

KİRAZ DOMATESİ MEYVESİNİN KÜTLE ve HACMİNİN MATEMATİKSEL MODELLEMESİ

Türker SARAÇOĞLU¹, Cengiz ÖZARSLAN¹

ÖZET

Bu çalışmada kiraz domates meyvesinin boyutsal özelliklerinin görüntü işleme tekniği ile belirlenmesi ve elde edilen verilerden uzunluk, kalınlık, genişlik ve izdüşüm alanı ölçüleri kullanılarak kütle ve hacminin matematiksel modellenmesi amaçlanmıştır. Meyvenin boyut özelliklerinin ve izdüşüm alanının belirlenmesi amacıyla, her bir meyvenin üç temel ekseninde fotoğrafları çekilmiş ve Image Tool 3.0 görüntü işleme programı kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri bulunmuştur. Meyvenin kütle, gerçek hacim ve yoğunluğu belirlenmiştir. Çalışmada kütle ve hacim değerlerinin tahminlenmesi amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan 32 adet model elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, kütle ve hacim tahminlemesi için meyve sap eksenine paralel ölçülen izdüşüm alanına göre kurgulanan modeller önerilmiştir.

Anahtar kelimeler:Kiraz domatesi, kütle, hacim, modelleme

Mathematical Modeling of Mass and Volume of Cherry Tomato

ABSTRACT

In this study, the determination of dimensional characteristics of cherry tomato fruit by image processing technic, and the improvement of mathematical estimating models of mass and volume with using obtained data which were length, thickness, width, and projected area was aimed. To determine the dimensions and the projected area, each fruit image was obtained from the three coordinates, and then analysed using Image Tool 3.0 image processing software. Geometric mean diameters, the sphericity and surface area values have been calculated based on data. The mass, volume, and density of fruit was determined. To estimate of mass and volume of cherry tomato fruit, 32 linear and nonlinear mass and volume models were obtained. In conclusion, mass and volume estimating models obtained by the projected area measured from parallel to the axis of the fruit stalk have been proposed.

Key Words: Cherry tomato, mass, volume, modeling

GİRİŞ

Türkiye'de 2014 yılı verilerine göre 11.850.000 ton domates üretim değeri ile dünya üretiminin yaklaşık %7'sini karşılamakta ve 4. büyük üretici konumundadır (FAO, 2015). Bu üretim değerleri tüm domates çeşitlerini kapsamaktadır.

Birçok araştırmacı tarafından tarımsal ürünlerin taşınması, sınıflandırılması, temizlenmesi ve işlenmesi için kullanılan sistemlerin dizaynı ve optimizasyonu için ürünlerin fiziksel özellikleri ve aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi için araştırmalar yapılmaktadır. Hacim ve yüzey alanı, özellikle kurutma zamanı ve kurutma oranı için, boyut özellikleri ile kütle, hacim, yüzey alanı ve izdüşüm alanı ise hasat sonrası ekipmanları için en önemli tasarım parametreleridir (Soltani ve ark., 2011). Bu parametreler göz önüne alınmadan yapılan tasarımların sonuçları iş etkinliğinde azalmaya ve hatta üretim kayıplarında artışa neden olmaktadır (Ertekin ve ark., 2006).

Tarımsal ürünlerin sınıflandırılmasında birçok yöntem kullanılmaktadır. Kheiralipour ve ark. (2010) bu yöntemlerden elektriksel sistemlerin ve NIR (near-infrared) tekniğinin maliyetli, mekanik sistemlerin ise

yavaş çalıştıklarını belirtmiştir. Tabatabaefar ve ark. (2000) çalışmalarında tarımsal ürünlerin sınıflandırılmasında boyutsal özellikler ve izdüşüm alanlarının kullanılmasının daha uygulanabilir olabildiğini belirtmiştir.

