KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1037-1047, 2021
KSU J. Agric Nat 24 (5): 1037-1047, 2021
DOI:10.18016/ksutarimdoga.vi.833743

Farklı Soya Çeşitlerinde Hasat Sonrası Bazı Biyoteknik Özelliklerin Belirlenmesi

Ebubekir ALTUNTAŞ[1], Esra Nur GÜL[2], Mehmetcan OLGAÇ[3]
[1,2,3]-Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat-Türkiye
[1]https://orcid.org/0000-0003-3835-1538, [2]https://orcid.org/0000-0002-9865-1228, [3]https://orcid.org/0000-0002-9487-1661
✉: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

ÖZET
Bu çalışmada, Türksoy, Yeşilsoy ve Adasoy soya fasulyesi çeşitlerine ait tohumların hasat sonrası bazı biyoteknik özellikleri belirlenmiştir. Soya çeşitlerinin geometrik, hacimsel ve renk özellikleri ile farklı hızlar ve eksenlerdeki mekanik direnç ve sürtünme özellikleri incelenmiştir. Soya çeşitlerine ait tohumların sıkıştırma testleri kuvvet, deformasyon, kırılma enerjisi, sertlik ve kırılma gücü; 30, 60 ve 90 mm min^{-1} yükleme hızları ile uzunluk, genişlik ve kalınlık yükleme eksenleri için incelenmiştir. Yükleme hızlarına göre, 90 mm min^{-1} yükleme hızı, diğer yükleme hızlarına göre daha düşük kırılma kuvveti, kırılma enerjisi ve sertlik değerleri vermiştir. Soyanın işlenmesi, son ürün kalitesi ile tüketici istekleri ve ekonomik değerler açısından soya çeşitlerine ait tohumların hasat sonrası bazı biyoteknik özelliklerinin göz önünde bulundurulması gereklidir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi
Geliş Tarihi : 30.11.2020
Kabul Tarihi : 25.02.2021

Anahtar Kelimeler
Glycine max
Geometrik özellikler
Hacim ağırlığı
Kırılma gücü
Renk özellikleri

Determination of Some Post-Harvest Biotechnical Properties of the Different Soybean Varieties

ABSTRACT
In this study, some post-harvest biotechnical properties of the seeds belonging to Türksoy, Yeşilsoy and Adasoy soybean varieties were determined. Geometric, volumetric and color properties of soybean varieties, mechanical resistance properties and friction properties at different compression speeds and axes were investigated. Compression tests of seeds belonging to soybean varieties were examined for rupture force, deformation, rupture energy, hardness and rupture force for 30, 60 and 90 mm min^{-1} loading speeds and length, width and thickness loading axes. According to the loading speeds, 90 mm min^{-1} loading speed gave lower breaking force, breaking energy and hardness values than the other loading speeds. It is necessary to consider some biotechnical characteristics of soybean varieties in terms of post-harvest, soybean processing and final product quality, consumer demands and economic values.

Research Article

Article History
Received : 30.11.2020
Accepted : 25.02.2021

Keywords
Glycine max
Geometric properties
Bulk density
Rupture power
Colour characteristics

Atıf İçin: Altuntaş E, Gül EN, Olgaç M 2021. Farklı Soya Çeşitlerinde Hasat Sonrası Bazı Biyoteknik Özelliklerin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1037-1047. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.833743.
To Cite: Altuntaş E, Gül EN, Olgaç M 2021. Determination of Some Post-Harvest Biotechnical Properties of the Different Soybean Varieties. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1037-1047. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.833743.

GİRİŞ
Soya fasulyesi besin değeri çok yüksek, insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan, baklagiller familyasına ait tek yıllık, sıcak iklim bitkisidir (Şahar, 2017). Biyolojik değeri yüksek olduğu için de, soya unu özellikle kümes, küçük ve büyükbaş hayvan beslenmesinde rasyonlarda kullanılmaktadır (Anonim, 2012). Sanayide hammadde olarak soyanın biyodizel yakıtı olarak kullanılabileceği ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte kullanımı önemlidir (Kinney ve Clemente, 2004). Soya fasulyesi tohumları yüksek miktarda protein içerir, amino asit bileşimi hayvansal proteinlerin bileşimine yakın olmasa da oldukça iyidir (Keskin, 2019). Ekim nöbetinde yer alan soya fasulyesi, ekonomik anlamda kaliteli kaba yem elde etmede, ekolojik anlamda ise toprağa olan olumlu katkılarından dolayı tarım topraklarının sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlayabilecek potansiyele sahiptir (Özel ve Acar, 2020). Soya ürünleri, yüksek miktarda soya proteini, izoflavonlar, omega-3-yağ asitleri ve diyet lifi içerikleri ile çok önemli fonksiyonel gıda bileşenleri veya ürünleridir (Riaz, 2001; Liu, 2004). Soya yağı; Ca, Fe, Zn elementleri ile B1, B2, E ve K vitaminleri bakımından da oldukça zengindir (Alpay, 2003). Türkiye'de soya tarımı ağırlıklı olarak Çukurova Bölgesi'nde yapılmaktadır (Anonim, 2020a). 2019 TÜİK verilerine göre ekilen alan 352 947 dekar,

üretim 150 bin ton ve verim 425 kg da^{-1}'dır (TUİK, 2019). "25x25" sloganıyla 2025 yılında toplam enerji tüketiminin %25'ini yenilebilir enerjilerden karşılamayı hedefleyen ve bu yönde projeler geliştiren Amerika Birleşik Devletleri, biyodizel konusunda da kendi milli sistemini kurmuştur. Öncelikle, milli bitkisel yağı olan, soya yağına göre uygulanabilir ASTM-6751 standardını belirlemiştir (Karadağ, 2020).

Soya fasulyesinin hasat sonrası biyoteknik özellikleri, sınıflandırma, ayırma, taşıma, işleme ve depolama için ekipman ve makinelerin mühendislik tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Tarımsal materyal olarak soyanın başlıca hasat sonrası bazı biyoteknik özellikleri olarak; şekil, boyut, kütle, 1000-tane ağırlığı, hacim ağırlığı, porozite ve farklı yüzeyler üzerindeki karşı statik sürtünme katsayısı yanında soya tohumlarının kuvvete karşı gösterdiği kuvvet, deformasyon, kırılma enerjisi ve kırılma gücü gibi mekanik özellikler sayılabilir (Mohsenin, 1980). Günümüzde ziraat ve gıda mühendisleri olarak, depolama yapılarının tasarımı, depolama ekipmanlarının tasarımı ve seçiminde, depolanan tarımsal malzemenin özellikleri önemlidir (Molenda ve ark., 2004). Özellikle hassas ekim makinaları tasarımında da soya tohumlarının fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Soyanın mekanik özellikleri, soyanın hasat sonrası işlenmesi ve un haline getirilmesinde, güç kırılma kuvveti, deformasyon, enerji ve güç değerlerinin bilinmesi gereklidir.

