



Bazı Çeltik Çeşitlerinin Geometrik, Hacimsel, Renk ve Sürtünme Karakteristiklerinin İncelenmesi

Ebubekir ALTUNTAŞ^{a*} İsmail NANELİ^b

^a Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat-Türkiye
ebubekir.altuntas@gop.edu.tr,

^b Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 60250, Tokat-Türkiye
ismail.naneli@gop.edu.tr;

*: Sorumlu yazar

ÖZET: Bu çalışmada, farklı çeltik çeşitleri tohumlarının geometrik, hacimsel, renk ve sürtünme karakteristikleri incelenmiştir. Geometrik özellikler (geometrik ortalama çap, yüzey alanı ve küresellik) hacimsel özellikler (tohum hacmi, yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlıkları, porozite), renk karakteristikleri [L^* , a^* , b^* , Kroma, Hue açısı ve Brown Index (kahverengileşme indeksi)] ile sürtünme özellikleri (statik sürtünme katsayısı ve yığılma açısı değerleri) belirlenmiştir. Geometrik ortalama çap değerleri; en düşük Nembo çeşidinde bulunurken, Galileo çeltik çeşidinde en yüksek bulunmuştur. Yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı ile porozite değerleri çeltik çeşitleri için sırasıyla $657.0-695.3 \text{ kg/m}^3$, $1029.0-1141.7 \text{ kg/m}^3$, %33.84-38.80 aralığında bulunmuştur. Osmancık-97 çeltik çeşidi en düşük yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlıkları ile porozite değerlerini verirken, çeltik çeşitleri arasında bu hacimsel özelliklerin en yüksek Nembo çeşidinde olduğu gözlenmiştir. Çeltik çeşitleri arasında minimum Kroma ve Kahverengileşme indeksi değerleri sırasıyla 15.16 ve 43.10 değerleriyle Nembo çeşidinde bulunurken, L^* ve Hue açısı değerleri Vasco çeltik çeşidinde en düşük değerde görülmüştür. En yüksek statik sürtünme katsayısı değeri sırasıyla en yüksek 0.53 değeriyle lastik sürtünme yüzeyi ile Tosya Güneşi çeşidinde görülürken, doğal yığılma açısı değerinin Galileo çeşidinde en yüksek (25.96°) olduğu bulunmuştur. Statik sürtünme ve yığılma açısı değerleri beş çeltik çeşidi arasında sırasıyla; 0.19 ve 0.53, 20.17° ve 25.96° bulunmuştur. Çeltik çeşitleri tohumlarının geometrik, hacimsel, renk ve sürtünme özelliklerinin bilinmesi, başlıca ekim, hasat ve hasat sonrası teknolojik uygulamalarda kullanılacak makine ve sistemlerin tasarım ve projelendirilmesinde çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Çeltik, Geometrik Ortalama Çap, Kroma, Statik Sürtünme Katsayısı

The Examination of Geometric, Volumetric, Colour and Frictional Characteristics of Some Rice Cultivars

ABSTRACT: In this study, physical characteristics (geometric, volumetric), colour and frictional characteristics of the different rice cultivars were investigated. Gravimetric properties (geometric mean diameter, sphericity, surface area), volumetric properties (bulk density, true density and porosity), colour characteristics (L^* , a^* , b^* , Chroma, Hue angle, Brown index), and friction characteristics (static friction coefficient, angle of repose) were determined. The lowest geometric mean diameter was found for Nembo rice cultivar, whereas, the highest geometric mean diameter was found for Galileo cultivar, among five rice cultivars. The bulk density, true density and porosity values between 657.0 and 695.3 kg/m^3 , between 1029.0 and 1141.7 kg/m^3 , between 33.84 and 38.80% among five cultivars, respectively. The highest bulk density and true density values were obtained from Osmancık-97; whereas, the lowest bulk density and true density values were obtained from Nembo rice cultivars, respectively. The minimum Chroma and Brown Index were

obtained as 15.16 and 43.10 from Nembo cultivar; and the lowest L^* and Hue angle were obtained from Vasco cultivar, respectively. The lowest static friction was found as 0.53 for rubber friction surface in Tosya Gunesi, the highest angle of repose was obtained as 25.96° from Galileo cultivar, respectively. Static friction and angle of repose values were found between 0.19 and 0.53, between 20.17° and 25.96° among five rice cultivars. Known of the physical characteristics (geometric, volumetric), colour and frictional characteristics of the different rice cultivars is very important to design of the machine and systems used in sowing, harvest, and postharvest applications.

Keywords: *Rice, Geometric Mean Diameter, Static Friction Coefficient*

1. Giriş

Dünyada yaklaşık 1.5 milyar hektarlık tarım alanının, 720 milyon hektarında tahıl üretimi gerçekleştirilmektedir. Çeltik, Dünya’da 162.7 milyon hektar ekim alanı ve 741.5 milyon ton üretim ile diğer tahıl cinsleri arasında ekim alanı bakımından üçüncü, üretim ve verim bakımından ise ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2014a). Çeltik üretimi, tüm tahıl grupları üretiminin yaklaşık %2.6’sını oluşturmaktadır (Anonim, 2014b).

