





*Araştırma Makalesi / Research Article*


## **Bazı Limon Çeşitlerinin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi**

### *Determination of Physical Properties of Some Lemon Varieties*

Hamide ERSOY<sup>1</sup> , Ebubekir ALTUNTAŞ<sup>2,\*</sup> 

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, 60250, Tokat, Türkiye

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye

 <https://doi.org/10.55007/dufed.1566233>

#### **ÖZ**

#### **MAKALE BİLGİSİ**

##### **Makale Tarihi**

*Alınış, 13 Ekim 2024*

*Revize, 28 Kasım 2024*

*Kabul, 23 Aralık 2024*

*Online Yayınlama, 01 Nisan 2025*

##### **AnahtarKelimeler**

*Limon, Geometrik, Hacimsel özellik, Sürtünme, Renk*

#### **ARTICLE INFO**

##### **Article History**

*Received, 13 October 2024*

*Revised, 28 November 2024*

*Accepted, 23 December 2024*

*Available Online, 01 April 2025*

##### **Keywords**

*Lemon, Geometric, Volumetric properties, Friction, Colour*

Bu çalışmada, Aydın, Kütdiken ve Interdonato limon çeşitlerinin bazı fiziksel özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda, limon meyvelerinin geometrik, hacimsel, sürtünme ve renk özellikleri incelenmiştir. Kütdiken limon çeşidi, geometrik özellikler ait değerler daha düşük değerde bulunmuştur. İstatistiki olarak, geometrik özelliklere ait değerler açısından çeşitler arasında  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı farklılıklar görülmüştür. Hacim ağırlığı ve gerçek hacim ağırlığı değerlerinin sırasıyla Aydın ve Interdonato çeşitlerinde çeşitler arasında en yüksek değerler vermiştir. Çalışmada sürtünme katsayıları Interdonato meyveleri daha yüksek değerler vermiş, istatistiki olarak lastik, kontrplak ve PVC sürtünme yüzeylerinde çeşitler bazında sürtünme katsayısı değerleri  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Interdonato çeşidinde L, a ve b renk değerleri daha yüksek değerde iken, Aydın çeşidinde daha düşük değerler gözlenmiştir. Limon meyvelerinin geometrik, hacimsel, sürtünme ve renk özellikleri hem ticari açıdan kalite göstergesi olmakla beraber ürünün hasat sonrası teknolojilerinde ayırma, sınıflandırma, taşıma, pazarlama, koruma (depolama, işleme, vb.) proseslerde yer alan makine ve sistemlerin dizaynı, geliştirilmesi ve kullanımlarında önemli mühendislik verileri oluşturmaktadır.

#### **ABSTRACT**

In this study, some physical properties of Aydın, Kütdiken and Interdonato lemon varieties were investigated. In this context, geometric, volumetric, friction and color properties were examined. The values of geometrical properties of Kütdiken lemon variety gave lower values. Statistically, there were significant differences between the varieties at  $p < 0.01$  level in terms of geometric properties. Volume weight and actual volume weight values gave the highest values among the varieties in Aydın and Interdonato

**\*Sorumlu Yazar**

**E-posta Adresleri:** [ersoyshamide@gmail.com](mailto:ersoyshamide@gmail.com)(Hamide ERSOY), [ebubekir.altuntas@gop.edu.tr](mailto:ebubekir.altuntas@gop.edu.tr)(Ebubekir

ALTUNTAŞ)

varieties, respectively. In the study, friction coefficients of Interdonato fruits gave higher values, and statistically, friction coefficient values of rubber, plywood and PVC friction surfaces were found to be statistically significant at  $p<0.01$  level. While the color values of L, a and b were higher in Interdonato variety, lower values were observed in Aydın variety. Geometric, volumetric, friction and color characteristics of lemon fruits are both commercial quality indicators and important engineering data in the design, development and use of machinery and systems involved in the processes of separation, classification, transportation, marketing, protection (storage, processing, etc.) in post-harvest technologies.

## 1. GİRİŞ

Limonun anavatanının Hindistan'a ait Doğu Himalaya Bölgesinin olduğu açıklanmaktadır [1]. Daha çok Akdeniz Bölgesi'nde büyük oranda yetiştirilen limonun yabani formunun bölgede bulunamaması nedeniyle limonun kökeninin tam olarak ortaya konulamamış olduğu söylenebilir. Limonun Akdeniz Havzası'yla Ortadoğu'da gelişimini tamamladığı düşünülmektedir [2].

