

Farklı Mürdümük Çeşitlerine Ait Tohumların Bazı Biyoteknik Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Some Biotechnical Properties of Seeds of Different Grass Pea Cultivars

Esra Nur Gül^{1*}, Ebubekir Altuntaş¹, Mahir Özkurt²

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye.

² Muş Alpaslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): E.N. Gül, e-mail (e-posta): gulesranur1@gmail.com

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 06 Ekim 2021
Düzeltilme tarihi : 23 Kasım 2021
Kabul tarihi : 27 Kasım 2021

Anahtar Kelimeler:

Mürdümük
Fiziksel Özellikler
Boyut
Yüzey Alanı
L*, a*, b* Renk Karakteristikleri

ÖZET

Bu çalışmada; Eren, İptaş ve Karadağ çeşitlerine ait mürdümük tohumlarının bazı biyoteknik (fiziksel özellikleri, renk karakteristikleri ve mekanik davranışları) incelenmiştir. Eren, İptaş ve Karadağ mürdümük çeşitlerinin nem içerikleri sırasıyla %7.37, %7.23 ve %8.20 (k.b) olarak belirlenmiştir. Mürdümük çeşitlerinin fiziksel özellikleri içinde geometrik özellikler, hacimsel özellikler, renk karakteristikleri ile birlikte farklı hız ve eksenlerdeki mekanik davranışları incelenmiştir. L* parlaklık renk karakteristiği, İptaş çeşidinde diğer çeşitler göre daha yüksek (55.76) bulunmuştur. Çeşitlere ait tohumların sıkıştırma testleri; kırılma kuvveti, deformasyon, kırılma enerjisi, sertlik ve kırılma gücü parametreleri; 20, 40 ve 60 mm min⁻¹ yükleme hızlarında uzunluk, genişlik ve kalınlık yükleme eksenleri için belirlenmiştir. İptaş çeşidinde kırılma kuvveti (224.20 N) değerleri, diğer çeşitlere göre daha yüksek; eksenlere göre kırılma kuvveti değerleri ise en yüksek kalınlık ekseninde (220.62 N) bulunurken, en düşük ise uzunluk ekseninde (164.13 N) belirlenmiştir. Mürdümük tohumlarının ekim, hasat ve hasat sonrası işlemler ve teknolojik uygulamalarda temizlenmesi, ayıklanması, işlenmesi ve kaliteli bir son ürün için tohumların biyoteknik özelliklerinin belirlenmesi önem taşımaktadır.

Article Info

Received date : 06 October 2021
Revised date : 23 November 2021
Accepted date : 27 November 2021

Keywords:

Grass Pea
Physical Properties
Size
Surface Area
L*, a*, b* Colour Characteristics

ABSTRACT

In this study; some biotechnical properties (physical properties, color characteristics and mechanical behavior) of seeds of grass pea for Eren, İptaş and Karadağ cultivars were investigated. Moisture contents of Eren, İptaş and Karadağ grass pea cultivars were determined as 7.37%, 7.23% and 8.20% (d.b) respectively. Geometrical properties, volumetric properties, color characteristics and mechanical behavior at different speeds and axes were investigated. It was determined that the L* brightness characteristic were higher (55.76) in the İptaş cultivar than the other cultivars. As the compression tests of seeds of cultivars; rupture force, deformation, rupture energy, hardness and rupture power parameters the compression axes at 20, 40 and 60 mm min⁻¹ compression speeds for the length, width and thickness were determined. Rupture force (224.20 N) values in İptaş cultivar are higher than other cultivars and the rupture force values according to the axes were found to be the highest for the thickness axis (220.62 N), while the lowest was determined for the length axis (164.13 N). It is important to determine the biotechnical properties of the grass pea seeds for cleaning, sorting, processing and for a quality final product in sowing, harvesting and post-harvest processes and technological applications.

1. GİRİŞ

Tahıllardan sonra ikinci en önemli besin kaynağı baklagillerdir (Maphosa ve Jideani, 2017; Martín-Cabrejas, 2019). Baklagiller, yalnızca yüksek protein içeriği ve biyoaktif bileşikleri için değil, aynı zamanda ekonomik olarak özellikle fakir bölgelerde ucuz protein kaynağı olması, ekolojik olarak ise toprağı azot bakımından zenginleştirme açısından önemlidir (Martín-Cabrejas, 2019). Ayrıca kuraklığa dayanıklı olması (Tekele-Haimanot ve ark., 1990), hastalık ve zararlılara karşı toleranslı olması (Talukdar ve Biswas, 2008) gibi avantajlı yönleri ile hem yem hem de tohum verimi için yetiştirilmektedir.

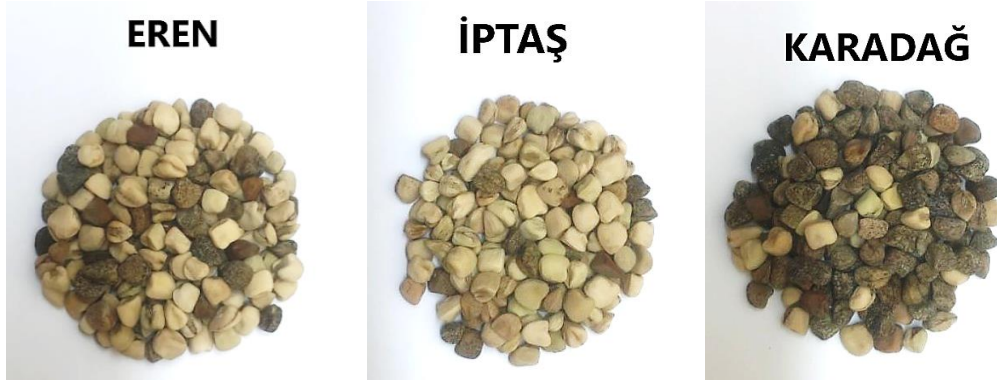
Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.), yaygın olarak tane yem, yeşil ot ve kuru ot olarak hayvan beslenmesinde; toprak yapısının iyileştirilmesinde yeşil gübre bitkisi olarak, yemeklik tane baklagil ve sebze olarak insan diyetinde kullanılabilen bir bitkidir (Karadağ, 2009). Ülkemizde kaliteli kaba yem açığının kapatılmasında gerek saf, gerekse buğdaygillerle karışık şekilde mürdümük yetiştiriciliğı yapılmaktadır (Sayar, 2014).

Ülkemizde TÜİK verilerine göre, 2015 yılında 11 605 dekar alandan 1202 ton mürdümük üretimi gerçekleşmiş ve verim 104 kg da⁻¹ olmuştur. 2020 yılında ise 14 820 dekar alandan 1662 ton üretim gerçekleşmiş ve verim ise 112 kg da⁻¹'a çıkmıştır (TÜİK, 2021).

