Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi,
Anadolu Journal of Agricultural Sciences

e-ISSN: 1308-8769, ANAJAS Ocak 2026, 41: 63-80

Papaya (*Carica Papaya* L.) Tohumlarının Bazı Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Some Physical Properties of Papaya (*Carica Papaya* L.) Seeds

Berk KALEM[1], İsmail BOYAR[2], Can ERTEKİN[3], H. Kürşat ÇELİK[4]

[1]Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya · **berkkalem.contact@gmail.com** · ORCİD > 0009-0000-7997-7700

[2]Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya · **ismailboyar@akdeniz.edu.tr** · ORCİD > 0000-0001-6703-6022

[3]Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya · **ertekin@akdeniz.edu.tr** · ORCİD > 0000-0003-2987-2438

[4]Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya · **hkcelik@akdeniz.edu.tr** · ORCİD > 0000-0001-8154-6993

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 05 Temmuz/July 2025
Kabul Tarihi/Accepted: 09 Eylül/September 2025
Yıl/Year: 2026 | **Cilt-Volume:** 41 | **Sayfa/Pages:** 63-80

Atıf/Cite as: Kalem, B., Boyar. i., Ertekin, C., Çelik, H. K. "Papaya (*Carica Papaya* L.) Tohumlarının Bazı Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 41, Ocak 2026: 63-80.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: İsmail BOYAR

https://doi.org/10.7161/omuanajas.1734751

PAPAYA (*CARİCA PAPAYA* L.) TOHUMLARININ BAZI FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, tropikal ve subtropikal iklimlere uyum sağlayabilen ve son yıllarda Türkiye'de ticari önem kazanmış papaya (Carica papaya L.) tohumlarının bazı geometrik, gravimetrik ve renk parametrelerinin incelenmesidir. Papaya tohumlarının ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri ölçülmüş, geometrik ortalama çap, küresellik, en/boy oranı ve tohum yüzey alanı bu veriler kullanılarak hesaplanmıştır. Yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı, tane hacmi ve porozite değerleri de belirlenmiştir. Tohumların yaş baz nem içeriği %7.20 (y.b.) olarak bulunmuştur. Ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri sırasıyla 5.402 mm, 3.923 mm ve 3.730 mm olarak ölçülmüştür. Geometrik ortalama çap, küresellik, en/boy oranı ve tohum yüzey alanı sırasıyla 4.290 mm, %79.5, 0.727, ve 58.024 mm^2 olarak hesaplanmıştır. Ortalama statik yığılma açısı 21.737° olarak bulunmuştur. Alüminyum, krom, demir, plastik, kauçuk, laminant, fayans, karton, cam ve MDF (Orta Yoğunluklu Lif Levha) gibi farklı yüzeylerde test edilen statik sürtünme katsayıları alüminyum yüzeyde en yüksek (0.50), MDF yüzeyde ise en düşük (0.33) değerler gözlenmiştir. Tohumların gerçek hacim ağırlığı 0.646 (g cm^{-3}), tane hacmi 4.080 (cm^3) ve porozite değeri %62.027 olarak bulunmuştur. Bu parametrelerin belirlenmesi, tohumların tarım makinelerinde işlenmesine yönelik tasarımlara bilimsel temel oluşturmaktadır. Bununla birlikte papaya tohumlarının geometrik, gravimetrik ve renk özelliklerinin ortaya konması hem literatüre hem de Türkiye'de giderek artan papaya yetiştiriciliğine önemli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Papaya, Pawpaw, Papaya Tohumu, Fiziko-mekanik