Soya konusunda birçok araştırmacı bilimsel çalışmalar yapmıştır. Örneğin; Tavakoli ve ark. (2009) Williams soya çeşidi tohumlarının; Shirkole ve ark. (2011) TAMS-38 soya çeşidi tohumlarının; Alibas ve Koksal (2015) ATAEM-II soya çeşidinde farklı nem içeriklerindeki fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Ancak, Türkiye'de tescillenmiş önemli Türksoy, Adasoy ve Yeşilsoy soya çeşitlerinin hem fiziksel hem mekanik özellikleri ile bunun yanısıra renk özelliklerinin birlikte çalışıldığı hasat sonrası biyoteknik özelliklerine ait bir çalışma literatürlerde bulunamamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada farklı soya fasulyesi çeşitlerine ait tohumların hasat sonrası biyoteknik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışmada , Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından 2017 yılında Tokat-Kazova yöresinde yürütülen bir araştırmadan temin edilmiş olan soya fasulyesi tohumları kullanılmıştır. 2017 yılı soya yetiştiriciliğinde vejetasyon dönemine (Nisan-Kasım) ait ortalama sıcaklık 18.2 ℃, ortalama nem 56.5 (%) ve ortalama toplam yağış miktarı 38.68 mm'dir. Araştırmanın yürütüldüğü toprak killi tınlı, kuvvetli alkali, organik maddece fakir, çok kireçli, fosfor miktarını bakımından fakir ve potasyum bakımından zengindir. Soya tohumları hasattan sonra oda sıcaklığında (20-24°C) depolanmıştır (Sarıoğlan, 2019). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarında yürütülen soya fasulyesi ile ilgili biyoteknik özelliklerine ait denemelere 15 Şubat 2020 tarihinde başlanmıştır. Çalışmada incelenen tüm özellikler için yapılan ölçüm ve analizlerde, örnekler arasında kırık ve zarar görmüş olan tohumlar ayrılmıştır. Çalışmada sırasıyla 2002, 2007 ve 2008 yıllarında tescil edilmiş üç farklı soya fasulyesi çeşidi sırasıyla Türksoy, Adasoy ve Yeşilsoy çeşitleri kullanılmıştır (Şekil 1). Türksoy çeşidi, bakla rengi kahverengi, bin tane ağırlığı 160-180 g, yağ oranı %20-23 ve protein oranı %24-31 olan danelik bir çeşit olup birinci ve ikinci ürün için uygundur. Adasoy çeşidi, bakla rengi kahverengi, bin tane ağırlığı 140-170 g, yağ oranı %22-24 ve protein oranı %33-36 olan danelik bir çeşittir; birinci ürün ve erken ekilen (Haziran ortası) ikinci ürün için uygundur. Yeşilsoy çeşidi ise, bakla rengi koyu kahverengi, bin tane ağırlığı 155-165 g, yağ oranı %17-20, protein oranı %32-33 olan silajlık bir çeşittir ve birinci ürün olarak ekilmelidir (Anonim, 2020c). Soya çeşitlerine ait örneklerin nem içerikleri, tohumların etüvde 105±1°C sıcaklıkta 24 h kurutulmasıyla kuru baza göre belirlenmiştir (Suthar ve Das, 1996).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan soya fasulyesi çeşitlerine ait örnekler.
Figure 1. The samples of soybean grains used in study.

Türksoy, Adasoy ve Yeşilsoy çeşitlerinin nem içerikleri sırasıyla %7.18±0.10; %7.43±012 ve %7.41±0.05 olarak belirlenmiştir. Soya çeşitlerine ait tohumlarda fiziksel özelliklerin belirlenmesi için 100'er adet örnek alınmış; uzunluk (u), genişlik (g) ve kalınlık (k) değerleri 0.01 mm hassasiyetli dijital kumpas

yardımıyla belirlenmiştir (Şekil 2). Soya çeşitlerinin tek tohum ağırlıkları aynı örnekler üzerinden 0.001 g hassasiyetli dijital bir hassas elektronik teraziyle belirlenmiştir. 1000-tane ağırlığı için 3 tekrarlı alınan 100 adet örnek ağırlıkları ortalaması kullanılmıştır. Soya çeşitlerine ait tohumların geometrik ortalama çap ($G_Ç$) ve küresellik (K_r); yüzey alanı (Y_a), tane hacmi (H_t) için aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Mohsenin, 1980).

$G_Ç = (u\ g\ k)^{1/3}$ .....(1)

$Y_a = \pi\ (G_Ç)^2$ .....(2)

$K_r = (G_Ç / u)100$ .....(3)

$H_t = \pi / 6\ (u\ g\ k)$ ..... (4)







Şekil 2. Soya fasulyesi tohumlarının boyut ölçümlerine ait örnekler
Figure 2. Sample size measurements of soybean seeds

Soya tohumlarının hacim ağırlığı olarak gerçek hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı olarak belirlenmiştir. Gerçek hacim ağırlığı için sıvı taşırma yöntemi ve yığın hacim ağırlığı için hektolitre yöntemi kullanılmıştır. Porozite değeri (P_r), yığın hacim ağırlığı (H_y) ve gerçek hacim ağırlığı (H_g) değerleri dikkate alınarak Mohsenin (1980)'e göre aşağıdaki eşitliği ile belirlenmiştir.

$P_r = [1 - (H_y - H_g)].100$ .....(5)

Soya tohumlarına ait renk karakteristiklerini (L^*, a^* ve b^*) belirlemek için bir renk ölçer (Minolta, Model CR–400, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır. L^* (parlaklık) değeri, (0 karanlık, 100 aydınlık); a^* (kırmızılık) değeri (+kırmızılığı, -yeşilliği), b^* (sarılık) değeri (+sarılığı, -maviliği) göstermekte olup, denemelerde her bir renk skalası için 15'er adet tohum örneği kullanılmıştır. Hue açısı, tohumların renk tonunu göstermekte olup, sırasıyla açı değerlerine göre renk tonları 0° kırmızı-mor, 90° sarı, 180° mavimsi-yeşil ve 270° ise mavi olarak açıklanmaktadır. Kroma (K) tane renkliliğin bir ölçüsü olarak, renk doygunluğu veya renk saflığını ifade etmektedir (McGuire, 1992).

Soya tohumları için renk karakteristiklerinden hue açısı (h°) ile kroma (K) renk karakteristikleri için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

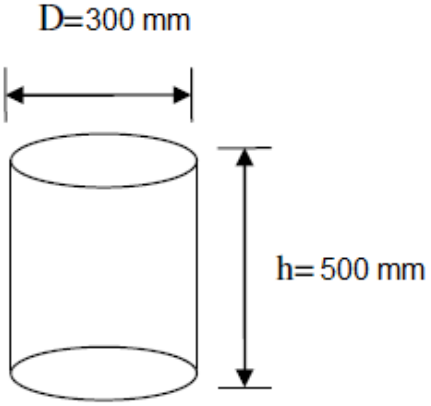
$h^\circ = tan^{-1}\ (b^*/a^*)$ ....(6)

$K = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ .....(7)

Soya tohumlarının farklı sürtünme yüzeyleri üzerindeki statik sürtünme katsayıları için eğimli masa sürtünme ölçüm düzeneği kullanılmıştır. Bir vidalı kol yardımıyla ölçüm düzeneğinin 5 tekrarlı olarak tohumların yüzey üzerinden harekete geçmesini sağladığı andaki açı değeri statik sürtünme değeri için kullanılmış, bu açının tanjant değeri dikkate alınmıştır (Gül ve ark., 2020). (Şekil 3). Soya tohumlarının yığılma açısı için 300 mm çap ve 500 mm yükseklik ölçülü üst ve alttan açık boş bir silindir kullanılarak, kutu tepeleme doldurulmuş, bir düz plaka yüzeyi üzerinde bir koni oluşturana kadar yavaşça yükseltilip boşaltılarak, oluşan eğim açısı yığılma açısı olarak belirlenmiştir. (Kaleemullah ve Gunasekar, 2002) (Şekil 4).