Dünyada ve Türkiye'de yoğun talep gören turunçgiller, toplumda önemli ekonomik, sosyal ve kültürel etkilere sahip bir meyve grubudur. Turunçgil yetiştiriciliği dünyada olduğu gibi Türkiye'de son yıllarda hızlı bir gelişme göstermiştir. Dünyada 2020/21 pazarlama yılında 97 milyon ton olan turunçgil üretiminin %9'unu limon oluşturmaktadır. 2021/22 pazarlama yılında ise dünya limon üretimi 9.5 milyon tona ulaşmıştır. TÜİK verilerine göre, 2021 yılında Türkiye turunçgil üretimi yaklaşık 5.5 milyon ton iken, bu üretimin 1.5 milyon tonunu limon oluşturmaktadır. Türkiye'de limon üretiminin %93'ü Akdeniz ve %7'si ise Ege Bölgesi'nden sağlanmaktadır. İller bazında ise Mersin, Adana ve Hatay illeri üretimin %90'ını karşılamaktadır [3]. Türkiye'de yetiştirilen limonların oranlarına bakıldığında %50'sinin Kütdiken ve %20'sinin ise Interdonato çeşidi olduğu, üçüncü sırada %20 oranında bulunan Mayer çeşidinin yüksek verim, *Uçkurutan (Phomatracheiphila)* ve soğuk koşullara dayanıklı olması sebebiyle yetiştirilme oranı artan bir çeşit olduğu görülmektedir. Kalan önemli limon çeşitleri "Aydın" (%10), "İtalyan Memeli", "Lamas", "Molla Mehmet", "Kıbrıs" ve "Eureka" dır [4].

Türkiye'de üretilen limonun yarısından daha fazlası ihraç edilmektedir. Dünya standartlarında üretimi yapılan limon çeşitleri hem aranan bir ürün olması, hem de nitelikli, ambalajlı, nakliye ve depolama koşullarına sahip olması nedeniyle dünya piyasasında önemli bir yer tutmaktadır [5]. Hasat edilme zamanı ve hasat edilme şekli de ürünün depolanma süresine ve bu süre sonundaki kalite üzerine önemli ölçüde etkili olmaktadır. Limon ekonomik öneme haiz bir meyve olması yanında besin içeriği açısından da oldukça (C vitamini, karotenoidler, sitrik asit, mineraller vb.) zengindir. Ayrıca yüksek antioksidan özelliğine sahip olup flavon ve flavonoidler açısından da oldukça zengin olup gıda endüstrisi işlemleri açısından da büyük öneme sahiptir [6,7].

Tarımsal materyallerin korunmasında nitelik ve niceliğini arttırmaya yönelik uygulamalar içerisinde, hasat sonrası teknolojiler ile hasat edilen ürünlerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi vb. çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Tarımsal materyallere ait fiziksel özelliklerin belirlenmesi; hasat ve hasat sonrası teknolojilerde kullanılacak sistem ve makinaların iş kapasitelerinin belirlenmesi, ürün kalite-kontrol işlemleri ile hasat ve hasat sonrası teknolojilerinde yer alan proseslerdeki makine ve sistemlerin dizaynına, geliştirilmesine ve kullanımlarına yönelik önemli mühendislik verilerinin oluşmasına katkı sunmaktadır [8].

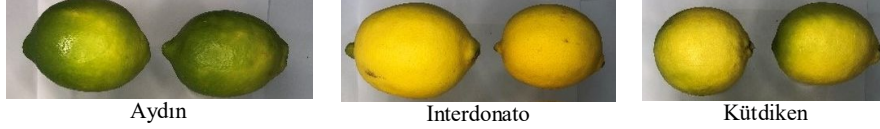
Tarımsal materyallerin fiziksel özellikleri olarak; materyalin boyut, şekil özellikleri, projeksiyon/yüzey alanı, küresel olma durumu, geometrik ortalama çap ve yüzey alanı vb. geometrik özellikleri; birim ağırlık, gerçek hacim ağırlığı, porozite, hacim ağırlıkları vb. hacimsel özellikleri, farklı sürtünme yüzeylerindeki sürtünme katsayıları, Kroma, Hue açısı, L, a, bvb. renk karakteristikleri sayılabilir [8].

Limon meyvelerinin fiziksel özelliklerini belirlemeye yönelik yerli ve yabancı literatür çalışmalarına bakıldığında bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunlar arasında Kabaş [9], Interdonate limon çeşidinde, boyut, ağırlık, kalınlık, 100 meyve ağırlığı vb. gibi fiziksel özelliklerini; Baradaran-Motie ve ark.[10], çekirdeksiz Lizbon ve FrostEureka limon çeşitlerinin fiziksel özellikleri dikkate alarak ayırma ve sınıflandırılması için modellenmesinde bazı fiziksel özelliklerini; Dağdelen [11], 5, 10 ve 15 Hz taşıma frekanslarının Interdonate limon çeşidinde fiziko-mekanik ve fizikokimyasal özelliklere etkilerini araştırmıştır. Karadeniz [12], gıda ürünü olarak limon ekşisi veya limon suyu eldesine yönelik olarak da Kütdiken, Karalimon, Lamas ve Interdonato limon çeşitlerinden elde edilen limon sularında pH, titrasyon asitliği vb. gibi kimyasal özelliklerini incelemiştir.