Mürdümük konusunda birçok araştırma yürütülmüştür. Sarajeh ve ark. (2014), mürdümük tohumlarının neme bağlı olarak bazı fiziksel özelliklerinin değişimini; Lakra ve Patel (2021), mürdümük tohumlarının fiziko-kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada; Türkiye'ye özgü üç farklı mürdümük çeşidinin (*Eren*, *İptaş* ve *Karadağ*) bazı fiziksel ve renk karakteristikleri ile mekanik davranışları bir arada incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada materyal olarak kullanılan mürdümük tohumları, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından 2016 yılında Tokat ilinde yürütülen bir çalışmadan elde edilmiştir. Çalışmada 08.04.2013 tarihinde tescil edilen üç farklı mürdümük çeşidi (*Eren*, *İptaş*, *Karadağ*) kullanılmıştır (Şekil 1). Çalışmanın yürütüldüğü 2016 yılı dönemine (Mart-Temmuz) ait ortalama sıcaklık 13.3^oC, ortalama bağıl nem %59.3 ve ortalama toplam yağış miktarı ise 399.4 mm'dir. Deneme alanı toprakları organik madde yönünden zayıf, kireç bakımından zengin olduğu killi-tın, alkali, potasyum yönünden ise zengin bir toprak özeliğine sahiptir (Aydeniz ve Brohi, 1991). Mürdümük tohumları hasattan sonra depolanmıştır. Depo sıcaklığı 18.5 ^oC nemi % 47'dir. Mürdümük çeşitlerine ait tohumlarla ilgili bazı fiziksel ve renk karakteristikleri ile mekanik davranışları ile ilgili denemeler, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarında yürütülmüştür. Bu çalışmada incelenen tüm özellikler için yapılan ölçüm ve analizler için, örneklerden kırık ve zarar görmüş olanlar deneme harici tutulmuştur.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan mürdümük çeşitlerine ait örnekler.

Mürdümük çeşitlerine ait örneklerin nem içerikleri; tohumların etüvde 105±1^oC sıcaklıkta 24 h kurutulmasıyla kuru baza göre belirlenmiştir (Suthar ve Das, 1996). Buna göre, *Eren*, *İptaş* ve *Karadağ* çeşitlerinin nem içerikleri sırasıyla %7.37, %7.23 ve %8.20 olarak belirlenmiştir.

Mürdümük çeşitlerine ait tohumlarda fiziksel özelliklerin belirlenmesi için 100'er adet tohum alınarak uzunluk (*L*), genişlik (*W*) ve kalınlık (*T*) değerleri 0.01 mm hassasiyetli dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Tohumlar, 0.001 g hassasiyetli dijital hassas elektronik teraziyle tartılarak tek tohum ağırlıkları belirlenmiştir. 1000-tane ağırlığı; 3 tekrarlı 100 adet tohumun ağırlıkları kullanılarak hesaplanmıştır. Çeşitlere ait tohumların geometrik ortalama çap (*GÇ*) ve küresellik (*KR*); yüzey alanı (*YA*), tane hacmi (*TH*) aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Mohsenin, 1980).

$$GÇ = (LWT)^{1/3} \quad (1)$$

$$KR = (GÇ/L)100 \quad (2)$$

$$YA = \pi(GÇ)^2 \quad (3)$$

$$TH = \pi/6(LWT) \quad (4)$$

Çeşitlerin gerçek hacim ağırlığının (*GHA*) belirlenmesinde sıvı yer değiştirme yönteminden yararlanılmıştır (Mohsenin, 1980). Akışkan sıvı olarak suya göre absorbe özelliği daha az olan Toluene sıvısı kullanılmıştır (Saçılık ve ark., 2003). Yığın hacim ağırlığının belirlenmesinde (*YHA*) ise hektolitre yöntemi uygulanmıştır. Porozite (boşluk oranı) değeri (*%PR*), Mohsenin (1980)'e göre, *YHA* ve *GHA* değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Mürdümük tohumlarının renk özellikleri için *CIE L**, *a** ve *b** renk skalaları belirlenmiştir. Minolta, (Model CR-400, Tokyo, Japonya) renk ölçer cihazı kullanılmıştır. Renk skalasına göre kırmızılık-yeşillik (*a**) değeri, sarılık-mavilik (*b**) değeri ölçümü yanında kroma değeri $KRM=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (McGuire, 1992). Ürünün kroma değeri (*KRM*) tohumların canlı ya da pastel tonuyla ilgili bir belirteç olup pastel tonlar, 0 değerine, canlı tonlar ise 100 değerine yakındır (Günaydın, 2020). Renk karakteristiklerinden Hue açısı değeri ise $h^{\circ}=\tan^{-1} \times b^{*}/a^{*}$ formülü ile belirlenmiştir (McGuire, 1992).

Mürdümük tohumlarının mekanik özellikleri için farklı sürtünme yüzeyleri olarak PVC, laminant, kontrplak ve lastik materyaller kullanılmıştır. Statik sürtünme katsayıları, sürtünme ölçüm düzeni kullanılarak belirlenmiştir. Sürtünme katsayısı değeri (μ) bir kol ile eğilendirilen yüzeyden tohumların harekete başladığı andaki eğim açısı ($\tan\alpha$) dikkate alınarak hesaplanmıştır (Yılmaz ve Altuntas, 2020).

Mekanik özelliklerden doğal yığılma açısı (*DYA*) için 300 mm çap ve 500 mm yükseklik ölçülü üstten ve alttan açık olan bir silindir kullanılmıştır. Silindir tohumlar ile tepeleme doldurulup, bir düz plaka yüzey üzerinde bir koni oluşturana kadar yavaşça yükseltilmiştir. Oluşan koninin eğim açısı, doğal yığılma açısı olarak belirlenmiştir. (Kaleemullah ve Gunasekar, 2002).

$$DYA = \tan^{-1}(h/r) \quad (5)$$

Burada, *h* koni yüksekliği (cm) ve *r* koni taban yarıçapını (cm) göstermektedir.

