



Karacadağ Yöresi Yerel Çeltik Çeşitlerinin Fiziksel ve Sürtünme Özelliklerinin Karşılaştırılması

Abdullah Sessiz^{1*} F. Göksel Pekitkan¹ Reşat Esgici²

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

²Dicle Üniversitesi, Bismil Meslek Yüksekokulu, Tarım Makinaları Programı

*Sorumlu yazar e-posta: asessiz@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 18.07.2019

Kabul Tarihi: 23.10.2019

Öz

Ülkemizde çeltik üretiminin yapıldığı illerden birisi Diyarbakır ilidir. Diyarbakır ilinde sadece Karacadağ Beyaz ve Karacadağ Karakılçık yerel çeltik çeşitleri yetiştirilmektedir. Her iki çeşit, hasat zamanında aynı makinayla hasat edilmekte ve hasat sonrası aynı işlemlere tabi tutulmaktadır. Bu yüzden hasat sonrası aşamalarda ürün özellikleri farklılık gösterdiğinden ürün kayıpları da farklı olmaktadır. Bu çalışmanın amacı Beyaz ve Karakılçık çeltik çeşitlerinin fiziksel ve sürtünme özelliklerini farklı nem ve yüzey malzemelerinde belirlemek ve birbiriyle karşılaştırmaktır. Çeltik materyali, Diyarbakır ili Çınar ilçesinde bir üreticiye ait çeltik üretim alanlarından 2018 yılı hasat sezonunda temin edilmiştir. Çalışmada çeltik tanelerinin; tane uzunluğu (mm), genişliği (mm), kalınlığı (mm), tane ağırlığı (g), tane hacmi (ml), aritmetik ortalama (mm), geometrik ortalama çap (mm), yüzey alanı (mm²), küresellik (%), yığılma açıları (°), porozite (%), renk ölçümleri ve farklı yüzeylerde statik ve dinamik sürtünme katsayıları ölçülmüştür. Statik ve kinetik sürtünme kuvvetlerinin belirlenmesinde 4 farklı malzeme (Galvanizli sac, PVC, Krom ve Kauçuk) kullanılmıştır. Kullanılan her malzeme için sürtünme deneyleri 3 farklı nem içeriğinde ve 20 mm s⁻¹ sabit hızda yürütülmüştür. Tanelerin yüzeyler üzerinde çekilme işlemi ve sürtünme kuvvetlerinin ölçümü çeki-basıya çalışan 2500 N kapasiteye sahip Llyod marka test cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Renk özelliklerini belirlemek için CM11P dijital renk ölçer kullanılmıştır. Yapılan karşılaştırmada her iki çeşit, boyut özellikleri bakımından benzer özellikler göstermiştir. Ancak sürtünme kuvveti değerleri nemden ve yüzey malzemesinden etkilenmiştir. En yüksek statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerleri kauçuk ve PVC malzemede ve %29 nem içeriğinde sırasıyla 1.044 ve 1.079 olarak elde edilmiştir. En düşük değerler ise krom malzemede %9.30 nem içeriğinde 0.402 olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çeltik, yüzey malzemesi, nem içeriği

Comparison of Physical and Friction Properties of Local Paddy Varieties in Karacadağ Region Abstract

Diyarbakır is one of the paddy production city in our country. It is only Karacadağ Beyaz and Karacadağ Karakılçık local paddy varieties are grown in Diyarbakır. Both of paddy varieties are harvested same combine harvester and subjected to the same processes after harvest. The aim of this study is to determine the physical and friction properties of Beyaz and Karakılçık paddy varieties at different moisture content and surface materials and compare them with each other. The paddy used in the study was obtained from commercial farm in the Çınar district of Diyarbakır province in the 2018 harvest season. The parameters were examined length (mm), width (mm), thickness (mm), grain weight (g), grain volume (ml), arithmetic mean (mm), geometric mean diameter (mm), surface area (mm²), sphericity (%), agglomeration angles (°), porosity (%), color measurements and static and dynamic friction coefficients of the paddy grains on different surfaces. Galvanized sheet, PVC, chrome and rubber were used as surface materials to determine the static and kinetic friction forces in the study. Friction properties for each surface material were determined at 3 different moisture contents, at sliding velocity of 20 mm s⁻¹. The movement of the paddy grains on the surfaces and determination of friction forces was carried out with Lloyd LRX Plus series, materials Testing Machine with a capacity of 2500 N. CM11P digital color meter was used to determine the color properties of paddy grains. According to the results, both types showed similar characteristics in terms of size characteristics. However, the friction force values were affected by the moisture content and the surface material. The highest static and dynamic coefficients of friction were obtained in 29% moisture content for rubber and PVC material, 1.044 and 1.079 respectively. The lowest values were obtained as 0.402 in 9.3% moisture content for chrome material.