Uçan ve ark. [13], Mayer limon çeşidini kullanarak, limon ekşilerinin bazı fiziksel, renk ve kimyasal özelliklerini incelemiştir. Saraçoğlu [14], çalışmasında narenciye türleri içinde, limon meyvesinin de bazı fiziksel ve hidrodinamik özelliklerini incelemiştir. Interdonato limon meyvelerinin boyut özellikleri ve projeksiyon alanlarını görüntü işleme yöntemiyle belirlemiştir. Özden ve Kılıç [15], limon meyvelerinin dilimlerinin kurutma sürecindeki renk ve boyut analizini incelemiştir. Kurutma fırnında 50°C sıcaklıkta kurutma işlemi yapılan limon dilimleri için zamana bağlı olarak görüntüleri kaydedilmiş, kinematik özellikleri dikkate alınarak ağırlıkları yük hücresi ile gerçekleştirilmiş, %10 nem kalana kadar kurutma işlemi yapılmıştır. Limon meyvesine ait olarak çeşitler bazında sınırlı düzeyde çalışma yapıldığı için bu çalışma çerçevesinde deneme materyali olarak farklı limon çeşitleri olarak Aydın, Interdonato ve Kütdiken limon çeşitlerinin fiziksel özellikleri incelenmiş ve bu kapsamda geometrik, hacimsel, renk ve sürtünme özellikleri beraber değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Çalışma için Aydın, Interdonato ve Kütdiken olmak üzere üç limon çeşidi kullanılmıştır. Limonlar, Adana-Ceyhan ilçesindeki bir çiftçi bahçesinden temin edilmiştir. Limon hasat dönemi 21 Kasım 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Uygun paketlenme sağlanarak Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyolojik Malzeme Laboratuvarına getirilip fiziksel özellikler incelenmiştir.



**Şekil 1.**Çalışmada kullanılan Aydın, Interdonato ve Kütdiken limon meyvelerine ait örnekler

Aydın çeşidi limon meyvelerinin verimi iyi, meyveleri ise büyüktür. Meyve güzel kokuya sahiptir. Interdonato limon çeşidi meyvesi büyük, uzun-silindirik şekle sahiptir. Aynı zamanda, meyve kabuğunun ince, yana doğru yatık meme başına sahip, açık yeşil renkli, düzgün ve parlak yüzeylidir. Kütdiken çeşidinin meyve şekli elips, hafif memeli olup, kabuk rengi açık yeşil, sarı olup, parlak yüzeyli, meyve eti ise sarı renklidir [16, 17, 18].

Hasat edilen limon meyvelerinin fiziksel özellikleri içerisinde geometrik, hacimsel, sürtünme ve renk karakteristikleri için; geometrik özelliğinden boyut, yüzey alanı, geometrik ortalama çap ve küresellik; hacim özelliği için meyve ağırlığı, 100 meyve ağırlığı, hacim, yığın ve gerçek hacim ağırlıkları; sürtünme özellikleri için farklı sürtünme yüzeylerindeki statik sürtünme katsayıları ile renk ölçümleri için meyve kabuğu üzerinden renk karakteristikleri belirlenmiştir.

Meyvelerin nem içeriğinin belirlenmesi için 3 tekrarlamalı olarak meyve örneklerinin kuru etüvde  $70\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta ürün nemi sabitlenen kadar kurutulmuş ve nem içeriği yaş baza (%y.b) göre belirlenmiştir [19].

Meyve geometrik ve hacimsel ölçümleri 100 meyve üzerinden belirlenmiş, ortalamaları ve standart sapmaları alınmıştır. Limon meyveleri geometrik ağırlık ve hacim ölçümleri için sırasıyla dijital kumpas, dijital terazi ve hektolitre kabı ve/veya ölçülü cam beher kaplar kullanılmıştır.

Meyvelerin sürtünme özellikleri için eğimli masa sürtünme ölçüm düzeneği kullanılmış, farklı sürtünme yüzeyleri üzerinde meyvenin ilk hareketini sağladığı eğim açısı belirlenmiştir. Meyve örneklerinin hareketine izin verecek şekilde eğimli masa bir kol ile hareketlendirilerek, ilk hareketin

sağlandığı durumda eğimli masanın tanjantı (eğim açısı), statik sürtünme katsayısı olarak kullanılmıştır [8].

