenirken, meyve eti için bu değerler sırasıyla 60.01, 5.43 ve 34.00 olarak belirlenmiştir. Küçük ve Doymaz (2019), taze kamkat dilimlerinin renk parametreleri için ortalama değerleri için  $L^*$  değerinin 60.49,  $a^*$  değerinin 22.24 ve  $b^*$  değerini ise 51.88 olarak bulunduğunu açıklamışlardır. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada kamkat meyvelerinin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri Küçük ve Doymaz (2019)'in belirttiği sonuçlarla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 2. Kamkat meyvelerine ait meyve kabuk yüzeyi ve meyve etinin renk karakteristikleri

Meyve yüzeyi	Renk karakteristikleri	Ortalama (*)	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı	Standart hata
Meyve kabuğu	$L^*$	59.89±1.32	62.54	58.14	2.20	0.42
	$a^*$	23.38±1.98	25.70	19.18	8.46	0.63
	$b^*$	54.86±1.34	57.29	52.71	2.44	0.42
	$C$	59.65±1.74	62.67	56.86	2.92	0.55
Meyve eti	$h^\circ$	66.94± 1.58	70.29	65.25	2.37	0.50
	$L^*$	60.01±2.72	64.51	56.08	4.54	0.86
	$a^*$	5.43±2.28	8.20	1.47	42.03	0.72
	$b^*$	34.00±7.21	42.43	19.63	21.19	2.28
	$C$	34.46±7.39	43.22	19.85	21.44	2.34
	$h^\circ$	81.17± 2.80	86.97	77.25	3.45	0.88

(\*): ± değerler standart sapmayı göstermektedir.

### Mekanik Özellikler

Kamkat meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerleri Çizelge 3'te; farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki (uzunluk X-, genişlik Y-, kalınlık Z-) delme kuvveti, deformasyon, absorbe edilen enerji, sertlik ve delme için gerekli güç değerleri ise Çizelge 4'te verilmiştir. Topuz ve ark. (2005), dört farklı portakal çeşidinde lastik, kontrplak ve galvanizli sac yüzeyde statik sürtünme katsayısı değerlerini Alanya çeşidi için sırasıyla 0.270, 0.258, 0.247; Finike çeşidi için sırasıyla 0.200, 0.187, 0.175; W. Navel çeşidi için sırasıyla 0.175, 0.162, 0.147; Shamouti çeşidi için sırasıyla 0.124, 0.107, 0.113 olarak açıklamışlardır. Baradaran Motie ve ark. (2014), iki farklı limon çeşidinde lastik ve galvanizli sac yüzeyde statik sürtünme katsayısı değerlerini Seedless Lisbon çeşidi için sırasıyla 0.252, 0.243; Frost Eureka çeşidinde ise 0.278, 0.268 olarak ifade etmişlerdir. Veeravenkatesh ve Vishnuvardhan (2014), üç farklı boyutta sınıflandırılmış portakal meyvesinde kontrplak yüzeyde statik sürtünme katsayısı değerlerini küçük meyvelerde 0.22, orta boyut meyvelerde 0.18 ve büyük meyvelerde ise 0.23 olarak açıklamışlardır. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada kamkat meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerleri Topuz ve ark. (2005), Baradaran Motie ve ark. (2014) ve Veeravenkatesh ve