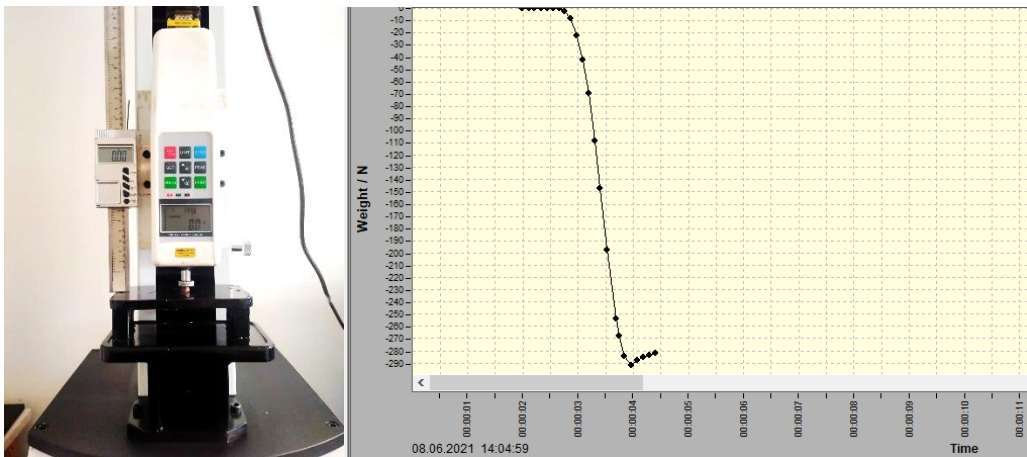
Mürdümük tohumlarının mekanik özellikleri kapsamında sıkıştırma testi ölçümleri için, biyolojik materyal test ölçüm cihazı kullanılmış olup, bir bilgisayar programıyla çalıştırılmakta olan bu cihaz, bası ve çeki dinamometresi (Sundoo çeki dinamometresi (Model SH-500, 0.1 N hassasiyetli, Çin), dijital hız ünitesi, bir ölçüm cetveli standına sahip motorlu ve otomatik kontrollü bir cihazdır. Farklı mürdümük çeşitlerine ait tohumların üç farklı eksen (uzunluk, genişlik, kalınlık) ve üç farklı hızdaki (20 mm min^{-1} , 40 mm min^{-1} , 60 mm min^{-1}) kırılma kuvveti (*KK*), test cihazı üzerinden grafik olarak alınabilmektedir (Şekil 2). Biyolojik materyal test cihazında bulunan hız ayarlama ve sabitleme paneli ile belirlenen hızlar sabit tutularak değerler okunmaktadır. Kırılma enerjisi (*KE*), sertlik (*SR*) ve kırılma gücü (*KG*) değerleri ise aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Khazaee ve ark., 2002; Altuntas ve ark., 2010).

$$KE = (KK \cdot DF) / 2 \quad (6)$$

$$SR = KK / DF \quad (7)$$

$$KG = \left[\frac{KE \cdot HZ}{60000 DF} \right] \quad (8)$$

Eşitliklerde; *SR*: Sertlik *KE*: kırılma enerjisi (N mm), *KK*: kırılma kuvveti (N), *DF*: Deformasyon (mm), *KG*, kırılma gücü (*W*); *HZ*, yükleme hızı (mm min^{-1}).



Şekil 2. Biyolojik materyal test ölçüm cihazı ve örnek bir test grafiği

Mürdümük çeşitlerine ait hasat sonrası bazı fiziksel özellikler ve renk karakteristikleri ile mekanik davranışlarının belirlenmesinde temel istatistik ölçümler için, ortalama ve standart sapma değerleri bulunmuştur. Çeşitlere ve mekanik testlere yönelik istatistiksel hesaplamalarda üç faktörlü faktöriyel deneme deseni kullanılmıştır. Veriler için varyans analizi öncesi normalite testi yapılarak analiz için uygunluğu belirlenmiştir. Varyans analizlerinde, çeşit karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi, birden fazla faktörün kullanıldığı mekanik testlerde çok faktörlü varyans analizi yapılmıştır. Tüm varyans analizlerinde, DUNCAN çoklu karşılaştırma testi yapılarak çeşitler ve çok faktörlü uygulamalarda her bir faktörün etkisini belirlemek için *Split File* (veri ayırma ve seçme testi) testi uygulanmıştır (SPSS, 2000).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Fiziksel özellikler

Mürdümük çeşitlerine ait tohumların boyut özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı gibi geometrik özelliklerine ait değerler ve varyans analiz sonuçları, Çizelge 1'de verilmiştir. Mürdümük çeşitlerinin uzunluk, kalınlık ve küresellik değerleri çeşitler arasında istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) farklılıklar gözlenmiştir. Genişlik, geometrik ortalama çap ve yüzey alanı bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmemiştir. *Karadağ* çeşidinde uzunluk (7.93 mm), *Eren* çeşidinde ise kalınlık (5.36 mm) diğer çeşitlere göre daha yüksek değerler vermiştir. *Eren* ve *İptaş* çeşitleri küresellik değerleri bakımından (sırasıyla %85.23, %84.98) en yüksek istatistiki grubu oluşturmuşlardır (Çizelge 1). En yüksek küresellik değeri *Eren* çeşidinde hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Mürdümük çeşitlerinin geometrik özelliklerine ait istatistiksel sonuçlar

Mürdümük çeşitleri	L (mm)	W (mm)	T (mm)	GÇ (mm)	KR (%)	YA (mm ²)
<i>Eren</i>	7.70±0.17b**	6.90±0.28 ^{ns}	5.36±0.11a**	6.55±0.15 ^{ns}	85.23±0.79a**	135.34±6.42 ^{ns}
<i>İptaş</i>	7.55±0.15b**	6.87±0.23 ^{ns}	5.13±0.23b**	6.41±0.17 ^{ns}	84.98±1.40a**	129.50±6.71 ^{ns}
<i>Karadağ</i>	7.93±0.25a**	7.03±0.36 ^{ns}	5.08±0.11b**	6.54±0.19 ^{ns}	82.56±1.62b**	134.60±7.75 ^{ns}
F değeri	9.81	0.84	8.79	2.23	12.54	2.07

L: Uzunluk (mm), W: Genişlik (mm), T: Kalınlık (mm), GÇ: Geometrik ortalama çap (mm), KR: Küresellik (%), YA: Yüzey Alanı(mm²). ± değerler standart sapmayı göstermektedir. **: $p<0.01$, ns: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Altuntas ve Karadağ (2006), nem içeriği %15.40 olan mürdümük tohumlarında uzunluk genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerlerini sırasıyla 5.29 mm, 4.83 mm, 4.29 mm, 5.28 mm, %88.67, 1.37 cm² olarak belirlemişlerdir. Sarajeh ve ark. (2014), nem içeriği %10.65 olan *Zanjan* çeşidi mürdümük tohumlarında; uzunluk genişlik ve kalınlık değerlerini sırasıyla 6.34 mm, 5.48 mm, 5.16 mm olarak bildirmişlerdir. Lakra ve Patel (2021), Raipur kentinde yerel marketten alınan mürdümük tohumlarının %7.78 nem içeriğinde uzunluk genişlik ve kalınlık değerlerini sırasıyla 5.20 mm, 4.29 mm ve 3.51 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen değerlerin, literatürde verilen en düşük ve en yüksek değerler aralığında olduğu bulunmuştur. Şekil ve boyut özellikleri depoların doldurulması, tohumların ayırılması ve sınıflandırılmasında önem arz etmektedir (Alayunt, 2000).