Keywords: Paddy grains, surface material, moisture content.



Giriş

Çeltik, neolitik çağlardan günümüze kadar dünyada tarımı yapılan en eski tahıllardan birisidir. Yüksek orandaki (% 85-90) karbonhidrat ve protein (% 2) içeriğinden dolayı tarih boyunca insanoglunun temel uğraş ve beslenme kaynaklarından birisi olmuştur. Günümüzde dünya nüfusunun yarısının fazlası pirinçle beslenmektedir. Başta Asya ülkeleri olmak üzere, dünyada 100'den fazla ülkede 759.6 milyon ton çeltik üretimi yapılmaktadır (FAO, 2018). Bu çeltik üreticisi ülkelerden birisi de Türkiye'dir. Marmara ve Karadeniz bölgelerindeki iller başta olmak üzere mevcut illerimizin çoğunda çeltik tarımı yapılabilmektedir. Çeltik yetiştirilen iller arasında Edirne ilk sırayı alırken onu Samsun, Balıkesir, Çanakkale, Çorum, Şanlıurfa, Tekirdağ ve Diyarbakır illeri izlemektedir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde çeltik yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı iller Şanlıurfa, Diyarbakır ve Mardin'dir. Bu üç ilin ortasında yer alan coğrafya Karacadağ yöresi olarak adlandırılmaktadır. Bu bölgede yetiştirilen çeltik, Türkiye'nin diğer bölgelerinden farklı olarak, ağırlıklı olarak mekanizasyon araçlarının giremediği doğal ve taşlık alanlarda yetiştirilmektedir. Kimyasal ilaç ve gübre kullanımı sınırlıdır. Bu nedenle insan sağlığı açısından daha kaliteli bir pirinç üretimi yapılmaktadır. Bu yüzden bölgede daha çok tercih edilen ve tüketilen yerel çeşitlerdir.

Böylesi önemli bir ürün olmasına rağmen hasat, harman, taşıma, kurutma, depolama ve pirince işleme aşamalarında büyük miktarlarda ürün kayıpları meydana gelmektedir. Gerek çeltik üreticilerinin kendi ifadeleri ve gerek bölgede çeltik hasat kayıplarına yönelik yapılmış olan çalışmalarda belirtilen ürün kayıp oranının % 20 civarlarında olduğu yönündedir. Bu kayıpların ana sebeplerinden birisi, çeşitler farklı fiziksel-mekanik özellikler göstermesine rağmen üretimin bütün aşamalarında tüm çeşitler için özellikle biçerdöverle yapılan hasat veya harmanlama işlemlerinde aynı uygulamalar yapılmakta ve aynı işletmecilik parametreleri kullanılmaktadır. Oysa çeltik taneleri farklı fiziksel ve mekanik özellikler göstermektedir (Esgici ve ark., 2019). Nitekim Esgici ve ark. (2019) tarafından bu iki çeşit için tanelerin mekanik özellikleri ve yük altındaki davranışları ile çeltik saplarının farklı noktalarındaki kesme dirençleri arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik yapılmış oldukları çalışmada her iki çeşidin tanelerinin ve saplarının farklı kırılma ve kesilme dirençleri gösterdiği ifade edilmiştir.