Vishnuvardhan (2014) tarafından belirtilen sürtünme katsayısı değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4'e göre, kamkat meyvelerine ait kuvvet, deformasyon, absorbe edilen enerji, sertlik ve sıkıştırma gücü değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri kamkat meyvelerinde en yüksek kuvvet değeri 80 mm min<sup>-1</sup> kalınlık (Z-) ekseninde 54.84 N olarak ölçülmüştür. En yüksek sertlik değeri, 40 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında genişlik (Y-) ekseninde 5.24 N mm<sup>-1</sup> ile bulunmuştur. Altuntas ve ark. (2013), muşmula meyvelerinin sabit 1.06 mm s<sup>-1</sup> (31.8 mm min<sup>-1</sup>) yükleme hızında ve 7.9 mm çaplı silindirik uç kullanılarak delme testinde X- eksenini boyunca delme kuvveti ve absorbe edilen enerji değerlerinin fizyolojik olgunluktan olgunlaşma dönemine kadar sırasıyla 82.3 N ile 8.1 N (%90.2 azalma) ve 593.6 N ile 74.0 N mm (%87.5 azalma) arasında değiştiğini açıklamışlardır. Fizyolojik olgunluktan olgunlaşma dönemine 1.9 mm çaplı iğne uç kullanılarak delme testinde ise, muşmula meyvelerinin delme kuvveti ve delme için gerekli absorbe edilen enerji değerlerini ise sırasıyla 17.4 ile 1.20 N (%93.1 azalma) ve 127.9 ile 12.6 N mm (%90.1 azalma) olarak bulmuşlardır. Muşmula meyvelerinin deformasyon değerlerinin ise fizyolojik olgunluktan olgunlaşma dönemine kadar sırasıyla 14.4 mm'den

18.3 mm'ye (silindirik uç ile) ve 15.6'dan 20.1 mm'ye (iğneli uç ile) yükseldiğini açıklamışlardır. Bu durumun daha yüksek meyve olgunluğu oranının ve muşmula meyvelerinin sertliğinin azalmasının bir sonucu olduğunu ifade etmişlerdir.

Çalışmada, kamkat için 11.1 mm çaplı silindirik uç ile yapılan delme testlerinde, 20 mm min<sup>-1</sup> ile 40 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızları için X- eksen

boyunca delme kuvveti değerleri 28.78 N ile 38.24 N olarak, deformasyon değerleri 9.83 mm ile 12.37 mm olarak ve absorbe edilen enerji değerleri de 141.46 N mm ile 210.33 N mm olarak bulunmuştur. Buna göre, kamkatın delme kuvveti, deformasyon ve absorbe edilen enerji değerleri, muşmula meyvesinin fizyolojik olgunluk dönemi değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. Kamkat meyvelerine ait statik sürtünme katsayısı değerleri.

Sürtünme yüzeyi	Sürtünme katsayısı				
	Ortalama (*)	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı	Standart hata
<b>PVC</b>	0.306±0.016	0.325	0.287	5.096	0.005
<b>Galvanizli sac</b>	0.276±0.024	0.306	0.231	8.600	0.007
<b>Laminant</b>	0.257±0.013	0.268	0.231	5.056	0.004
<b>Kontrplak</b>	0.329±0.018	0.344	0.306	5.395	0.006
<b>Lastik</b>	0.368±0.021	0.404	0.344	5.570	0.006

PVC: Polivinil Klorür, (\*): ± değerler standart sapmayı göstermektedir.