❋❋❋

SOME PHYSICAL PROPERTIES OF PAPAYA (*CARICA PAPAYA* L.) SEEDS

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate certain geometric, gravimetric, and color parameters of papaya (Carica papaya L.) seeds, which can adapt to tropical and subtropical climates and have gained commercial importance in Turkey in recent years. The average length, width, and thickness of the seeds were measured, and the geometric mean diameter, sphericity, aspect ratio, and seed surface area were calculated. Bulk density, true density, seed volume, and porosity were also determined. The moisture content on a wet basis was found to be 7.20%. The average

https://doi.org/10.7161/omuanajas.1734751

length, width, and thickness were 5.402 mm, 3.923 mm, and 3.730 mm, respectively. The geometric mean diameter, sphericity, aspect ratio, and seed surface area were 4.290 mm, 79.5%, 0.727, and 58.024 mm^2, respectively. The average static angle of repose was measured as 21.737°. Static coefficients of friction were tested on different surfaces, including aluminum, chrome, iron, plastic, rubber, laminate, tile, cardboard, glass, and MDF (Medium Density Fiberboard). The highest coefficient was observed on the aluminum surface (0.50), while the lowest was on MDF (0.33). The true density, seed volume, and porosity of the seeds were found to be 0.646 g cm^{-3}, 4.080 cm^3, and 62.027%, respectively. The determination of these parameters provides a scientific basis for the design of agricultural machinery for seed processing, thereby contributing to the efficiency of mechanical operations. Thus, identifying the geometric, gravimetric, and color properties of papaya seeds offers valuable contributions both to the scientific literature and to the growing papaya cultivation in Turkey.

Keywords: Papaya, Pawpaw, Papaya Seed, Physical Properties

❁❁❁

1. GİRİŞ

Latince ismi *Carica papaya L* olan tropikal ve subtropikal iklimlerde yetiştirilebilen papaya, şekil ve renk itibariyle armut ve kavunu andırmasının yanı sıra daha ince kabuk yapısına sahiptir (Ahmed ve Engin, 2023). Aradhya ve ark., (1999) tarafından belirtildiğine göre; *Carica L*., 21 tür içeren ve *Caricaceae* ailesindeki beş cinsten en büyüğüdür (Badillo, 1971; Badillo, 1993). Diğer dört cins ise *Jacaratia* A. DC. (7 tür), *Jarilla Rusby* (3 tür), *Cylicomorpha Urban* (2 tür) ve *Horovitzia Badillo* (1 tür) olarak sıralanır. *Caricaceae* familyasının alt türü olan tropikal bir ağaç bitkisidir ve Orta ve Güney Amerika kökenli olduğu düşünülmektedir (Chavan, 2018). Genellikle yaprak dökmeyen, tek gövdeli, yarı odunsu ve hızlı büyüyen bir yapıya sahiptir. Optimal şartlarda 6-9 m yüksekliğe ulaşabilen, gövdesi 10-30 cm çapında değişen, otsu bir yapıya sahip dalsız bir ağaçtır (Ramona ve ark., 2017). Papaya generatif ve vejetatif yollarla çoğalabilmektedir, ancak ticari amaçlar için genellikle tohumla çoğaltılır (Güneş ve Gübbük, 2006). Meyvesinin karbonhidrat, yağ, lif, vitaminler, antioksidanlar gibi zengin besin içeriğinden dolayı papaya hem olgunlaşmamış hem de olgunlaşmış halde tüketilebilir (Anonim, 2023). Dünya mutfağının birçok yerinde yer alan papaya, Tayland ve Vietnam mutfağında olgunlaşmamış papaya meyveleri yemeklerde aroma verici olarak kullanılır (Sankat ve Maharaj, 1997; Masse ve ark., 2023) Papaya, besleyiciliğinin yanı sıra meyvesi, yaprakları ve içindeki lateks dokusu kullanılarak ilaç endüstrisinde, tekstilde, bira ve şarap üretiminde de kullanılmaktadır (Krishna ve ark., 2008; Carvalho, 2013). Dünyada papaya yetiştiriciliğinde başta Hindistan olmak üzere Dominik Cumhuriyeti, Endonezya, Meksika, Brezilya, Nijerya ve Çin en çok papaya yetiştirilen ülkelerdir.