Meyve renk ölçümleri için limon meyvelerinin kabuk rengine ait L, a, b renk skalaları yanında Kroma ve hue açısı da belirlenmiş, ortalamaları ve standart sapmaları alınmıştır. Renk özellikleri için Minolta marka renk-ölçer kullanılmıştır. L(parlaklık) değeri, (0 karanlık, 100 aydınlık); a(kırmızılık) değeri (+kırmızılığı, -yeşilliği), b (sarılık)değeri (+sarılığ, -maviliği) göstermekte olup, denemelerde her bir renk skalası için 15'er adet meyve örneği kullanılmıştır. Hue açısı, tohumların renk tonunu göstermekte olup, sırasıyla aç değelerine göre renk tonları 0° kırmızı-mor, 90° sarı, 180° mavimsi-yeşil ve 270° ise mavi olarak açıklanmaktadır. Kroma; tane renkliliğin bir ölçüsü olarak, renk doygunluğu veya renk saflığını ifade etmektedir [20]. Limon meyvelerinin geometrik özelliklerinden geometrik ortalama çap ( $G_m$ ), küresellik ( $S_p$ ) yüzey alanı ( $S_u$ ) değerleri aşağıdaki eşitliklerden belirlenmiştir [21].

$$G_m = (L_e \cdot W_i \cdot T_h)^{0.33} \quad (1)$$

$$S_p = [(G_m/L_e)]100 \quad (2)$$

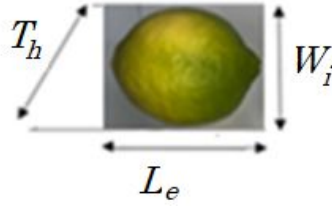
$$S_u = \pi(G_m)^2 \quad (3)$$

Burada;  $L_e$ : uzunluk,  $W_i$ : genişlik,  $T_h$ : kalınlık,  $G_m$  : geometrik ortalama çap,  $S_p$  : küresellik,  $S_u$  : yüzey alanıdır.

100 meyve ağırlıklarının ( $M_h$ ) ölçümü için 4 tekrarlı alınan 100 adet meyve ağırlığı ortalaması kullanılmıştır. Meyvelerin gerçek hacim ağırlığını ( $\rho_{mt}$ , kg m<sup>-3</sup>) belirlenmek için sıvı yer değiştirme yöntemi ve akışkan olarak da saf su kullanılmıştır [19]. Yığın hacim ağırlığının ( $\rho_{mb}$ , kg m<sup>-3</sup>) belirlenmesinde hektolitre yöntemi uygulanmıştır. Boşluk oranı (porozite) değeri için ( $P_{or}$ ), hacim ağırlıkları göz önüne alınmış ve aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır. Limon meyve hacmi ( $V_{of}$ ) için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır [22].

$$V_{of} = \frac{\pi}{6} (L_e \cdot W_i \cdot T_h) \quad (4)$$

Limon meyvelerine ait sürtünme katsayıları ölçümünde PVC, laminant, galvanizli sac, lastik ve kontrplak yüzeyleri ile sürtünme ölçüm düzeni kullanılarak [20] belirlenmiş, meyvelerin hareketine ilk başladığı esnadaki meyil (eğim) açısı  $\tan\alpha$  baz dikkate alınmıştır.



Şekil 2. Limon örneğinde boyutlara ait eksenlerinin görünümü

Limon meyvelerine ait renk özelliklerinin belirlenmesinde L, a ve b değerleri dikkate alınmış, ayrıca Hue açısı ( $H_{ue}^{\circ}$ ) ile Kroma ( $C_h$ ) değeri aşağıdaki eşitlikler ile belirlenmiştir [20].

$$C_h = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$

$$Hue^{\circ} = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (6)$$

Limon çeşitlerine ait meyvelere ait fiziksel özellikler olarak geometrik, hacimsel, sürtünme ve renk özelliklerine ait verilerin istatistiksel değerlendirmelerinde SPSS-17 paket programı kullanılmış olup, genel istatistiksel hesaplamalar yanında tek yönlü varyans analizi ve çeşitler arası çoklu karşılaştırmalar için Duncan testi de kullanılmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Limon çeşitlerinden Aydın, Interdonato ve Kütdiken meyvelerinin nem içerikleri yaş baza (%y.b) göre sırasıyla; %84.37 y.b., %87.02 ve %81.97 y.b. olarak belirlenmiştir. Limon çeşitlerine ait meyvelerde bazı fiziksel özellikler olarak geometrik, hacimsel özellikler yanında sürtünme ve renk özelliklerine ait sonuçlar maddelenmiştir.

#### 3.1 Geometrik Özellikler

Tablo 1'de limon çeşitleri olarak Aydın, Interdonato ve Kütdiken meyvelerinin geometrik özelliklere ait ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Limon çeşitlerinde Kütdiken limon çeşidi, geometrik özelliklere ait en düşük değerler bulunurken, Interdonato limon çeşidine ait meyveler yüzey alanı ve geometrik ortalama çap değerleri de çeşitler açısından en yüksek değerlere sahiptir. Çeşitler açısından dikkat çeken özellik küresellik değerlerinde Kütdiken meyveleri en yüksek değere yani daha diğer çeşitlere göre daha küresel özelliğe sahipken, en düşük küresel özelliğe sahip çeşit Interdonato çeşidine ait meyvelerdir. İstatistiksel açıdan bakıldığında, geometrik özellikler açısından çeşitler arasında  $p < 0.01$  düzeyinde çeşitler arasında anlamlı farklıklar görülürken, çeşit

karşılaştırmalarında Aydın ve Interdonato çeşitleri aynı grupta yer alırken, Kütdiken limon çeşidine ait meyveler ise farklı grupta yer almıştır.