Çizelge 4. Kamkat meyvelerine ait delme testleri sonucu elde edilen kuvvet, deformasyon, absorbe edilen enerji, sertlik ve delme için gerekli güç değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Yükleme hızları (mm min <sup>-1</sup> )	Yükleme eksen	Kuvvet (N)	Deformasyon (mm)	Absorbe edilen enerji (N mm)	Sertlik (N mm <sup>-1</sup> )	Delme için gerekli güç (W)
20	X-	28.78±3.98b**	9.83 <sup>ns</sup> ±1.56	141.46±30.07b**	3.00±0.71b**	0.0048±0.0007b**
	Y-	44.13±6.79a**	11.50 <sup>ns</sup> ±1.63	252.41±43.24a**	3.91±0.84a**	0.0074±0.0011a**
	Z-	47.51±4.02a**	10.61 <sup>ns</sup> ±0.78	252.24±31.25a**	4.50±0.47a**	0.0079±0.0007a**
	<b>F değeri</b>	<b>30.62</b>	<b>2.94</b>	<b>26.21</b>	<b>9.52</b>	<b>30.62</b>
40	X-	34.24±5.30b**	12.37±2.23a**	210.33±40.15b**	2.86±0.71b**	0.0114±0.0018b**
	Y-	51.98±0.64a**	9.99±0.95b**	259.71±24.66a**	5.24±0.53a**	0.0173±0.0002a**
	Z-	50.84±3.84a**	10.18±1.07b**	258.46±30.82a**	5.05±0.75a**	0.0169±0.0013a**
	<b>F değeri</b>	<b>54.70</b>	<b>5.96</b>	<b>6.00</b>	<b>31.37</b>	<b>54.70</b>
60	X-	36.40±3.46b**	11.30±1.16 <sup>ns</sup>	206.07±32.96b**	3.24±0.38b**	0.0182±0.0017b**
	Y-	52.75±2.68a**	10.73±1.41 <sup>ns</sup>	282.27±35.66a**	5.01±0.86a**	0.0264±0.0013a**
	Z-	53.63±1.25a**	10.82±1.27 <sup>ns</sup>	290.04±34.66a**	5.01±0.54a**	0.0268±0.0006a**
	<b>F değeri</b>	<b>109.14</b>	<b>0.46</b>	<b>14.52</b>	<b>21.41</b>	<b>109.14</b>
80	X-	39.61±4.64b**	15.88±3.59a**	314.18±80.20 <sup>ns</sup>	2.61±0.69b**	0.0264±0.0031b**
	Y-	52.99±2.27a**	11.36±2.23b**	299.68±50.59 <sup>ns</sup>	4.81±0.89a**	0.0353±0.0015a**
	Z-	54.84±2.48a**	11.47±1.60b**	313.79±41.28 <sup>ns</sup>	4.88±0.80a**	0.0366±0.0017a**
	<b>F değeri</b>	<b>50.49</b>	<b>7.79</b>	<b>0.15</b>	<b>20.90</b>	<b>50.49</b>

\*\* : p<0.01, ns: önemsiz, ± değerler standart sapmayı göstermektedir.

#### Kimyasal Özellikler

Kamkat meyvelerinin kimyasal özellikleri kapsamında suda çözünür kuru madde içeriği (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitliği (TA) yanında, biyoaktif özelliklerden toplam fenolik, antioksidan kapasitesi, toplam flavonoid, C vitamini değerlerine

ait sonuçlar, Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'e bakıldığında ortalama pH değeri 3.35, TA değeri %1.47 ve SÇKM değeri %12.93 olarak bulunmuştur. Babazadeh-Darjazi ve Jaimand, (2019) farklı turuncgil anaçlarında kamkat ağacının performansını araştırmışlardır. Çalışmada elde

ettikleri pH değerleri; 2.2, 2.25 ve 2.43, TA değerleri; 3.44, 3.39 ve 2.98, SÇKM değerleri; 10.8, 10.9 ve 11.06 olarak bulunmuştur. Chang ve Lin, (2020) sıcaklığın kamkat meyvesinin gelişimine ve kalite performanslarına etkisini araştırmışlardır. Meyve kabuğunda ve pulpunda yaptıkları analiz sonuçlarına göre: TA değeri meyve kabuğunda %1.27, meyve pulpunda 3.88 SÇKM değeri ise meyve kabuğunda %14.8, meyve pulpunda %12.07 olarak elde edilmiştir. Ramful ve ark. (2011) kamkat meyvesini nisan ve haziran ayında hasat ederek meyve analizlerini yapmışlardır. Elde edilen TA değerleri aylara göre sırasıyla %1.34, 1.83 ve SÇKM değerleri sırasıyla %12.21 ve 13.12 olarak belirlenmiştir. Bulunan sonuçlarla yaptığımız çalışmada elde edilen veriler uyuşmaktadır.