Şekil 3. Sürtünme katsayısı ölçümü
Figure 3. Measurement of friction coefficient



Şekil 4. Yığılma açısı ölçümü için kullanılan silindir
Figure 4. A cylinder for measurement of angle of repose

$Y_{aç} = tan^{-1}\ (h / r)$ .....(8)

Burada, h ve r sırasıyla koninin yüksekliği ve koninin tabanının yarıçapıdır.

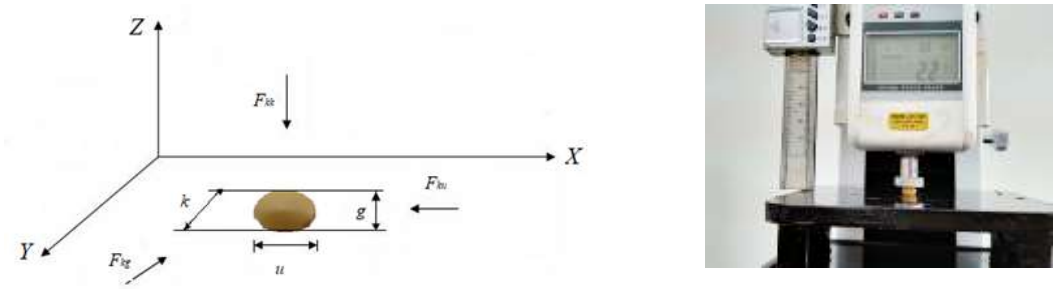
Soya tohumlarının mekanik sıkıştırma test ölçümleri

için, biyolojik materyal test ölçüm cihazı kullanılmıştır. Biyolojik materyal test ölçüm cihazı; bası ve çeki dinamometresi, dijital hız ünitesi, bir ölçüm cetveli standlı motorlu ve otomatik kontrollü cihazdır. Cihaz bir bilgisayar programıyla çalıştırılmaktadır. Farklı soya çeşitlerine ait testlerde Sundoo çeki dinamometresi (Model SH-500, 0.1 N hassasiyetli, Çin) kullanılmıştır. Soya tohumlarının üç farklı eksen ve hızdaki kırılma kuvveti (F_k), deformasyon (D_f) ölçümleri test cihazı üzerinden grafik olarak alınabilmekte, kırılma enerjisi (E_k), sertlik (S_r) ve kırılma gücü (K_g) değerleri ise aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunabilmektedir (Braga ve ark., 1999; Khazaei ve ark., 2002; Altuntas ve ark., 2010).

$E_k=(F_k \cdot D_f)/2$ .....(9)
$Sr= F_k/D_f$ ..... (10)
$K_g = [(E_k \cdot Y_h)/(60000.D_f)]$..... (11)

Eşitliklerde; Sr: Sertlik, E_k: kırılma enerjisi (N mm), F_k: kırılma kuvveti (N), D_f: Deformasyon (mm), K_g: kırılma gücü (W); E_k: kırılma enerjisi (mJ); Y_h: yükleme hızı (mm min^{-1})' dır.

Soya tohumlarında kuvvet ve deformasyon ölçümleri için 3 tekrarlı olmak üzere 10 adet soya tohumu kullanılmıştır. Örnek bir soya tohumuna ait (u, g, k) boyut eksenlerine ait kuvvetlerin (F_{ku}, F_{kg}, F_{kk}) gösterimleri ve örnek bir mekanik test ölçümü, Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Örnek bir soya tohumunun üç farklı (u, g, k) eksenel boyuta ait kuvvetlerin (F_{ku}, F_{kg}, F_{kk}) gösterimi ve mekanik test ölçümü

Figure 5. Three axial dimensional forces (F_{ku}, F_{kg}, F_{kk}) of a sample soybean seed and mechanical test measurement

Soya çeşitlerine ait hasat sonrası biyoteknik özelliklerin belirlenmesinde temel istatistik ölçümler için, maksimum, minimum değer, ortalama ve standart sapma değerler bulunmuştur. 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 yapılmıştır (SPSS, 2000).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fiziksel Özellikler

Soya çeşitlerine ait örneklerin boyutsal özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı gibi geometrik özelliklerine ait değerler ve varyans analiz sonuçları, Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Soya çeşitlerinin geometrik özellikleri.
Table 1. Geometric properties of soybean varieties

Soya çeşitleri	Uzunluk (u, mm)	Genişlik (g, mm)	Kalınlık (k, mm)	Geometrik ortalama çap ($G_ç$, mm)	Küresellik (K_r, %)	Yüzey alanı (Y_a, mm^2)
Türksoy	7.34±0.05 a	5.91±0.05 a	4.90±0.06 b	5.95±0.05 a	81.03±0.63 c	111.53±1.70 a
Adasoy	6.69±0.06 c	5.73±0.05 b	4.91±0.04 b	5.71±0.04 b	85.89±0.61 a	102.65±1.53 b
Yeşilsoy	7.12±0.07 b	5.73±0.06 b	5.09±0.04 a	5.89±0.05 a	83.61±0.83 b	109.59±1.62 a
F	30.784**	3.679*	4.916*	7.605**	12.120**	8.321**

*: P<0.05, **: P<0.01. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Soya çeşitlerinin uzunluk, geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı üzerinde çeşitler arasında p<0.01 düzeyinde, genişlik ve kalınlık boyutlarında ise p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılıklar gözlenmiştir. Türksoy çeşidinde uzunluk (7.34 mm), genişlik (5.91 mm) değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur. Küresellik değeri (%85.89) en yüksek Adasoy çeşidinde belirlenmiştir. Polat ve ark. (2006), Şanlıurfa ilinden alınan soya tohumlarının uzunluğu, genişliği ve kalınlığını %6.7 (k.b) nem içeriğinde 7.41 mm, 5.34 mm ve 4.50 mm olarak belirlerken, geometrik ortalama çap, küresellik ve 1000-tane ağırlığını sırasıyla, 5.62 mm, %75.0 ve 121.76 g olarak bulmuşlardır. Kibar ve Öztürk (2008), Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Kooperatifinden temin ettikleri soya tohumlarının %8

nem içeriğinde uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik değerlerini sırasıyla 7.24 mm, 6.79 mm, 5.78 mm, 6.57 mm ve %91.0 olarak bulduklarını açıklamışlardır. Wandkar ve ark. (2012), Hindistan Maharashtra'daki yerel marketten aldıkları soya tohumlarının ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini nem içeriği %7.37 (kb)'de sırasıyla 6,55 mm, 5.56 mm ve 4.53 mm olarak, geometrik ortalama çap ve küresellik değerlerini ise sırasıyla 5.44 mm ve %83.0 bulmuşlardır. Alibas ve Koksal (2015), %8.02 nem içeriğinde ATAEM-II çeşidi soya tohumlarının ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini sırası ile 7.04 mm, 6.30 mm ve 6.02 mm olarak; Tavakoli ve ark. (2009) ise %6.92 nem içeriğinde Williams çeşidi soya tohumlarının ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık, geometrik ortalama çap ve küresellik değerlerini sırasıyla 7.27 mm, 6.48 mm, 5.41 mm, 6.34 mm ve %87.25 olarak belirlemişlerdir.