Meyvelerin kütleli sınıflandırılması, paketleme ve taşıma maliyetlerini azaltabilmekte ve en uygun paketleme konfigürasyonunu sağlayabilmektedir (Khanali ve ark., 2007).

Tarımsal ürünlerin soğutma ve kurutma sırasındaki ısı ve kütle transferlerinin hassas olarak modellenmesi için bu ürünlerin hacim ve yüzey alanlarının bilinmesi gerekmektedir (Jahromi ve ark., 2007).

Birçok araştırmacı farklı meyve ve sebzelerin kütleli modellemesinde (Khoshnam ve ark., 2007; Seyedabadi ve ark., 2011; Naderi-Boldaji ve ark., 2008; Lorestani ve Tabatabaefar 2006; Rashidi ve Seyfi 2008; Spreer ve Müller 2011; Chakespari ve ark., 2010; Jahromi ve ark., 2008; Ghabel ve ark., 2010; Hassan-Beygi ve ark., 2010; Taheri-Garavand ve Nassiri 2010), hacimsel modellemesinde (Bozokalfa ve Kılıç, 2010; Khanali ve ark., 2007; Omid ve ark., 2010; Shahi-Gharahlar ve ark., 2009) ve yüzey alanı modellemesinde (Clayton ve ark., 1995;

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Aydın

Sabliov ve ark., 2002; Jahromi ve ark., 2007) çalışmışlardır.

Ancak domates meyvesinin kütlelerinin modellenmesi üzerine yapılmış çalışmalar olmasına rağmen (Izadi ve ark., 2013; Ghazavi ve ark., 2013; Taheri-Garavand ve ark., 2011), kiraz domates meyvesi için kütle ve hacim modellemesine yönelik çalışmalara literatürde rastlanmamıştır.

Bu çalışmada kiraz domates meyvesinin boyutsal özelliklerinin görüntü işleme tekniği ile belirlenmesi ve elde edilen veriler kullanılarak kütle ve hacminin matematiksel modellerinin elde edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kiraz domates örnekleri Aydın ilindeki üretici serasından elle toplanmış ve laboratuvara transfer sırasında su kaybını önlemek amacıyla polietilen kutular içerisinde taşınmıştır. Denemeler sırasında örnekler 4°C sıcaklıktaki buzdolabında saklanmıştır. Ölçümler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.

Meyvenin boyut özelliklerinin ve izdüşüm alanının belirlenmesi amacıyla, her bir meyvenin üç temel ekseninde (Şekil 1), 10x10 mm²lik örnek kalibrasyon yüzeyleriyle beraber dijital kamerayla (Casio Exilim FH-20) fotoğrafları çekilmiş (Şekil 2) ve Image Tool 3.0 görüntü işleme programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Image Tool 3.0 programı tarafından elde edilen veriler yardımıyla geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunmuştur (Mohsenin, 1986).

$$D_g = (LWT)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$\phi = \frac{(LWT)^{\frac{1}{3}}}{L} \quad (2)$$

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

Burada;

D_g: Geometrik ortalama çap, mm

L: Uzunluk, mm

W: Genişlik, mm

T: Kalınlık, mm

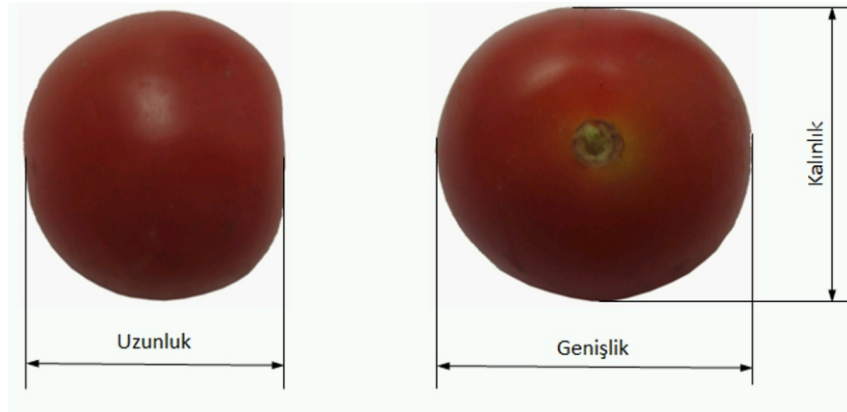
φ: Küresellik, %

S: Yüzey alanı, mm²dir.

