



## Buğday Tanelerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Görüntü İşleme Tekniğiyle Belirlenmesi\*

Hande Yıldız DEMİRBAŞ<sup>1</sup>

İlknur DURSUN<sup>2</sup>

Geliş Tarihi : 26.12.2006

**Öz:** Bu araştırmada; ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen bazı buğday çeşitleri tanelerinin uzunluk, genişlik, kalınlık, izdüşüm alanı, çevre, küresellik derecesi ve farklı şekil katsayıları gibi bazı fiziksel özelliklerinin görüntü işleme tekniğinden yararlanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Ekmeklik ve makarnalık tipte 13 farklı buğday çeşidi seçilmiştir. % 10, % 12, % 14 tohum nem içeriklerindeki buğday taneleri; hilum eksenini yanda, hilum eksenini altta ve dik olmak üzere 3 farklı konumda kağıtlar üzerine yerleştirilerek örnekler hazırlanmıştır. Bunlar bir tarayıcıdan geçirilerek TIFF uzantılı dosyalar halinde bilgisayar ortamına aktarılmış ve "UTHSCSA Image Tool Version 3.0" görüntü işleme programıyla değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; elle ve görüntü işlemeyle yapılan ölçüm sonuçları arasındaki korelasyon katsayısının yüksek olması nedeniyle buğday tanelerinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde görüntü işleme tekniğinden başarıyla yararlanılacağı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday tanesi, fiziksel özellik, görüntü işleme tekniği

## Determination of Some Physical Properties of Wheat Grains by Using Image Analysis

**Abstract:** The objective of this study was to determine some physical properties such as length, width, thickness, projected area, sphericity, periphery and different shape coefficients relating to some variety of wheat grains which are widely grown in our country by using image analysis technique. Thirteen different wheat varieties which are suitable for bread and macaroni were selected. The tests were carried out at three moisture contents of 10, 12 and 14%. Wheat grains were placed on the papers at three different positions such as hilum axis at the lateral side, hilum axis at the under side and vertical. The samples were scanned and the images of samples were loaded to the computer as a TIFF file. Then the images of samples were evaluated using UTHSCSA Image Tool Version 3.0. At the end of this study, it was found high correlation between results obtained manually and image analysis. As a result, it was determined that image analysis technique could be used for the determination of some physical properties of wheat grains.

**Key Words:** Wheat grain, physical properties, image analysis

### Giriş

Buğday, insan ve hayvan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olup Dünya' da ve ülkemizde ekiliş ve üretim açısından ilk sırada yer almaktadır (Anonim 2006). Tanesinin uygun besleme değeri; taşıma, saklama ve işlenmesindeki kolaylık ve bitkisinin geniş uyum sınırları, ekmeğin ham maddesi olan unun elde edilmesi gibi birçok üstünlükleri vardır (Kün 1983). Buğday tanesinin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi, üstünlükleri düşünüldüğünde daha da önem kazanmaktadır.

Tarımsal ürünlerin uzunluk, kalınlık, genişlik, yüzey alanı, hacim ağırlığı, izdüşüm alanı gibi fiziksel

özellikleri mühendislik açısından oldukça önemlidir. Yeni makinelerin tasarımında veya mevcut makineler üzerinde yapılacak olan iyileştirme çalışmalarında bu özelliklere gereksinim duyulmaktadır. Ancak söz konusu ürünlerin bilinen geometrik şekillere benzemeyen yapıları elle ölçümü zorlaştırmaktadır. Bu nedenle ölçümler sırasında modern teknolojilerden yararlanılması gerekmektedir. Görüntü işleme tekniği de bunlardan birisidir.

Görüntü işleme tekniği; kamera, tarayıcı vb. araçlar tarafından bilgisayara aktarılan görüntülerin özel programlar aracılığıyla incelenmesini içerir.

\*Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü – Ankara

<sup>2</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü – Ankara

Sanayi, güvenlik, jeoloji, tıp, tarım gibi çeşitli alanlarda görüntü işleme tekniğinden yararlanılmaktadır. Tarımda meyvelerde renk analizi, sınıflandırma, kök gelişiminin izlenmesi, yaprak alanının ölçümü, yabancı otların belirlenmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Neuman ve ark. 1989, Keefe 1992, Trooien ve Heermann 1992, Pérez ve ark. 2000, Dalen 2004, Jayas ve Karunakaran 2005).

Zayas ve ark. (1989), araştırmalarında buğday çeşitlerinin tanınmasında görüntü işleme tekniğinden yararlanmışlardır. Zayas ve ark. (1996); 17 farklı buğday çeşidine ait tanelerin görüntü işleme tekniğiyle şekil özelliklerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması konusunda çalışmışlardır. Shouche ve ark. (2001), araştırmalarında Hindistan’da yetiştirilen 15 adet buğday çeşidi tanelerinin şekil özelliklerini görüntü işleme tekniğinden yararlanarak belirlemişlerdir. Çalışmalarında, buğday tanelerini hilum eksenine altta gelecek şekilde kağıt üzerine yerleştirmişler ve bir tarayıcıdan geçirerek görüntülerini bilgisayara aktarmışlardır. Daha sonra bir görüntü işleme programı aracılığıyla buğday tanelerine ilişkin uzunluk, genişlik, kalınlık, izdüşüm alanı, çevre ve bazı şekil katsayılarını belirlemişlerdir. Bacci ve ark. (2002), buğday tanelerinin görüntülerini bilgisayara aktardıklarını ve bunları görüntü işleme tekniğiyle analiz ettiklerini bildirmişlerdir. Görüntü işleme tekniğiyle buğdayda zedelenmiş tohum yüzdesini belirlemişlerdir. Symons ve ark. (2003), araştırmalarında camlaşmış buğday tanelerinin sağlam buğday tanelerinden ayrılmasında görüntü işleme tekniğinden yararlanmışlardır.

Bu araştırmada, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen bazı buğday çeşitleri tanelerine ilişkin bazı fiziksel özelliklerin bilinen bir görüntü işleme programından yararlanılarak görüntü işleme tekniğiyle belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırmada, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 13 buğday çeşidi ele alınmıştır. Bunlardan Gerek-79, Gün-91, İkizce-96, Kırgız-96, Bayraktar-2000, Demir-2000 ve Bezostaja-1 buğdayları ekmeçlik; Altın 40/98, Altıntaş, Çeşit-1252, Ankara, Kızıltan-91 ve Mirzabey buğdayları ise makarnalık buğdaylardır.