Çalışmada; Türksoy, Adasoy ve Yeşilsoy çeşitlerinde uzunluk değerleri sırasıyla 6.69-7.34 mm aralığında; genişlik değerleri ise çeşitlere göre 5.73-5.91 mm ve kalınlık değerleri ise sırasıyla 4.90-5.09 mm aralığındadır. Buna karşın, soya çeşitlerinde, geometrik ortalama çap değerleri 5.71-5.89 mm; küresellik değerleri ise çeşitlere göre %81.03-85.89 aralığında bulunmuştur. Tohum boyutları ve küresellik gibi fiziksel özellikler, ekim makinalarında ekici düzenlerin tasarımında önemlidir. Ekilecek tohumla, ekici düzenin boyutlarının uyum içerisinde olması gerekmektedir. Ayrıca ekim esnasında tohum akışı, tohumların boyutuna, şekline, küreselliğine, tane hacim ağırlığına ve yığılma açısına bağlıdır (Jayan ve Kumar, 2004).

Soya tohumlarının fiziksel özellikleri içerisinde hacimsel (gravimetrik) özellikler olarak tek tane ve bin tane ağırlığı, hacim, yığın hacim ağırlığı, tane hacim ağırlığı ve poroziteye ait değerler, Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Soya çeşitlerine ait tohum örneklerinin hacimsel (gravimetrik) özellikleri
Table 2. *Gravimetric characteristics of seed samples of soybean varieties*

Soya çeşitleri	Tek tane ağırlık (mg)	Bin tane ağırlığı (g)	Hacim (mm^3)	Yığın hacim ağırlığı (kg m^{-3})	Tane hacim ağırlığı (kg m^{-3})	Porozite (%)
Türksoy	147.4±3.75	123.35±2.75	111.86±2.53a	693.34±6.76	1784±136.23 b	59.45±2.93 b
Adasoy	140.2±3.25	116.01±1.71	98.85±2.17 b	704.75±1.56	2238.63±106.15a	68.14±1.37 a
Yeşilsoy	148.8±4.93	120.96±3.00	109.19±2.27a	696.71±4.24	1924.23±72.11ab	63.07±1.07ab
F	1.307^{ns}	2.15^{ns}	8.706**	1.558^{ns}	4.642*	4.912*

*: P<0.05, **: P<0.01, ^{ns}: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Farklı soya çeşitlerinin tek tane ağırlık, bin tane ağırlık, yığın hacim ağırlığı değerleri üzerinde etkilerinin istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermediği bulunmuştur. Hacim değerlerinde çeşitlerin arasındaki farklar istatistiksel olarak p<0.01 seviyesinde önemli iken, tane hacim ağırlığı ve porozite değerlerinde önem p<0.05 seviyesindedir. Tek tane ağırlık değerleri Türksoy, Adasoy ve Yeşilsoy için sırasıyla; 147.4 mg, 140.2 mg, 148.8 mg olarak, porozite değerleri %59.45, %68.14 ve %63.07; yığın hacim ağırlığı değerleri 693.34 kg m^{-3}, 704.75 kg m^{-3} ve 696.74 kg m^{-3} ve gerçek hacim ağırlığı değerleri ise 1784 kg m^{-3}, 2238.63 kg m^{-3} ve 1924.23 kg m^{-3} olarak belirlenmiştir.

Polat ve ark. (2006), soya tohumlarının porozite, gerçek ve yığın hacim ağırlığını da %6.7 (k.b) nemde sırasıyla, %51.0, 1062.6 kg m^{-3} ve 804.8 kg m^{-3} olarak; Kibar ve Öztürk (2008), soya tohumlarının %8 nemde %22.58, 983.33 kg m^{-3} ve 766.12 kg m^{-3} olarak bulmuşlardır. Wandkar ve ark. (2012), soya tohumlarının %8 nem içeriğindeki porozite, gerçek hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığını da sırasıyla %40.07, 749.1 kg m^{-3} ve 1250.0 kg m^{-3} olarak bulmuşlardır. Literatürdeki soya çalışmalarındaki sonuçlara göre; porozite değerleri %22.58-51.0, yığın hacim ağırlığı değerleri ise 749.1-804.8 kg m^{-3}, gerçek hacim ağırlığı değerleri ise 983.33-1250.0 kg m^{-3} aralığında belirlenmiştir. Çalışmada bulunan porozite değerleri ve yığın hacim ağırlığı değerleri literatüre göre daha düşük bulunurken, gerçek hacim ağırlığı değerleri ise literatürlerden daha yüksek bulunmuştur.

Mekanik Özellikler

Türksoy, Yeşilsoy ve Adasoy çeşitlerine ait örneklerin mekanik özellikleri için kırılma kuvveti, deformasyon, kırılma enerjisi, sertlik ve kırılma gücü değerleri ile sürtünme katsayısı ve yığılma açısı değerleri incelenmiştir. Soya fasulyesi çeşitlerine ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki kırılma kuvveti değerleri, Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3'e göre, Yeşilsoy çeşidinde farklı yükleme ekseni ve hızlarındaki kırılma kuvveti değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek, genişlik ekseni boyunca kırılma kuvveti değerleri uzunluk ve kalınlık eksenlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre kırılma kuvveti değerleri 30 mm min^{-1} yükleme hızında diğer yükleme hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hız artışına göre kırılma kuvveti değerlerinde azalma gözlenmiştir. En yüksek kırılma kuvveti değeri, Yeşilsoy çeşidinde 30 mm min^{-1} yükleme hızında kalınlık ekseninde 115.58 N ile gözlenmiş, en düşük kırılma kuvveti değeri 42.42 N ile Türksoy çeşidinde ve 90 mm min^{-1} yükleme hızında ve uzunluk ekseninde gözlenmiştir.

Çizelge 3. Soya fasulyesi çeşitlerine ait kırılma kuvveti değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 3. Changes of rupture force values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme hızı (mm min^{-1})	Yükleme ekseni u	g	k	Ortalama	Çeşit ortalaması
Türksoy	30	100.17±3.20a**	79.12±5.74 b**	90.93 ±2.75 a**	90.07±2.80 a**	75.78±2.35b**
	60	84.71±2.11 ns	80.50±4.67 ns	74.66 ±6.06 ns	79.96±2.66 b**	
	90	42.42±3.20 b**	79.59±5.71 a**	49.88 ±5.54 b**	57.30±4.06 c**	
	Ort	75.77±4.81 ns	79.74±3.01 ns	71.82 ±4.19 ns		
Adasoy	30	89.35±4.38 b**	106.41±4.03a**	70.88 ±6.45 c**	88.88±3.90 a**	77.16±2.60 b**
	60	82.73±4.93 ns	76.76±6.87 ns	76.10 ±6.44 ns	78.53±3.46 b**	
	90	87.21±8.12 a**	60.51±7.33 b**	44.47 ±3.54 b**	64.06±4.94 c**	
	Ort	86.43±3.40 a**	81.23±4.96 a**	63.82 ±4.06 b**		
Yeşilsoy	30	81.06±3.35 b**	88.28±3.03 b**	115.58±3.93a**	94.97±3.37 a**	86.75±2.47 a**
	60	91.40±4.43 ns	97.04±5.25 ns	81.04±6.90 ns	89.83±3.36 a**	
	90	79.19±5.31 ns	85.87±13.18 ns	61.25±4.18 ns	75.44±5.14 b**	
	Ort	83.88±2.67 ns	90.40±4.75 ns	85.96±5.07 ns		
Yükleme ekseni ortalaması		83.03±2.18 a**	83.79±2.52 a**	73.87±2.73 b**		
Yükleme hızı ortalaması						
	30	90.19±2.51 ns	91.27±3.24 ns	92.46±4.27 ns	91.31±1.95 a**	
	60	86.28±2.34 ns	84.77±3.56 ns	77.27±3.64 ns	82.77±1.89 b**	
	90	69.61±4.89 ns	75.32±5.56 ns	51.87±2.82 ns	65.60±2.82 c**	