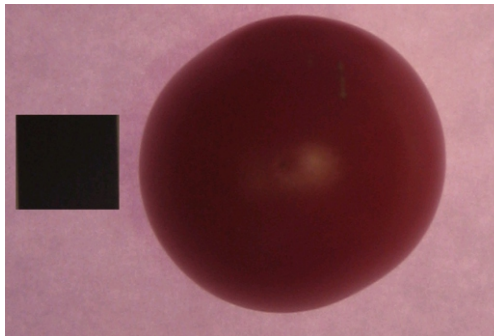
Meyve kütlelerinin ölçümü amacıyla 0.01 g ölçüm aralığına sahip hassas terazi kullanılmıştır. Meyvenin gerçek hacim ve yoğunluğunun belirlenmesi için su taşıma yöntemi kullanılmış ve aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunmuştur (Mohsenin, 1986).

$$V_{act} = \frac{W_w}{\rho_w} \quad (4)$$

$$\rho_f = \frac{M}{V_{act}} \cdot 1000 \quad (5)$$



Şekil 1. Kiraz domates meyvesinin temel boyutları



Şekil 2. Örnek kalibrasyon yüzeyleriyle beraber kiraz domates meyvesinin görüntüsü

Burada;

V_{act} : Gerçek hacim, cm^3

W_w : Yer değiştiren suyun ağırlığı, g

ρ_w : Suyun yoğunluğu $g\ cm^{-3}$

M: Meyve kütlesi, g

ρ_f : Meyve yoğunluğu $kg\ m^{-3}$ dir.

Denemelerde örneklerin boyutsal özellikleri ve izdüşüm alanları kullanılarak kütle (M) ve hacim (V_{act}) değerlerinin tahminlenmesine yönelik doğrusal ve doğrusal olmayan 32 adet model oluşturulmuştur. Model parametrelerinin belirlenmesi ve veri analizleri için Microsoft Office Excel 2013 ve SPSS13 paket programları kullanılmıştır.

Model hassasiyetini belirlemek amacıyla regresyon analizinde elde edilen denklemin bağımlı değişkeni ölçme gücü tahminleme katsayısı (R^2) ve ortalama karesel hatanın karekökü RMSE değerleri kullanılmıştır. RMSE değerleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır;

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{est} - X)^2} \quad (6)$$

Burada;

n: Örnek sayısı,

X: Ölçülen değer,

X_{est} : Tahmin edilen değerdir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kiraz Domates Meyvesinin Fiziksel Özellikleri

Kiraz domates meyvesinin ölçülen ve hesaplanan uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, meyve hacmi, küresellik, izdüşüm alanı (üç eksenli), yüzey alanı ve meyve yoğunluğu değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Boyut ve İzdüşüm Alanlarına Bağlı Doğrusal Kütle Tahminleme Modelleri

Kiraz domates meyvesinin seçilen bağımsız değişkenlere (boyut ve izdüşüm alanı) bağlı oluşturulan doğrusal kütle tahminleme modelleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde, en yüksek R^2 ve en düşük RMSE değerleri göz önüne alınarak, boyutsal özelliklere göre 4. ve izdüşüm alanına göre 8. modeller, kütle için elde edilen tahminleme gücü en yüksek doğrusal modeller olarak belirlenmiştir. Tabatabaefar ve Rajabipour (2005), Khoshnam ve ark., (2007) ve Naderi-Boldaji ve ark., (2008), sırasıyla elma, nar ve kayısı meyvelerinin kütle tahminlemesi için kalınlık ölçüsünü baz alarak doğrusal modelleri tavsiye etmişlerdir. Ancak Lorestani ve Tabatabaefar (2006) kivi meyvesinin kütle tahminlemesi için genişlik ölçüsünün esas alınmasını önermişlerdir.