Bu yüzden taneli ürünlerin boyut ve şekil gibi fiziksel özellikleri ile sürtünme özellikleri, tarımsal ürünlerin taşıma ve depolama yapılarının tasarımında bilinmesi gereken ve dikkate alınan önemli özelliklerdir. Örneğin boyut ve şekil özelliği; hasat, ayırma, sınıflandırma makinalarının tasarımında, hacim ağırlığı ve porozite; depolama yapıların tasarımında, yığılma açıları; taşıma ve depolama yapılarının tasarımında, yine farklı yüzeylerde sürtünme özellikleri; taşıma ve depolama yapılarının tasarımında bilinmesi gereken mühendislik özelliklerdir. Bu yüzden ekim, hasat-harman, taşıma, depolama ve kurutma ekipmanlarının seçiminde ve tasarımında tarımsal ürünlerin farklı fiziksel özellikleri dikkate alınmalıdır.

Bu çalışmada Diyarbakır ili Karacadağ yöresinde yetiştirilen Karacadağ Beyaz ve Karacadağ Karakılıçık çeşitlerinin hasat sonrası depolama esnasında gerekli olan bazı boyut ve fiziksel özellikleri ile sürtünme katsayılarının farklı nem düzeylerinde ve yüzey malzemelerinde belirlenmesi, birbirleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bitki özellikleri ve ölçüm cihazları

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak Karacadağ Beyaz ve Karacadağ Karakılıçık çeltik çeşitleri kullanılmıştır. Her iki çeşit 2018 yılında Diyarbakır ilinde üretim yapan bir üreticiye ait üretim alanlarından temin edilmiştir. Tarladan alınan bitkiler laboratuvarında bulunan bir buzdolabında 1 ay boyunca bekletilmiştir. Her nem içeriğinde ortalama boyutları belirlemek için dolapta bulunan örneklerden rastgele 10 adet salkım seçilmiş ve bu salkımların orta kısımlarından tesadüfen seçilen 100 tane ile ölçümler yapılmıştır. Her çeşitten 4 tekerrür ve her tekerrürde 25 adet ölçülmüştür. 25 adet ortalaması bir tekerrür olarak kabul edilmiştir (Şekil 1). Dane nem içerikleri ASABE (2008) standartlarına göre 103°C'de 24 saat olmak üzere fırında (Şekil 1) kurutma yöntemine göre belirlenmiştir. Ayrıca, sürtünme özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan çeltik tanelerinin denemeler esnasındaki nem tayini de yaş baza göre bu yöntemle yapılmıştır. Farklı nem elde etmek amacıyla denemelere başlanmadan önce tohumlara spreyle su püskürtülmüş ve homojen olarak karıştırılmıştır.

(Deshpande ve ark., 1993; Masoumi ve Tabil, 2003; Dursun ve Dursun, 2005; Fathollahzadeh ve ark., 2008; Figueiredo ve ark., 2011; Ndukwu ve Ejirika, 2016; Yılmaz ve Gökdoğan, 2017).



Şekil 1. Çeltik tarlasında hasat, laboratuvardaki salkımlar, çeltik taneler ve denemelerde kullanılan kumpas, terazi ve kurutma dolabının görünüşü

Boyut ve diğer fiziksel özellikler

Çeltik tanelerinde; tane uzunluğu, genişliği, kalınlığı, tane ağırlığı, tane hacmi, geometrik ortalama çap, yüzey alanı, küresellik gibi tanelerin fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Tane uzunluğu, genişliği, kalınlığı dijital kumpas, tane ağırlığı hassas terazi, tane hacim ağırlığı ve gerçek hacim ağırlığı standart 100 ml ölçülü silindirik cam kullanılarak ölçülmüştür. Aritmetik ortalama (mm), geometrik ortalama (mm), küresellik (%), porozite (%), yığılma açısı (°) ve yüzey alanı (mm²), aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Mohsenin 1986; Deshpande et al., 1993; Baryeh, 2002; Mehandzic Stanisic ve ark., 2010; Yılmaz ve Gökdoğan, 2014; Figueiredo et al., 2011; Özlü ve Güner, 2016; Shafaei ve Kamgar, 2017).