Dünya’da çeltik üretiminin %90’dan fazlası Asya ülkelerinde gerçekleştirilmektedir (Kato ve Katsuro, 2014). En fazla çeltik üretimini gerçekleştiren ülkeler sırasıyla; Çin (206.5 milyon ton), Hindistan (157.2 milyon ton) ve Endonezya (70.8 milyon ton)’dır (Anonim, 2014a). Türkiye, 830 bin ton çeltik üretim miktarı ile dünyada 40. sırada yer almaktadır. Ülkemizde yaklaşık 116 bin hektar alanda çeltik üretimi gerçekleştirilmekte olup verim 794 kg/da’dır.

Çeltik, insan beslenmesi açısından tahıllar içerisinde buğdaydan sonra en önemli besin kaynağı olup, dünyada kişi başına günlük enerjinin %25’i çeltik tüketimi ile karşılanmaktadır (Temür, 2016). Pirinç tüketiminin nüfus artışına paralel olarak arttığı düşünüldüğünde, gelecek yıllarda pirinç talebinin daha da artacağı tahmin edilmektedir (Gül, 2003).

Çeltik çeşitlerinin geometrik, hacimsel, sürtünme ve renk özelliklerinin bilinmesi, çeltiğin ekimi, hasadı ve hasat sonrası işlemlerinin yürütülmesinde ihtiyaç duyulan makinelerin tasarımında ve üretilmesinde önem arz etmektedir. Çeltiğin pirince işlenmesi sırasında gerçekleştirilen yabancı maddelerin temizlenmesi için selektör işlemi, valslerin uygun basınç altında soyma ve parlatma gibi bazı mekanizasyon işlemleriyle kırıksız pirinç randımanının artırılması üretim miktarında artış sağlamaktadır (Çiçek, 2003). Bu amaçla tarımsal materyallerin geometrik, hacimsel, sürtünme ve renk özelliklerinin bilinmelidir. Tarımsal materyallerin uzunluk, genişlik, kalınlık gibi temel boyutları, geometrik ortalama çapı, aritmetik ortalama çapı, yüzey alanı ve projeksiyon alanı gibi özellikleri geometrik özelliklerdir. Tarımsal materyallerin hacimsel özellikleri bin tane ağırlığı, gözenekliliği (porozite), yığın hacim ağırlığı ve gerçek hacim ağırlığı gibi parametreleri kapsamaktadır. Doğal yığılma açısı, statik ve dinamik sürtünme katsayısı, sürtünme özellikleri L^* , a^* , b^* , Kroma ve Hue açısı ise renk özellikleri olarak gösterilmektedir.

Son yıllarda tarımsal ürünlerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi üzerine çok sayıda araştırma (Pamuk (Özarlan, 2002), kenevir (Saçılık ve ark. 2003), susam (Tunde-Akindunte ve Akindunte, 2004), çemen (Altuntaş ve ark. 2005), burçak, mürdümük, korunga (Altuntas ve Karadag, 2006), keten (Coskuner ve Karababa, 2007), adaçayı tohumu (Ixtaina ve ark. 2008), acı kavun tohumu (Gölükçü ve ark. 2014) ve Kinoa tohumu (Altuntaş ve Naneli 2017) yürütülmüştür. Ancak, farklı çeltik çeşitlerinin geometrik,

