

## SATSUMA MANDARIN (*CITRUS UNSHIU* MARC.) ÇEŞİDİNİN SIÇRAMA ÖZELLİKLERİ

Türker SARAÇOĞLU<sup>1</sup>, Necmiye ÜÇER<sup>1</sup>, Ümit ÖZYILMAZ<sup>2</sup> Cengiz ÖZARSLAN<sup>1</sup>

### ÖZET

Çalışmada satsuma mandarin çeşidinin bazı fiziksel özellikleri saptanarak, sıçrama katsayısının farklı düşme koşullarında belirlenmesine yönelik Visual Basic dilinde bir program yazılmıştır. Meyvenin geometrik ortalama çap değeri 6.44 cm, küreselliği %0.96, yüzey alanı 130.58 cm<sup>2</sup>, projeksiyon alanı (dik) 33.85 cm<sup>2</sup>, projeksiyon alanı (yatay) 33.18 cm<sup>2</sup>, hacmi 120.73 cm<sup>3</sup>, kütlesi 118.24 g, yoğunluğu 0.98 g/cm<sup>3</sup> olarak elde edilmiştir. Statik sürtünme katsayısı değerleri beş farklı yüzey için 0.45 ile 0.49 arasında değişmiştir.

Düşürme testleri sonucunda, düşme yüksekliklerindeki artışla çarpma sırasında absorbe edilen enerji değerlerinin yükseldiği, bunun sonucu olarak sıçrama katsayısının düşme yüksekliğindeki artışla beraber, farklı yüzeyler için azaldığı, sıçrama katsayısı ile absorbe edilen enerji değerleri arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu (R<sup>2</sup>=0.85) belirlenmiştir. Ayrıca yüzey ve yükseklik değişimlerinin, sıçrama katsayısı ve absorbe edilen enerji değerleri üzerinde önemli olduğu (p<0.05) ortaya konmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Mandarin, fiziksel özellikler, sıçrama katsayısı, absorbe edilen enerji

### Bounce Characteristics of Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) Variety

### ABSTRACT

In this study some physical properties of satsuma mandarin varieties were evaluated. Software was written by using Visual Basic programming language to determine the coefficient of restitution at different drop conditions. The geometric mean diameter, sphericity, surface area, projected area (vertical), projected area (horizontal), volume, mass and density of fruit were 6.44 cm, % 0.96, 130.58 cm<sup>2</sup>, 33.85 cm<sup>2</sup>, 33.18 cm<sup>2</sup>, 120.73 cm<sup>3</sup>, 118.24 g and 0.98 g/cm<sup>3</sup> respectively. Static coefficient of friction of fruit was changed between 0.45 and 0.49 on five different surfaces.

In the result of drop tests, absorbed energy was increase, but also the coefficient of restitution was decrease with depend on the increasing of the initial height of drop onto different surface. The relationship between the coefficient of restitution and absorbed energy was determined with a value for the coefficient of determination R<sup>2</sup> of 0.85. In addition, the surface and the initial height of drop differences on the coefficient of restitution and absorbed energy were determined as statistically significant (p<0.05).

**Key words:** Mandarin, physical properties, coefficient of restitution, absorbed energy

## GİRİŞ

**Mandarin (*Citrus reticulata*);** ılıman iklimde sahip bütün ülkelerde kültür şekilleri yetiştirilen, yaprak dökmeyen, uçucu yağ taşıyan meyvedir. Ege, Akdeniz ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde bol miktarda üretilmektedir. Narenciye üretimimizin yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2010). Ülkemizde 30.782 ha'lık alanda 756.473 ton mandarin üretimi yapılmaktadır. Bu üretim değeri ile ülkemiz Dünya'da ilk yedi ülke arasında yer almaktadır (FAO, 2010).

Satsuma mandarini, Türkiye'ye ilk defa Japonya'dan Batum yoluyla doğu Karadeniz bölgesine girmiştir. Daha sonra, özellikle Ege Bölgesi'nde ekolojisine uygun sahalar bularak büyük alanlara yayılmıştır. Ülkemizde yetiştirilen satsumaların tümü ovari grubunda yer almaktadır. Satsuma mandarin; tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilen ve tanınan ayrıca ticari öneme sahip turuncu çeşitleri arasında soğuğa en dayanıklı çeşit olarak bilinmektedir. Satsuma mandarin; depolama ve taşımaya elverişli, verimli bir çeşit olup düzenli meyve vermekte ve

periyodisiteye eğilimi az olmaktadır. Ağaçlar yayvan taçlıdır. Erken bir çeşittir. Ekim ayı ortalarında olgunlaşmakta ve olgunlaştıktan sonra ağaç üzerinde fazla kalmamaktadır (Anonim, 2010).