Boyut ve İzdüşüm Alanlarına Bağlı Doğrusal Olmayan Kütle Tahminleme Modelleri

Kiraz domates meyvesinin seçilen bağımsız değişkenlere (boyut ve izdüşüm alanı) bağlı

oluşturulan doğrusal olmayan kütle tahminleme modelleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde, doğrusal modellemesine benzer şekilde boyutsal özelliklere göre 12. ve izdüşüm alanına göre 16. modeller kütle için elde edilen tahminleme gücü en yüksek doğrusal olmayan modeller olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, Spreer ve Müller (2011) mango meyvesinin kütle tahminlemesi için tek boyutlu doğrusal olmayan modeller geliştirmişlerdir.

Kütle tahminlemesi için oluşturulan doğrusal ve doğrusal olmayan modeller, en yüksek R^2 ve en düşük RMSE değerleri göz önüne alınarak karşılaştırıldığında, hem boyutsal özelliklere hem de izdüşüm alanlarına göre doğrusal olmayan modellerin en yüksek tahminleme gücüne sahip olduğu görülmektedir. Ancak oluşturulan bu modeller yardımıyla yapılacak tahminleme, meyvenin üç eksenli ölçümünün yapılmasını gerektirmektedir. Naderi-Boldaji ve ark., (2008) ve Khoshnam ve ark., (2007) bu şekilde yapılacak ölçümlendirmenin yorucu ve maliyetli olduğunu vurgulamışlardır. Bu nedenle kütle tahminlemesi için en yüksek R^2 ve en düşük RMSE değerlerine sahip, meyve sap eksenine paralel ölçülen izdüşüm alanına göre kurgulanan 13. model önerilebilir ($R^2= 0,993$ ve $RMSE= 0,267$). Naderi-Boldaji ve ark., (2008) kayısı, Lorestani ve Tabatabaefar (2006) kivi, Khoshnam ve ark., (2007) nar ve Shahi-Gharahlar ve ark., (2009) malta eriği meyvelerinin kütlelerinin tahminlenmesi için meyvenin tek eksenli izdüşüm alanlarına göre modeller oluşturmuşlardır. Model 13'e göre tahminlenen ve ölçülen kütle değerleri arasındaki ilişki Şekil 3'de verilmiştir.

Boyut ve İzdüşüm Alanlarına Bağlı Doğrusal Hacim Tahminleme Modelleri

Kiraz domates meyvesinin seçilen bağımsız değişkenlere (boyut ve izdüşüm alanı) bağlı oluşturulan doğrusal hacim tahminleme modelleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde, en yüksek R^2 ve en düşük RMSE değerleri göz önüne alınarak, boyutsal özelliklere göre 20. ($R^2= 0,982$ ve $RMSE= 0,373$) ve izdüşüm alanına göre 24. ($R^2= 0,994$ ve $RMSE= 0,266$) modeller, hacim için elde edilen tahminleme gücü en yüksek doğrusal modeller olarak belirlenmiştir. Hacim tahminlemesi için Bozokalfa ve Kılıç (2010) biberin meyve uzunluk, çap ve ağırlık ölçülerini ve Omid ve ark., (2010) turuncgillerde meyvenin kütlelerini baz alarak doğrusal modelleri tavsiye etmişlerdir.