Fitokimyasal özellikler incelendiğine (Çizelge 5), ortalama toplam fenolik madde değeri 116.19  $\mu\text{g GAE g}^{-1}$  ta, ortalama antioksidan kapasitesi 2.98  $\mu\text{mol TE g}^{-1}$  ta, ortalama toplam flavonoid değeri 34.04  $\text{mg KE L}^{-1}$  ta ve ortalama C vitamini değeri 308.67  $\text{mg/L}$  olarak bulunmuştur. Keskin-Šašić ve ark. (2012)'nin meyve sularında toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, kamkat meyvesinin toplam fenolik madde içeriğini santrifüj edilmiş örneklerde ve edilmemiş olanlarda sırasıyla 11.65 ve 15.02  $\text{mg GAE } 100 \text{ mL}^{-1}$  ta bulmuşlardır. Yine aynı çalışmada meyve sularının antioksidan kapasitelerini ölçmek için oksijen radikal absorban

kapasitesi (ORAC) yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar santrifüj edilmiş ve edilmemiş meyve suyu örneklerinde sırasıyla 133.50 ve 38.16  $\mu\text{mol TE } 100 \text{ mL}^{-1}$  ta bulunmuştur. Guo ve ark., (2003) farklı meyvelerin pulp, kabuk ve çekirdeklerinde antioksidan aktivitelerini ferrik indirgeme/antioksidan güç deneyi (FRAP deneyi)'ni uygulayarak belirlemişlerdir. Kamkat meyvesinin pulp, kabuk ve çekirdeklerinde elde ettikleri antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 0.50, 0.25 ve 0.66  $\text{mmol } 100 \text{ g}^{-1}$  ta olarak bulunmuştur. Ramful ve ark., (2011)'nin nisan ve haziran ayında hasat ettikleri kamkat meyvelerinin analiz sonuçlarına göre her iki dönemde de hasat edilen meyvelerde toplam fenolik madde içeriği  $> 950 \mu\text{g g}^{-1}$  ta ve toplam flavonoid madde içeriği  $< 400 \mu\text{g g}^{-1}$  ta olarak ifade edilmiş, C vitamini değerleri aylara göre sırasıyla  $> 500 \mu\text{g mL}^{-1}$  ve 300–500  $\mu\text{g mL}^{-1}$  olarak belirlenmiş, TEAC ise sırasıyla 7.79 ve 9.92  $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$  ta olarak elde edilmiştir. Wang ve ark. (2007) ve Vinci ve ark., (1995) kamkat meyvesinde yaptıkları çalışmada C vitamini değerlerini sırası ile 6.77  $\text{mg g}^{-1}$  ve 55.29  $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$  olarak belirlemişlerdir. Genel olarak yaptığımız çalışma ile daha önce yapılan çalışmalar arasında oluşan uyumsuzluklar, meyvelerin çeşit ve hasat zamanlarındaki farklılıklarından, uygulanan farklı analiz metodlarından ve meyvelerin yetiştiği ekolojik koşullardan kaynaklanıyor olabilir.

Çizelge 5. Kamkat meyvesinin bazı kimyasal özellikleri

Kimyasal özellikler	Ortalama (*)	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı	Standart hata
<b>pH</b>	3.35±0.16	3.52	3.20	4.80	0.09
<b>TA (%)</b>	1.47±0.02	1.49	1.46	1.21	0.01
<b>SÇKM (%)</b>	12.93±0.23	13.20	12.80	1.79	0.13
<b>TFe (<math>\mu\text{g GAE/g ta}</math>)</b>	116.19±2.40	118.78	114.03	2.07	1.39
<b>TEAC(<math>\mu\text{mol TE/g ta}</math>)</b>	2.98±0.04	3.01	2.94	1.21	0.02
<b>TFI(<math>\text{mg KE/L ta}</math>)</b>	34.04±1.70	35.89	32.56	4.99	0.98
<b>C Vitamini(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	308.67±6.11	314.00	302.00	1.98	3.53

TFe: Toplam fenolik ( $\mu\text{g GAE/g ta}$ ), TEAC: Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi ( $\mu\text{mol TE/g ta}$ ),TFI: Toplam Flavonoid ( $\text{mg KE/L ta}$ ), C Vitamini ( $\text{mg/L}$ ), TA: Titre edilebilir asitlik, SÇKM: Suda çözünür kuru madde, ta: taze ağırlık. (\*):  $\pm$  değerler standart sapmayı göstermektedir.