**Tablo 1.** Limon Çeşitlerine ait Geometrik Özellikleri

Çeşit	Uzunluk (L <sub>e</sub> ,mm)	Genişlik (W <sub>i</sub> ,mm)	Kalınlık (T <sub>h</sub> ,mm)	Geometrik ortalama çap (G <sub>m</sub> ,mm)	Küresellik (S <sub>p</sub> ,%)	Yüzey alanı (S <sub>u</sub> ,cm <sup>2</sup> )
Aydın	85.97±2.89 a**	62.40±1.39 a**	60.48±1.38 a**	68.41±1.70 a**	79.69±0.95 b**	147.29±7.69a*
Interdonato	87.76±4.89 a**	63.36±2.69 a**	60.03±2.44 a**	68.93±3.11 a**	79.32±1.70 b**	150.45±14.43 a**
Kütdiken	74.75±2.36 b**	57.44±2.01 b**	54.69±1.15 b**	61.42±1.42 b**	82.25±1.60a **	118.85±5.56 b**
F değeri	39.52	22.96	33.89	39.16	12.01	30.45

±:standart sapma; p<0.01

Saraçoğlu [14], Interdonato limon çeşidi için boyutlar içerisinde uzunluk değerini 95.78±7.88 mm, genişlik değerini 60.81±3.21 ve kalınlık değerini 59.79±3.10 mm olduğunu, küresellik değerini %74.00±5.00, geometrik ortalama çap değerinin 70.27±2.80 mm ve yüzey alanı değerini de 155.28±12.24 cm<sup>2</sup> olarak bulmuştur. Yapılan çalışmalarla kıyaslandığında Interdonato çeşidine ait meyvelerin küresellik, yüzey alanı ve geometrik ortalama çap değerleri benzer ve yakın değerlerdedir.

### 3.2 Hacimsel Özellikler

Limon çeşitlerine ait hacimsel özelliklere ait ortalama değerler Tablo 2’de verilmiştir. Meyve ağırlığı ve 100 meyve ağırlığı açısından çeşitler arasında en yüksek değerler Interdonato çeşidinde gözlenirken, en düşük değerler ise Kütdiken çeşidinde görülmüştür.

Geometrik olarak boyutsal özellikler açısından da ağırlık değerleri benzer ilişki gösterirken, meyve hacmi değerleri de çeşitler bazında en düşük ağırlığa sahip olan Kütdiken meyveleri porozite açısından en orana sahiptir. Hacim ağırlıkları incelendiğinde, sırasıyla Aydın ve Interdonato çeşitlerinde çeşitler arasında en yüksek değerler vermiştir. Porozite değerleri en yüksek Aydın çeşidinde elde edilmiştir. İstatistiksel açıdan incelendiğinde hacimsel özellikler açısından hacim ağırlıkları hariç diğer hacimsel özellikler açısından çeşitler arasında anlamsal farklılıklar gözlenirken, p<0.01 düzeyinde Aydın ve Interdonato aynı grupta yer alırken, Kütdiken ise farklılık göstermiştir. Gerçek hacim ağırlığı açısından çeşitler arasında istatistiksel olarak farklılıklar görülmeyip, p>0.05 düzeyinde çeşitler arasında farklılık önemsiz bulunmuştur. Çalışmada istatistiki açıdan hacimsel özellikler açısından farklılıkların limon çeşitleri arasındaki genetiksel ve yetiştirilme ortamından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 2.** Limon Çeşitlerine ait Hacimsel Özellikleri

Çeşit	Meyve ağırlığı ( $M_u$ , g)	100 meyve ağırlığı ( $M_b$ , g)	Hacim ( $mm^3$ ) ( $V_{of,cm^3}$ )	Hacim ağırlığı $\rho_{mb}$ ( $kg\ m^{-3}$ )	Gerçek hacim ağırlığı ( $\rho_{mt,kg\ m^{-3}}$ )	Porozite ( $P_{or, \%}$ )
Aydın	149.36±0.12 a**	1492.61±37.78 a**	171.62±12.97 a**	493.62±14.52 b*	975.45±98.49 <sup>ns</sup>	48.97±5.41 a*
Interdonato	151.52±0.25 a**	1492.88±76.48 a**	179.19±26.21 a**	511.73±13.53 a*	925.13±72.02 <sup>ns</sup>	44.28±4.17 b*
Kütdiken	115.02±6.42 b**	1146.01±11.25 b**	124.09±8.95 b**	498.52±23.04 b*	947.70±26.28 <sup>ns</sup>	47.35±3.06 ab*
F değeri	37.82	33.03	28.61	4.27	1.84	2.57

±:standart sapma; ns: önemsiz, \*:  $p<0.05$ ,  $p<0.01$

Saraçoğlu [14], yaptığı çalışmada Interdonato limon çeşidi için meyve ağırlığı 162.46±17.91 g, hacim değerleri 172.80±18.36  $cm^3$  ve yığın hacim ağırlığı değerleri ise 940.19±28.56  $kg\ m^{-3}$  olarak bulunmuştur. Bu çalışmada, Interdonato limon çeşidinde, hacimsel özelliklerin literatürle benzer ve yakın değerde olduğu söylenebilir.