hacimsel, sürtünme ve renk özelliklerinin birlikte değerlendirildiği çalışmalar literatürde gözlenmemiştir. Konuyu farklı kılan incelenen çeşitlerin özellikleri ise; Osmancık-97 çeşidinin sarı-uzun dane özelliğinde ve camısı-mat yapıda olması ve 1997 yılında tescil edilmiş ve üreticiler tarafından tercih edilen bir çeşit olması ve uzun yıllar geniş alanlarda üretiminin gerçekleştirilmiş olmasıdır. Tosya Güneşi çeşidi ise, 2013 yılında tescil edilmiş, ıslahı sırasında ebeveyn hat olarak Baldo tipi çeltik hattı tercih edilmiş olup, sarı-uzun tane özelliği ve camısı özelliğine sahip olması ve kalitesi ile ön plana çıkan ve özellikle ülkemizde Tosya bölgesinde üretimi gerçekleştirilmektedir. Osmancık-97 ve Tosya Güneşi Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescillenen çeşitlerdir. Galileo, Nembo ve Vasco çeşitleri ise, İtalyan orijinli çeşitler olup, ülkemizde son yıllarda özellikle Trakya bölgesinde üreticilerin tercihi dolayısıyla önemli miktarda bölgede tercih edilmeye başlanmıştır (Şahin ve Taşlıgil, 2011). Bu çalışma ile Türkiye ve İtalya orjinli çeşitlerin geometrik, hacimsel, renk ve sürtünme özelliklerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan çeltik tohumları materyallerinden Osmancık-97 ve Tosya Güneşi çeltik tohumları Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünden (Edirne) elde edilirken, Galileo, Nembo, Vasco tohumları Tekcan Tohumculuk Gıda ve Tarım Ürünlerinden (Edirne) sağlanmıştır. Deneylere başlanmadan önce, tohumlar içerisindeki kırık ve cılız taneler ile yabancı maddeler ayıklanmış, yığından uzaklaştırılmıştır. Çeltik tohumlarının nem içeriğini belirlemek için, örnekler 105°C sıcaklıkta 24 saat süreyle etüvde kurutulmuş ve sonuçlar kuru baza göre hesaplanmıştır (Suthar ve Das 1996). Çeltik tohumlarından rastgele seçilen 100 adet örneğin uzunluk (L , mm), genişlik (W , mm) ve kalınlıkları (T , mm) 0.01 mm hassasiyetindeki dijital mikrometre ile ölçülmüştür. Tek tane kütlesi 0.0001 g hassasiyetli elektronik terazide tartılarak belirlenmiştir. Yığın hacim ağırlığının (ρ_f) hesaplanmasında standart 1 litrelik hektolitre kabı kullanılmış olup, gerçek hacim ağırlığı (ρ_t) ve tohum hacmi parametrelerinin belirlenmesinde ise sıvı yer değiştirme metodu uygulanmıştır. Sıvı yer değiştirme metodu için sıvı olarak tolüen kimyasalı kullanılmıştır (Olajide ve Ade-Omowaye 1999).

Geometrik ve hacimsel özelliklerden geometrik ortalama çap (D_g), küresellik (ϕ) ve yüzey alanı (S_a), hacim (V), porozite (ε) aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır (Mohsenin 1986; Desphande ve ark. 1993; Suthar ve Das 1996).

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

$$\phi = \left[\frac{LWT^{1/3}}{L} \right] \times 100 \quad (2)$$

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

$$V = \left[\frac{\pi}{6} \right] \times LWT \quad (4)$$

$$\varepsilon = \left[1 - \frac{\rho_b}{\rho_t} \right] \times 100 \quad (5)$$

Farklı çeltik tohumlarının renk karakteristikleri olan L^* [(parlaklık [(0-100)], a^* [(yeşil (-∞) – kırmızı (∞)], b^* [(mavi (-∞) – sarı (∞)] değerleri Minolta renk ölçer (CR-3000 Model) ile belirlenmiştir. Renk ölçümleri her bir örnekte 3 tekrarlı yapılmıştır (Jha ve ark., 2005). Kroma (C^*) rengin saflığını ve doygunluğunu tanımlamaktadır (McGuire, 1992). Kroma ve Hue açısı (h) değerleri Bernalte ve ark. (2003)'ün belirttiği aşağıdaki eşitliklerle elde edilmiştir. Kahverengileşme derecesi (Browning Index, BI), kahverengi rengin saflığını temsil eder ve esmerleşme ile ilişkili önemli bir parametre olarak kabul edilir (Mohammadi ve ark., 2008).

$$C^* = [a^2 + b^2]^{1/2} \quad (6)$$

$$h = \left[\tan^{-1} \frac{b}{a} \right] \quad (7)$$

$$BI = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17} \quad x = \frac{(a + 1.75L)}{(5.645L + a - 3.012b)} \quad (8)$$

Statik sürtünme katsayısının belirlenmesinde, açısı ayarlanabilir bir sürtünme katsayısı ölçüm düzeneği, sürtünme yüzeyleri olarak da cam, PVC, galvanizli sac, laminant, lastik ve kontrplak kullanılmıştır. Sürtünme yüzeyi, açısı ayarlanabilir zemin üzerine yerleştirilmiştir. Sürtünme yüzeyinin üzerine de ölçüleri belirli ve iki tarafı açık olan bir kutu konumlandırılmıştır. Örnekler, kutunun içerisine belirli bir yükseklikten yavaş ve düzgün bir şekilde dökülmüştür. Sürtünme düzeneğinin eğimi, örneklerin sürtünme yüzeyi üzerinde kaymaya başlayıncaya kadar artırılmış ve bu anda düzeneğin açısı sabitlenmiştir. Düzeneğin yatayla yaptığı açının tanjantı alınarak statik sürtünme katsayısı belirlenmiş olup, deneyler 5 tekrarlı olarak yapılmıştır (Suthar ve Das 1996).