$$D_a = \frac{(L * W * T)}{3} \quad (1)$$

$$D_g = (L * W * T)^{1/3} \quad (2)$$

$$\emptyset = \frac{(L * W * T)^{1/3}}{L} * 100 \quad (3)$$

$$P = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_t}\right) * 100 \quad (4)$$

$$\Theta = \tan^{-1} \left(\frac{2H}{D}\right) \quad (5)$$

$$S_a = \pi(L * W * T)^{2/3} \quad (6)$$

Burada,

L: uzunluk (mm), W: genişlik (mm), T: kalınlık (mm), D_a: aritmetik ortalama (mm), D_g: geometrik ortalama (mm), \emptyset : küresellik (%), Θ : yığılma açısı (°), ρ_t : gerçek hacim ağırlığı (g cm⁻³), ρ_b : tane hacim ağırlığı (g cm⁻³), P: porozite (%) ve S_a: yüzey alanı (mm²).

Yığılma açıları

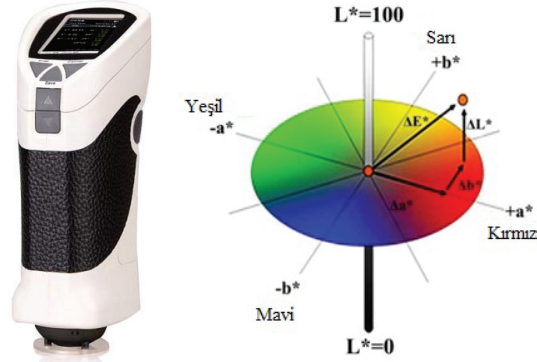
Farklı nem ve yüzey malzemelerinde yığılma açılarını belirlemek amacıyla 100 mm çapında ve 500 mm yüksekliğinde krom malzemeden yapılmış bir silindir kullanılmıştır. Silindire konulan çeltik taneleri 5 mm s⁻¹ sabit hızla düşey yönde Instron cihazı tarafından yukarıya doğru çekilmiştir. Yığılma açıları, çekilme sonunda oluşan yığının yüksekliği ve dağılma çapına bağlı olarak Şekil 2’de görülen dijital açı ölçer kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Dijital açı ölçer

Renk özellikleri

Renk skalası olan L^* , a^* ve b^* değerlerinin ölçümlerinde Şekil 3’de görülen CM11P marka renk ölçer kullanılmıştır. Burada, L^* değeri beyazlık veya siyahlık derecesini (0^* ’dan 100^* ’e doğru beyazlık artar) göstermektedir. a^* değeri yeşilden kırmızıya doğru ($+a$ ise kırmızı oranı, $-a$ ise yeşil oranı artar), b^* değeri sarıdan maviye doğru olan ($+b$ ise sarı oranı, $-b$ ise mavi oranı artar) renk değişiminin göstergesidir. Ölçümler için çeltik taneleri numune kabına doldurulmuş ve cihaz doğrudan tohumların yüzeyine temas edecek şekilde ölçümler yapılmıştır. Her işlem 15 kez tekrar edilmiş ve ortalamaları alınmıştır (Zielinska et al., 2012; Mir et al., 2013; Markovic et al., 2013).