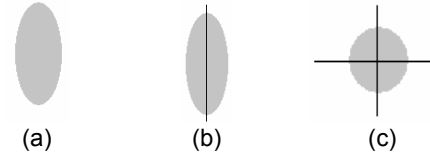
Ölçümlerin başlangıcında, görüntü işleme programının ölçümlere uygunluğunu belirlemek amacıyla bir buğday çeşidinden 50 adet tanenin uzunluk, genişlik, kalınlık ve izdüşüm alanları elle ve görüntü işlemeyle ölçülmüştür. Izdüşüm alanlarının elle ölçümü için tohumlar uygun eksenlerde olacak şekilde kağıtlar üzerine yerleştirilmiş, daha sonra tarayıcıdan geçirilerek yazıcıdan çıktıları alınmış ve üzerlerine

saydam mm<sup>2</sup> lik kağıtlar yerleştirilerek ölçümler yapılmıştır.

% 10, % 12 ve % 14 olmak üzere 3 farklı nem içeriğindeki buğday taneleriyle ölçümler yapılmıştır. Nem içeriğinin belirlenmesi için tohumlar, 105 °C’deki etüvde 17 h süreyle bekletilmiştir. Buğday tanelerinin ilk ve son ağırlıklarından yararlanarak nem içerikleri belirlenmiştir (Anonymous 2006). Daha sonra eklenecek su miktarı hesaplanmış ve örnekler üzerine hesaplanan miktarda su ilave edilmiştir (Kashaninejad ve ark. 2006).

Ölçümler sırasında buğday taneleri; hilum eksenine yanda, hilum eksenine altta ve dik olmak üzere üç farklı konumda kağıt üzerine yapıştırılmıştır (Şekil 1). Daha sonra bu örnekler Mustek 1200CU Plus markalı tarayıcıdan geçirilerek TIFF uzantılı dosyalar halinde bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Intel Pentium4, 533 CPU işlemcili bilgisayara aktarılan görüntülerin işlenmesinde "UTHSCSA Image Tool Version 3.0." görüntü işleme programı kullanılmıştır. Söz konusu program internet ortamından serbest olarak yüklenebilmektedir.



Şekil 1. Buğday tanelerinin yerleştirilme konumları  
a. Hilum eksenine yanda, b. Hilum eksenine altta,  
c. Dik konum

Örneklerin tarayıcıdan geçirilmesi sırasında gri skala formatında ve 78 PPC çözünürlük değerinde çalışılmıştır.

Görüntü işleme programıyla ölçümde öncelikle "Ayarlar (Setting)" menüsünden ölçümü yapılması istenen alan, çevre, yuvarlaklık oranı, dış çap, basıklık oranı, en büyük eksen uzunluğu ya da uzunluk, en küçük eksen uzunluğu ya da genişlik seçenekleri işaretlenmiştir. Buğday tanelerine ait kalınlık değerleri ise dik konumdaki en büyük eksen uzunluğundan yararlanarak ölçülmüştür. Gerekli seçimler yapıldıktan sonra "İşlemler (Processing)" menüsünden "Threshold" komutuyla görüntü, programın anlayacağı şekle dönüştürülmüştür. Daha sonra "Analiz (Analysis)" menüsünden "Object Analysis" komutu seçilerek "Find Objects" komutuyla "Threshold" edilmiş görüntüdeki nesnelere belirlenmiştir. Bu işlemlerden sonra "Analiz (Analysis)" menüsünden "Object Analysis" komutundan "Analyze" seçeneği işaretlenerek şekil analizi

yaptırılmıştır. Ölçüm sonuçları programın sonuçlar bölümünden alınmıştır.

Ölçülen değerlerden yuvarlaklık oranı, nesnenin daireselliğini gösteren bir katsayı olup değeri 0-1 arasında değişmektedir. Yuvarlaklık oranı, 1' e eşitse nesne daire şeklindedir. Kullanılan görüntü işleme programı, yuvarlaklık oranını aşağıdaki eşitlikten yararlanarak hesaplamaktadır:

$$YO = \frac{4 \cdot \pi \cdot A}{\Ç^2}$$

Burada;

YO: Yuvarlaklık oranı,  
A : İzdüşüm alanı (mm<sup>2</sup>),  
Ç : Çevre (mm)' dir.

Nesnenin dışından geçen dairenin çapına eşit olan dış çap değeri de program tarafından bulunmaktadır. Buna göre;

$$DÇ = \sqrt{(4 \cdot A / \pi)}$$

Eşitlikte;

DÇ : Dış çap (mm),  
A : İzdüşüm alanı (mm<sup>2</sup>)' dir.

Basıklık oranı, dış çapın nesnenin uzunluğuna oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu değer de UTHSCSA Image Tool görüntü işleme programı tarafından hesaplanmaktadır (Anonymous 2002):

$$BO = \frac{\sqrt{(4 \cdot A / \pi)}}{L_{\max}}$$

Eşitlikte;

BO : Basıklık oranı,  
A : İzdüşüm alanı (mm<sup>2</sup>),  
L<sub>max</sub>: En büyük eksen uzunluğu (mm)' dur.

Küresellik derecesi ise:

$$\emptyset = \frac{(a \cdot b \cdot c)^{1/3}}{a} \cdot 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır (Mohsenin 1970). Burada;

∅ : Küresellik derecesi (%),

a, b, c: Uzunluk, genişlik, kalınlık (mm)' dir.

Geometrik (D<sub>g</sub>) ve aritmetik (D<sub>a</sub>) ortalama çaplar ise aşağıdaki eşitliklerden bulunmuştur (Mohsenin 1970):

$$D_g = (a \cdot b \cdot c)^{1/3}$$

$$D_a = \frac{(a + b + c)}{3}$$

Elle ölçümden ve görüntü işleme tekniğinden bulunan değerleri karşılaştırmak amacıyla korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlara ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri bulunmuştur.