Mürdümük tohumlarının fiziksel özellikleri içerisinde hacimsel özellikleri olarak tek tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, tane hacmi, yığın hacim ağırlığı, tane hacim ağırlığı ve poroziteye ait değerler, Çizelge 2'de verilmiştir.

Tek tane ağırlığı, tane hacim ağırlığı ve porozite üzerinde çeşitler arasında istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) farklılıklar gözlenmiştir. Bin tane ağırlığı, tane hacmi ve yığın hacim ağırlığı üzerinde çeşitler arası fark gözlenmemiştir. *Eren* ve *Karadağ* çeşitleri tek tane ağırlığı (sırasıyla 0.178 g, 0.177 g) bakımından en yüksek istatistiki grubu oluştururken, *Karadağ* ve *İptaş* çeşitleri ise tane hacim ağırlığı ve porozite değerleri bakımından en yüksek istatistiki grubu oluşturmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mürdümük çeşitlerinin hacimsel özelliklerine ait istatistiksel sonuçları.

Mürdümük çeşitleri	A (g)	BDA (g)	HT (mm ³)	YHA (kg m ⁻³)	GHA (kg m ⁻³)	PR (%)
<i>Eren</i>	0.178±0.013a**	176.00±2.40 ^{ns}	149.57±10.83 ^{ns}	729.06±25.31 ^{ns}	935.14±28.22b**	21.97±3.66b**
<i>İptaş</i>	0.160±0.013b**	165.35±6.03 ^{ns}	140.18±10.95 ^{ns}	727.55±25.73 ^{ns}	979.17±42.42a**	25.58±3.90a**
<i>Karadağ</i>	0.177±0.014a**	166.46±5.48 ^{ns}	148.29±12.90 ^{ns}	711.62±25.02 ^{ns}	982.22±41.14a**	27.45±3.70a**
F değeri	6.19	4.27	1.93	2.18	7.28	8.27

A: Tek tane ağırlık (g), BDA: Bin tane ağırlığı (g), H: Tane hacmi (mm³), YHA: Yığın hacim ağırlığı (kg m⁻³), GHA: Tane hacim ağırlığı (kg m⁻³), PR: Porozite (%), ± değerler standart sapmayı göstermektedir. **: $p<0.01$, ns: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Altuntas ve Karadağ (2006), nem içeriği %15.40 olan mürdümük tohumlarında bin tane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, tane hacim ağırlığı ve porozite değerlerini sırasıyla; 88.50 g, 736.58 kg m⁻³, 1273.31 kg m⁻³, %42.03 olarak bildirmişlerdir.

Sarajeh ve ark. (2014), nem içeriği %10.65 olan *Zanjan* çeşidi mürdümük tohumlarında; bin tane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, tane hacim ağırlığı ve porozite değerlerini sırasıyla; 115.27 g, 783.11 kg m⁻³, 2486.6 kg m⁻³ ve %68.50 olarak bildirmişlerdir. Lakra ve Patel (2021), %7.78 nem içeriğinde; bin tane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, tane hacim ağırlığı ve

porozite değerlerini sırasıyla; 79.97 g, 848.84 kg m⁻³, 1218.32 kg m⁻³ ve %30.84 olarak belirlemişlerdir. Ağırlık tohumun kalitesini belirlemesi bakımından önemlidir. Tohumlar iri taneli ve homojen büyüklükte olduğunda çimlenme ve gelişme hızlı bir şekilde olmaktadır. Bu da ekilen tohumların toprak tabakasını kolayca delmesine olanak sağlamaktadır. Bu bakımdan Eren çeşidinin diğer çeşitlerden avantajlı olduğu görülmektedir (Anonim, 2021c).

Bin tane ağırlığı aynı zamanda kalıtsal bir çeşit özelliğidir. Her bitki türünde iri taneli ve küçük taneli çeşitler bulunduğundan tohumların iriliği ve ağırlığı paralellik arz etmektedir. İri taneli çeşitler en yüksek 1000 tane ağırlığına sahiptirler (Anonim, 2021c). İstatistiki olarak önemli bir fark olmamasına rağmen Eren çeşidinin bin tane ağırlığının diğerlere nazaran fazla olduğu görülmektedir.

Çalışmada bin tane ağırlığı; Lakra ve Patel (2021) ve Altuntas ve Karadağ (2006)'a göre daha düşük değerlerde bulunurken, Sarajeh ve ark. (2014)'nın belirttiği değerlere daha yakın bulunmuştur. Porozite değerlerinin ise literatürde verilen değerlerden düşük olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi olarak da tohumların genetik faktörleri yanında fiziksel özellikleri kapsamında hacimsel özelliklerinin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

3.2. Renk karakteristikleri

Mürdümük çeşitlerinin renk karakteristiklerine ait değerler, Çizelge 3'te verilmiştir. En yüksek L^* , a^* ve b^* , değerleri İptaş çeşidinde ölçülmüştür. Bu değerler kullanılarak hesaplanan kroma ve hue açısı değerleri de aynı çeşitte yüksek bulunmuştur. L^* , b^* , kroma ve hue açısı renk karakteristikleri üzerine çeşitler arasında istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde farklılık gözlenirken, a^* renk karakteristiği üzerine çeşitler arası farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı gözlenmiştir. İptaş ve Eren çeşitleri L^* parlaklık değerleri bakımından en yüksek istatistiki grubu oluşturmuştur.

Çizelge 3. Mürdümük tohumlarının çeşitler bazında renk karakteristiklerine ait istatistiksel sonuçları

Mürdümük çeşitleri	L^*	a^*	b^*	Kroma (KRM)	Hue Açısı (Hu. A)
Eren	51.33±5.47a**	5.13±1.08 ^{ns}	10.92±3.08b**	12.11±3.08b**	63.90±5.43a**
İptaş	55.76±5.15a**	5.68±1.55 ^{ns}	13.56±2.30a**	14.79±2.17a**	66.93±6.60a**
Karadağ	44.07±4.46b**	5.75±1.02 ^{ns}	7.77±2.16c**	9.72±2.11c**	52.80±6.47b**
F değeri	13.70	0.75	12.96	10.34	14.43

± değerler standart sapmayı göstermektedir. **: $p<0.01$, ns: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Tohum rengindeki değişiklikler tohum olgunlaşma özellikleri ile ilişkilendirilmektedir. Birçok tohum renk ya da yansıtma yeteneği bakımından farklılık göstermektedir (Anonim, 2021a). Renk ayırımı özellikle büyük taneli ürünlerde tohum işlemede çok kullanılmaktadır. Elektronik renk ayırıcılar, renk ayırımını yapan makinalardır. Bu tip makinalarda her tohum elektronik ayırıcıdan geçer ve bu geçiş sırasında tohumlar elektronik unsurlar ya da verilmiş esas renkle karşılaştırılmaktadır. Eğer tohumun rengi ya da yansıtması uygun ise, tohumun çıkış kanalına doğru hareketine izin verilir (Anonim, 2021b).