Meyveler hasattan tüketiciye ulaşıncaya kadarki süreçte toplama, taşıma, temizleme, sınıflandırma ve paketleme gibi pek çok işlemden geçmektedir. Bu işlemler sırasında kullanılan ekipmanların tasarımında meyvenin kütle, hacim, projeksiyon alanı, boyut, küresellik ve statik sürtünme katsayısı gibi fiziksel özelliklerinin bilinmesi önem kazanmaktadır. Bunun yanında özellikle hasat sırasında kullanılan toplama platformlarının ve paketleme tesislerindeki meyvelerin transferlerinde kullanılan bant sistemlerinin tasarımında sıçrama katsayısı önem kazanmaktadır (Mohsenin, 1986; Vursavuş and Özgüven, 2003; Lewis et al., 2007).

Sıçrama katsayısı, çarpışan iki maddenin nispi ayrılma hızının nispi yaklaşma hızına oranı olarak tanımlanabilir. Sıçrama katsayısı (e) mükemmel elastik çarpışmalarda 1, mükemmel elastik olmayan çarpışmalarda 0 ve gerçek çarpışmalarda ise 0<e<1

<sup>1</sup>Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Aydın

<sup>2</sup>Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Aydın  
turksar@hotmail.com

şeklinde gerçekleşmektedir. Biyolojik materyal ile sabit bir yüzey arasındaki sıçrama katsayısının belirlenmesinde en basit yöntem belirli bir yükseklikten materyalin yüzey üzerine düşürülmesidir (Wadhwa, 2009).

Değişik biyolojik materyaller için farklı amaçlara yönelik sıçrama denemelerinin gerçekleştirildiği birçok araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda düşme denemeleri, sarkaç düzenekleri ve elektronik cihazlar gibi farklı teknikler kullanılmıştır. Elma ve şeftali için çarpma düzeneği (Diener et al., 1979), elma için düşme denemesi (Schoorl and Holt, 1980; Vursavuş ve Özgüven, 2000), patates için sarkaç düzeneği (Hughes et al., 1985), elma için sarkaç düzeneği (Topping and Luton, 1986), domates için mikrobilgisayar ve dijital osiloskop (Lichtensteiger et al., 1988) kullanılmıştır.

Biyolojik olmayan materyallerin sıçrama karakteristiklerinin belirlenmesi amacıyla Wadhwa, (2009), dijital bir osiloskop; Naguraka (2003), bilgisayar kontrollü ses algılama sistemi; Cross (1999), piezo disk kullanmışlardır.

Çalışmada satsuma mandarin meyvesinin kütle, hacim, projeksiyon alanı, boyut, küresellik ve statik sürtünme katsayısı gibi fiziksel özellikleri ile sıçrama katsayısının farklı düşme koşullarında

belirlenmesiyle, makina tasarımına yönelik temel verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

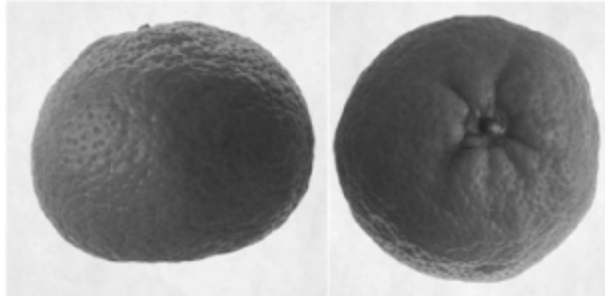
### Materyal

Çalışma materyalini oluşturan Satsuma çeşidi mandarin 2009 hasat döneminde İzmir-Seferihisar'da kurulu üretici bahçesinden elle hasat edilmiştir. Bu çeşidin meyve kabuğu, hasat döneminde sarımsı portakal renginde ve hafif pürüzlüdür. Kabuğun meyve etine bağlılığı gevşektir. Meyveler orta büyüklükte, basık şekillidir. Meyve eti, koyu portakal renginde olup meyvesi çekirdeksizdir.