## Bulgular ve Tartışma

**Programın ölçümlere uygunluğunun kontrolü için yapılan ölçüm sonuçları :** Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 1' de, istatistiksel değerlendirme sonuçları ise Çizelge 2' de verilmiştir. Çizelge 2' den anlaşılacağı gibi elle ölçümden ve görüntü işleminden bulunan değerler arasındaki korelasyon katsayıları, 0.974 ile 0.989 arasında değişmektedir. Bu nedenle görüntü işleme programının ölçümlere uygun ve güvenilirliğinin yüksek olduğu anlaşılmıştır.

**Ekmeklik buğdaylara ilişkin ölçüm sonuçları :** Seçilen ekmeklik buğdaylardan Gerek-79, Gün-91 ve İkizce-96 buğdaylarına ait görüntü işleminden bulunan sonuçlar Çizelge 3' de; Kırgız-96 ve Bayraktar-2000 buğdaylarına ait sonuçlar Çizelge 4' de; Demir-2000 ve Bezostaja-1 buğdaylarına ait sonuçlar ise Çizelge 5' de verilmiştir.

% 10 nem içeriğindeki ekmeklik buğdayların uzunluklarının 5.87-7.27 mm (İkizce-Demir), genişliklerinin 2.70-3.58 mm (Kırgız-Demir), kalınlıklarının 2.46-3.15 mm (Kırgız-Demir), izdüşüm alanlarının (A3) 10.52-15.45 mm<sup>2</sup> (İkizce-Demir), çevrelerinin (Ç3) 13.13-16.24 mm (İkizce-Demir), dış çaplarının (D3) 3.17-4.26 mm (Kırgız-Demir), yuvarlaklık oranlarının (YO3) 0.69-0.73 (Gerek-İkizce), basıklık oranlarının (BO3) 0.74-0.76 (Gerek, Kırgız-Gün, İkizce, Bayraktar, Demir), küresellik derecelerinin % 54-60 (Gerek-Demir), geometrik ortalama çaplarının 3.48-4.34 mm (Kırgız-Demir) ve aritmetik ortalama çaplarının ise 3.83-4.66 mm (Kırgız-Demir) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3, 4 ve 5).

% 12 nem içeriğindeki ekmeklik buğdayların uzunluklarının 6.63-7.74 mm (Bezostaja-Demir), genişliklerinin 3.00-3.84 mm (Kırgız, Bezostaja-Demir), kalınlıklarının 2.46-3.41 mm (Gerek-Demir), izdüşüm alanlarının (A3) 12.94-18.41 mm<sup>2</sup> (Bezostaja-Demir), çevrelerinin (Ç3) 14.76-17.37 mm (Bezostaja-Demir), dış çaplarının (D3) 3.93-4.65 mm (Bezostaja-Demir), yuvarlaklık oranlarının (YO3) 0.70-0.74 (Gerek-İkizce), basıklık oranlarının (BO3) 0.74-0.77 (Gerek, Kırgız-Demir), küresellik derecelerinin % 53-61 (Gerek-Gün, Kırgız), geometrik ortalama çaplarının 3.88-4.66 mm (Gerek-Demir) ve aritmetik ortalama çaplarının ise 4.24-5.00 mm (Bezostaja-Demir) arasında değiştiği bulunmuştur.

Çizelge 1. Elle ve UTHSCSA görüntü işleme programıyla karşılaştırma amacıyla yapılan ölçüm sonuçları

Uzunluk (mm)		Genişlik (mm)		Kalınlık (mm)		İzdüşüm alanı (mm <sup>2</sup> )	
Elle	Programla	Elle	Programla	Elle	Programla	Elle	Programla
8.00	8.20	2.80	2.91	4.00	4.11	19.00	19.20
8.00	8.27	2.70	2.78	3.80	3.86	18.00	18.10
8.00	8.34	2.80	2.80	4.00	4.12	20.00	20.22
7.70	7.96	3.00	3.00	4.00	4.06	14.50	14.60
7.50	7.68	2.60	2.68	4.40	4.45	16.00	16.12
7.90	7.96	2.40	2.46	3.80	3.83	16.30	16.42
8.20	8.29	3.00	3.04	4.00	4.08	17.50	15.64
7.50	7.64	3.20	3.20	4.00	4.00	16.00	16.08
8.50	8.65	3.00	3.07	3.70	3.82	18.00	18.18
8.20	8.23	3.10	3.16	4.00	4.06	18.50	18.58
7.90	8.12	3.00	3.13	4.00	4.12	17.50	17.60
8.50	8.58	3.00	3.02	4.00	4.03	17.00	17.04
7.80	7.86	2.60	2.60	4.00	4.10	17.80	17.80
8.80	9.12	3.00	3.06	4.00	4.05	20.00	20.16
8.20	8.34	3.00	3.05	4.00	4.00	18.00	18.16
8.20	8.27	3.00	3.00	3.80	3.87	19.50	19.58
8.00	8.11	2.70	2.72	4.40	4.45	18.00	18.12
8.90	9.04	3.00	3.00	4.00	4.11	18.00	18.08
8.00	8.07	3.20	3.26	4.00	4.11	22.50	22.48
8.80	8.92	2.80	2.80	4.00	4.13	20.00	20.14
8.70	8.81	3.00	3.02	3.80	3.83	16.80	16.80
7.70	7.74	2.70	2.70	4.00	4.08	16.00	16.14
8.00	8.10	3.00	3.10	4.70	4.74	18.00	18.10
7.70	7.78	3.00	3.06	3.50	3.50	18.60	18.66
8.30	8.36	3.00	3.08	3.70	3.76	19.00	19.12
8.00	8.10	3.00	3.11	4.00	4.04	21.50	21.62
8.00	8.08	3.00	3.07	3.90	3.95	19.40	19.46
8.00	8.11	3.10	3.10	3.80	3.88	17.60	17.67
7.30	7.39	3.20	3.25	4.00	4.05	17.00	17.15
8.00	8.13	2.70	2.73	4.00	4.09	17.00	17.02
8.30	8.40	3.00	3.10	4.00	4.02	18.00	18.19
8.20	8.26	2.90	2.90	3.90	3.94	19.00	19.07
8.20	8.29	3.00	3.06	3.30	3.40	19.40	19.40
7.80	7.88	3.00	3.10	4.00	4.08	15.00	15.12
8.10	8.22	3.00	3.02	3.80	3.86	17.00	17.06
8.00	8.12	3.00	3.10	3.30	3.39	17.50	17.52
8.00	8.08	3.00	3.06	3.70	3.74	18.80	18.90
8.00	8.09	2.80	2.81	4.00	4.06	16.50	16.63
7.80	7.87	3.00	3.02	3.70	3.70	18.00	18.14
8.40	8.51	3.00	2.96	4.00	4.12	18.40	18.42
7.70	7.82	3.00	3.02	4.00	4.00	14.60	14.73
7.90	8.02	3.00	3.08	4.00	4.10	17.00	17.11
7.70	7.76	2.80	2.88	4.00	4.06	14.00	14.08
8.70	8.74	2.70	2.70	4.00	4.06	14.50	14.57
8.00	8.03	2.70	2.74	4.00	4.08	17.00	17.18
7.60	7.62	3.00	3.02	3.30	3.36	16.50	16.59
7.50	7.56	2.80	2.83	3.80	3.83	16.00	16.10
6.20	6.29	2.80	2.80	3.80	3.82	13.40	13.40
7.80	7.83	3.00	3.03	4.00	4.12	14.20	14.25
8.00	8.05	3.00	3.10	4.20	4.24	17.60	17.66