Boyut ve İzdüşüm Alanlarına Bağlı Doğrusal Olmayan Hacim Tahminleme Modelleri

Kiraz domates meyvesinin seçilen bağımsız değişkenlere (boyut ve izdüşüm alanı) bağlı oluşturulan doğrusal olmayan hacim tahminleme modelleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5 incelendiğinde, doğrusal modellemesine benzer şekilde boyutsal özelliklere

göre 28. ($R^2 = 0,992$ ve $RMSE = 0,267$) ve izdüşüm alanına göre 32. ($R^2 = 0,996$ ve $RMSE = 0,198$) modeller hacim için elde edilen tahminleme gücü en yüksek doğrusal olmayan modeller olarak belirlenmiştir. Khanali ve ark., (2007) mandarin meyvesinin izdüşüm alanını ve Shahi-Gharahlar ve ark., (2009) malta eriği meyvesinin izdüşüm alanını baz alarak doğrusal olmayan modelleri geliştirmişlerdir.

Hacim tahminlemesi için oluşturulan doğrusal ve doğrusal olmayan modeller, en yüksek R^2 ve en düşük $RMSE$ değerleri göz önüne alınarak karşılaştırıldığında, hem boyutsal özelliklere hem de izdüşüm alanlarına göre doğrusal olmayan modellerin en yüksek tahminleme gücüne sahip olduğu görülmektedir. Ancak oluşturulan bu modeller yardımıyla yapılacak tahminleme kütle tahminlemesindeki sorunları beraberinde

getirmektedir. Buna göre hacim tahminlemesi için en yüksek R^2 ve en düşük $RMSE$ değerlerine sahip, meyve sap eksenine paralel ölçülen izdüşüm alanına göre kurgulanan 21. ve 29. modeller bulunmaktadır. Ancak bu iki model arasında $RMSE$ değeri daha düşük olan ve daha basit formdaki 21. ($R^2 = 0,991$ ve $RMSE = 0,263$) model önerilebilir. Model 21'e göre tahminlenen ve ölçülen hacim değerleri arasındaki ilişki Şekil 4'de verilmiştir.

Çalışmanın sonucunda, hem kütle, hem de hacim tahminlemesi için meyve sap eksenine paralel ölçülen izdüşüm alanına göre kurgulanan tek boyutlu basit formdaki modeller önerilmektedir. Yüksek korelasyon katsayısına sahip bu modeller, görüntü işleme sistemleri kullanılarak dizayn edilecek hacim ve kütle sınıflandırılmasının yapıldığı işleme makinelerinde kullanılabilir.

Çizelge 1. Kiraz domates meyvesinin fiziksel özellikleri

Özellik	
L (mm)	26.24±2.67
W (mm)	27.30±2.81
T (mm)	25.99±2.64
D_g (mm)	26.50±2.69
ϕ	0.97±0.01
M (g)	10.20±2.83
V_{act} (cm ³)	10.08±2.82
PA_1 (mm ²)	566.28±115.98
PA_2 (mm ²)	563.36±112.66
PA_3 (mm ²)	543.82±111.92
S (mm ²)	2227.94±449.52
ρ_f (kg m ⁻³)	1013.35±6.62

Çizelge 2. Kiraz domates meyvesinin seçilen fiziksel özelliklerine göre doğrusal kütle tahminleme modelleri

Model No	Model	R^2	RMSE
1	$M = (1,049134.L) - 17,3202$	0,980	0,392
2	$M = (0,99492.W) - 16,9615$	0,973	0,459
3	$M = (1,047868.T) - 17,0304$	0,958	0,574
4	$M = (0,124672.L) + (0,558194.W) + (0,350246.T) - 17,4108$	0,983	0,367
5	$M = (0,024305.PA_1) - 3,55943$	0,992	0,251
6	$M = (0,024551.PA_2) - 3,62702$	0,989	0,291
7	$M = (0,025051.PA_3) - 3,41935$	0,981	0,383
8	$M = (0,011544.PA_1) + (0,007936.PA_2) + (0,005222.PA_3) - 3,64332$	0,995	0,188

Çizelge 3. Kiraz domates meyvesinin seçilen fiziksel özelliklerine göre doğrusal olmayan kütle tahminleme modelleri