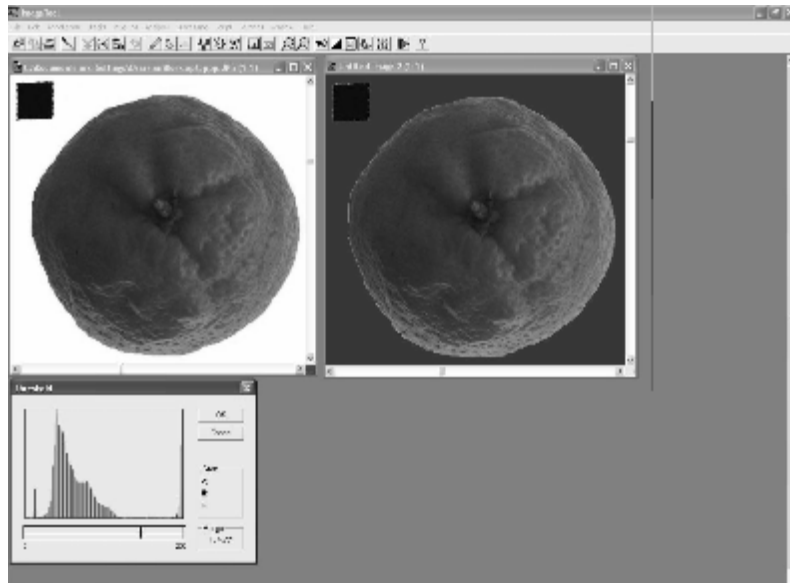
75 adet örnekten oluşan meyveler polietilen kasalarla taşınarak laboratuvarında denemeler süresince 4°C sıcaklıktaki buzdolabında muhafaza edilmiştir.

### Yöntem

Meyvenin boyut özelliklerinin ve projeksiyon alanının belirlenmesi amacıyla, her bir meyvenin iki temel ekseninde 1 cm<sup>2</sup>'lik kalibrasyon yüzeyleriyle beraber dijital fotoğrafları çekilmiş (Şekil 1) ve Image Tool 3.0 görüntü işleme programı kullanılarak analiz edilmiştir (Şekil 2)..



Şekil 1. Örneklerin iki temel ekseninde görüntüsü



Şekil 2. Image Tool 3.0 programında boyut ve projeksiyon alanının belirlenmesi

Image Tool 3.0 programı tarafından elde edilen veriler kuzey alanı değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunmuştur (Mohsenin, 1986).

$$D_o = (L \cdot W \cdot T)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$S_p = \frac{(L \cdot W \cdot T)^{\frac{1}{3}}}{L} \quad (2)$$

$$S = \pi (D_o)^2 \quad (3)$$

Burada;

- $D_o$  : Geometrik ortalama çap, mm
- $L$  : Uzunluk, mm
- $W$  : Genişlik, mm
- $T$  : Kalınlık, mm
- $S_p$  : Küresellik, %
- $S$  : Yüzey alanı, mm<sup>2</sup>'dir.

Meyve hacim ve yoğunluğunun belirlenmesi için su taşıma yöntemi kullanılmıştır (Mohsenin, 1986). Meyve kütlelerinin ölçümü amacıyla 0.01 g ölçüm aralığına sahip hassas terazi kullanılmıştır.

Mandarin meyvesinin plastik (PE), karton, ahşap, kauçuk ve çelik (paslanmaz) yüzeyler üzerindeki statik sürtünme katsayılarının belirlenmesi amacıyla yüzey eğimi ayarlanabilir test cihazı kullanılmıştır. Sürtünme katsayısı, yüzey eğimine bağlı olarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Özarıslan, 2002).

$$\mu = \tan \alpha \quad (4)$$

Burada;

- $\mu$ : Statik sürtünme katsayısı
- $\alpha$ : Yüzey eğim açısı (°) dir.

Meyvenin farklı yüzeyler üzerindeki (plastik (PE), karton, ahşap, kauçuk ve çelik (paslanmaz)) sıçrama katsayısının belirlenmesi amacıyla kullanılan ölçüm düzeneği için bir yazılım geliştirilmiştir (Şekil 3).