### 3.3 Sürtünme Katsayısı

Limon çeşitlerine ait meyvelerin statik sürtünme katsayıları için farklı sürtünme yüzeyleri kullanılmış, bu yüzeyler lastik, galvaniz sac, kontrplak, PVC ve laminant yüzeyler olup, en yüksek sürtünme katsayıları lastik yüzeyde, en düşük sürtünme katsayı değerleri ise galvaniz sac sürtünme yüzeyinde belirlenmiştir. Sürtünme katsayılarının yüzeylere göre sıralaması, en düşük değerden en yüksek yüzeye göre galvaniz sac, laminant, PVC, kontrplak ve lastik şeklindedir. Çalışmada istatistiki olarak sürtünme katsayıları sürtünme yüzeyleri bazında Interdonato meyveleri daha yüksek değerler ve daha fazla sürtünme değerleri vermiş, buna karşın Kütdiken çeşidi limon meyvelerinin galvaniz sac yüzey harici en düşük değerler verdiği gözlenmiştir. İstatistiksel olarak lastik, kontrplak ve PVC sürtünme yüzeylerinde çeşitler bazında  $p<0.01$  düzeyinde her bir çeşit farklı grup oluşturmuş, yine galvaniz sac ve laminant yüzeyde ise  $p<0.01$  düzeyinde Aydın ve Kütdiken limon çeşitleri aynı grupta yer alırken, Interdonato farklı grup oluşturmuştur (Tablo 3).

**Tablo 3.** Limon Çeşitlerinde Farklı Yüzeylerde Sürtünme Katsayıları

Çeşit	Lastik	Galvaniz sac	Kontrplak	PVC	Laminant
Aydın	0.369±0.063 b**	0.265±0.047 b**	0.334±0.042 b**	0.316±0.039 b**	0.321±0.044 b**
Interdonato	0.407±0.048 a**	0.303±0.055 a**	0.378±0.055 a**	0.362±0.050 a**	0.397±0.047 a**
Kütdiken	0.305±0.036 c**	0.266±0.026 b**	0.291±0.022 c**	0.284±0.022 c**	0.298±0.029 b**
F değeri	15.66	15.28	16.40	3.61	24.55

±:standart sapma; ns: önemsiz, \*:  $p<0.05$ ,  $p<0.01$ , PVC: Polivinil Klorür

Altuntas ve ark. [23], Trabzon hurması meyvesinin statik sürtünme katsayıları içerisinde en yüksek değeri sunta ve kontrplak yüzeyde bulurken, en düşük değeri galvaniz sac malzemedede elde



etmişlerdir. Cangi ve ark. [24], kivi meyvelerinin statik sürtünme katsayılarının kivinin fizyolojik olgunluğu ve olgunlaşma süresine değişiklik gösterdiğini, lastik malzemede diğer sürtünme yüzeylerine göre sürtünme katsayısının daha yüksek değer verdiğini açıklamıştır. Yapılan bu çalışmada da lastik yüzeyde en yüksek sürtünme katsayısı değerleri bulunurken, galvaniz sac malzemede en düşük değerler gözlenmiştir. Bu açıdan sonuçların literatür ile benzerlik gösterdiği söylenebilir.

### 3.4 Renk Karakteristikleri

Farklı limon çeşitlerine ait meyvelerin renk özellikleri Tablo 4 incelendiğinde, L, a ve b renk skalalarında en yüksek değerler Interdonato çeşidinde; Aydın çeşidinde ise en düşük değerler gözlenmiştir. Kroma ve Hue açısı değerleri açısından da benzer şekilde Interdonato çeşidi limon meyvelerinin daha yüksek değerler verdiği, buna karşın Kroma için Aydın çeşidi, Hue açısı için de Kütdiken daha düşük değer vermiştir. İstatistiksel olarak L ve a renk skalaları açısından  $p < 0.01$  düzeyinde Aydın ve Interdonato çeşitleri aynı grupta yer alırken, b renk skalasında Aydın ve Kütdiken aynı grupta yer almıştır. İstatistiksel olarak çeşitler arasında Kroma renk özellikleri açısından farklılıklar gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 4).