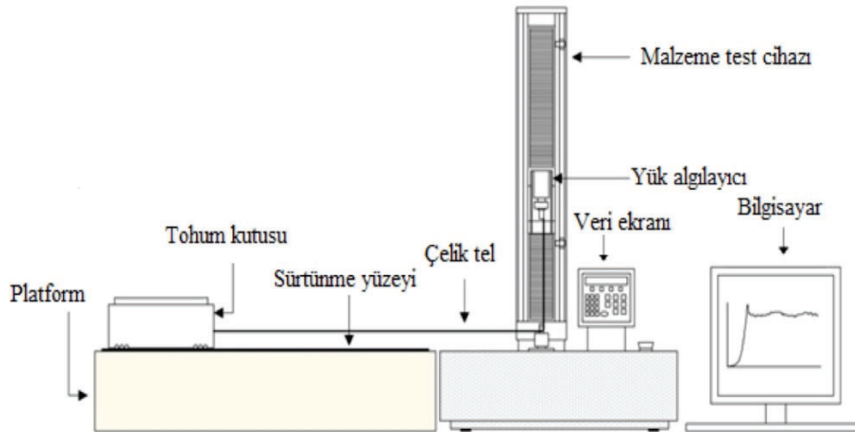


Şekil 3. CM11P dijital renk ölçer

Sürtünme özellikleri

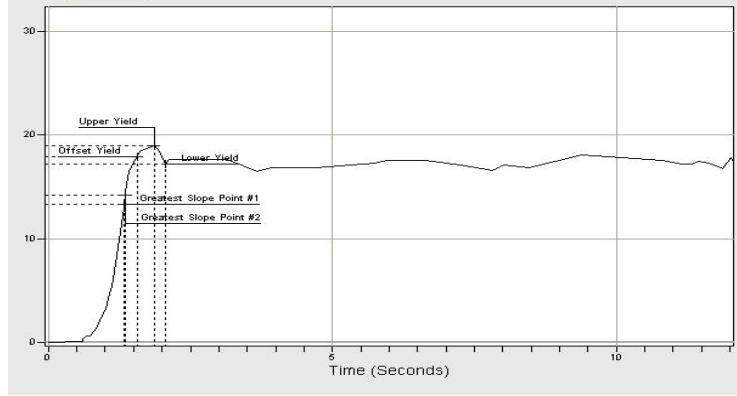
Statik ve kinetik sürtünme kuvvetlerinin belirlenmesinde 4 farklı yüzey malzemesi (Galvanizli sac, PVC, Krom ve Kauçuk) kullanılmıştır. Sürtünme deneyleri üç farklı nem içeriklerinde ve 20 mm s^{-1} sabit çekilme hızında yürütülmüştür.

Sürtünme özelliklerini belirlemek için özel olarak yapılmış test düzeneği üç üniteden oluşmaktadır (Şekil 4). Bunlar; ürün kabı, sürtünme yüzeyi ve veri ölçüm düzenidir. Tohumların bulunduğu kutunun alt kısmı açık bırakılmış ve yüzeye temasını önlemek için kutunun altına raylı bir düzenek oluşturulmuştur. Tohum kutusu $250 \times 250 \times 90 \text{ mm}$ boyutlarında olup, tohumların yüzeyler üzerinde çekilme işlemi ve sürtünme kuvvetlerinin ölçümü Şekil 4’de görülen çeki-basıya çalışan 2500 N kapasiteye sahip Llyod Plus marka test cihazı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Sürtünme özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan düzenek ve test cihazı.

Her yüzey malzemesi için yapılan testlerin sürtünme verileri cihaz tarafından otomatik olarak kuvvet-zaman grafikleri şeklinde kaydedilmiştir. Çekilme işlemi 50 cm'lik mesafede yapılmıştır. Kutunun ilk harekete başladığı ve cihaz tarafından ölçülen en yüksek kuvvet değeri; statik sürtünme kuvveti, pikten sonra düşen ve normal hareket halinde ölçülen ortalama sürtünme kuvveti değerleri ise kinetik sürtünme kuvveti olarak dikkate alınmıştır. Cihaz tarafından kaydedilen 50 ölçümün ortalaması bir tekerrür olarak hesaplanmıştır (Esgici ve ark., 2018). Tipik bir kuvvet-zaman değişim grafiği Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Tipik bir kuvvet-zaman değişim grafiği

Ölçülen sürtünme kuvveti değerlerinden statik ve kinetik sürtünme katsayıları aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Chandrasekar ve Viswanathan, 1999; Blau, 2001; Balasubramanian, 2001; Amin ve ark., 2004; Sessiz, 2005; Çalışkan ve Vursavuş, 2009; Aviara ve ark., 2014; Gökdoğan ve Yılmaz, 2018).

$$\mu_s = \frac{F_s}{N} \quad (7)$$

$$\mu_k = \frac{F_k}{N} \quad (8)$$

Burada,

- F_s : Statik sürtünme kuvveti (N)
- F_k : Kinetik sürtünme kuvveti (N)
- μ_s : Statik sürtünme katsayısı.
- μ_k : Kinetik sürtünme katsayısı
- N : Kutu ağırlığı + tohum ağırlığı (N)

İstatistik analizi

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS 14 istatistik paket programı kullanılarak GLM modeli uygulayarak çoklu varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıklar TUKEY testi uygulayarak belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Ölçülen boyut ve diğer fiziksel büyüklükler Çizelge 1'de verilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucunda nem içeriklerinin fiziksel özelliklere olan etkisi önemsiz bulunmuştur. Bu yüzden nem artışı veya azalışı boyut ve diğer fiziksel özellikleri değiştirmedikinden her iki çeşit için sadece hasat esnasında ölçülen ortalama değerler verilmiştir (Çizelge 1).