**: P<0.01, ns: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Dursun (2002), Michell çeşidi soyanın x-x ve y-y eksenlerindeki kopma kuvveti değerlerini sırasıyla 143.4 ve 91.7 N, Clark çeşidinde ise sırasıyla 119.5 ve 83.0 N olarak bulmuştur. Dursun ve Güner (2003), beş farklı buğday çeşidinde yüklenme (sıkıştırma) eksenine bağlı olarak ilk kırılma için gerekli olan kopma kuvvetinin değişimini belirlemiştir. Aynı nem içeriğinde (%4.5) x-x ekseninde en büyük kopma kuvvetinin Bezostaja çeşidinde (163,3 N), en küçük kopma kuvvetinin ise Topbaş çeşidinde (52,0 N) elde edildiğini açıklamışlardır. y-y ekseninde ise en büyük ve en küçük kopma kuvvetlerini Kunduru 1149 çeşidinde (138.2 N) ve Topbaş (73.3 N) çeşitlerinde elde etmişlerdir. Soya çeşitlerinde farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki deformasyon değerleri, Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Soya fasulyesi çeşitlerine ait deformasyon değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 4. Changes of deformation values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme hızı(mm min^{-1})	Yükleme ekseni u	g	k	Ortalama	Çeşit ortalaması
Türksoy	30	0.923±0.01 a**	0.628±0.04 c**	0.801±0.03 b**	0.784 ±0.03 a*	0.752±0.02 ns
	60	0.815±0.02 ns	0.729±0.04 ns	0.719±0.03 ns	0.754±0.02 ab*	
	90	0.525±0.04 c**	0.918±0.05 a**	0.713±0.06 b**	0.719±0.04 b*	
	Ort	0.754±0.03 ns	0.758±0.03 ns	0.744±0.02 ns		
Adasoy	30	0.552±0.05 b*	0.619±0.03 ab*	0.739±0.04 a*	0.637±0.03 b**	0.718±0.02 ns
	60	0.769±0.04 ns	0.825±0.04 ns	0.675±0.06 ns	0.756±0.03 a**	
	90	0.788±0.04 ns	0.777±0.05 ns	0.715±0.06 ns	0.760±0.03 a**	
	Ort	0.703±0.03 ns	0.740±0.03 ns	0.710±0.03 ns		
Yeşilsoy	30	0.740±0.04 b**	0.536±0.04 c**	0.900±0.02 a**	0.725 ns±0.03	0.747±0.02 ns
	60	0.697±0.04 ns	0.798±0.04 ns	0.730±0.03 ns	0.742 ns±0.02	
	90	0.787±0.02 b**	0.885±0.04 a**	0.647±0.03 c**	0.773 ns±0.03	
	Ort	0.741±0.02 ns	0.740±0.03 ns	0.759±0.03 ns		
Yükleme ekseni ortalaması		0.733±0.02 ns	0.746±0.02 ns	0.738±0.02 ns		
Yükleme hızı ortalaması						
	30	0.738±0.04 b**	0.594±0.02 c**	0.813±0.02 ns	0.715 ±0.02 ns	
	60	0.760±0.02 a**	0.784±0.02 b**	0.708±0.02 ns	0.751 ±0.01 ns	
	90	0.700±0.03 b**	0.860±0.03 a**	0.692±0.03 ns	0.751 ±0.02 ns	

*: P<0.05, **: P<0.01, ns: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelge 4'e göre, Türksoy çeşidinde farklı yükleme ekseni ve hızlarındaki deformasyon değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek, yükleme eksenlerine göre de kırılma kuvveti değerlerinde de görüldüğü gibi,

genişlik ekseni boyunca daha yüksek değerler bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre deformasyon değerleri 60 ve 90 mm min^{-1} yükleme hızlarında aynı ortalama değerle 30 mm min^{-1} hızına göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek deformasyon değeri, Türksoy çeşidinde 30 mm min^{-1} yükleme hızında kalınlık ekseninde 0.923 mm ile gözlenmiş, en düşük deformasyon değeri 0.525 mm ile; Türksoy çeşidinde ve 90 mm min^{-1} yükleme hızında ve uzunluk ekseninde gözlenmiştir. Soya çeşitlerinde özellikle mekanik olarak ürün işlemede etkili olan kırılma enerjisinin, farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki değişimi, Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Soya fasulyesi çeşitlerine ait kırılma enerjisi değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 5. Changes of rupture energy values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme hızı (mm min^{-1})	Yükleme ekseni u	g	k	Ortalama	Çeşit ortalaması
Türksoy	30	46.17±1.38 a**	25.11±2.84 c**	36.62±2.07 b**	35.97±2.01 a**	29.32±1.27 b**
	60	34.48±1.05 a*	29.47±2.43 ab*	26.46±1.79 b*	30.14±1.20 b**	
	90	11.50±1.53 b**	36.83±3.65 a**	17.22±1.71 b**	21.85±2.45 c**	
	Ort	30.72 ±2.78 ns	30.47±1.91 ns	26.76±1.80 ns		
Adasoy	30	25.37±3.31 ns	33.00±2.11 ns	25.58±2.27 ns	27.98±1.60 ns	27.53±1.12 b**
	60	32.03±3.04 ns	31.66±3.25 ns	26.23±3.65 ns	29.97±1.91 ns	
	90	33.92±3.00 a**	24.06±4.00 b**	15.89±1.67 b**	24.62±2.18 ns	
	Ort	30.44±1.87 a**	29.57±1.93 a**	22.57±1.72 b**		
Yeşilsoy	30	30.09±2.17 b**	23.76±2.13 b**	52.20±2.69 a**	35.35±2.61 ns	33.05±1.43 a**
	60	31.31±1.06 b*	38.88±2.86 a*	29.96±3.23 b*	33.39±1.60 ns	
	90	31.17±2.24 ab*	40.01±7.42 a*	20.09±1.91 c*	30.42±2.98 ns	
	Ort	30.86±1.07 ns	34.22±2.98 ns	34.08±2.90 ns		
Yükleme ekseni ortalaması		30.67±1.16 a*	31.42±1.35 a*	27.80±1.36 b*		
Yükleme hız ortalaması						
	30	33.88±2.13 b**	27.29±1.53 c**	38.13±2.42 a**	33.10±1.27 a**	
	60	32.61±1.11 a*	33.34±1.76 a*	27.55±1.70 b*	31.16±0.93 a**	
	90	25.53±2.26 b**	33.63±3.22 a**	17.73±1.04 c**	25.63±1.51 b**	