**Tablo 4.** Limon Çeşitlerine ait Renk Karakteristikleri

Çeşit	L	a	b	Kroma	Hue açısı
Aydın	63.17±3.62 a**	-13.35±0.674 a**	30.86±1.87 b*	33.64±1.62 ns	-66.53±2.02 a*
Interdonato	79.99±1.88 a**	0.073±1.54 a**	43.86±0.90 a*	43.89±0.91 ns	5.93±91.37 b*
Kütdiken	71.48±4.57 b**	-12.30±2.39 b**	35.80±2.17 b*	37.96±1.48 ns	-70.93±4.38 ab*
F değeri	84.80	294.48	215.69	210.94	10.01

±:standart sapma; ns: önemsiz, \*:  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$

Kivi meyvesinin kabuk renginin L ve b değerlerinin fizyolojik olgunluktan kivinin yeme olgunlaşma dönemine kadar değerlerinin sırasıyla 47.41'den 46.88'e (%1,12 düşüş) ve 27.63'ten 22.08'e (%20.09 azalma) düştüğü açıklanmıştır [24]. Altuntaş ve ark. [23], Trabzon hurmasının renk skalaları açısından L, a, b değerlerinin sırasıyla 89.3 ila 103.2; 7.67 ila 16.1 ve 60.5 ila 79.2 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında, limon meyvelerinin L, a ve b değerlerinin literatür değerlerine göre çok farklı değerlerde olduğu, benzerlik göstermediği görülmüştür.

## 4. SONUÇ

Limon meyvelerinin çeşit bazında bazı fiziksel özelliklerinin incelendiği bu çalışmada, elde edilen araştırma sonuçlarının limon meyvelerin boyutlandırılması, sınıflandırılması, taşınması ve depolanmasına yönelik makine ve sistemler için önemli mühendislik verilerinin oluşumuna önemli

katkısı bulunmaktadır. Çalışmada Aydın, Interdonato ve Kütdiken çeşitlerine ait meyveler ile ilgili bazı önemli sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Limon çeşitlerinden Kütdiken çeşidi, yüzey alanı, geometrik ortalama çap ve boyutları değerlerinde en düşük değerlere vermiştir.
- Sürtünme katsayılarının yüzeylere göre sıralamasına bakıldığında en düşük değerden en yüksek değerlerin sıralaması; galvaniz sac, laminant, PVC, kontrplak ve lastik şeklindedir. Sürtünme yüzeyleri bazında Interdonato meyvelerinde sürtünme katsayıları daha yüksek değerler verirken, Kütdiken çeşidinde galvaniz sac yüzey haricinde en düşük değerler gözlenmiştir.
- Interdonato çeşidi; L, a ve b renk skalalarında en yüksek değerler verirken, en düşük değerler Aydın çeşidinde gözlenmiştir. Kroma ve Hue açısı değerleri açısından da bakıldığında benzer şekilde Interdonato çeşidi limon meyvelerinde diğer çeşitlere göre daha yüksek değerler bulunmuştur.

Limon çeşitleri arasındaki fiziksel özelliklerdeki farklılıkların genetik faktörlerden ve yetiştirilme ortamından kaynaklandığı söylenebilir. Limon çeşidi meyvelerinin geometrik, hacimsel, sürtünme ve renk özellikleri hem ticari açıdan kalite göstergesi olduğu, hem de ürünün hasat sonrası teknolojilerinde ayırma, sınıflandırma, taşıma, pazarlama, koruma, depolama ve işleme teknolojilerinde yer alacak sistem ve makinaların dizayn, geliştirilmesi ve kullanımlarında önemli mühendislik verileri oluşturması nedeniyle, bu tür teknolojik uygulamalarda limon çeşidi meyvelerinin fiziksel özelliklerinin dikkate alınması gerekmektedir.

## **ÇIKAR ÇATIŞMASI**

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan ederler.

## **ETİK BEYANI**

Yazarlar, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında bütün maddelere uyduklarını, bahsi geçen yönergede yer alan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

## **YAZAR KATKILARI**

Hamide ERSOY: Araştırma faaliyetinin planlanması ve yürütülmesi, makalenin yazımı-orijinal taslağın

hazırlanması, verilerin toplanması, verilerin düzenlenmesi ve görselleştirilmesi, makalenin yazımı-gözden geçirilmesi ve düzenlenmesi. Ebubekir ALTUNTAŞ: Verilerin düzenlenmesi, inceleme, inceleme sürecini yürütme, metodolojinin geliştirilmesi ya da tasarımı, yazma-gözden geçirme ve düzenleme.