Çeltik tohumlarının doğal yığılma açılarını belirlemek için çapı 300 mm, yüksekliği 500 mm olan iki ucu açık bir silindir kullanılmıştır. Tohumlar silindir içerisine düzgün bir şekilde dökülmüş, tohumla dolu olan silindir yavaş ve düzgün bir şekilde kaldırılmış, silindirden boşalan yığın materyal, yüzey üzerinde bir koni şekli oluşturmuştur. Koninin eğim açısı doğal yığılma açısı olarak, koni yüksekliği (H) ve koni çapı (D) değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir (Kaleemullah ve Gunasekar 2002).

$$\Theta = \tan^{-1} = (2H / D) \quad (9)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada materyal olarak kullanılan Osmançık-97, Tosya Güneşi, Galileo, Nembo, Vasco tohumlarının çalışmadaki nem içerikleri kuru baza göre sırasıyla; %10.38 k.b., %10.37 k.b., %9.85 k.b., %12.46 k.b., %11.97 k.b. olarak belirlenmiştir. Çeltik tohumlarının geometrik, hacimsel, renk karakteristiği, sürtünme karakteristikleri ve yığılma açısı gibi özelliklerine ait sonuçlar sırasıyla incelenmiştir.

3.1. Geometrik özellikler

Çeltik çeşitlerine ait geometrik özellikler, Çizelge 1’de verilmiştir. Farklı çeltik çeşitlerinin (Osmancık-97, Tosya Güneşi, Galileo, Nembo, Vasco) arasında en düşük geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerleri Nembo çeşidinde 3.64 mm ve 44.71 mm² değeriyle bulunurken, en büyük değerler Galileo çeşidinde elde edilmiştir. Geometrik ortalama çap ve yüzey alanı bakımından Osmancık-97 ve Vasco çeşitleri sırasıyla; 3.82 mm, 3.78 mm ve 48.93 mm², 48.05 mm² değerleriyle aynı grupta yer almaktadırlar. Küresellik değerinin ise Vasco çeşidinde en düşük (%43.04) ve Nembo çeşidinde (%45.74) en yüksek olduğu belirlenmiştir. Çeltik çeşitleri, geometrik özellikler açısından P<0.01 düzeyinde istatistik olarak önemli farklılıklar göstermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çeltik çeşitlerinin geometrik özellikleri.

Table 1. The geometrical properties of rice cultivars.

| Çeltik çeşitleri | Uzunluk | Genişlik | Kalınlık | Geometrik ortalama çap | Küresellik | Yüzey alanı |
|--------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------------|-------------------|----------------------|
| | L (mm) | W (mm) | T (mm) | D _g (mm) | Φ (%) | S (mm ²) |
| Osmancık-97 (10.38 % d.b) † | 8.77b (0.31) | 3.24bc (0.16) | 2.16b (0.13) | 3.82b (0.12) | 44.96b (1.47) | 48.93b (3.10) |
| Tosya Güneşi (10.37% d.b) | 8.48c (0.33) | 3.26b (0.28) | 2.06c (0.15) | 3.72c (0.17) | 45.28ab (2.10) | 46.43c (4.01) |
| Galileo (9.85 % d.b) | 9.12d (0.41) | 3.44c (0.21) | 2.23a (0.15) | 3.98a (0.13) | 45.19ab (1.59) | 53.33a (3.4) |
| Nembo (12.46 % d.b) | 8.26a (0.50) | 3.19a (0.17) | 2.04c (0.15) | 3.64d (0.16) | 45.74a (2.39) | 44.71d (3.89) |
| Vasco (11.97 % d.b) | 9.06a (0.45) | 3.06d (0.17) | 2.15b (0.12) | 3.78b (0.13) | 43.04c (1.38) | 48.05b (3.45) |
| F değeri | 73.44** | 87.30** | 32.27** | 77.64** | 40.03** | 78.64** |

†: Nem içeriği (% k.b. kuru baz). Parantez içerisindeki değerler standart hata (SH) değerleridir. ** P<0.01

Varnamkhasti ve ark. (2007), Sorkheh ve Sazandegi çeltik tohumlarının geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerlerini 3.03-3.71 mm ve 26.30-38.46 mm² olarak belirlerken, Swaminathan ve Guha (2016), *Indica* grubu çeltik çeşitlerinin geometrik ortalama çap değerlerini sırasıyla 2.8-4.0 mm aralığında bulmuşlardır. Literatürlerde farklı çeşitler kullanılmasına rağmen, geometrik ortalama çap açısından çalışmada bulunan değerler; literatürde bulunan *Indica* grubu çeltik çeşitleri için verilen değerler aralığında, Sorkheh ve Sazandegi çeltik tohumlarının değerlerine ise daha yakın değerler vermiştir.

3.2. Hacimsel özellikler

Tek tane kütlesi ve tohum hacmi ortalaması en yüksek Galileo çeşidinde (0.039 g, 36.74 mm³) bulunurken, Nembo çeşidinde tek tane kütlesi ve tohum hacmi en düşük (0.030 g, 26.21 mm³) değerler vermiştir. Nembo çeşidi yığın ve gerçek hacim ağırlıkları açısından (695.3 kg/m³, 1141.7 kg/m³) diğer çeşitler arasında daha yüksek değerler göstermiştir. Tek tane kütlesi, tohum hacmi, yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı ve porozite değerleri çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermektedir (Çizelge 2).