*: P<0.05, **: P<0.01, ns: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelge 5'e göre, Yeşilsoy çeşidinde kırılma enerjisi diğer çeşitlere göre daha yüksek, yükleme eksenlerine göre genişlik ekseni boyunca uzunluk ve kalınlık eksenlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre kırılma enerjisi değerleri 30 mm min^{-1} yükleme hızlarında diğer yükleme hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek kırılma enerjisi değeri, Yeşilsoy çeşidinde 30 mm min^{-1} yükleme hızında kalınlık ekseninde 52.20 N mm ile gözlenmiş, en düşük kırılma enerjisi değeri ise 11.50 N mm ile; Türksoy çeşidinde ve 90 mm min^{-1} yükleme hızında ve uzunluk ekseninde gözlenmiştir. Soya fasulyesi çeşitlerine ait mekanik testlerde, özellikle mekanik olarak ürünün işlenmesinde etkili olacak şekilde farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki sertlik değerleri, Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6'ya göre, Yeşilsoy çeşidinde farklı yükleme ekseni ve hızlarındaki sertlik değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek, yükleme eksenlerine göre de kırılma enerjisi değerlerinde de görüldüğü gibi genişlik ekseni boyunca uzunluk ve kalınlık eksenlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre sertlik değerleri 30 mm min^{-1} yükleme hızlarında diğer yükleme hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek sertlik değeri, Adasoy çeşidinde 30 mm min^{-1} yükleme hızında genişlik ekseninde 174.34 N mm^{-1} ile gözlenmiş, en düşük sertlik değeri ise 66.15 N mm^{-1} ile Adasoy çeşidinde ve 90 mm min^{-1} yükleme hızında ve kalınlık ekseninde gözlenmiştir.

Dursun ve Güner (2003), beş farklı buğday çeşidinde yüklenme eksenine bağlı olarak kopma enerjisindeki değişimini, x-x ekseninde en büyük kopma enerjisi Kunduru 1149 çeşidinde (177.9 N mm), en küçük kopma enerjisi ise Topbaş çeşidinde (52.1 N mm) olarak bildirmişlerdir. y-y ekseninde ise en büyük ve en küçük kopma enerjileri sırasıyla Bezostaja çeşidinde 128.8 Nmm ve Topbaş çeşidinde 66,4 N mm olarak bildirilmiştir. Özellikle mekanik olarak ürünün işlenmesinde etkili olan kırılma gücü değerleri, soya çeşitlerine ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki kırılma gücü değerleri, Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7'ye göre, Yeşilsoy çeşidinde farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki kırılma gücü değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek, yükleme eksenleri dikkate alındığında kırılma enerjisi değerlerinde de olduğu gibi, genişlik ekseni boyunca uzunluk ve kalınlık eksenlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre kırılma gücü değerleri 90 mm min^{-1} yükleme hızlarında diğer yükleme hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. En

yüksek kırılma gücü değeri, Adasoy çeşidinde 90 mm min^{-1} yükleme hızında uzunluk ekseninde 0.065 W ile gözlenmiş, en düşük kırılma gücü değeri ise 0.018 W ile Adasoy çeşidinde ve 30 mm min^{-1} yükleme hızında ve kalınlık ekseninde gözlenmiştir.

Çizelge 6. Soya fasulyesi çeşitlerine ait sertlik değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 6. Changes of hardness values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme Hızı (mm min^{-1})	Yükleme ekseni u	g	k	Ortalama	Çeşit ortalaması
Türksoy	30	108.86±4.32 ns	130.53±11.40 ns	114.03±3.34 ns	117.81±4.41 a**	
	60	104.55±3.85 ns	112.97±8.42 ns	106.62±11.30 ns	108.05±4.74 a**	
	90	81.58±4.79 ns	88.38±7.67 ns	77.60±15.45 ns	82.52±5.82 b**	
	Ort	98.33±3.28 ns	110.63±6.10 ns	99.42±6.90 ns		
Adasoy	30	169.77±11.89 a**	174.34±9.35 a**	101.42±12.97b**	148.51±8.91 a**	114.61±5.14 a**
	60	110.91±9.45 ns	95.40±11.10 ns	119.27±13.08 ns	108.53±6.56 b**	
	90	114.97±15.11 a*	79.27±9.49 b*	66.15±7.65 b*	86.80±7.33 c**	
	Ort	131.88±8.50 a**	116.34±9.52 a**	95.61±7.61 b**		
Yeşilsoy	30	112.02±6.78 b**	173.63±15.13 a**	128.57±3.77 b**	138.07±7.30 a**	119.52±3.88 a**
	60	136.05±11.42 ns	123.15±7.48 ns	112.11±9.20 ns	123.77±5.60 a**	
	90	101.19±7.13 ns	93.55±11.56 ns	95.38±6.12 ns	96.71±4.83 b**	
	Ort	116.42±5.55 ns	130.11±9.00 ns	112.02±4.52 ns		
Yükleme ekseni ortalaması		115.54±3.81 a**	119.02±4.84 a**	102.35±3.77 b**		
Yükleme hızı ortalaması						
	30	130.21±6.95 b**	159.50±7.79 a**	114.67±4.92 b**	134.80±4.28 a**	
	60	117.17±5.54 ns	110.51±5.51 ns	112.66±6.37 ns	113.45±3.33 b**	
	90	99.25±6.14 ns	87.07±5.52 ns	79.71±6.29 ns	88.67±3.53 c**	

*: P<0.05, **: P<0.01, ns: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelge 7. Soya fasulyesi çeşitlerine ait kırılma gücü değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 7. Changes of rupture power values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme hızı (mm min^{-1})	Yükleme ekseni u	g	k	Ortalama	Çeşit ortalaması
Türksoy	30	0.025±0.000 a**	0.020±0.001 b**	0.023±0.00 ab**	0.023±0.001 b**	0.035±0.001 b**
	60	0.042±0.001 ns	0.040±0.002 ns	0.037±0.003 ns	0.040±0.001 a**	
	90	0.032±0.002 b**	0.060±0.004 a**	0.037±0.004 b**	0.043±0.003 a**	
	Ort	0.033±0.002 b**	0.040±0.003 a**	0.033±0.002 b**		
Adasoy	30	0.022±0.001 **	0.027±0.001 a**	0.018±0.002 c**	0.022±0.001 c**	0.037±0.002 b**
	60	0.041±0.002 ns	0.038±0.003 ns	0.038±0.003 ns	0.039±0.002 b**	
	90	0.065±0.006 a**	0.045±0.006 b**	0.033±0.003 b**	0.048±0.004 a**	
	Ort	0.043±0.004 a**	0.037±0.003 b**	0.030±0.002 c**		
Yeşilsoy	30	0.020±0.000 b**	0.022±0.000 b**	0.029±0.000 a**	0.024±0.001 c**	0.042±0.002 a**
	60	0.046±0.002 ns	0.049±0.003 ns	0.041±0.003 ns	0.045±0.002 b**	
	90	0.059±0.004 ns	0.064±0.010 ns	0.046±0.003 ns	0.057±0.004 a**	
	Ort	0.042±0.003 ns	0.045±0.005 ns	0.039±0.002 ns		
Yükleme ekseni ortalaması		0.039±0.002 a**	0.041±0.002 a**	0.034±0.001 b**		
Yükleme hızı ortalaması						
	30	0.023±0.001 ns	0.023±0.001 ns	0.023±0.001 ns	0.023±0.000 c**	
	60	0.043±0.001 ns	0.042±0.002 ns	0.039±0.002 ns	0.041±0.001 b**	
	90	0.052±0.004 a**	0.057±0.004 a**	0.039±0.002 b**	0.049±0.002 a**	