Ölçüm düzeneğinde, düz bir yüzey üzerine düşürülen meyvenin, bir mikrofonla algılanan çarpma anında çıkardığı ses ile meyvenin yükselip tekrar çarpması sonucunda çıkardığı ses arasındaki süre Visual Basic dilinde yazılan bir program sayesinde belirlenmektedir (Şekil 4). Üç tekerrürlü yürütülen denemelerde elde edilen süreler 5 no'lu eşitlikte kullanılarak sıçrama katsayısı değerleri bulunmuştur (Wadhwa, 2009).

$$e = \Delta t \sqrt{\left(\frac{g}{8h}\right)} \quad (5)$$

Burada;

- $e$  : Sıçrama katsayısı
- $\Delta t$  : İlk iki çarpma arası süre, s
- $g$  : Yerçekimi ivmesi, m/s<sup>2</sup>
- $h$  : Meyvenin düşme yüksekliği, m'dir.

Düşme sonucunda meyvede oluşacak zedelenmeler ile sıçrama katsayısı üzerinde etkili olan ve her düşme sonucunda absorbe edilen enerji; düşme yüksekliği, sıçrama yüksekliği ve meyve külesinden yararlanarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Yurtlu, 2003).

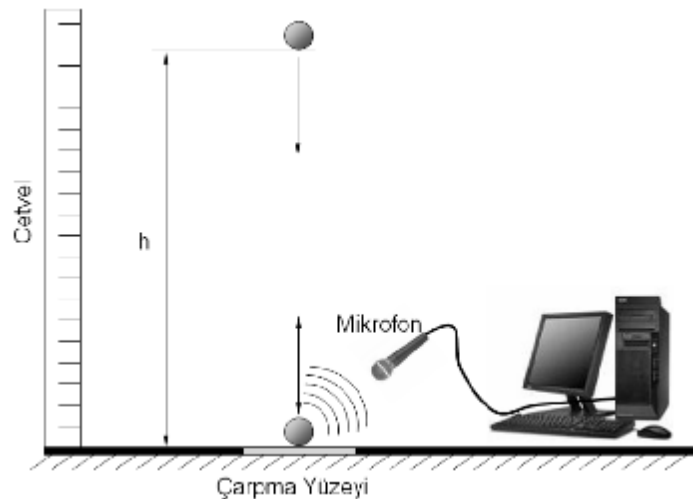
$$E_{abs} = mg(h - h_s) \quad (6)$$

Burada;

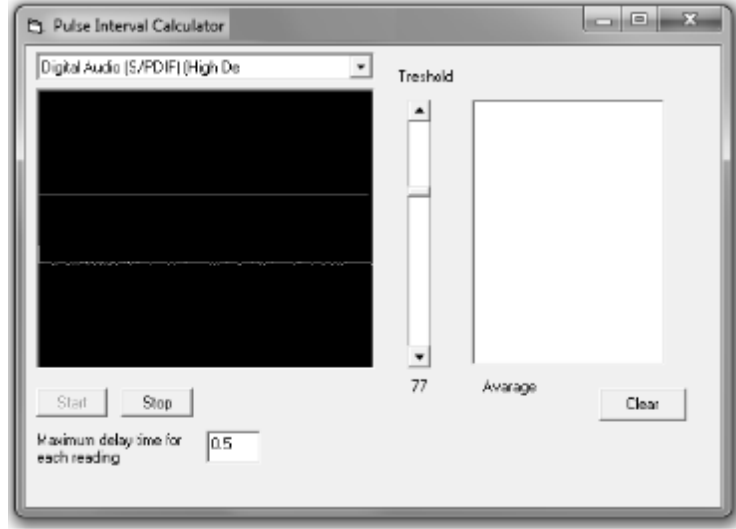
- $E_{abs}$  : Absorbe edilen enerji, Nmm
- $m$  : Meyve külesi, kg
- $h_s$  : Meyvenin sıçrama yüksekliği, m'dir.

Sıçrama yüksekliği ( $h_s$ ) meyvenin ilk iki çarpma arasındaki süreden yararlanılarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$h_s = \frac{(g\Delta t)^2}{8g} \quad (7)$$



Şekil 3. Sıçrama katsayısı ölçüm düzeneği



Şekil 4. Sıçrama süresi ölçüm programı

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada ele alınan mandarin meyvesine ilişkin belirlenen fiziksel özelliklere ait sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur.