Farklı çeltik çeşitlerinin porozite değerleri Osmancık-97, Tosya Güneşi, Galileo, Nembo, Vasco için %33.84 ve %38.80 arasında değişmektedir. Osmancık-97 ile Galileo ve Tosya

Güneşi, Nembo ile Vasco çeşitleri istatistiksel açıdan çoklu karşılaştırmada aynı grupta yer almaktadır (Çizelge 2).

Varnamkhasti ve ark. (2008), Sorkheh çeşidinde hacim, gerçek hacim ağırlığı, yığın hacim ağırlığı ve porozite değerlerini sırasıyla 20.27 mm^3 , 1269.1 kg/m^3 , 544.34 kg/m^3 ve %56.98 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmadaki çeltik tohumlarının gerçek hacim ağırlığı literatürdeki değerlerden daha düşük çıkmıştır. Tohum hacmi ve yığın hacim ağırlığı değerleri literatür değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Swaminathan ve Guha (2016), *Indica* grubu çeltik çeşitlerinin hacim değerlerini 26.21 ve 34.74 mm^3 aralığında bulmuşlardır. Bu sonuç incelediğimiz çeltik çeşitleri ile *Indica* grubu çeltik çeşitlerinin hacim değerleri bakımından benzer olduğunu göstermektedir.

Razavi ve Farahmandfar (2008) yaptıkları çalışmada, Tarom Mahali, Fajr ve Neda çeltik çeşitleri tohumlarının gerçek hacim ağırlıklarını sırasıyla 1203.99 kg/m^3 , 1172.23 kg/m^3 ve 1252.68 kg/m^3 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada Nembo çeltik çeşidi tohumlarının gerçek hacim ağırlığı değerleriyle Fajr tohumlarının gerçek hacim ağırlığı değerleri birbirlerine daha yakın bulunmuştur.

Çizelge 2. Farklı çeltik çeşitlerinin hacimsel özellikleri.

Table 2. The volumetrical properties of the different rice cultivars.

| Çeltik çeşitleri | Tek dane kütlesi M (g) | Tohum hacmi V (mm^3) | Yığın hacim ağırlığı ρ_f (kg/m^3) | Gerçek hacim ağırlığı ρ_f (kg/m^3) | Porozite ϵ (%) |
|---------------------------------------|--------------------------------|---|--|--|----------------------------|
| <i>Osmancık-97</i> (10.38 % d.b) † | 0.033a (0.002) | 30.27b (3.09) | 657.0b (2.64) | 1029b (102.89) | 33.84b (6.28) |
| <i>Tosya Güneşi</i> (10.37% d.b) | 0.031ab (0.003) | 27.86c (3.67) | 687.1ab (2.49) | 1116ab (83.64) | 38.16a (4.50) |
| <i>Galileo</i> (9.85 % d.b) | 0.039a (0.006) | 34.74a (3.5) | 676.3ab (2.66) | 1080ab (41.99) | 37.10ab (4.54) |
| <i>Nembo</i> (12.46 % d.b) | 0.030ab (0.003) | 26.21d (3.71) | 695.3a (3.24) | 1141.7a (77.33) | 38.80a (4.49) |
| <i>Vasco</i> (11.97 % d.b) | 0.034a (0.0038) | 29.41b (3.47) | 657.4b (2.28) | 1071ab (95.11) | 38.23a (5.50) |
| <i>F değeri</i> | 18.51* | 76.22** | 92.23** | 88.21** | 58.28** |

†: Nem içeriği (% k. b. kuru baz). Parantez içerisindeki değerler standart hata (SH) değerleridir. **P<0.01

3.3. Renk karakteristikleri

Çeltik çeşitlerine ait renk özellikleri Çizelge 3'te görülmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre çeltik çeşitleri renk özellikleri bakımından istatistiksel olarak önemli derecede ($P<0.01$) farklılık göstermektedir. L^* renk karakteristik değeri en yüksek 49.71 ile Vasco çeşidinde elde edilmiş ve bunu sırasıyla Tosya Güneşi (49.62), Nembo (49.29), Osmancık-97 (48.56) ve Galileo (46.78) çeşitleri takip etmiştir. Galileo çeşidi ise en düşük a^* değeri (46.78) vermiştir. Kroma değerleri, çeltik çeşitleri arasında 15.16 ve 17.04 aralığında bulunmuştur. Hue açısı bakımından Vasco (54.01), Nembo (53.87) ve Galileo (53.38) daha yüksek değerler verirken, Osmancık-97 (48.11) çeşidi tohumları en düşük değere sahiptir. Kahverengileşme indeksinin ise, Galileo çeşidinde en yüksek, Nembo çeşidinde de en düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Yodmanee ve ark. (2011), 8 farklı çeltik tohumlarının renk karakteristik değerlerinden L^* değerlerini sırasıyla HK, KN, SY, BWR-96025, RWR-96060, MP, C, KR ve BWR-

96044 çeltik çeşitleri için sırasıyla; 49.77, 49.63, 47.41, 41.20, 51.78, 44.04, 51.44 ve 40.82 olarak belirlemişlerdir. Yine 8 farklı çeltik çeşitlerine ait tohumların a^* ve b^* değerlerini ise sırasıyla; 7.50-11.66, 9.68-13.07, 10.67-12.08, 4.18-3.84, 12.15-15.71, 4.80-5.92, 11.0-11.44 ve 3.84-3.30 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada, 5 farklı çeltik çeşidinin L^* değerleri, literatürle benzerlik gösterirken, a^* ve b^* değerlerinin bazı çeşitlerde daha yüksek değerde olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 3. Çeltik çeşitlerinin renk karakteristikleri.