**: P<0.01, ns: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelgeler detaylı olarak incelendiğinde, hasat sonrası soya çeşitlerine ait tohumların mekanik işlenmesinde (kırılma, öğütme vb.), Türksoy çeşidine ait tohumlar, daha az kuvvet ile kırılma kuvveti, sertlik ve kırılma için harcanacak daha az güç gereksinimine sahip iken; Adasoy çeşidine ait tohumların daha az deformasyon ve kırılmaya karşı daha az enerji gereksinimine sahip oldukları görülmektedir. Soya çeşitlerinin genel özellikleri incelendiğinde, Türksoy çeşidinin Adasoy ve Yeşilsoy çeşitlerine göre daha düşük protein içeriğine sahip olduğu görülmekte ve bu durumun da tohumun mekanik olarak işlenmesi açısından daha az kuvvet, sertlik ve kırılma gücü gereksinimine sahip olmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Yükleme eksenleri açısından kalınlık ekseninin kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, sertlik ve kırılma için gereksinim duyulan güç açısından daha düşük değerler vermesi mekanik işleme için beklenen ve istenen bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Yükleme hızları açısından da daha düşük kırılma kuvveti, kırılma enerjisi ve sertlik değerleri açısından 90 mm min^{-1} yükleme

hızının diğer hızlara göre beklenen özellikleri karşılaması açısından daha uygun sonuçlar verdiği söylenebilir.

Soya çeşitlerinde yığılma açısı değerleri 9.40° ile 10.73° aralığında bulunmuştur. En yüksek yığılma açısı değeri, Türksoy çeşidinde 10.73° ile bulunurken, en düşük değer ise Adasoy çeşidinde 9.40° olarak belirlenmiştir (Çizelge 8). Statik sürtünme katsayıları tüm çeşitlerde en yüksek lastik yüzeylerde, en düşük değer tüm çeşitlerde laminant sürtünme yüzeyinde elde edilmiştir. Soya tohumlarının PVC, galvaniz ve laminant yüzeylerdeki sürtünme katsayısı değerlerinde çeşitlerin arasındaki farklar istatistiksel olarak $p<0.01$ seviyesinde önemli iken, kontrplak ve lastik yüzeylerde istatistiksel farklılığın önemli olmadığı gözlenmiştir (Çizelge 8).

Shirkole ve ark. (2011), statik sürtünme katsayılarını %7.3 nem içeriğinde TAMS-38 soya çeşidinde galvaniz, kontrplak, lastik yüzeyde sırasıyla 1.03,1.16 ,1.18 ; JS-335 çeşidinde ise aynı yüzeyler sırasıyla 0.94, 1.24 ve 1.27 olarak belirlemişlerdir. Alibas ve Koksal (2015), %8.02 nem içeriğindeki soya tohumlarının statik sürtünme katsayılarını galvaniz, kontrplak, lastik yüzeyde sırasıyla 0.40, 0.43 ve 0.54 olarak belirlemişlerdir. Soya çeşitleri için en yüksek statik sürtünme katsayısı değerinin lastik yüzeyde görülmesi literatürde belirtilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Ürünlerin sürtünme katsayıları, farklı temas yüzeylerine göre değişmektedir. Bu nedenle, ürünlerin farklı temas yüzeylerindeki sürtünme katsayılarının tam olarak belirlenmesi, mekanik ekipmanların (konveyörler, ayırma, temizleme, kurutma ve depolama araçları) performans optimizasyonunda ve sonuç olarak hasarların azaltılması ve ekonomik verimlilik için faydalı olmaktadır (Mohsenin, 1980).

Çizelge 8. Soya çeşitlerinin statik sürtünme katsayısı ile yığılma açısı değerleri.
Table 8. Static friction coefficient and angle of repose values of soybean varieties.

Soya çeşitleri	PVC	Galvaniz	Laminant	Kontrplak	Lastik	Yığılma açısı (°)
Türksoy	0.32±0.002 a	0.34±0.004 b	0.30±0.003 a	0.33±0.003	0.37±0.002	10.73±0.38
Adasoy	0.30±0.002 b	0.33±0.002 b	0.28±0.003 b	0.33±0.002	0.36±0.004	9.40±0.38
Yeşilsoy	0.30±0.002 c	0.35±0.003 a	0.29±0.004 b	0.33±0.003	0.37±0.003	9.78±0.49
F	61.4**	12.0**	10.6**	0.00^{ns}	0.93^{ns}	2.65^{ns}

PVC: Polivinil klorür, **: P<0.01, ^{ns}: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Renk Özellikleri

Soya çeşitlerinin renk karakteristiklerine ait değerler, Çizelge 9'da verilmiştir. Türksoy çeşidine ait renk karakteristiklerinden *L**, *a** ve *b** değerleri sırasıyla 51.95, 5.71 ve 19.75 olarak belirlenirken; Adasoy çeşidinde bu değerler 50.07, 5.10 ve 19.18 olarak değişmiştir. *L*, a** ve *b** renk karakteristikleri üzerine çeşitler arasında $p<0.01$ düzeyinde farklılık gözlenmiştir.

Çizelge 9. Soya tohumlarının çeşitler bazında renk karakteristikleri.
Table 9. Colour characteristics of soybean grains on the basis of varieties.

Soya çeşitleri	L*	a*	b*	Kroma	Hue açısı
Türksoy	51.95±0.09 a	5.71±0.11 a	19.75±0.30 a	20.56±0.32 a	1.29±0.00 b
Adasoy	50.07±0.32 b	5.10±0.10 b	19.18±0.19 a	19.85±0.21 a	1.31±0.00 a
Yeşilsoy	48.30±0.77 c	5.15±0.10 b	18.19±0.31 b	18.91±0.30 b	1.30±0.01 b
F	14.18**	10.86**	8.28**	8.82**	5.66*