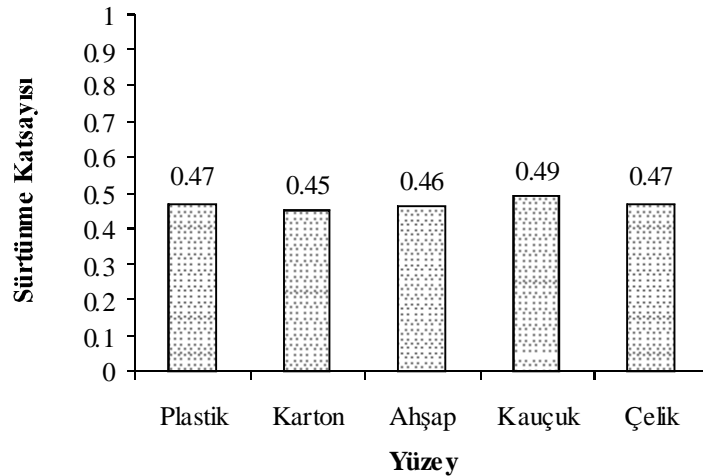
Çizelge 1. Mandarin meyvesinin bazı fiziksel özellikleri

Özellik	Ortalama Değerler
Geometrik ortalama çap (cm)	6.44
Küresellik (%)	0.96
Yüzey alanı, (cm <sup>2</sup> )	130.58
Projeksiyon alanı (cm <sup>2</sup> ) (Dik)	33.85
Projeksiyon alanı (cm <sup>2</sup> ) (Yatay)	33.18
Hacim (cm <sup>3</sup> )	120.73
Kütle (g)	118.24
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	0.98

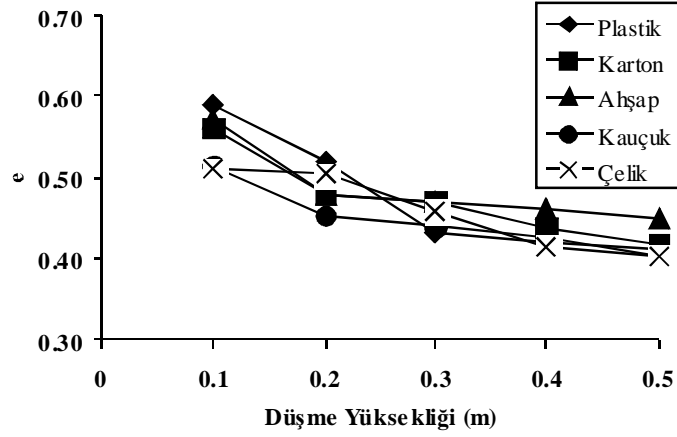
Mandarin meyvesinin farklı yüzeyler üzerinde elde edilen statik sürtünme katsayılarına ilişkin sonuçlar Şekil 5'te verilmiştir. Yapılan istatistiksel analizde sürtünme yüzeyleri arasında fark bulunmamaktadır ( $p < 0.01$ ). Buna rağmen, en yüksek sürtünme katsayısı kauçuk yüzeyde, en düşük değer ise karton yüzeyde elde edilmiştir.

Farklı düşme yükseklikleri ve yüzeyler üzerindeki sıçrama katsayılarına ilişkin sonuçlar Şekil 6'da, absorbe edilen enerji değerleri ise Şekil 7'de sunulmuştur.

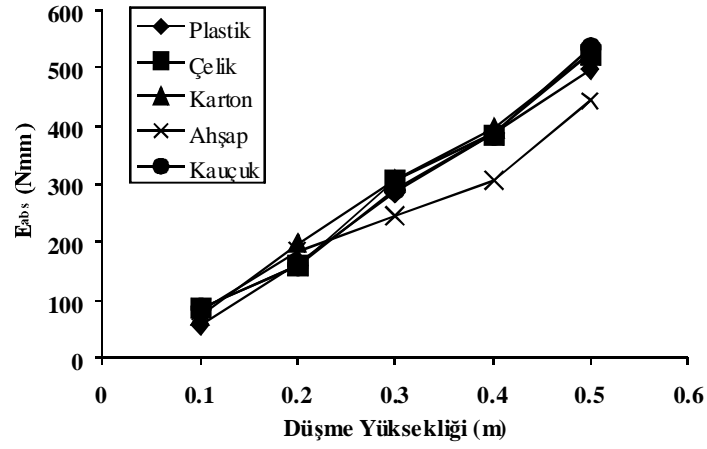
Şekil 6 incelendiğinde; düşme yüksekliğinin artmasıyla beraber her bir yüzey için sıçrama katsayılarında bir azalma eğiliminin olduğu görülmektedir. Bu değişimin, Şekil 7'de görüldüğü gibi düşme yüksekliklerindeki artışla çarpma sırasında absorbe edilen enerji değerlerinin yükselmesinden ileri geldiği söylenebilir. Sıçrama katsayısı ile absorbe edilen enerji değerleri arasındaki kuvvetli ilişki de Şekil 8'de görülmektedir ( $R^2 = 0.85$ ).