Çizelge 1. Çeltik çeşitlerinin boyut özellikleri

Özellik	Çeltik çeşidi	
	Karacadağ Beyaz	Karakılıçık
Bitki boyu, cm	80.03	82.00
Salkım boyu, cm	18.50	17.95
Salkım ağırlığı, gr	2.078	2.224
Salkım dane sayısı, adet	54.5	65.00
Sap nem içeriği, %	68.40	66.40
Salkım nem içeriği, %	32.50	30.30
Dane nem içeriği, %	28.60	28.60
1000 dane ağırlığı, gr	34.66	32.93
Dane genişliği, mm	3.696	3.510
Dane uzunluğu, mm	7.067	6.790
Dane kalınlığı, mm	2.507	2.390
Geometrik ortalama, mm	4.030	3.847
Küresellik, %	57.03	56.66
Yüzey alanı, mm ²	50.99	46.47
Hacimsel (yığın) yoğunluk, g cm ⁻³	0.5429	0.531
Gerçek yoğunluk(1 adet), g cm ⁻³	1.0489	1.121
Porozite, %	48.24	52.63

Renk özelliklerine ilişkin veriler Çizelge 2’de verilmiştir. Elde edilen verilere göre renk özelliklerinin nem miktarına göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge incelendiğinde, her iki çeşit için de nem miktarı arttıkça L değerinin azaldığı, a ve b değerinin ise arttığı görülmektedir.

Çizelge 2. Çeltik çeşitlerinin renk özellikleri.

Renk	Karacadağ Beyaz			Karacadağ Karakılıçık		
	Nem içeriği, %			Nem içeriği, %		
	9.30	19.00	28.60	9.00	19.00	28.60
L (Koyu - - Açık)	51.70	51.29	41.99	47.53	48.80	40.75
a (Yeşil - - Kırmızı)	6.86	8.10	9.70	10.24	10.38	12.13
b (Mavi - - Sarı)	28.83	30.04	31.94	26.28	27.11	28.73

Çeşitlerin farklı nem ve yüzey malzemelerinde ölçülen yığılma açıları Çizelge 3’te verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi her iki çeşit için nem artışıyla yığılma açıları artarken çeşitler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde kullanılan yüzey malzemeleri arasındaki fark da her iki çeşit için önemsiz olmuştur.

Çizelge 3. Çeltik çeşitlerinin farklı nem ve yüzey malzemelerindeki yığılma açıları

Yüzey malzemesi	Karacadağ Beyaz			Karakılıçık		
	Nem içeriği, %			Nem içeriği, %		
	9.30	19.00	28.60	8.00	19.00	28.60
Kauçuk	26.7	27.7	35.3	22.9	26.4	37.3
Krom	25.0	25.6	29.7	21.7	24.1	29.3
Galvanizli sac	25.9	27.4	34.4	23.3	25.4	31.3
PVC	24.5	27.9	35.1	22.9	25.1	35.4

Çeşitlerin sürtünme özelliklerine ilişkin ölçülen veriler Çizelge 4’te verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre çeşitlerin etkisi önemsiz olmuş, bağımsız parametrelerin ve interaksiyonların etkisi önemli bulunmuştur (P<0.01). Çizelgeden görüleceği üzere her iki çeşit ve tüm yüzey malzemelerinde en yüksek sürtünme katsayısı değerleri nem artışıyla artmıştır. En yüksek statik sürtünme katsayısı değerleri Beyaz çeşidi için PVC ve kauçuk malzeme için, % 28.60 nem içeriğinde sırasıyla 0.844 ve 1.007 olarak elde edilirken, Karakılıçık çeşidi için 0.852 ve 1.045 olarak elde edilmiştir. En düşük değerler ise en düşük nem oranında (% 9.30) elde edilmiştir. Bu nem içeriğinde