Çizelge 2. Elle ve görüntü işleme programıyla ölçülen değerlerin ortalamaları, standart sapmaları ve korelasyon katsayıları

Özellik	Ölçüm yöntemi	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Korelasyon katsayısı
Uzunluk (mm)	Elle	8.00	0.44	0.988
	Görüntü işlemeyle	8.11	0.45	
Genişlik (mm)	Elle	2.92	0.16	0.974
	Görüntü işlemeyle	2.97	0.17	
Kalınlık (mm)	Elle	3.92	0.24	0.989
	Görüntü işlemeyle	3.99	0.25	
İzdüşüm alanı (mm <sup>2</sup> )	Elle	17.51	1.87	0.989
	Görüntü işlemeyle	17.56	1.89	

% 14 nem içeriğindeki ekmeçlik buğdayların uzunluklarının 7.00-7.96 mm (Bezostaja-Demir), genişliklerinin 3.30-3.97 mm (Bezostaja-Demir), kalınlıklarının 3.20-4.11 mm (Bezostaja-Kırgız), izdüşüm alanlarının (A3) 14.18-20.00 mm<sup>2</sup> (Bezostaja-Demir), çevrelerinin (Ç3) 14.66-18.37 mm (Gerek-Demir), dış çaplarının (D3) 4.13-4.95 (Bezostaja-Demir), yuvarlaklık oranlarının (YO3) 0.69-0.72 (Kırgız-Demir), basıklık oranlarının (BO3) 0.74-0.77 (Gerek, Kırgız, Bezostaja-Demir), küresellik derecelerinin % 59-63 (İkizce-Kırgız), geometrik ortalama çaplarının 4.19-4.98 mm (Bezostaja-Demir) ve aritmetik ortalama çaplarının ise 4.50-5.28 mm (Bezostaja-Demir) arasında değiştiği belirlenmiştir.

**Makarnalık buğdaylara ilişkin ölçüm sonuçları:** Seçilen makarnalık buğdaylardan Altın 40/98 ve Altıntaş buğdaylarına ait görüntü işlemeden bulunan sonuçlar Çizelge 6' da; Çeşit-1252 ve Ankara buğdaylarına ait sonuçlar Çizelge 7 de; Kızıltan-91 ve Mirzabey buğdaylarına ait görüntü işlemeden bulunan sonuçlar ise Çizelge 8' de verilmiştir.

% 10 nem içeriğindeki makarnalık buğdayların uzunlukları 7.15-7.88 mm (Altıntaş-Çeşit), genişlikleri 2.82-3.44 mm (Altın-Ankara), kalınlıkları 2.48-3.38 mm (Kızıltan-Altıntaş, Mirzabey), izdüşüm alanları (A3) 12.73-16.00 mm<sup>2</sup> (Altın-Çeşit), çevreleri (Ç3) 13.59-17.22 mm (Altıntaş-Çeşit), dış çapları (D3) 3.89-4.37 mm (Altın-Çeşit), yuvarlaklık oranları (YO3) 0.64-0.68 (Ankara-Altıntaş), basıklık oranları (BO3) 0.70-0.74 (Altın-Mirzabey), küresellik dereceleri % 51-59 (Altın, Kızıltan-Altıntaş), geometrik ortalama çapları 3.80-4.40 mm (Kızıltan-Ankara) ve aritmetik ortalama çapları 4.28-4.76 mm (Mirzabey-Ankara) arasında değişmektedir (Çizelge 6, 7 ve 8).

% 12 nem içeriğindeki makarnalık buğdayların uzunluklarının 7.56-8.12 mm (Altıntaş-Altın), genişliklerinin 3.19-3.66 mm (Altın-Mirzabey), kalınlıklarının 3.20-4.00 mm (Ankara-Altıntaş), izdüşüm alanlarının (A3) 15.86-17.92 mm<sup>2</sup> (Mirzabey-Çeşit), çevrelerinin (Ç3) 16.68-18.14 mm (Kızıltan-Çeşit), dış çaplarının (D3) 4.42-4.66 mm (Kızıltan-Çeşit), yuvarlaklık oranlarının (YO3) 0.65-0.71 (Altıntaş-Ankara), basıklık oranlarının (BO3) 0.71-0.74 (Altın-Ankara, Mirzabey), küresellik derecelerinin % 55-61 (Altın-Altıntaş), geometrik ortalama çaplarının 4.45-4.67 mm (Ankara-Çeşit) ve aritmetik ortalama çaplarının ise 4.85-5.00 mm (Kızıltan-Çeşit) arasında değiştiği belirlenmiştir.