3.3. Mekanik davranışları

Mekanik özelliklerin belirlenmesinde sıkıştırma yükü altındaki materyal davranışları önem taşımaktadır. Elde edilen bu büyüklükler ekim, hasat, ve hasat sonrasında ilişkin makina işlemleri yönünden temel tasarım parametrelerini oluşturmaktadır (Vatandaş ve ark., 2002). Eren, İptaş ve Karadağ çeşitlerine ait tohumların mekanik davranışları için statik sürtünme katsayısı, doğal yığılma açısı, mekanik kuvvet karşısındaki kırılma kuvveti, deformasyon, kırılma enerjisi, sertlik ve kırılma gücü değerleri incelenmiştir. Mürdümük tohumlarının PVC, laminant, kontrplak ve lastik yüzeylerdeki sürtünme katsayısı değerlerinde çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak $p<0.01$ seviyesinde önemli olduğu gözlenmiştir. Statik sürtünme katsayıları tüm çeşitlerde en yüksek lastik materyalli yüzeyde, en düşük değer ise tüm çeşitlerde laminant materyalli yüzeyde elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Mürdümük çeşitlerinin statik sürtünme katsayısı ve doğal yığılma açısı değerleri

Mürdümük çeşitleri	Statik sürtünme katsayısı				Doğal yığılma açısı (°)
	PVC	Laminant	Kontrplak	Lastik	
Eren	0.362±0.027b**	0.300±0.013a**	0.415±0.032a**	0.423±0.025a**	16.97±4.08 ^{ns}
İptaş	0.394±0.017a**	0.259±0.010b**	0.386±0.022b**	0.414±0.015a**	15.53±4.77 ^{ns}
Karadağ	0.329±0.012c**	0.262±0.013b**	0.354±0.019c**	0.386±0.011b**	14.92±2.95 ^{ns}
F değeri	27.35	37.44	14.38	11.80	0.69

PVC: Polivinil Klorür, ± değerler standart sapmayı göstermektedir. **: $p<0.01$, ns: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir

Altuntas ve Karadağ (2006), nem içeriği 15.40 olan mürdümük tohumlarında ortalama statik sürtünme katsayısı değerlerini; kontrplak ve lastik yüzeyler için sırasıyla, 0.18 ve 0.48 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar literatür ile benzerlik göstermiştir. Sarajeh ve ark. (2014), nem içeriği %10.65 olan Zanjân çeşidi mürdümük tohumlarında sürtünme katsayısı değerini kontrplak yüzeyde 0.274 olarak bildirmiştir. Lakra ve Patel (2021), %7.78 nem içeriğinde statik

sürtünme katsayısı değerini kontrplak ve lastik yüzeyde sırasıyla 0.41 ve 0.63 olarak bildirmişlerdir. Araştırmada bulunan sonuçların Sarajeh ve ark. (2014) ve Lakra ve Patel (2021)'e göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu farklılık kullanılan mürdümük tohumların çeşit, yapısal özelliklerinden ve çalışılan nem içeriğinden kaynaklandığı söylenebilir.

Mürdümük çeşitlerine ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki kırılma kuvveti değerleri, Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5'e göre; istatistiki olarak en yüksek kırılma kuvveti *İptaş* çeşidinde 40 ve 60 mm min⁻¹ hızında genişlik ekseninde, en düşük kırılma kuvveti *Karadağ* çeşidinde 60 mm min⁻¹ hızında uzunluk ekseninde gözlenmiştir. Yükleme eksenine göre maksimum kırılma kuvveti kalınlık ekseninde; yükleme hızına göre ise 40 ve 60 mm min⁻¹ hızında (sırasıyla 197.91 N ve 200.79 N) belirlenmiştir.

Çizelge 5. Mürdümük çeşitlerine ait kırılma kuvveti değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Mürdümük çeşitleri	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksenleri			Ortalama	Çeşit ortalaması
		Uzunluk (l)	Genişlik (w)	Kalınlık (t)		
<i>Eren</i>	20	166.25±49.78 ^{ns}	130.88±38.13b**	201.21±44.13a*	166.11±51.74 ^{ns}	184.63±58.03b**
	40	154.11±73.20 ^{ns}	159.99±46.43b**	253.77±42.00b*	189.29±70.96 ^{ns}	
	60	182.42±46.96 ^{ns}	212.54±26.27a**	200.46±56.45a*	198.47±45.23 ^{ns}	
	Ort	167.59±57.05b**	167.80±50.16b**	218.48±52.77a**		
<i>İptaş</i>	20	190.57±46.01 ^{ns}	166.03±33.10b**	264.40±48.27 ^{ns}	207.00±59.40b*	224.20±73.22a**
	40	163.40±37.83 ^{ns}	264.11±91.26a**	222.61±61.57 ^{ns}	216.71±77.28ab*	
	60	211.29±45.44 ^{ns}	309.68±88.00a**	225.67±55.84 ^{ns}	248.88±77.20a*	
	Ort	188.42±46.26b**	246.61±95.10a**	237.56±56.94a**		
<i>Karadağ</i>	20	163.88±43.63a**	153.36±53.00 ^{ns}	193.48±36.35 ^{ns}	170.24±46.59ab*	171.00±54.06b**
	40	152.50±37.58a**	188.03±42.50 ^{ns}	222.71±51.89 ^{ns}	187.75±51.81a*	
	60	92.77±42.09b**	171.05±40.78 ^{ns}	201.25±32.70 ^{ns}	155.02±59.66b*	
	Ort	136.38±50.84c**	170.81±46.43b**	205.81±41.66a**		
Yükleme eksenleri ortalaması		164.13±55.34c**	195.07±76.24b**	220.62±51.97a**		
Yükleme hızı ortalaması						
	20	173.57±46.55b**	150.09±43.38c**	219.70±52.74a**	181.12±55.42b*	
	40	156.67±50.69b**	204.04±76.26a**	233.03±52.75a**	197.91±68.12ab*	
	60	162.16±67.15b**	231.09±81.39a**	209.13±49.30a**	200.79±72.50a*	

± değerler standart sapmayı göstermektedir. *: p<0.05, **: p<0.01, ns: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir

Altuntas ve Karadağ (2006), nem içeriği %15.40 olan mürdümük tohumlarında kırılma kuvveti değerlerini x-, y-, -z eksenleri için sırasıyla 254.40 N, 242.60 N ve 100.80 N olarak bildirmişlerdir.