Beyaz çeşidi için en düşük değerler krom malzemede 0.406, galvanizli sacda 0.436 olarak elde edilmiştir. Karakılçık çeşidinde de bu değerler hemen hemen aynı olmuştur. Kinetik sürtünme katsayılarının değerleri de statik sürtünme katsayılarında olduğu gibi nemin artışıyla etkilenmiştir. Nem oranı arttıkça kinetik sürtünme katsayısı artmıştır.

Çizelge 4. Çeltik çeşitlerinin sürtünme özelliklerine ait veriler

Statik sürtünme katsayısı	Karacadağ Beyaz Nem içeriği, %			Karakılçık Nem içeriği, %		
	9.30	19.00	28.60	9.30	19.00	28.60
Kauçuk	0.529	0.650	0.844	0.481	0.628	0.852
Krom	0.406	0.514	0.706	0.409	0.514	0.851
Galvanizli sac	0.436	0.578	0.803	0.442	0.604	0.833
PVC	0.634	0.777	1.007	0.607	0.740	1.045
Kinetik sürtünme katsayısı						
Kauçuk	0.483	0.622	0.811	0.456	0.578	0.818
Krom	0.384	0.456	0.669	0.385	0.511	0.795
Galvanizli sac	0.398	0.549	0.775	0.421	0.569	0.793
PVC	0.594	0.719	0.972	0.589	0.709	0.985

Sonuç ve Öneriler

Karacadağ Beyaz ve Karakılçık çeltik çeşitleri fiziksel özellikler bakımından benzer özellikler göstermiştir. Ancak her iki çeşit için yüzey malzemesi ve nem durumlarının çeşitlerin yığılma açalarına olan etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Özellikle nem içeriklerinin her iki çeşit için de yığılma açasına olan etkisi daha önemli olmuştur. Sürtünme katsayıları, kullanılan tüm yüzey malzemelerinde nem artışıyla birlikte artmıştır. En düşük sürtünme katsayısı değerleri her iki çeşit için de en düşük nem oranında gerçekleşmiştir. Yüzey malzemeleri dikkate alınacak olursa en düşük sürtünme katsayısı değerleri krom ve galvanizli sac malzemelerde elde edilmiştir. Her iki çeşit de sürtünme katsayıları bakımından bütün yüzey malzemelerinde nem seviyelerinden aynı oranda etkilenmiştir. Elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerleri karşılaştırıldığında statik sürtünme katsayısı değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda elde edilen veriler ışığında, uygulanan hasat, harman, taşıma, depolama gibi herhangi bir işlemin veya tasarlanan bir yapının/tesisinin her iki çeşit için de kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Amin., M.N., Hossain, M.A., Roy, K.C., 2004. Effects of moisture content on some physical properties of lentil seeds. *Journal of Food Engineering* 65, 83-87.
- ASABE Standards 2008. Moisture measurement – unground grain and seeds. St. Joseph, Mich.: ASABE.
- Aviara, N.A., Lawal, A.A., Mshelia, H.M., Musa, D., 2014. Effect of moisture content on some engineering properties of mahogany (*Khaya senegalensis*) seed and kernel. Vol. 60, 2014, No. 1: 30–36.
- Balasubramanian, D. 2001. Physical properties of raw cashew nut. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 78, 291–297.
- Baryeh, E.A., 2002. Physical properties of millet. *Journal of Food Engineering*. 2002. 51(1), P. 39-46.
- Blau, P.J., 2001. The significance and use of the friction coefficient *Tribology*. International, 34(2001): 585–591.
- Chandrasekar, V., Viswanathan, R., 1999. Physical and thermal properties of coffee. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 73(3): 227-234.
- Çalışkan, N., Vursavuş, K., 2009. Washington Navel portakalın hasat sonrası işlemlere yönelik fiziksel ve sürtünme özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5(1): 83-92.
- Deshpande, S.D., Bal, S., Ojha, T.P., 1993. Physical properties of soybean. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56, 89-98.
- Dursun, E., Dursun, I., 2005. Some physical properties of caper seed. *Biosyst. Eng*, 92(2): 237–245.
- Esgici, R., Pekitkan, F.G., Güzel, E., Sessiz, A., 2018. Friction Coefficients For *Gundelia Tournefortii* Seed on Various Surfaces. XIX. World Congress of CIGR (Commission Internationale du Génie Rural) “Sustainable Life for Children” 22-25 April 2018. Antalya, Turkey.
- Esgici, R., Pekitkan, F.G., Sessiz, A., 2019. Correlation between rice stem cutting resistance and cracking force of rice kernel. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4A): 3014-3021.