% 14 nem içeriğindeki makarnalık buğdayların uzunlukları 7.63-8.39 mm (Kızıltan-Altın), genişlikleri 3.33-3.90 mm (Kızıltan, Altın-Mirzabey), kalınlıkları 3.15-4.29 mm (Altın-Mirzabey), izdüşüm alanları (A3) 15.32-20.42 mm<sup>2</sup> (Kızıltan-Mirzabey), çevreleri (Ç3) 15.27-19.23 mm (Ankara-Mirzabey), dış çapları (D3) 4.28-5.00 mm (Kızıltan-Mirzabey), yuvarlaklık oranları (YO3) 0.66-0.68 (Altın-Ankara, Kızıltan, Mirzabey), basıklık oranları (BO3) 0.71-0.75 (Altın, Mirzabey), küresellik dereceleri % 53-63 (Altın-Mirzabey), geometrik ortalama çapları 4.40-5.16 mm (Kızıltan-Mirzabey) ve aritmetik ortalama çapları 4.77-5.46 mm (Kızıltan-Mirzabey) arasında değişmektedir.

## Sonuç

Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen bazı ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşitleri tanelerinin uzunluk, genişlik, kalınlık, izdüşüm alanı, çevre, dış çap gibi bazı fiziksel özelliklerinin görüntü işleme tekniğiyle belirlenmesini amaçlayan bu araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

Çizelge 3. Ekmeklik buğdaylardan Gerek-79, Gün-91 ve İkizce-96 buğdaylarına ait görüntü işlemeden bulunan sonuçlar\*

Fiziksel özellikler	Nem içerikleri (%)								
	10			12			14		
	Gerek	Gün	İkizce	Gerek	Gün	İkizce	Gerek	Gün	İkizce
Uzunluk <sup>1</sup> (a) (mm)	6.84	6.54	5.87	7.32	6.98	7.12	7.71	7.63	7.80
Genişlik <sup>2</sup> (b) (mm)	3.00	3.14	2.94	3.26	3.43	3.30	3.55	3.82	3.72
Kalınlık (c) (mm)	2.50	2.73	2.63	2.46	3.21	2.83	3.47	3.31	3.35
İzdüşüm alanı <sup>3</sup> (A) (mm <sup>2</sup> )	A1	16.13	16.10	13.58	15.64	19.17	19.00	22.60	22.36
	A2	4.00	4.80	4.39	3.78	6.60	5.22	7.69	7.00
	A3	12.00	12.33	10.52	13.68	14.97	14.45	16.49	17.40
Çevre <sup>4</sup> (Ç) (mm)	Ç1	18.00	17.32	15.60	18.94	18.64	18.50	20.27	20.66
	Ç2	7.90	8.72	8.20	7.59	9.98	8.88	3.47	10.42
	Ç3	14.62	14.46	13.13	15.15	15.75	15.29	14.66	17.24
Dış Çap <sup>5</sup> (D) (mm)	D1	4.53	4.51	4.14	4.86	4.93	4.91	5.15	5.36
	D2	2.26	2.46	2.36	2.19	2.89	2.57	3.12	2.99
	D3	3.77	3.82	3.55	3.97	4.25	4.13	4.47	4.56
Yuvarlaklık Oranı <sup>6</sup> (YO)	YO1	0.63	0.66	0.69	0.65	0.69	0.70	0.64	0.66
	YO2	0.83	0.78	0.82	0.82	0.83	0.83	0.81	0.81
	YO3	0.69	0.70	0.73	0.70	0.73	0.74	0.70	0.71
Basıklık Oranı <sup>7</sup> (BO)	BO1	0.66	0.68	0.70	0.66	0.70	0.69	0.67	0.70
	BO2	0.90	0.90	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	BO3	0.74	0.76	0.76	0.74	0.76	0.76	0.74	0.76
Küresellik Derecesi (ø)(%)	54.00	58.00	68.00	53.00	61.00	56.00	58.00	60.00	59.00
Geometrik Ortalama Çap (D <sub>g</sub> ) (mm)	3.71	3.82	3.97	3.88	4.25	4.00	4.56	4.58	4.60
Aritmetik Ortalama Çap (D <sub>a</sub> ) (mm)	4.11	4.13	4.15	4.34	4.54	4.41	4.91	4.92	4.95

\*<sup>1</sup> ve <sup>2</sup>: Hilum eksenine alta ve yana gelecek konumlardaki uzunluk ya da genişlik değerlerinin ortalaması; <sup>3</sup>: Tanelerin hilum eksenine alta ve yana gelecek konumlardaki izdüşüm alanlarının ortalaması (A1), dik konumdaki izdüşüm alanı (A2), her üç konumdaki izdüşüm alanlarının ortalaması (A3); <sup>4</sup>: Hilum eksenine alta ve yana gelecek konumlardaki çevre değerlerinin ortalaması (Ç1), dik konumdaki çevre değeri (Ç2), her üç konumdaki çevre değerleri ortalaması (Ç3); <sup>5</sup>: Hilum eksenine alta ve yana gelecek konumlardaki dış çapların ortalaması (D1), dik konumdaki dış çap (D2), her üç konumdaki dış çapların ortalaması (D3); <sup>6</sup>: Hilum eksenine alta ve yana gelecek konumlardaki yuvarlaklık oranlarının ortalaması (YO1), dik konumdaki yuvarlaklık oranı (YO2), her üç konumdaki yuvarlaklık oranlarının ortalaması (YO3); <sup>7</sup>: Hilum eksenine alta ve yana gelecek konumlardaki basıklık oranlarının ortalaması (BO1), dik konumdaki basıklık oranı (BO2), her üç konumdaki basıklık oranlarının ortalaması (BO3).

Çizelge 4. Ekmeklik buğdaylardan Kırgız-96 ve Bayraktar-2000 buğdaylarına ait görüntü işlemeden bulunan sonuçlar\*