Mürdümük çeşitlerinde farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki deformasyon değerleri, Çizelge 6'da verilmiştir. Yükleme hızlarına göre deformasyon değerleri 60 mm min⁻¹ yükleme hızında diğer hızlara göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme eksenlerine göre deformasyon değeri uzunluk ekseninde (2.41mm) maksimum değer almıştır. En yüksek deformasyon değeri, *Karadağ* çeşidinde 60 mm min⁻¹ yükleme hızında uzunluk ekseninde 6.19 mm ile gözlenmiş, en düşük deformasyon değeri 0.53 mm ile; *Karadağ* çeşidinde ve 20 mm min⁻¹ yükleme hızında kalınlık ekseninde gözlenmiştir.

Çizelge 6. Mürdümük çeşitlerine ait deformasyon değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Mürdümük çeşitleri	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksenleri			Ortalama	Çeşit ortalaması
		Uzunluk (l)	Genişlik (w)	Kalınlık (t)		
<i>Eren</i>	20	1.45±0.55b*	0.95±0.29b**	0.78±0.53b**	1.06±0.54b**	1.39±0.71 ^{ns}
	40	1.82±0.44ab*	1.18±0.45b**	0.70±0.27b**	1.23±0.60b**	
	60	2.31±0.83a*	1.94±0.64a**	1.43±0.30a**	1.90±0.71a**	
	Ort	1.86±0.70a**	1.36±0.63b**	0.97±0.50c**		
<i>İptaş</i>	20	2.05±0.73 ^{ns}	1.45±0.69b*	1.49±0.33b**	1.66±0.65b**	1.97±0.79 ^{ns}
	40	2.55±0.88 ^{ns}	1.88±0.76ab*	2.32±0.87a**	2.25±0.86a**	
	60	2.33±0.44 ^{ns}	2.37±0.83a*	1.24±0.37b**	1.98±0.77ab**	
	Ort	2.31±0.71a**	1.90±0.83b**	1.68±0.73b**		
<i>Karadağ</i>	20	1.49±0.32 ^{ns}	1.21±0.58 ^{ns}	0.53±0.14b**	1.08±0.56 ^{ns}	1.75±4.21 ^{ns}
	40	1.48±0.37 ^{ns}	1.19±0.21 ^{ns}	0.88±0.18b**	1.18±0.36 ^{ns}	
	60	6.19±12.19 ^{ns}	1.16±0.26 ^{ns}	1.66±0.65a**	3.00±7.18 ^{ns}	
	Ort	3.05±7.16 ^{ns}	1.19±0.37 ^{ns}	1.02±0.61 ^{ns}		
Yükleme eksenleri ortalaması		2.41±4.16a**	1.48±0.70b**	1.22±0.70b**		
Yükleme hızı ortalaması						
	20	1.66±0.61a**	1.20±0.57b**	0.93±0.54c**	1.27±0.64b*	
	40	1.95±0.74a**	1.42±0.61b**	1.30±0.90b**	1.56±0.80b*	
	60	3.61±7.06 ^{ns}	1.83±0.79 ^{ns}	1.44±0.48 ^{ns}	2.29±4.17a*	

± değerler standart sapmayı göstermektedir. *: p<0.05, **: p<0.01, ns: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir

Altuntas ve Karadağ (2006), nem içeriği %15.40 olan mürdümük tohumlarında deformasyon değerlerini x-, y-, -z eksenleri için sırasıyla %27.53, %21.29 ve %14.03 olarak bildirmişlerdir.

Mürdümük çeşitlerinde özellikle mekanik olarak ürün işlemede etkili olan kırılma enerjisinin, farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki değişimi, Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Mürdümük çeşitlerine ait kırılma enerjisi değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Mürdümük çeşitleri	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksenleri			Ortalama	Çeşit ortalaması
		Uzunluk (l)	Genişlik (w)	Kalınlık (t)		
Eren	20	118.32±53.77b*	59.13±15.87b**	81.40±74.49b*	86.28±57.57b**	124.90±74.66b**
	40	129.38±46.32b*	92.31±36.18b**	87.13±32.91b*	102.94±42.12b**	
	60	208.80±97.48a*	206.60±75.49a**	141.05±37.72a*	185.48±78.62a**	
	Ort	152.17±78.69a**	119.35±79.88b**	103.19±56.98b**		
İptaş	20	190.63±66.31 ^{ns}	122.30±67.95c**	198.66±57.39ab*	170.53±70.95b*	220.91±119.82a**
	40	210.55±92.09 ^{ns}	241.29±116.58b**	274.48±156.27a*	242.11±123.02a*	
	60	245.08±68.65 ^{ns}	365.26±168.04a**	139.95±54.88b*	250.10±141.16a*	
	Ort	215.42±77.35 ^{ns}	242.95±156.82 ^{ns}	204.36±112.57 ^{ns}		
Karadağ	20	120.27±35.16 ^{ns}	100.26±93.17 ^{ns}	50.50±13.16c**	90.34±63.41 ^{ns}	131.59±234.02b**
	40	109.34±31.10 ^{ns}	111.43±29.98 ^{ns}	97.19±29.22b**	105.98±29.75 ^{ns}	
	60	331.30±682.82 ^{ns}	97.35±25.22 ^{ns}	166.71±63.72a**	198.45±395.11 ^{ns}	
	Ort	186.97±395.19 ^{ns}	103.01±56.64 ^{ns}	104.80±62.74 ^{ns}		
Yükleme eksenleri ortalaması		184.85±235.65 ^{ns}	155.10±122.82 ^{ns}	137.45±93.46 ^{ns}		
Yükleme hızı ortalaması						
	20	143.07±61.77a**	93.90±70.10b**	110.19±83.73b**	115.72±74.51b**	
	40	149.75±74.69 ^{ns}	148.34±97.13 ^{ns}	152.93±125.85 ^{ns}	150.34±100.28b**	
	60	261.73±389.66 ^{ns}	223.07±152.46 ^{ns}	149.24±52.86 ^{ns}	211.34±245.28a**	

± değerler standart sapmayı göstermektedir. *: p<0.05, **: p<0.01, ns: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir

Çizelge 7'ye göre, İptaş çeşidinde kırılma enerjisi diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına bakımdan kırılma enerjisi değerleri 60 mm min⁻¹ hızında diğer hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek kırılma enerjisi değeri, Karadağ çeşidinde 60 mm min⁻¹ hızında uzunluk ekseninde 331.30 N mm ile gözlenirken, en düşük kırılma enerjisi değeri ise 50.50 N mm ile Karadağ çeşidinde ve 20 mm min⁻¹ hızında kalınlık ekseninde gözlenmiştir.