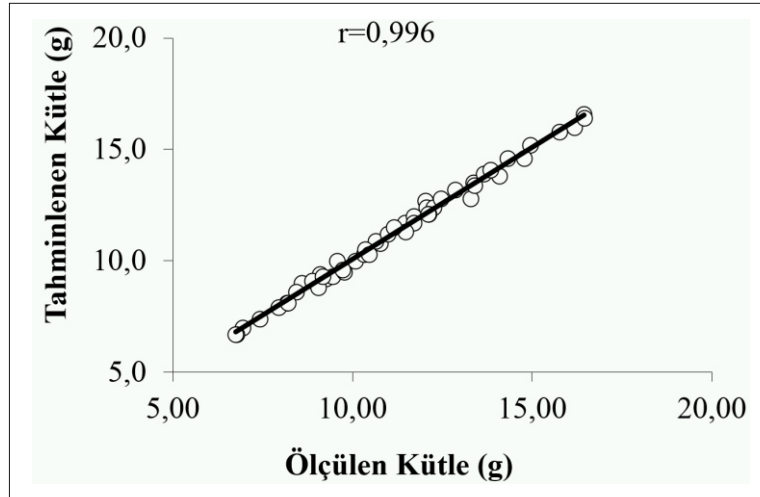
Model No	Model	R^2	RMSE
9	$M = 0,00125.L^{2,749167}$	0,991	0,290
10	$M = 0,0012.W^{2,716285}$	0,978	0,417
11	$M = 0,0014.T^{2,718908}$	0,974	0,493
12	$M = 0,00116.L^{0,496898}.W^{1,225604}.T^{1,037849}$	0,993	0,262
13	$M = 0,00172.PA_1^{1,368546}$	0,993	0,267
14	$M = 0,00172.PA_2^{1,369179}$	0,990	0,279
15	$M = 0,002172.PA_3^{1,340732}$	0,984	0,364
16	$M = 0,00172.PA_1^{0,62752}.PA_2^{0,42047}.PA_3^{0,323326}$	0,996	0,180

Çizelge 4. Kiraz domates meyvesinin seçilen fiziksel özelliklerine göre doğrusal hacim tahminleme modelleri

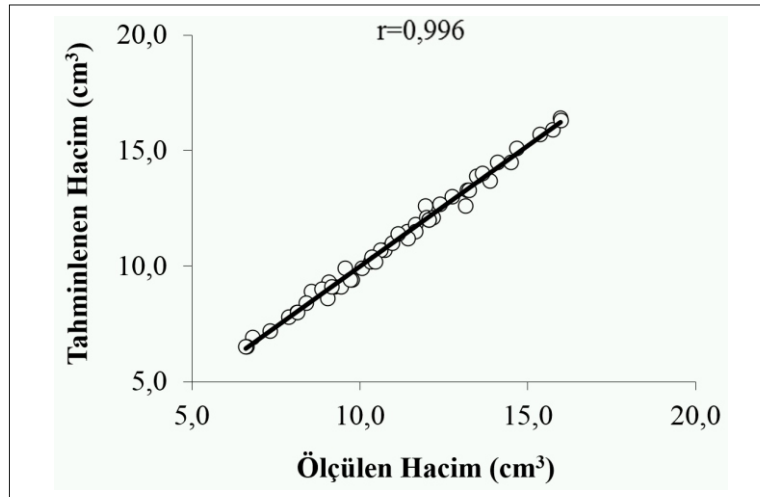
Model No	Model	R ²	RMSE
17	$V_{act} = (1,045161.L) - 17,3429$	0,980	0,397
18	$V_{act} = (0,990964.W) - 16,9805$	0,972	0,465
19	$V_{act} = (1,043993.T) - 17,0567$	0,958	0,575
20	$V_{act} = (0,148426.L) + (0,539784.W) + (0,341514.T) - 17,4314$	0,982	0,373
21	$V_{act} = (0,02421.PA_1) - 3,63261$	0,991	0,263
22	$V_{act} = (0,024452.PA_2) - 3,69816$	0,988	0,305
23	$V_{act} = (0,024954.PA_3) - 3,49353$	0,981	0,390
24	$V_{act} = (0,011648.PA_1) + (0,007657.PA_2) + (0,0053.PA_3) - 3,71466$	0,994	0,266