## KAYNAKLAR

- [1] F. Davies, L.G. Albrigo, *Citrus (Crop protection science in horticulture)*. Trowbridge, Wiltshire, UK:CABI Publishing, 2<sup>nd</sup> ed.,1994.
- [2] J. Saunt, *Citrus Varieties of the World*. Hungerford, UK: Sinclair Intl Business Resources, 2<sup>nd</sup> ed., 2000.
- [3] TÜİK, *Türkiye İstatistik Kurumu*. (2022). Erişim Tarihi: 08.08.2022.[Online]. <http://www.tuik.gov.tr>.
- [4] T. Yeşiloğlu, B. Yılmaz, M. İncesu, B. Çimen, “The Turkish citrus industry,” *Chronica Horticulturae*, vol. 57, no. 4, pp. 17-22, 2017.
- [5] TMMOB, *Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği*. (2022). Erişim Tarihi: 08.08.2022. [Online].<http://www.tmmob.org.tr/>
- [6] M.J. Dhanavade, C.B. Jalkute, J.S. Ghosh, K.D. Sonawane, “Study antimicrobial activity of lemon peel extract,” *British Journal of Pharmacology and Toxicology*, vol. 2, no. 3, pp. 119-122, 2011.
- [7] P. Güler, İ. Doğan, “Konvektif limon kurutmada ohmik ve geleneksel haşlama ön işlem tekniklerinin karşılaştırılması,” *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 25, sayı. 1, ss.17-26, 2022.
- [8] G. Şahin, E. Altuntaş, H. Polatçı, “Mersin (*Myrtus communis* L.) meyvesinin fiziksel, mekanik, renk ve kimyasal özellikleri,” *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, c.23, sayı.1, ss.59-68, 2020.
- [9] Ö. Kabaş, “Bazı turuncu meyvelerinin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi,” *Horticultural Studies*, c. 27, sayı. 1, ss. 33-42, 2010.
- [10] J. Baradaran-Motie, S.H. Miraei-Ashtiani, M.H. Abbaspour-Fard, B. Emadi, “Modeling physical properties of lemon fruits for separation and classification,” *International Food Research Journal*, vol. 21, no.5, pp. 1901-1909, 2014.
- [11] Ç. Dağdelen, “Farklı taşıma frekanslarının limon ve şeftalideki fiziko-mekaniksel özelliklere etkisi,” Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye, 2019.
- [12] F. Karadeniz, “Main Organic Acid Distribution of Authentic Citrus Juices in Turkey,” *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, c. 28,ss. 267-271, 2004.
- [13] F. Uçan, A. Akyıldız, E. Ağçam ve S. Polat, “Limon ekşisi üretimi üzerine bir araştırma,” *Gıda*, c. 39, sayı. 5, ss. 283-290, 2014.
- [14] T. Saraçoğlu, “Bazı narenciye türlerinin seçilmiş fiziksel ve hidrodinamik özellikleri,” *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, c. 32, ss. 206-215, 2017. doi: 10.7161/omuanajas.30388121.
- [15] S. Özden ve F. Kılıç, “Limon (*Citrus limon* L.) diliminin kurutma sürecindeki renk ve boyut analizi,” *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, c.8, sayı. 2,ss. 1227-1235, 2020.

- [16] E.C. Açıkalin, T. Yeşiloğlu, Ç. Hacıoğlu, M. Pekmezci ve B. Gözen, “Bazı limon çeşitlerinin 1997-2000 yılları arasında Antalya ekolojik koşullarında gösterdikleri verim ve pomolojik özellikler,” *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 17, sayı. 2, ss. 115-119, 2004.
- [17] Anonim, *Tüplü Aydın limon fidanı*. (2024a). Erişim Tarihi: 10.09.2024. [Online]. <https://www.e-fidancim.com/Tuplu-Aydin-Limon-Fidani,PR-1865>.
- [18] Anonim, *Turunçgil tür ve çeşitleri*. (2024b). Erişim Tarihi: 10.09.2024. [Online]. <https://subtropik.cu.edu.tr/cu/turunçgil-tur-ve-cesitleri/limon/kutdiken>.
- [19] B. Aksüt, H. Polatçı, M. Taşova, “The effect of pre-treatment and drying temperatures on energy consumption and quality characteristics in drying of lemon (*Citrus limon* L.) slices,” *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 148, pp. 10415–10427, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10973-023-12362-3>
- [20] R.G. McGuire, “Reporting of objective colour measurements,” *Hortscience*, vol. 27, pp.1254–1255. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>
- [21] N.N. Mohsenin, *Physical properties of plants and animal materials*. North Western, New York:Gordon and Breach Science publishers, 1980.
- [22] G. Yılmaz, E. Altuntas, “Some bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds and harmful seed capsules,” *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, vol. 1, no. 2, pp. 222–232, 2020. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.001>
- [23] E. Altuntaş, R. Cangı, C. Kaya, “Physical and chemical properties of persimmon fruit,” *International Agrophysics*, vol. 25, pp. 89-92, 2011.
- [24] R. Cangı, E. Altuntas, C. Kaya, O. Saracoglu, “Some chemical and physical properties at physiological maturity and ripening period of kiwifruit (‘Hayward’),” *African Journal of Biotechnology*, vol. 10, no. 27, pp. 5304-5310, 2011.