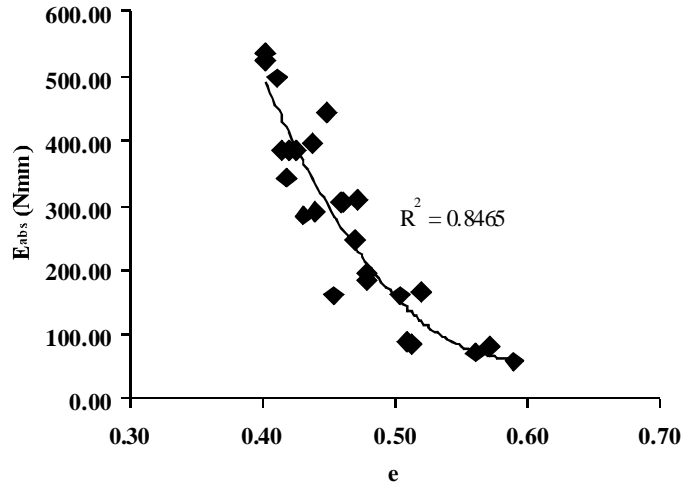
Şekil 5. Farklı yüzeyler üzerindeki statik sürtünme katsayıları



Şekil 6. Farklı düşme yüksekliklerindeki sıçrama katsayıları



Şekil 7. Farklı düşme yüksekliklerindeki absorbe edilen enerji değerleri



Şekil 8. Sıçrama katsayısı ile absorbe edilen enerji değerlerinin değişimi

Farklı düşme yükseklikleri ve yüzeyler üzerindeki sıçrama katsayısı değerlerine ve absorbe edilen enerji değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre yüzey ve yükseklik değişimlerinin bağımlı değişkenler olan sıçrama katsayısı ve absorbe edilen enerji değerleri üzerinde önemli olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ).

Yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre sıçrama katsayısı değerlerinin 0.4 ve 0.5 m düşme yüksekliklerinde, yüzeylerde ise çelik ile kauçuğun aynı grupta yer aldığı görülmektedir.

Absorbe edilen enerji değerlerine göre yine her bir yüksekliğin ayrı gruplarda yer aldığı, yüzeyler için ise karton, kauçuk ve çeliğin aynı grupta yer aldığı görülmektedir.

## SONUÇLAR

Çalışmada satsuma mandarin meyvesinin kütle, hacim, projeksiyon alanı, boyut, küresellik ve statik

sürtünme katsayısı gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Düşme yüksekliklerindeki artışla çarpma sırasında absorbe edilen enerji değerlerinin yükseldiği, bunun sonucu olarak sıçrama katsayısının düşme yüksekliğindeki artışla beraber farklı yüzeyler için azaldığı, sıçrama katsayısı ile absorbe edilen enerji değerleri arasındaki kuvvetli bir ilişkinin olduğu ( $R^2=0.85$ ) belirlenmiştir.

Yüzey ve yükseklik değişimlerinin sıçrama katsayısı ve absorbe edilen enerji değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu ( $p<0.05$ ) belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında Visual Basic dilinde yazılmış olan bir programla, iki sıçrama zamanı arasında ölçülen süreden, düşürülen biyolojik materyallerin sıçrama katsayıları belirlenebilmektedir. Böylece biyolojik materyallerin farklı yükseklik ve çarpma yüzeyleri üzerindeki davranışları ortaya konulabilmektedir.

**Çizelge 2.** Yüzey ve yükseklik değerlerine bağlı olarak sıçrama katsayısı değerinin varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Yüzey	0.031	4	0.008	12.279	0.000
Yükseklik	0.255	4	0.064	102.093	0.000
Yüzey * Yükseklik	0.120	16	0.007	11.966	0.000
Hata	0.031	50	0.001		

$R^2 = 0.799$  (Düzeltilmiş  $R^2 = 0.702$ )

**Çizelge 3.** Yüzey ve yükseklik değerlerine bağlı olarak absorbe edilen enerji değerinin varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Yüzey	21062.450	4	5265.613	3.024	0.026
Yükseklik	1673322.27	4	418330.568	240.279	0.000
Yüzey * Yükseklik	24974.357	16	1560.897	0.897	0.577
Hata	87050.829	50	1741.017		