- Fathollahzadeh, H., Mobli, H., Jafari, A., Rajabipour, A., Ahmadi, H., Borghei, A.M., 2008. Effect of Moisture Content on Some Physical Properties of Barberry. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 3(5): 789-794, ISSN 1818-6769.
- Figueiredo, A.K, Baumler, E., Riccobene, I.C., Nolasco, S.M., 2011. Moisture-dependent engineering properties of sunflower seeds with different structural characteristics. *Journal of Food Engineering*, 102(2011): 58-65.
- Gökdoğan, M.E., Yılmaz, D., 2018. Determination of Strength Properties for Mechanical Harvest of Parsley (*Petroselinum Crispum*). *Scientific Papers-Series B-Horticulture*, 62(1): 487-490.
- Markovic, I., Ilic, J., Markovic, D., Simonovic, V., Kosanic, N., 2013. Color measurement of food products using CIE L* a* b* and RGB color space. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 4, 50-53.
- Masoumi, A.A., Tabil, L.G., 2003. Physical properties of chickpea (*C.arietinum*) cultivars. An ASAE Meeting presentation, Las Vegas, Nevada, 27–30 July, 2003, USA. Paper No: 036058.
- Mehandzic Stanisic, S., Babic, L., Turan, J., 2010. Physical properties of barley seed (*Hordeum sativum* L.) and resistance to breakage. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 14(2010): 116-119.
- Mir, S.A., Bosco, S.J.D., Sunooj, K.V., 2013. Evaluation of physical properties of rice cultivars grown in the temperate region of India *International Food Research Journal*, 20(4): 1521-1527.
- Mohsenin, N.N., 1986. *Physical properties of plant and animals materials* (2nd ed.). New York, NY: Gordon and Breach Science Publishers.
- Ndukwu, M.C., Ejirika, C., 2016. Physical properties of wild Persian walnut (*Juglans regia* L.) from Nigeria. *Cogent Food & Agriculture*, Vol. 2(1): 1-11.
- Özlu, R.R., Güner, M., 2016. Determination of the Physical Properties of the Canola Seeds in Different Moisture Content Levels. *JAFAG*, ISSN: 1300-291, E-ISSN: 2147-8848, 10-24.
- Sessiz, A., 2005. Physical properties of some green olive cultivars. *Proceedings of the International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & 27th International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture*, 27-29 Sep. 2005, İzmir-TURKEY.
- Shafaei, S.M., Kamgar, S., 2017. A comprehensive investigation on static and dynamic friction coefficients of wheat grain with the adoption of statistical analysis. *Journal of Advanced Research*, 8(2017): 351–361.
- Yılmaz, D., Gökdoğan, M.E., 2017. Determination of Cutting Properties of Sage (*Salvia Officinalis* L.) at Different Harvesting Time. *Scientific Papers-Series A-Agronomy*, 60: 443–446.
- Yılmaz, D., Gökdoğan, M.E., 2014. Effect of Moisture Contents on Physical Mechanical Properties of Lavandin (*Lavandula X Intermedia Emeric Ex Loisel*). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(6): 1224–1232.
- Zielinska, M., Zapotoczny, P., Bialobrzewski, I., Zuk-Golaszewska, K., Markowski, M., 2012. Engineering properties of red clover (*Trifolium pratense* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 37: 69-75.