Çizelge 5. Kiraz domates meyvesinin seçilen fiziksel özelliklerine göre doğrusal olmayan hacim tahminleme modelleri

Model No	Model	R ²	RMSE
25	$V_{act} = 0,001136.L^{2,774655}$	0,990	0,294
26	$V_{act} = 0,001138.W^{2,740707}$	0,978	0,422
27	$V_{act} = 0,001517.T^{2,744765}$	0,974	0,492
28	$V_{act} = 0,001055.L^{0,541616}.W^{1,194222}.T^{1,050006}$	0,992	0,267
29	$V_{act} = 0,001573.PA_1^{1,38099}$	0,992	0,278
30	$V_{act} = 0,00158.PA_2^{1,381393}$	0,989	0,291
31	$V_{act} = 0,00198.PA_3^{1,353394}$	0,984	0,371
32	$V_{act} = 0,001574.PA_1^{0,634935}.PA_2^{0,397086}.PA_3^{0,351438}$	0,996	0,198



Şekil 3. Model 13'e göre tahminlenen ve ölçülen kütle değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4. Model 21'e göre tahminlenen ve ölçülen hacim değerlerinin karşılaştırılması

KAYNAKLAR

- Bozokalfa M K, Kılıç M (2010) Mathematical Modeling in the Estimation of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Fruit Volume. Chilean Journal of Agricultural Research 70: 626-632.
- Chakespari G A, Rajabipour, A, Mobli H (2010) Mass Modeling of Two Apple Varieties by Geometrical Attributes. Australian Journal of Agricultural Engineering 1: 112-118.
- Clayton M, Amos N D, Banks N H, Morton R H (1995) Estimation of Apple Fruit Surface Area. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 23: 345-349.
- Ertekin C, Gozlekci S, Kabas O, Sonmez S, Akinci I (2006) Some Physical, Pomological and Nutritional Properties of Two Plum (*Prunus domestica* L.) Cultivars. Journal of Food Engineering 75: 508-514.
- FAO (2015). Food and Agriculture Organization, <http://faostat.fao.org>. (erişim tarihi: 15 Nisan 2015).
- Ghabel R, Rajabipour A, Ghasemi-Varnamkhasti M, Oveisi M (2010) Modeling the Mass of Iran Export Onion (*Allium cepa* L.) Varieties Using Some Physical Characteristics. Research in Agricultural Engineering 56: 33-40.
- Ghazavi M A, Karami R, Mahmoodi M (2013) Modeling Some Physico-Mechanical Properties of Tomato. Journal of Agricultural Science 5: 210-223.
- Hassan-Beygi S R, Ghanbarian D, Farahmand M (2010) Prediction of Saffron Crocus Corn Mass by Geometrical Attributes. Scientia Horticulturae 124: 109-115.
- Izadi H, Kamgar S, Raoufat M H (2013) Mass Modeling of Tomato Based on Physical Characteristics. International Journal of Agronomy and Plant Production 4: 2631-2636.
- Jahromi M K, Rafiee S, Mirasheh R, Jafari A, Mohtasebi S.S, Ghasemi Varnamkhasti M (2007) Mass and Surface Area Modeling of Bergamot (*Citrus medica*) Fruit with Some Physical Attributes. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal IX.
- Jahromi M K, Jafari A, Rafiee S, Mirasheh R, Mohtasebi S S (2008) Mass Modeling of Date Fruit (cv. Zahedi) with Some Physical Characteristics. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences 3: 127-131.
- Khanali M, Ghasemi Varnamkhasti M, Tabatabaefar A, Mobli H (2007) Mass and Volume Modelling of Tangerine (*Citrus reticulata*) Fruit with Some Physical Attributes. International Agrophysics 21: 329-334.