## Sonuç ve Öneriler

Araştırma kapsamında, Nagami kamkat çeşidinin biyoteknolojik karakteristiklerinden geometrik, hacimsel, renk, mekanik direnç özellikleri ve biyoaktif özelliklerden toplam fenolik, antioksidan kapasitesi, toplam flavonoid, C vitamini incelenmiştir. Boyut özelliklerinden ortalama uzunluk, genişlik, kalınlık değerleri sırasıyla 33.76

mm, 23.24 mm ve 22.77 mm olarak belirlenmiştir. Ortalama ağırlık 10.64 g olarak belirlenmiştir. Ortalama yığın hacim ağırlığı, meyve hacim ağırlığı ve porozite değeri sırasıyla 551.34  $\text{kg m}^{-3}$ , 1083.60  $\text{kg m}^{-3}$ , %49.08 olarak belirlenmiştir. En yüksek  $L^*$  değeri meyve etinde gözlenirken, en yüksek  $a^*$  değeri meyve kabuk yüzeyinde belirlenmiştir. Mekanik test sonuçlarına göre en yüksek delme

kuvveti değeri 80 mm min<sup>-1</sup> kalınlık (Z-) ekseninde 54.84 N ile belirlenirken, en yüksek sertlik değeri, 40 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında genişlik (Y-) ekseninde 5.24 N mm<sup>-1</sup> ile belirlenmiştir. Ortalama pH değeri 3.35, TA değeri %1.47 ve SÇKM değeri %12.93 olarak belirlenmiştir. Ortalama toplam fenolik madde değeri 116.19 µg GAE/g ta, ortalama antioksidan kapasitesi 2.98 µmol TE g<sup>-1</sup> ta, ortalama toplam flavonoid değeri 34.04 mg KE L<sup>-1</sup> ta ve ortalama C vitamini değeri 308.67 mg L<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Kamkat meyvesinin hasat sonrasına yönelik biyoteknolojik özelliklerinin belirlenmesine ait verilerin hasat ve hasat sonrası teknoloji ve uygulamalarla ilgili tasarlanacak ve geliştirilecek alet, ekipman ve sistem donanımlarında dikkate alınmasına katkı sunacaktır. Ülkemizdeki gelişen önemi dikkate alındığında kamkat üretim alanlarının artmasına bağlı olarak da, taze ve sanayiye yönelik uygulamalarda ürünün temizlenmesi, boyutlarına göre sınıflandırılması, paketlenmesi ve ambalajlanmasında kullanılacak sistem ve tesislerin donanımlarındaki biyoteknolojik özelliklerine ait sonuçların, kamkatın hem hasat hem de hasat sonrası ürün kalitesi ile birlikte ticari olarak değerinin artırılmasına katkı sunabileceği düşünülmektedir.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## Kaynaklar