Fiziksel özellikler	Nem içerikleri (%)					
	10		12		14	
	Kırgız	Bayraktar	Kırgız	Bayraktar	Kırgız	Bayraktar
Uzunluk <sup>1</sup> (a) (mm)	6.34	7.12	6.86	7.58	7.50	7.39
Genişlik <sup>2</sup> (b) (mm)	2.70	3.34	3.00	3.58	3.42	3.55
Kalınlık (c) (mm)	2.46	2.61	3.68	3.12	4.11	3.65
İzdüşüm alanı <sup>3</sup> (A) (mm <sup>2</sup> )	A1	13.68	18.49	16.67	21.47	19.62
	A2	3.86	4.49	8.74	6.30	10.75
	A3	10.40	13.82	14.00	16.41	16.66
Çevre <sup>4</sup> (Ç) (mm)	Ç1	16.13	18.82	17.67	20.00	19.70
	Ç2	7.70	8.27	11.50	9.89	12.82
	Ç3	13.30	15.30	15.61	16.65	17.40
Dış Çap <sup>5</sup> (D) (mm)	D1	4.16	4.85	4.61	5.20	4.98
	D2	1.20	2.38	3.33	2.82	3.69
	D3	3.17	4.00	4.18	4.40	4.55
Yuvarlaklık Oranı <sup>6</sup> (YO)	YO1	0.66	0.66	0.67	0.67	0.63
	YO2	0.81	0.82	0.83	0.81	0.82
	YO3	0.70	0.71	0.72	0.72	0.69
Basıklık Oranı <sup>7</sup> (BO)	BO1	0.66	0.68	0.67	0.69	0.66
	BO2	0.90	0.91	0.90	0.90	0.90
	BO3	0.74	0.76	0.74	0.76	0.74
Küresellik Derecesi (ø) (%)	55.00	55.00	61.00	58.00	63.00	62.00
Geometrik Ortalama Çap (D <sub>g</sub> ) (mm)	3.48	3.96	4.23	4.39	4.72	4.57
Aritmetik Ortalama Çap (D <sub>a</sub> ) (mm)	3.83	4.36	4.51	4.76	5.00	4.86

\* Gerekli açıklamalar Çizelge 3' ün altında yapılmıştır.

Çizelge 5. Ekmeklik buğdaylardan Demir-2000 ve Bezostaja-1 buğdaylarına ait görüntü işlemeden bulunan sonuçlar

Fiziksel özellikler		Nem içerikleri (%)					
		10		12		14	
		Demir	Bezostaja	Demir	Bezostaja	Demir	Bezostaja
Uzunluk (a) (mm)		7.27	6.63	7.74	6.78	7.96	7.00
Genişlik (b) (mm)		3.58	3.00	3.84	3.13	3.97	3.30
Kalınlık (c) (mm)		3.15	2.68	3.41	2.83	3.93	3.20
İzdüşüm alanı (A) (mm <sup>2</sup> )	A1	20.12	15.84	23.90	16.84	24.96	18.00
	A2	6.13	4.50	7.44	5.14	10.17	6.49
	A3	15.45	12.00	18.41	12.94	20.00	14.18
Çevre (Ç) (mm)	Ç1	19.40	17.71	20.63	17.75	21.31	18.50
	Ç2	9.90	8.19	10.86	8.79	12.50	9.99
	Ç3	16.24	14.53	17.37	14.76	18.37	15.66
Dış Çap (D) (mm)	D1	5.00	4.48	5.49	4.63	5.63	4.77
	D2	2.79	2.38	3.00	2.55	3.60	2.87
	D3	4.26	3.78	4.65	3.93	4.95	4.13
Yuvarlaklık Oranı (YO)	YO1	0.67	0.64	0.70	0.67	0.68	0.66
	YO2	0.78	0.84	0.79	0.83	0.81	0.81
	YO3	0.70	0.70	0.72	0.72	0.72	0.70
Basıklık Oranı (BO)	BO1	0.70	0.68	0.71	0.68	0.71	0.68
	BO2	0.89	0.89	0.90	0.90	0.91	0.89
	BO3	0.76	0.75	0.77	0.75	0.77	0.74
Küresellik Derecesi (ø) (%)		60.00	57.00	60.00	57.00	62.00	60.00
Geometrik Ortalama Çap (D <sub>g</sub> ) (mm)		4.34	3.76	4.66	3.91	4.98	4.19
Aritmetik Ortalama Çap (D <sub>a</sub> ) (mm)		4.66	4.10	5.00	4.24	5.28	4.50

Çizelge 6. Makarnalık buğdaylardan Altın 40/98 ve Altıntaş buğdaylarına ait görüntü işlemeden bulunan sonuçlar

Fiziksel özellikler		Nem içerikleri (%)					
		10		12		14	
		Altın	Altıntaş	Altın	Altıntaş	Altın	Altıntaş
Uzunluk (a) (mm)		7.55	7.15	8.12	7.56	8.39	8.18
Genişlik (b) (mm)		2.82	3.10	3.19	3.27	3.33	3.56
Kalınlık (c) (mm)		2.80	3.38	3.54	4.00	3.15	4.20
İzdüşüm alanı (A) (mm <sup>2</sup> )	A1	16.49	17.29	20.99	19.22	22.00	22.51
	A2	4.81	7.36	7.71	9.63	6.00	11.00
	A3	12.73	13.98	16.56	16.00	16.73	18.67
Çevre (Ç) (mm)	Ç1	19.00	18.70	20.47	19.64	21.31	21.22
	Ç2	8.72	3.37	11.18	12.88	9.87	13.21
	Ç3	15.58	13.59	17.37	17.38	17.49	18.55
Dış Çap (D) (mm)	D1	4.61	4.49	5.14	4.94	5.28	5.34
	D2	2.46	3.00	3.12	3.49	2.77	3.73
	D3	3.89	4.12	4.46	4.45	4.44	4.80
Yuvarlaklık Oranı (YO)	YO1	0.58	0.62	0.62	0.63	0.61	0.62
	YO2	0.79	0.81	0.77	0.72	0.79	0.79
	YO3	0.65	0.68	0.67	0.65	0.66	0.67
Basıklık Oranı (BO)	BO1	0.61	0.65	0.63	0.66	0.63	0.65
	BO2	0.88	0.90	0.88	0.87	0.88	0.89
	BO3	0.70	0.73	0.71	0.72	0.71	0.73
Küresellik Derecesi (ø) (%)		51.00	59.00	55.00	61.00	53.00	60.00
Geometrik Ortalama Çap (D <sub>g</sub> ) (mm)		3.90	4.21	4.50	4.62	4.44	4.96
Aritmetik Ortalama Çap (D <sub>a</sub> ) (mm)		4.39	4.54	4.95	4.94	4.95	5.31

Çizelge 7. Makarnalık buğdaylardan Çeşit-1252 ve Ankara buğdaylarına ait görüntü işlemeden bulunan sonuçlar