- Kheiralipour K, Tabatabaefar A, Mobli H, Rafiee S, Rajabipour Jafari A, Mirzae A E (2010) Modeling of Dropping Time of Kiwi Fruit in Water. International Journal of Food Properties 13: 1315-1322.
- Khoshnam F, Tabatabaefar A, Ghasemi Varnamkhasti M, Borghei A (2007) Mass Modeling of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit with Some Physical Characteristics. Scientia Horticulturae 114: 21-26.
- Lorestani AN, Tabatabaefar A (2006) Modeling the Mass of Kiwi Fruit by Geometrical Attributes. International Agrophysics 20: 135-139.
- Mohsenin N N (1986) Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Naderi-Boldaji M, Fattahi R, Ghasemi Varnamkhasti M, Tabatabaefar A, Jannatizadeh A (2008) Models for Predicting the Mass of Apricot Fruits by Geometrical Attributes (cv. Shams, Nakhjavan, and Jahangiri). Scientia Horticulturae 118: 293-298.
- Omid M, Khojastehnazhand M, Tabatabaefar A (2010) Estimating Volume and Mass of Citrus Fruits by Image Processing Technique. Journal of Food Engineering 10: 315-321.
- Rashidi M, Seyfi K (2008) Modeling of Kiwi Fruit Mass Based on Outer Dimensions and Projected Areas. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences 3: 26-29.
- Sabliov C M, Boldor D, Keener K M, Farkas B E (2002) Image Processing Method to Determine Surface Area and Volume of Axi-symmetric Agricultural Products. International Journal of Food Properties 5: 641-653.
- Seyedabadi E, Khojastehpour M, Sadriab H, Saiedirad M H (2011) Mass Modeling of Cantaloupe Based on Geometric Attributes: A Case Study for Tile Magasi and Tile Shahri. Scientia Horticulturae 130: 54-59.
- Shahi-Gharahlar A, Yavari A R, Khanali M (2009) Mass and Volume Modeling of Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Fruit Based on Physical Characteristics. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 17: 175-189.
- Soltani M, Alimardani R, Omid M (2011) Modeling the Main Physical Properties of Banana Fruit Based on Geometrical Attributes. International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering 2: 1-6.
- Spreer W, Müller J (2011) Estimating the Mass of Mango Fruit (*Mangifera indica*, cv. Chok Anan) from its Geometric Dimensions by Optical Measurement. Computers and Electronics in Agriculture 75: 125-131.
- Tabatabaefar A, Vefagh-Nematolahee A, Rajabipour A (2000) Modeling of Orange Mass Based on Dimensions. Journal of Agricultural Science and Technology 2: 299-305.
- Tabatabaefar A, Rajabipour A (2005) Modeling the Mass of Apples by Geometrical Attributes. Scientia Horticulturae 105: 373-382.
- Taheri-Garavand A, Nassiri A (2010) Study on Some Morphological and Physical Characteristics of Sweet Lemon Used in Mass Models. International Journal of Environmental Sciences 1: 580-590.
- Taheri-Garavand A, Rafiee S, Keyhani A (2011) Study on Some Morphological and Physical Characteristics of Tomato Used in Mass Models to Characterize Best Post Harvesting Options. Australian Journal of Crop Science 5: 433-438.

Sorumlu Yazar

Türker SARAÇOĞLU

tsaracoglu@adu.edu.tr

Adnan Menderes Üniversitesi,

Ziraat Fakültesi,

Biyosistem Mühendisliği Bölümü, AYDIN

Geliş Tarihi : 12.05.2015

Kabul Tarihi : 10.06.2015