$R^2 = 0.952$  (Düzeltilmiş  $R^2 = 0.929$ )

**Çizelge 4.** Sıçrama katsayısı ile absorbe edilen enerji değerlerinin yüksekliğe ve yüzeye göre Duncan test sonuçları

		Sıçrama Katsayısı (e)	Absorbe Edilen Enerji ( $E_{abs}$ )
Yükseklik (m)	0.5	0.42 <sup>a</sup>	505.19 <sup>e</sup>
	0.4	0.43 <sup>a</sup>	372.07 <sup>d</sup>
	0.3	0.45 <sup>b</sup>	287.07 <sup>c</sup>
	0.2	0.49 <sup>c</sup>	173.71 <sup>b</sup>
	0.1	0.58 <sup>d</sup>	77.35 <sup>a</sup>
Yüzey	Plastik	0.50 <sup>e</sup>	278.64 <sup>ab</sup>
	Karton	0.47 <sup>b</sup>	299.81 <sup>b</sup>
	Ahşap	0.48 <sup>bc</sup>	252.49 <sup>a</sup>
	Kauçuk	0.44 <sup>a</sup>	291.47 <sup>b</sup>
	Çelik	0.45 <sup>a</sup>	292.99 <sup>b</sup>

## LİTERATÜRLİSTESİ

- Anonim, 2010. Bahçecilik: Mandarin Yetiştiriciliği. [http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/mandarin\\_yetistiriciligi.pdf](http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/mandarin_yetistiriciligi.pdf). Erişim: Ocak 2010.
- Cross, R., 1999. The Bounce of a Ball. Am. J. Phys. 67 (3): 222-227.
- Diener, R. G., Elliott, K. C., Nesselroad, P. E., Ingle, M., Adams, R. E. and Blizzard, S. H., 1979. Bruise energy of peaches and apples. Transaction of the ASAE. p. 287-290.
- FAO, 2010. FAOSTAT Agricultural Database Web Page. Erişim: Ocak 2010.
- Hughes, J. C., Grant, A., Prescott, E. H. A., Pennington, D. E. and Worts, W. H., 1985. A portable pendulum for testing dynamic tissue failure susceptibility of potatoes. J. agric. Engng Res. 32: 269-277.
- Lewis, R.; Yoxall, A.; Cauty, L.A.; Reina Romo, E., 2007. Development of engineering design tools to help reduce apple bruising. J. Food Eng., 83: 356-365.
- Lichtensteiger, M. J., Holmes, R. G., Hamdy, M. Y. and Blaisdell, J. L., 1988. Impact parameters of spherical viscoelastic objects and tomatoes. Transactions of the ASAE 31 (2): 595-602.
- Mohsenin, N. N., 1986. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers. New York.
- Naguraka, M., 2003. Aerodynamic Effects in a Dropped Ping-Pong Ball Experiment. Int. J. Engng. Ed. 19 (4): 623-630.
- Özarlan, C., 2002. Physical Properties of Cotton Seed. Biosystems Engineering 83 (2): 169-174.
- Schoorl, D. and Holt, J. E., 1980. Bruise resistance measurements in apples. J. Texture Studies 11: 389-394.
- Topping, A. J. and Luton, M. T., 1986. Cultivar differences in the bruising of english apples. Journal of Horticultural Science 61 (1): 9-13.
- Vursavuş, K. ve Özgüven, F., 2000. Çarpma durumunda elmanın fiziko-geometrik özelliklerinin mekanik zedelenme üzerindeki etkisinin araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı: 489-494. Erzurum.
- Vursavuş, K. and Özgüven, F., 2003. Determining the strength properties of the Dixired peach variety. Turk J Agric For 27: 155-160.
- Wadhwa, A., 2009. Measuring the Coefficient of Restitution Using a Digital Oscilloscope. Physics Education 44 (5): 517-521.
- Yurtlu, Y. B., 2003. Meyve ve Sebzelerde Bazı Mekanik Özelliklerin ve Zedelenmeye Karşı Duyarlılığın Belirlenmesi. AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi (Yayınlanmamış). Ankara.

Geliş Tarihi : 03.03.2010

Kabul Tarihi : 27.04.2010

Copyright of Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty is the property of Adnan Menderes University and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.