- Altuntas, E., Gul, E.N. ve Bayram, M. 2013. The physical, chemical and mechanical properties of medlar (*Mespilus germanica* L.) during physiological maturity and ripening period. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University (JAFAG)*, 30 (1): 33-40.
- Anonim (2016). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Belgeler/Basin/kamkat.pdf> (Erişim tarihi: 22.08.2021).
- Anonim. 2021. <https://www.sozcu.com.tr/2020/ekonomi/pandemi-ile-talep-artti-kamkat-hasadi-basladi-6176358/> Erişim tarihi: 25.04.2021.
- Babazadeh-Darjazi, B. ve Jaimand, K. 2019. Physicochemical Characteristics of Kumquat (*Fortunella margarita*) on Citrus Rootstocks. *Journal of Medicinal plants and By-product*, 8(2), 105-114.
- Baradaran Motie, J., Miraei Ashtiani, S.H., Abbaspour-Fard, M.H. ve Emadi, B. 2014. Modeling physical properties of lemon fruits for separation and classification. *International Food Research Journal*, 21(5): 1901-1909.
- Chang, Y.C. ve Lin, T.C. 2020. Temperature Effects on Fruit Development and Quality Performance of Nagami Kumquat (*Fortunella margarita* [Lour.] Swingle). *The Horticulture Journal*, UTD-120.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. ve Jiang, Y. 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition research*, 23(12), 1719-1726.
- Günaydın, S. 2020. Mikrodalga, konvektif ve gölgede kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuş kuşburnu meyvesinin kurutma kinetiği, renk ve besin elementi içeriği açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 65 sayfa, Bursa.
- Jaliliantabar F., Lorestani, A.N. ve Gholami, R. 2013. Physical properties of kumquat fruit. *International Agrophysics*, 27: 107-109.
- Jarvis, B.J. 2017. Get acquainted with kumquat. Pasco County Cooperative Extension, Florida.
- Kabaş, Ö. 2010. Bazı Turuncgil Meyvelerinin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 2010, 27(1):33-42.
- Kassem, H.A., Al-Obeed, R.S., Ahmed, M.A. ve Omar, A.K.H. 2011. Productivity, fruit quality and profitability of Jujube Trees Improvement by Preharvest Application of Agro-Chemicals. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 9 (5), 628-637.
- Keskin-Šašić, I., Tahirović, I., Topčagić, A., Klepo, L., Salihović, M.B., Ibragić, S. ve Velispahić, E. 2012. Total phenolic content and antioxidant capacity of fruit juices. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 39, 25-28.
- Küçük İ. ve Doymaz İ. 2019. Experimental and Modeling Investigation of Mass Transfer during Infrared Drying of Kumquat Slices. *Adiyaman University Journal of Science*, 9 (1): 48-65.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of Objective Colour Measurements. *HortScience*, 27 (12): 1254–1255.
- Mohsenin, N.N. 1980. *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 758 p.



- Olçay, N., Demir, M.K. 2019. Kamkatın (*Fortunella* spp.) Besinsel İçeriği ve Fonksiyonel Özellikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4): 2124-2132.
- Ozgen, M., Reese, R.N., Tulio, A.Z., Scheerens, J.C. ve Miller, A.R. 2006. Modified 2, 2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2, 2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4), 1151-1157.
- Saçılık, K., Öztürk, R. ve Keskin, R. 2003. Some physical properties of Hemp seed. *Biosystems Engineering*, 86 (2), 191-198.
- Suthar, S.H., Das, S.K., 1996. Some physical properties of Karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf] grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65: 15-22.
- Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O.I., Bourdon, E. ve Bahorun, T. 2011. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Research International*, 44(7), 2088-2099.
- Saracoglu, O. ve Altuntas, E. 2021. Assessment of Some Biotechnical Characteristics of Japanese Crabapple Depending on Fruit Size and Maturity Stage. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 36 (1), 21-26.
- Singleton, V.L. ve Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Topuz, A., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, I. ve Ozdemir, F. 2005. Physical and nutritional properties of four orange varieties. *Journal of Food Engineering*, 66:519–523.
- Uslu, Ü.H. 2015. Kamkat Meyvesinin Ultrases (Ultrason) Destekli Kurutulması Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Veeravenkatesh, M. ve Vishnuvardhan, S. 2014. Studies on some physical properties of sweet orange relevant to bulk handling. *International Journal of Agricultural Engineering*, 7(2): 347-351.
- Vinci, G., Botrè, F., Mele, G. ve Ruggieri, G. 1995. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. *Food Chemistry*, 53(2), 211-214.
- Wang, Y.C., Chuang, Y.C. ve Ku, Y.H. 2007. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food chemistry*, 102(4), 1163-1171.
- Yıldız Turgut D., Gölükcü, M. ve Tokgöz, H. 2015. Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Derim*, 32 (1): 71-80.
- Yılmaz, G., Altuntas, E., 2020. Some bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds and harnal seed capsules. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 1(2): 222-232.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. ve Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559.