Table 3. The colour characteristics properties of rice cultivars.

| Çeltik çeşitleri | L^* | a^* | b^* | Kroma | Hue açısı | Kahverengileşme indeksi |
|---------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| <i>Osmancık-97</i> (10.38 % d.b) † | 48.56b (2.43) | 11.07a (2.67) | 12.54b (1.58) | 16.90a (0.262) | 48.11c (0.187) | 45.89a (0.866) |
| <i>Tosya Güneşi</i> (10.37% d.b) | 49.62a (1.62) | 11.11a (1.65) | 12.83ab (1.22) | 17.04a (0.180) | 49.22b (0.085) | 45.20ab (0.500) |
| <i>Galileo</i> (9.85 % d.b) | 46.78c (2.14) | 9.87ab (1.46) | 13.15a (2.34) | 16.45ab (0.116) | 53.38ab (0.355) | 45.91a (0.751) |
| <i>Nembo</i> (12.46 % d.b) | 49.29ab (1.48) | 9.31b (1.39) | 12.67b (0.76) | 15.16c (0.132) | 53.87a (0.184) | 43.10b (0.138) |
| <i>Vasco</i> (11.97 % d.b) | 49.71a (1.88) | 9.44b (0.85) | 13.07a (1.34) | 16.17ab (0.143) | 54.01a (0.160) | 44.06ab (0.275) |
| <i>F değeri</i> | 20.85* | 15.88* | 19.59* | 188.53* | 282.32* | 215.71* |

† : Nem içeriği (% k. b. kuru baz), Parantez içerisindeki değerler standart hata (SH) değerleridir. *P<0.05

3.4. Statik sürtünme katsayısı

Statik sürtünme katsayısı değerleri, lastik, kontrplak, PVC, cam ve galvanizli sac sürtünme yüzeylerinde incelenmiştir. Varyans analiz sonuçları, her bir sürtünme yüzeyinde çalışmada kullanılan çeşitler arasında statik sürtünme katsayıları bakımından istatistiksel olarak önemli seviyede ($P<0.01$) farklılıklar olduğunu göstermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çeltik çeşitlerinin statik sürtünme katsayısı.

Table 4. The coefficient of the static friction of rice cultivars.

| Çeltik çeşitleri | Friction surfaces | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | Lastik | Kontrplak | PVC | Cam | Galvanizli sac |
| <i>Osmancık-97</i> (10.38 % d.b) † | 0.41c (0.013) | 0.48a (1.035) | 0.29b (0.031) | 0.23a (0.010) | 0.31b (0.019) |
| <i>Tosya Güneşi</i> (10.37% d.b) | 0.53a (0.023) | 0.50a (0.017) | 0.33ab (0.036) | 0.21b (0.016) | 0.41a (0.014) |
| <i>Galileo</i> (9.85 % d.b) | 0.47b (0.030) | 0.44b (0.016) | 0.30b (0.012) | 0.19c (0.010) | 0.27c (0.015) |
| <i>Nembo</i> (12.46 % d.b) | 0.50ab (0.022) | 0.44b (0.021) | 0.29b (0.065) | 0.19c (0.010) | 0.41a (0.015) |
| <i>Vasco</i> (11.97 % d.b) | 0.50ab (0.057) | 0.41c (0.016) | 0.37a (0.025) | 0.19c (0.005) | 0.31b (0.010) |
| <i>F değeri</i> | 16.24** | 35.16** | 5.77** | 35.74** | 164.71** |

† : Nem içeriği (% k. b. kuru baz), Parantez içerisindeki değerler standart hata (SH) değerleridir. **P<0.01

Varnamkhasti ve ark. (2007), çeltik tohumlarının en yüksek ortalama statik sürtünme katsayısının lastik yüzeyde (0.48) ve en düşük ise cam yüzeyde (0.20) olduğunu

açıklamıştır. Yapılan bu çalışmada bulunan sürtünme katsayısı değerleri ilgili literatürdeki değerler arasında çıkmıştır.

Ghadge ve Prasad (2012), PR-106 çeltik tohumu üzerine yaptıkları çalışmada statik sürtünme katsayılarını, cam, kontrplak ve galvaniz sac yüzeyler için sırasıyla 0.25, 0.24 ve 0.22 olarak bulmuşlardır. Statik sürtünme katsayıları açısından PR-106 çeltik tohumu çeşidinin sürtünme katsayısı değeri ile Osmancık-97 ve Tosya Güneşi çeşitlerinin cam yüzeyinde, Galileo çeşidi için ise galvanizli sac yüzeyinde bulunan değerler yakın sonuçlar göstermiştir.