Fiziksel özellikler		Nem içerikleri (%)					
		10		12		14	
		Ç-1252	Ankara	Ç-1252	Ankara	Ç-1252	Ankara
Uzunluk (a) (mm)		7.88	7.60	8.08	7.88	8.31	8.00
Genişlik (b) (mm)		3.33	3.44	3.56	3.50	3.74	3.69
Kalınlık (c) (mm)		2.83	3.25	3.59	3.20	4.18	3.36
İzdüşüm alanı (A) (mm <sup>2</sup> )	A1	20.42	20.25	22.82	21.97	24.00	22.90
	A2	7.36	5.98	8.13	6.43	10.76	7.00
	A3	16.00	15.50	17.92	16.78	19.64	17.56
Çevre (Ç) (mm)	Ç1	20.34	20.63	21.41	20.52	21.75	21.23
	Ç2	10.98	3.25	11.61	9.98	13.31	3.36
	Ç3	17.22	14.83	18.14	17.00	15.60	15.27
Dış Çap (D) (mm)	D1	5.00	5.00	5.39	5.29	5.53	5.39
	D2	3.00	2.74	3.21	2.85	3.69	2.99
	D3	4.37	4.28	4.66	4.47	4.91	4.59
Yuvarlaklık Oranı (YO)	YO1	0.62	0.60	0.63	0.66	0.63	0.64
	YO2	0.76	0.71	0.75	0.81	0.76	0.79
	YO3	0.66	0.64	0.66	0.71	0.67	0.68
Basıklık Oranı (BO)	BO1	0.64	0.67	0.66	0.67	0.66	0.67
	BO2	0.89	0.84	0.89	0.89	0.88	0.89
	BO3	0.72	0.72	0.73	0.74	0.73	0.74
Küresellik Derecesi ( $\theta$ ) (%)		53.00	58.00	58.00	56.00	60.00	58.00
Geometrik Ortalama Çap ( $D_g$ ) (mm)		4.20	4.40	4.67	4.45	5.00	4.62
Aritmetik Ortalama Çap ( $D_a$ ) (mm)		4.68	4.76	5.00	4.86	5.41	5.00

Çizelge 8. Makarnalık buğdaylardan Kızıltan-91 ve Mirzabey buğdaylarına ait görüntü işlemeden bulunan sonuçlar

Fiziksel özellikler		Nem içerikleri (%)					
		10		12		14	
		Kızıltan	Mirzabey	Kızıltan	Mirzabey	Kızıltan	Mirzabey
Uzunluk (a) (mm)		7.42	7.38	7.80	7.85	7.63	8.21
Genişlik (b) (mm)		3.00	3.34	3.24	3.66	3.33	3.90
Kalınlık (c) (mm)		2.48	3.38	3.53	3.21	3.35	4.29
İzdüşüm alanı (A) (mm <sup>2</sup> )	A1	17.68	19.40	20.10	22.19	19.35	24.77
	A2	3.95	7.00	7.94	6.57	7.26	11.75
	A3	13.10	15.20	16.00	15.86	15.32	20.42
Çevre (Ç) (mm)	Ç1	19.28	19.38	19.71	20.81	19.82	21.97
	Ç2	7.91	10.60	11.24	10.27	10.58	13.77
	Ç3	15.49	16.45	16.68	17.29	16.74	19.23
Dış Çap (D) (mm)	D1	4.73	4.94	5.00	5.31	4.92	5.61
	D2	2.24	2.99	3.17	2.88	3.00	3.86
	D3	3.90	4.28	4.42	4.50	4.28	5.00
Yuvarlaklık Oranı (YO)	YO1	0.60	0.65	0.65	0.64	0.62	0.64
	YO2	0.79	0.78	0.79	0.78	0.81	0.78
	YO3	0.66	0.66	0.69	0.68	0.68	0.68
Basıklık Oranı (BO)	BO1	0.63	0.67	0.65	0.67	0.65	0.68
	BO2	0.90	0.88	0.90	0.90	0.90	0.90
	BO3	0.72	0.74	0.73	0.74	0.73	0.75
Küresellik Derecesi ( $\theta$ ) (%)		51.00	57.00	57.00	57.00	57.00	63.00
Geometrik Ortalama Çap ( $D_g$ ) (mm)		3.80	4.17	4.47	4.52	4.40	5.16
Aritmetik Ortalama Çap ( $D_a$ ) (mm)		4.30	4.28	4.85	4.90	4.77	5.46

1. Elle ve görüntü işleme tekniğinden bulunan sonuçlar arasındaki korelasyon katsayıları 0.974-0.989 ( $p < 0.01$ ) arasında değiştiğinden "UTHSCSA Image Tool Version 3.0" görüntü işleme programının ölçümlere uygun ve güvenilir bir program olduğu anlaşılmıştır. Dursun (2001)'de yapmış olduğu araştırmasında; elle ölçümden ve "UTHSCSA Image

Tool" görüntü işleme programından bulunduğu değerler arasında  $p < 0.01$  seviyesinde anlamlı ilişki belirlemiştir.

2. Ekmeklik ve makarnalık buğdaylara ait ölçüm sonuçları incelendiğinde; nem içeriğinin artmasıyla ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde genel olarak uzunluk, genişlik, kalınlık, izdüşüm alanı, çevre, dış çap, geometrik ortalama çap ve aritmetik



ortalama çapın arttığı belirlenmiştir (Çizelge 3-8). Deshpande ve ark. (1993), Tang ve Sokhansanj (1993), Nimkar ve ark. (2005)' da araştırmaları sonucunda nem içeriğinin artışına bağlı olarak tohum boyutlarının arttığını açıklamışlardır. Ancak yuvarlaklık ve basıklık oranları ile küresellik derecesinin nem içeriğine bağlı olarak düzenli bir değişim göstermediği belirlenmiştir. Buğday tanesinin küresellikten uzak ovalimsi yapısının bu sonuca etkili olduğu düşünülmektedir.

3. Ele alınan ekmeklik ve makarnalık buğday tanelerinin şekil özelliklerine bağlı olarak hilum ekseninin alta ve yana gelecek şekildeki yerleştirme konumlarında ölçülen değerlerin birbirine yakın olduğu, dik konumda ise farklı olduğu belirlenmiştir. Hilum eksenine alta ve yana gelecek konumlarda tohumların yerleştirilme şekilleri benzer olduğundan birbirine yakın sonuçlar bulunmuştur. Ancak dik konumda tane kalınlık boyutu üzerinde yerleştirildiğinden diğer yerleştirilme konumlarına göre daha farklı sonuçlar elde edilmiştir.