Altuntaş ve Karadağ (2006), nem içeriği %15.40 olan mürdümük tohumlarında kırılma enerjisi değerlerini x-, y-, -z eksenleri için sırasıyla 187.20 N mm, 129.25 N mm ve 38.77 N mm olarak bildirmiştir.

Mürdümük çeşitlerine ait mekanik testlerde, özellikle mekanik olarak ürünün işlenmesinde etkili olacak şekilde farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki sertlik değerleri, Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Mürdümük çeşitlerine ait sertlik değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Mürdümük çeşitleri	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksenleri			Ortalama	Çeşit ortalaması
		Uzunluk (l)	Genişlik (w)	Kalınlık (t)		
Eren	20	130.62±63.44 ^{ns}	157.29±87.25 ^{ns}	379.69±313.86a*	222.53±216.98a**	188.77±173.00a**
	40	95.84±60.01 ^{ns}	152.36±68.13 ^{ns}	420.34±186.47a*	222.84±184.59a**	
	60	90.43±43.00 ^{ns}	123.17±52.38 ^{ns}	149.23±70.21b*	120.94±59.61b**	
	Ort	105.63±57.17b**	144.27±69.92b**	316.42±240.07a**		
İptaş	20	106.73±49.82 ^{ns}	141.76±73.83 ^{ns}	184.13±43.83a**	144.21±63.99 ^{ns}	135.86±77.64b**
	40	70.04±25.18 ^{ns}	174.00±126.23 ^{ns}	103.10±32.94b**	115.71±86.16 ^{ns}	
	60	95.35±35.52 ^{ns}	151.66±89.58 ^{ns}	195.93±74.26a**	147.65±79.66 ^{ns}	
	Ort	90.71±40.02b**	155.81±96.51a**	161.05±66.37a**		
Karadağ	20	115.58±40.31 ^{ns}	139.73±60.21 ^{ns}	404.13±182.06a**	219.81±172.01a**	175.21±130.82a**
	40	111.45±40.78 ^{ns}	163.63±51.48 ^{ns}	265.03±93.71b**	180.04±90.94a**	
	60	62.66±84.77 ^{ns}	157.07±59.97 ^{ns}	157.61±122.40b**	125.78±100.28b**	
	Ort	96.56±62.03c**	153.47±56.29b**	275.59±167.92a**		
Yükleme eksenleri ortalaması		97.63±53.66c**	151.18±75.41b**	251.02±183.78a**		
Yükleme hızı ortalaması						
	20	117.64±51.23b**	146.26±72.41b**	322.65±226.89a**	195.52±166.28a**	
	40	92.44±46.18c**	163.33±85.38b**	262.82±176.66a**	172.86±134.82a**	
	60	82.81±58.39b**	143.97±68.46a**	167.59±91.21a**	131.46±81.48b**	

± değerler standart sapmayı göstermektedir. *: p<0.05, **: p<0.01, ns: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir

Çizelge 8'e göre, Eren ve Karadağ çeşitleri farklı hızlarındaki sertlik değerleri (sırasıyla 188.77 N mm⁻¹, 175.21 N mm⁻¹) bakımdan istatistiksel olarak en yüksek istatistiksel grubu oluşturmuşlardır. En yüksek sertlik değeri, Eren çeşidinde 40 mm min⁻¹ hızında kalınlık ekseninde 420.34 N mm⁻¹ ile gözlenirken, en düşük sertlik değeri ise 62.66 N mm⁻¹ ile Karadağ çeşidinde 60 mm min⁻¹ hızında ve uzunluk ekseninde gözlenmiştir.

Mürdümük çeşitlerine ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenleri için özellikle mekanik olarak ürünün işlenmesinde etkili olan kırılma gücü değerleri Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Mürdümük çeşitlerine ait kırılma gücü değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Mürdümük çeşitleri	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksenine			Ortalama	Çeşit ortalaması
		Uzunluk (l)	Genişlik (w)	Kalınlık (t)		
Eren	20	0.028±0.008c**	0.022±0.006c**	0.034±0.007b**	0.028±0.009c**	0.063±0.035b**
	40	0.051±0.024b**	0.053±0.015b**	0.085±0.014a**	0.063±0.024b**	
	60	0.091±0.023a**	0.106±0.013a**	0.100±0.028a**	0.099±0.023a**	
	Ort	0.057±0.033b**	0.061±0.037b**	0.073±0.034a**		
İptaş	20	0.032±0.008c**	0.028±0.006c**	0.044±0.008c**	0.035±0.010c**	0.077±0.046a**
	40	0.055±0.013b**	0.088±0.030b**	0.074±0.021b**	0.072±0.026b**	
	60	0.106±0.023a**	0.155±0.044a**	0.113±0.028a**	0.124±0.039a**	
	Ort	0.064±0.035c**	0.090±0.061a**	0.077±0.035b**		
Karadağ	20	0.027±0.007b**	0.026±0.009c**	0.032±0.006c**	0.028±0.008c**	0.056±0.029c**
	40	0.051±0.013a**	0.063±0.014b**	0.074±0.017b**	0.063±0.017b**	
	60	0.046±0.021a**	0.086±0.020a**	0.101±0.016a**	0.078±0.030a**	
	Ort	0.042±0.018c**	0.058±0.029b**	0.069±0.032a**		
Yükleme eksenine ortalaması		0.054±0.031b**	0.070±0.046a**	0.073±0.033a**		
Yükleme hızı ortalaması						
	20	0.029±0.008b**	0.025±0.007c**	0.037±0.009a**	0.030±0.009c**	
	40	0.052±0.017b**	0.068±0.025a**	0.078±0.018a**	0.066±0.023b**	
	60	0.081±0.034b**	0.116±0.041a**	0.105±0.025a**	0.100±0.036a**	

± değerler standart sapmayı göstermektedir. *: p<0.05, **: p<0.01 Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir

Çizelge 9'a göre, İptaş çeşidinde farklı yükleme hızları kırılma gücü değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre kırılma gücü değerleri 60 mm min⁻¹ hızlarında (0.100 W) diğer hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme eksenlerine göre ise maksimum değerler aynı istatistiki grubu oluşturan kalınlık ve genişlik eksenlerinde gözlenmiştir.