3.5. Yığılma açısı

Osmacık-97, Tosya Güneşi, Galileo, Nembo, Vasco tohumlarının yığılma açıları sırasıyla; 21.67°, 24.14°, 25.96°, 25.10°, 20.17° olarak elde edilmiştir. Galileo çeşidi diğer çeşitler arasında en yüksek yığılma açısı değerine sahipken, Vasco çeşidi en düşük değerde bulunmuştur (Çizelge 5). Farklı çeltik çeşitlerinin yığılma açalarına ait değerler, istatistiki açıdan değerlendirildiğinde çeşitler arasında farklılıklar olduğu görülmüştür (P<0.01) (Çizelge 5).

PR-106, CO49, ASD16, CO51, TKM9, ADT43, CO50, White ponni, Bhavani, CO48, Kavuni, Improved Kavuni, Purple puttu, Norungun, BPT15, Neelam Samba, Kowni nel, Perunganar, Tanga samba, Kudaivazhai, Burma black çeltik tohumlarının yığılma açalarına ait değerlerin 32° ve 45° arasında olduğu Zhout ve ark. (2002); Ghadge ve Prasad (2012); Swaminathan ve Guha (2016) tarafından belirlenmiştir.

Çizelge 5. Çeltik çeşitlerinin yığılma açısı (θ , °).

Table 5. Angle repose of rice cultivars (θ , °).

| Çeltik çeşitleri | Ortalama | Minimum | Maksimum |
|--------------------------------|------------------|---------|----------|
| Osmancık-97 (10.38 % d.b) † | 21.67b (2.52) | 18.31 | 26.10 |
| Tosya Güneşi (10.37% d.b) | 24.14a (1.04) | 22.68 | 25.96 |
| Galileo (9.85 % d.b) | 25.96a (1.55) | 23.79 | 28.67 |
| Nembo (12.46 % d.b) | 25.10a (2.01) | 21.70 | 27.20 |
| Vasco (11.97 % d.b) | 20.17b (1.79) | 18.26 | 23.35 |
| F değeri | 15.660** | | |

†: Nem içeriği (% k. b. kuru baz), Parantez içerisindeki değerler standart hata (SH) değerleridir. **P<0.01

4. Sonuç

- Çeltik tohumlarının geometrik ve hacimsel özellikleri açısından; en yüksek geometrik ortalama çap değerinin 4.11 mm, yüzey alanının 53.33 mm² ile Galileo çeşidinde, en düşük geometrik ortalama çap değerinin 3.76 mm, yüzey alanının 44.71 mm² ile Nembo çeşidinde olduğu görülmüştür. Küresellik değerleri ise en yüksek Nembo çeşidinde %45.74, en düşük ise Vasco çeşidinde %43.04 olarak belirlenmiştir.

- Çeltik çeşitleri arasında, en yüksek tohum hacmi 34.74 cm^3 ile Galileo çeşidinde en düşük 26.21 cm^3 değeri ile Nembo çeşidinde; gerçek ve yığın hacim ağırlığı en yüksek sırasıyla 1141.67 ve 695.34 kg/m^3 Nembo çeşidinde, en düşük değerler ise sırasıyla 1029.04 kg/m^3 ve 657.06 kg/m^3 ile Osmancık-97 çeşidinde bulunmuştur.

- Çeltik tohumlarının farklı sürtünme yüzeylerinde (galvaniz sac, kontrplak, PVC, cam, lastik), Osmancık-97 çeşidi dışındaki tüm çeşitlerde sürtünme katsayısı değeri en yüksek kauçuk yüzeyde, en düşük ise tüm çeşit bazında cam yüzeyde olduğu bulunmuştur.

-Galileo çeşidi, çeltik çeşitleri arasında en yüksek yığılma açısı değerine sahip iken, Vasco çeşidi en düşük yığılma açısı değerine sahiptir.