*: P<0.05, **: P<0.01. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir

Hou ve Chang (2004), soyanın depolanması ile ilgili yaptığı çalışmada *L*, a** ve *b* değerlerini* sırasıyla 51.04, 4.05 ve 15.58 olarak belirlemişlerdir. Bu sonuca göre soya çeşitlerine ait sonuçlar literatür ile benzerlik göstermektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Soya çeşitlerinin hasat sonrası bazı biyoteknik özelliklerinden olan, ayırma, sınıflandırma, depolama ve mekanik işlemler kullanılacak makine ve sistemlerin tasarımı, proje ve işletim aşamalarında gerekli makine performansı ve enerji tüketimine ait değerlendirmelerde dikkate alınması gerekmektedir. Soya üretimi ve değerlendirilmesi ile ilgili araştırma faaliyetleri Türkiye'de azdır. Ayrıca dünyada fosil kaynaklı olmayan, yenilenebilir ve sürdürülebilir en önemli alternatif enerji kaynağı olarak kabul edilen biyodizelin soya yağlı tohumundan elde edilmesi ile ilgili bilimsel çalışmalar teşvik edilmelidir. Tarım ve enerji politikalarını belirlerken, enerji kaynaklarına yeni bir güç ve potansiyel sağlayacak olan biyodizelin ana hammaddesi olan bitkisel yağların üretimine esas teşkil edecek yağlı tohum bitkilerinin özellikle soyanın, ülke genelinde ekiminin sağlanması ve yaygınlaştırılması teşvik edilirken, biyodizel üretim tesislerinin kurulmasına da öncelik verilmelidir. Çalışmada, çeşitler arasında Adasoy çeşidinin diğer çeşitlere nazaran küreye daha yakın olduğu, en yüksek gerçek ve yığın hacim ağırlığı değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm çeşitlerde en yüksek statik sürtünme katsayısı değerleri lastik yüzeyde

belirlenmiştir. Yükleme hızlarına göre, 90 mm min^{-1} yükleme hızı, daha düşük kırılma kuvveti, kırılma enerjisi ve sertlik değerleri vermiştir. Sonuç olarak; farklı soya çeşitlerine ait tohumların hasat sonrası bazı biyoteknik özellikleri soyanın işlenmesi, son ürün kalitesi ile tüketici istekleri ve ekonomik değerler açısından göz önünde bulundurulması gerekir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Alibas I, Koksal N 2015. The Effect of Moisture Content on Physical, Mechanical and Rheological Properties of Soybean (*Glycine max* cv. ATAEM-II) Seed. Legume Reesearch, 38 (3): 324-333.

Alpay F 2003. Dünyada ve Türkiye'de Soya Gıdaları ve Soya Unu Semineri Notları, Adana.

Altuntas E, Gercekcioglu R, Kaya C 2010. Selected Mechanical and Geometric Properties of Different Almond Cultivars. International Journal of Food Properties 13 (2): 282-293.

Anonim 2012. 2011 Yılı Soya Fasulyesi Raporu. http://koop.gtb.gov.tr/data/51f7a40d487c8e14b4454601/2011%20Y%C4%B1l%C4%B1%20Soya%20Raporu.doc. (Alınma Tarihi: 29.11.2020)

Anonim 2020a. Soya. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ tepge/ Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3% BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2019 (Alınma Tarihi: 27.07.2020)

Anonim 2020b. Soya (Danelik / Silajlık) https://arastirma.tarimorman.gov.tr/cukurovataem/Menu/33/Soya-_-Danelik-_-Silajlik-_ (Alınma Tarihi: 27.07.2020)

Anonim 2020c. Enerji Bitkileri ve Biyoyakıtlar Sektörel Rapor. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Enerji%20Tar %C4%B1m%C4%B1%20ve%20Biyoyak%C4%B1tlar%20Sekt%C3%B6rel%20Raporu.pdf

Braga GC, Couto SM, Hara T, Neto JTPA 1999. Mechanical Behaviour of Macadamia Nut Under Compression Loading. Journal of Agricultural Engineering Research, 72 (3): 239-245.

Dursun E 2002. Soya ve Mısırın Sıkıştırma Yükü Altındaki Mekanik Davranışları. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (1): 14-19.

Dursun E, Güner M 2003. Buğday ve Arpanın Sıkıştırma Yükü Altındaki Mekanik Davranışlarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 9(4): 415-420.

Gül EN, Özgöz E, Altuntaş E 2020. Domates Meyvelerinin Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerine Olgunluk Dönemi ve Muhafaza Sürelerinin Etkileri. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1 (1): 12-28.

Hou HJ, Chang KC 2004. Storage Conditions Affect Soybean Color, Chemical Composition and Tofu Qualities. Journal of Food Processing and Preservation 28: 473–488.

Jayan PR, Kumar VJF 2004. Planter Design in Relation to the Physical Properties of Seeds. Journal of Tropical Agriculture 42 (1-2): 69-71.

Kaleemullah S, Gunasekar JJ 2002. Moisture-dependent Physical Properties of Arecanut Trues. Biosystem Engineering, 82(3): 331-338.

Karadağ A 2020. Biyodizel. https://cdn.bartin.edu.tr/biyoteknoloji/86babca0507e88ae8f7ecb1dea 802c6b/sunum3biyodizel_19Kl5Fg.pdf (Alınma Tarihi: 28.11.2020)

Keskin D 2019. Soya Küspesinin Konsantre Yemlerde Miktarının Tespitine Yönelik NIR Kalibrasyonu Oluşturulması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıklari Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 33 sy.

Khazaei J, Rasekh M, Borghei AM 2002. Physical and Mechanical Properties of Almond and Its Kernel Related to Cracking and Peeling. An ASAE Meeting Presentation, Paper No 026153.

Kibar H, Öztürk T 2008. Physical and Mechanical Properties of Soybean. International Agrophysics, 22: 239-244.

Kinney AJ, Clemente TE 2004. Modifying Soybean Oil for Enhanced Performance in Biodisel Blends. Fuel Processing Technology, 20 December 2004, pp.1-11.

Liu K 2004. Soybean as Functional Foods and Ingredients,1-51, AOCS Press, Champaign, IL, USA.

McGuire RG 1992. Reporting of Objective Colmeasurements. Hortscience, 27: 1254-1255.

Mohsenin NN 1980. Physical Properties of Plants and Animal Materials. Gordon and Breach Science publishers, NW, New York.

Molenda M, Horabik J, Thompson SA, Ross J 2004. Effects of Grain Properties on Loads in Model Silo. International Agrophysics, 18: 329-332.

Özel A, Acar R 2020. Ekim Normunun Soya Fasulyesinde *(Glycine max L. Merrill)* Ot Verimine Etkileri. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, Sayı 3(3): 141-147.

Polat R, Atay U, Saglam C 2006. Some Physical and Aerodynamic Properties of Soybean. Journal of Agronomy, 5: 74-78.

Riaz MN 2001. Uses and Benefits of Soy Fiber, Cereal Foods World, 46: 98-100.

Sarıoğlan M 2019. Bazı soya (Glycine max Merr.) genotiplerinin Tokat-Kazova şartlarında performanslarının belirlenmesi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri

Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 65 sy.

Shirkole SS, Kenghe RN, Nimkar PM 2011. Moisture dependent physical properties of soybean. International Journal of Engineering Science and Technology, 3(5): 3807-3815.

SPSS 2000. "SPSS for Windows". Student Version. Release 10.0.9 SPSS Inc IL USA.

Suthar SH, Das SK 1996. Some Physical Properties of Karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf] Grains. Journal of Agricultural Engineering Research, 65: 15-22.

Şahar AK 2017. Çukurova Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Soya Çeşitlerinde Farklı Hasat Dönemlerinin Hasıl Verime ve Katkı Maddelerinin Silaj Kalitesine Etkileri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 138 sy.

Tavakoli H, Rajabipour A, Mohtasebi SS 2009. Moisture-Dependent Some Engineering Properties of Soybean Grains. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript 1110. Vol. XI. February.

TÜİK 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1 (Erişim tarihi: 29.01.2021).

Wandkar SV, Ukey PD, Pawar DA 2012. Determination of Physical Properties of Soybean at Different Moisture Levels. Agric Eng Int: CIGR Journal, 14 (2): 138-142.