En yüksek kırılma gücü değeri, İptaş çeşidinde 60 mm min⁻¹ hızında genişlik ekseninde 0.155 W ile gözlenmiş, en düşük kırılma gücü değeri ise 0.022 W ile Eren çeşidinde ve 20 mm min⁻¹ hızında ve genişlik ekseninde gözlenmiştir. Hız artışına bağlı olarak görülen kuvvetteki artış bu çalışmada da genel olarak gözlemlenmiştir. Mekanik zedelenmeler, ürünün kullanılma şekline ve yerine göre ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

4. SONUÇ

Mürdümük tohumlarının ekim, hasat ve hasat sonrası işlemleri ve teknolojik uygulamalarda temizlenmesi, ayıklanması, işlenmesi ve son ürün olarak kalitesi ve tüketici istekleri açısından tohumların fiziksel ve renk karakteristikleri ile mekanik davranışlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu çalışmanın yapılacak işlemler esnasında gerçekleştirilecek hasat kayıplarını azaltma ve depolama süresini iyileştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Mürdümük çeşitlerinden Eren, İptaş ve Karadağ çeşitlerinin sırasıyla %7.37, %7.23 ve %8.20 (k.b) nem içeriklerinde elde edilen bazı bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Tek tane ağırlığı, tane hacim ağırlığı ve porozite üzerinde çeşitler arasında istatistiksel olarak çok önemli (p<0.01) farklılıklar gözlenirken tohum iriliği, tane hacmi ve yığın hacim ağırlığı üzerinde çeşitler arası fark gözlenmemiştir. Mürdümük çeşitlerinin uzunluk, kalınlık ve küresellik değerleri çeşitler arasında istatistiksel olarak çok önemli (p<0.01) farklılıklar gözlenmiştir. Genişlik, geometrik ortalama çap ve yüzey alanı bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmemiştir. L*, b*, kroma ve hue açısı renk karakteristikleri üzerine çeşitler arasında istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde farklılık gözlenirken, a* renk karakteristiği üzerine çeşitler arası farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı gözlenmiştir. Mürdümük tohumlarının PVC, laminant, kontrplak ve lastik yüzeylerdeki sürtünme katsayısı değerlerinde çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak p<0.01 seviyesinde önemli olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alayunt, N. 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 541 Ders Kitabı, İzmir.
- Altuntas, E. and Karadağ, 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.
- Altuntas, E., Gerçekcioglu, R. and Kaya, C. 2010. Selected mechanical and geometric properties of different almond cultivars. *International Journal of Food Properties*, 13 (2): 282-293.
- Anonim, 2021a. Tohum olgunluğu. <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=1951> Erişim Tarihi: 08.11.2021.
- Anonim, 2021b. Tohumlukların işlenmesi. file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Tohumluk%20Ders%20notlar%C4%B1%20i%C5%9Fleme%20kurutma%20depolama.pdf Erişim Tarihi: 08.11.2021.
- Anonim, 2021c. Tohum yapısı file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Tohumculuk%20ve%20Teknolojisi.pdf Erişim tarihi: 12.11.2021
- Aydeniz, A. ve Brohi, A.R. 1991. *Gübreler ve gübreleme*. Cumhuriyet Üniversitesi, Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No. 10, Ders Kitabı: 3, Tokat.

- Günaydın, S. 2020. Mikrodalga, konvektif ve gölgede kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuş kuşburnu meyvesinin kurutma kinetiği, renk ve besin elementi içeriği açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 65 sayfa, Bursa.
- Kaleemullah, S. and Gunasekar, J.J. 2002. Moisture-dependent physical properties of Arecanut Trues. *Biosystem Engineering*, 82(3): 331-338.
- Karadağ, Y. 2009. *Mürdümük*. (Ed. R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ), Yembitkileri: Baklagil yembitkileri, (Cilt II), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayını, İzmir, 471-479.
- Khazaei, J., Rasekh, M. and Borghei, A.M. 2002. Physical and mechanical properties of almond and its kernel related to cracking and peeling. An ASAE Meeting Presentation, Paper No 026153.
- Lakra, L.P. and Patel, S. 2021. To study the Physico-chemical properties of *Lathyrus sativus*. *International Journal of Chemical Studies*, 2021; 9(1): 133-138.
- Maphosa, Y. and Jideani, V.A. 2017. The role of legumes in human nutrition. In Functional Food-Improve Health through Adequate Food; Hueda, M.C., Ed.; In Tech d.o.o.: Rijeka, Croatia; Volume 1: 103-121.
- Martín-Cabrejas, M.A. 2019. Legumes: An overview. In *Legumes: Nutritional Quality, Processing and Potential Health Benefits*; Martín-Cabrejas, M.A., Ed.; CPI Group (UK) Ltd.: Croydon, UK, 2019: 1-18.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective colmeasurements. *Hortscience*, 27: 1254-1255.
- Mohsenin, N.N. 1980. *Physical properties of plants and animal materials*. Gordon and Breach Science publishers, NW, New York.
- Saçılık, K., Öztürk, R. and Keskin, R. 2003. Some physical properties of Hemp seed. *Biosystems Engineering*, 86 (2): 191-198.
- Sarajeh, H., Ebrahimi, M.A., Khanali, M., Behboudi, O. and Mohammadi, K. 2014. Effect of moisture content on some physical properties of Grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Agricultural Engineering International CIGR Journal*, 16(4): 261-267.
- Sayar, M.S. 2014. Mürdümük tarımı ve yeni geliştirilen GAP Mavisi mürdümük çeşidi. *Mardin Gıda Tarım ve Hayvancılık Dergisi*, 4 (10):30-32.
- Suthar, S.H. and Das, S.K. 1996. Some physical properties of Karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf] grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65: 15-22.
- SPSS, 2000. "SPSS for Windows". Student Version. Release 10.0.9 SPSS Inc IL USA.
- Talukdar, D. and Biswas, A. K. 2008. Variability, heritability and scope of selection for some quantitative traits in induced mutant lines of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *International Journal of Plant Sciences*, 3(2): 528-530.
- Tekele-Haimanot, R., Kidane, Y., Wuhib, E., Kalissa, A., Alemu, T., Zein, Z. A. and Spencer, P.S. 1990. Lathyrism in rural Northwestern Ethiopia: A highly prevalent neurotoxic disorder. *International Journal of Epidemiol.*, 19: 664-672.
- TUİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu, Kuru Baklagiller. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> Erişim Tarihi:04.09.2021.
- TUİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Kuru Baklagiller. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> Erişim Tarihi:04.09.2021.
- Vatandaş, M., Gürhan, R. ve Çetin, M. 2002. Nohutun Değişik Çeşit ve Nem Özelliklerine Göre Kırılma Karakteristiklerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(1); 73-78.
- Yılmaz, G. and Altuntas, E. 2020. Some bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds and harmful seed capsules. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 1(2): 222-232.