Kaynaklar

- Altuntas, E., Ozgoz, E., Taser, O.F., 2005. Some Physical Properties of Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) Seeds. *Journal of Food Engineering*, 71, 37-43.
- Altuntas, E., Karadag, Y., 2006. Some Physical and Mechanical Properties of Sainfoin (*Onobrychis sativa* Lam.), Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and Bitter Vetch (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) seeds. *Journal of Applied Sciences*. 6(6), 1373-1379.
- Altuntaş, E., Naneli, İ., 2017. Beyaz ve Siyah Kinoa Tohumlarının Geometrik, Hacimsel ve Sürtünme Özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*. 6(14), 1-8.
- Anonim, 2014a. FAO, <http://faostat.fao.org/faostat/>
- Anonim, 2014b. TÜİK, Türkiye İstatistik Yıllığı, <http://www.tuik.gov.tr/yillik/yillik.pdf>, Erişim: Nisan 2016.
- Bernalte, M.J., Sabio, E., Hernandez, M.T., Gervasini, C., 2003. Influence of storage delay on quality of "Van" sweet cherry. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 303-312.
- Coskuner, Y., Karababa, E., 2007. Some Physical Properties of Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Food Engineering*, 78, 1067–1073.
- Çiçek, G., 2003. Trakya Yöresinde Çeltik Tarımında Kullanılan Alet ve Makinaların İşletme Değerlerinin Saptanması ve Optimum Mekanizasyon Modelinin Kurulması. Doktora Tezi. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Edirne.
- Deshpande, S.D., Bal, S., Ojha, T.P., 1993. Physical Properties of Soybean Grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56, 89-92.
- Ghadge, P.N., Prasad, K., 2012. Some Physical Properties of Rice Kernels: Cultivar PR-106, In *Journal of Food Processin Technology*, Vol. 3. 1-5.
- Gölkücü, M., Toker, R., Ayas, F., Çınar, N., 2014. Some Physical and Chemical Properties of Bitter Melon (*Momordica charantia* L.) Seed and Fatty Acid Composition of Seed Oil. *Derim*, 31 (1): 17 – 24.
- Gül, U., 2003. Çeltik. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Ankara, sayı 3, nüsha 15.
- Ixtaina, V.Y., Nolasco, S.M., Tomás, M.C., 2008. Physical Properties of Chia (*Salvia Hispanica* L.) Seeds. *Industrial Crops and Products*, 28(3): 286–293.
- Jha, S.N., Kingsly, ARP., Sangeeta, C., 2005. Physical and Mechanical Properties of Mango During Growth and Storage for Determination of Maturity. *Journal of Food Engineering*, 72: 73-76.
- Kaleemullah, S., Gunasekar, J.J., 2002. Moisture-Dependet Physical Properties of Arecanut Trues. *Biosystem Engineering*, 82: 331-338.
- Kato, Y., Katsuro, K., 2014. Rice Adaptation to Aerobic Soils: Physiological Considerations and Implications for Agronomy. *Plant Produce Science*, 17 (1), 1-12.
- Mc Guire, R.G., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *Hort Science*, 27: 1254-1255.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Emam-Djomeh, Z., Keyhanidness, A., 2008. Kinetic Models for Colour Changes in Kiwifruit Slices During Hot Air Drying. *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (3): 376-383.
- Mohsenin, N.N., 1986. *Physical Properties Of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Olajide, J.D., Ade-Omowaye, B.I.O., 1999. Some Physical Properties of Locust Bean Seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74, 213-215.
- Özarlan, C., 2002. Some Physical Properties of Cotton Seed. *Biosystems Engineering*, 83, S: 169-174.
- Razavi, S. M. A., Farahmandfar, R., 2008. Effect of Hulling and Milling on The Physical Properties of Rice Grains. *International Agrophysics*, 22, 353-359.

- Sacilik, K., Ozturk, R., Keskin, R., 2003. Some Physical Proprieties of Hemp Seed. Biosystems Engineering, 86: 191-198.
- Suthar, S.H., Das, S.K., 1996. Some Physical Properties of Karingda [*Citrus lanatus (thumb) mansf*] Grains. Journal of Agricultural Engineering Research, 65, S: 1522.
- Swaminathan, I., Guha, M., 2016. Physical and Engineering Properties of Some Indian Paddy Cultivars and Their Interrelations. International Journal of Engineering Research and Science-Technology, Vol: 5, No:3.
- Şahin, G., Taşlıgil, N., 2011. Türkiye’de Çeltik (*Oryza sativa* L.) Yetiştiriciliği ve Coğrafi Dağılımı. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Ens. Der. Yıl:4, Sayı:3, ss:182-203.
- Temür, G., 2016. Bazı Çeltik (*Oryza sativa* L.) Çeşitlerinde Silisyumun Verim, Verim Öğeleri ve Kaliteye Etkilerinin Belirlenmesi.
- Tunde-Akindute, T.Y., Akindute, B.O., 2004. Some Physical Properties of Sesame Seed. Biosystems Engineering, 88, 127-129.
- Varnamkhasti, M. G., Mobli, H., Jafari, A., Keyhani, A.R, Soltanabadi M. H., Rafiee, S., Kheiralipour, K. 2007. Some physical properties of rough rice (*Oryza Sativa* L.) grain. Journal of Cereal Science, 3(47), 496–501
- Yodmanee, S., Karrila, T.T., Pakdeechanuan, P., 2011. Physical, Chemical and Antioxidant Properties of Pigmented Rice Grown in Southern Thailand. International Food Research Journal, 18(3), 901-906.
- Zhout, Z., Robards, K., Heliwell, S., Blanchard, C., 2002. Ageing of stored rice: Changes in chemical and physical attributes. Journal of Cereal Science, Vol.35, 65-78.