4. Ele alınan tüm buğday çeşitleri tanelerinin uzunluklarının 5.87- 8.39 mm, genişliklerinin 2.70-3.97 mm ve kalınlıklarının ise 2.46-4.29 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Buğday tanesinin temel boyutlarından olan uzunluk boyutu 3-5 mm ya da 5-8 mm, genişlik boyutu ise 1.5-2.5 mm veya 2.5-4 mm arasında değişmektedir (Anonim 2006). Bulunan sonuçlar bu bilgileri destekler niteliktedir.

5. Ekmeklik buğday tanelerinin uzunluklarının 5.87-7.96 mm, genişliklerinin 2.70-3.97 mm, kalınlıklarının 2.46-4.11 mm; makarnalık buğday tanelerinin ise uzunluklarının 7.15-8.39 mm, genişliklerinin 2.82-3.90 mm ve kalınlıklarının ise 2.48-4.20 mm arasında değiştikleri belirlenmiştir. Makarnalık çeşitlerin ekmeklik buğday çeşitlerine göre daha büyük ölçülü tanelere sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Genel olarak makarnalık buğday taneleri iri ve uzun, ekmeklik buğday taneleri ise daha ufak ve yuvarlakçadır (Anonim 2006).

4. Ekmeklik buğdaylarda en küçük tane ölçülerine sahip olan çeşit Bezostaja-1, en büyük ölçülere sahip olan çeşit Demir-2000; makarnalık buğdaylarda bu çeşitler sırasıyla Altın 40/98 ve Mirzabey' dir.

Sonuç olarak; "UTHSCSA Image Tool Version 3.0." görüntü işleme programının buğday tanelerinin uzunluk, genişlik, kalınlık, izdüşüm alanı, yuvarlaklık ve basıklık oranı gibi bazı fiziksel özelliklerinin ölçümünde güvenle kullanılabileceği anlaşılmıştır. Buğday tanelerinin bazı fiziksel özelliklerinin elle ve görüntü işleme programıyla ölçülmesi sonucunda bulunan değerler arasındaki korelasyon katsayılarının

yüksekliği de bunu kanıtlamıştır. Bu çalışmanın bir diğer önemli sonucu ise ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen bazı buğday çeşitleri tanelerine ait bazı fiziksel özelliklerin belirlenmesi olmuştur. Böylece bu konudaki veri tabanına katkıda bulunulmuştur.

#### Kaynaklar

- Anonim 2006. Buğday. (<http://www.hatap.com/Bugday.htm>).
- Anonymous 2002. UTHSCSA Image Tool Version 3.0. Guide of Use. (<http://ddsdx.uthscsa.edu>)
- Anonymous 2005. Wheat Production. (<http://www.fao.org>.)
- Anonymous 2006. Cereals and Cereal Products. Determination of Moisture Content. (<http://www.fao.org>)
- Bacci, L., B. R. Colucci and P. Novaro. 2002. Durum wheat quality evaluation software. Proceedings of the World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources, 49-55, Brazil.
- Dalen, G. V. 2004. Determination of the size distribution and percentage of broken kernels of rice using flatbed scanning and image analysis. Food Research International 37: 51-58.
- Deshpande S. D., S. Bal, T. P. Ojha. 1993. Physical properties of soybean. Journal of Agricultural Engineering Research 56(2): 89-98.
- Dursun, G. I., 2001. Bazı taneli ürünlerin izdüşüm alanlarının görüntü işlemeyle belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 7(3): 102-107.
- Jayas, D. S. and C. Karunakaran. 2005. Machine vision system in postharvest technology. Stewart Postharvest Review, 22.
- Kashaninejad, M., A. Mortazavi, A. Safekordi and L. G. Tabil. 2006. Some physical properties of pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. Journal of Food Engineering 72(1): 30-38.
- Keefe, P. D. 1992. A Dedicated wheat grain image analyzer. Plant Varieties and Seeds 5: 27-33.
- Kün, E. 1983. Serin İklim Tahılları. Ankara Üniv. Ziraat Fak., Yayın No: 875, Ders Kitabı: 240, 307 s, Ankara.
- Mohsenin, N. N. 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers.
- Neuman, M. R., H. D. Sapirstein, E. Shwedyk and W. Bushuk. 1989. Wheat grain colour analysis by digital image processing. II. Wheat class discrimination. Journal of Cereal Science 10: 183-188.
- Nimkar, P. M., D. S. Mandwe and R. M. Dudhe. 2005. Physical properties of moth gram. Biosystems Engineering 91(2): 183-189.
- Pérez, A. J., F. Lopez, J. V. Benlloch and S. Christensen. 2000. Colour and shape analysis techniques for weed detection in cereal fields. Computers and Electronics in Agriculture 25: 197-212.

Shouche, S. P., R. Rastogi, S. G. Bhagwat and J. K. Sainis. 2001. Shape analysis of grains of Indian wheat varieties. *Computers and Electronics in Agriculture* 33: 55-76.

Symons, S. J., L. V. Schepdael and J. E. Dexter. 2003. Measurement of hard vitreous kernels in Durum wheat by machine vision. *Cereal Chemistry* 80(5): 511-517.

Tang J. and S. Sokhansanj. 1993. Geometric changes in lentil seeds caused by drying. *Journal of Agricultural Engineering Research* 56(4): 313-326.

Trooiën, T. P. and D. F. Heermann, 1992. Measurement and simulation of potato leaf area using image processing. Model development. *Transactions of the ASAE* 35(5): 1709-1712.

Zayas, I., Y. Pomeranz and F. S. Lai, 1989. Discrimination of wheat and nonwheat components in grain samples by image analysis. *Cereal Chemistry* 66 (3): 233-237.

Zayas, I. Y., C. R. Martin, J. L. Steele and A. Katsevich, 1996. Wheat classification using image analysis and crush force parameters. *Transaction of the ASAE* 39(6): 2199-2204.

---

**İletişim adresi:**

İlknur DURSUN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Tarım Makinaları Bölümü - Ankara

Tel: 0 312 596 16 09

Fax: 0 312 318 38 88

E-posta: dursun@agri.ankara.edu.tr