Papayanın bilinen birçok ismi vardır, örneğin; Türkiye'de bazı bölgelerde papiyam olarak anılırken, (Çetinel, 2019) dünyada çeşitli bölgelerde Kavunağacı, Pawpaw, Papaw, Papau, Kapaya, Lapaya, Papyas, Papye, Tapayas, Mamao gibi isimlerle anılır (Kumar ve PS, 2017; Ahmed ve Engin, 2023). 2023 yılı itibariyle dünyada papaya üretimi 14.2 milyon ton olarak tespit edilmiştir (FAOSTAT, 2025). Türkiye'de papaya son yıllarda Akdeniz bölgesinde seralarda yetiştirilmeye başlanmasıyla ticari önem kazanmıştır. Çeşitli toprak koşulları ile tropik ve subtropik iklimlere uyum sağladığı ve geniş tüketim alanı göz önünde bulundurulduğunda, önümüzdeki yıllarda papayanın Türkiye'de daha çok değer kazanması ve yaygınlaşması kaçınılmazdır. Ülkemizde ve dünyada papaya meyvesine oluşan ilgi arttıkça, bu alanda kullanılan makine ve mekanizasyonların optimizasyonuna ihtiyaç duyulacaktır.

Papaya tohumlarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi çeşitli ekim, hasat ve hasat sonrasında kullanılan makina ve ekipmanların tasarım ve imalatında yol gösterici olacaktır. Ayrıca temizleme, sınıflandırma, ayırma, yağ çıkarma ekipmanlarının tasarımı, geliştirilmesi ve optimize edilmesinde bu bilgiler temel yapı taşını oluşturur. Sınıflandırma, öğütme ve akış kabiliyeti özellikleri ile ilgili makineler geliştirilirken tohumların boyutları ve şeklinin bilinmesi çok önemlidir (Altuntaş ve ark., 2017; Kaliniewicz ve ark., 2018; Boyar ve ark., 2023). Bir ekim makinası tasarımında tohum akışı, tohumların boyutu, küreselliği, hacim ağırlığı, yığılma açısı gibi parametreler göz önünde bulundurulmalıdır (Jayan ve Kumar 2004). Gravimetrik özellikler havalandırma, kurutma, taşıma ve depolama sistemlerinde önem arz etmektedir. Yığın hacim ağırlığı depolama ve taşıma sistemlerinin kapasitesini belirlemede kullanılırken, gerçek hacim ağırlığı ayırma ve sınıflandırma ekipmanlarında, porozite ise havalandırma ve kurutma işlemleri sırasında tohumların hava akışına karşı gösterdiği direnci belirlemede kullanılır. Tohumların yığılma açısı ve sürtünme katsayısı gibi özellikleri ise tohum siloları ve diğer depolama sistemlerinin tasarımı için önemli özelliklerdir (Vilche ve ark., 2003). Türkiye'de papaya yetiştiriciliğinin gelişmesi ile papaya ithalatı ve ihracatı ve bu alanda oluşacak istihdam sayesinde ülke ekonomisine katkı sağlayabilecektir. Bu alanda papaya yetiştiriciliğinin gelişmesi, ilgili makine ve mekanizasyonların tasarım ve optimizasyon aşamalarında bilinmesi gereken önemli parametreler sunulmaktadır. Türkiye'de papaya yetiştiriciliğinin gelişmesi, artacak ithalat ve ihracat faaliyetleri ile bu alanda oluşacak istihdam sayesinde ülke ekonomisine katkı sağlayabilecektir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, papaya yetiştiriciliğinde kullanılacak makine ve mekanizasyonların tasarım ve iyileştirme aşamalarında dikkate alınması gereken önemli parametreleri ortaya koymaktadır.

Son yıllarda çeşitli tohumların fiziksel özelliklerinin belirlendiği birçok çalışma bulunmaktadır; Siyah havuç (Hacıseferoğulları ve Temel, 2024), limon (Benestante ve ark., 2023), sarı çarkıfelek meyvesi (Araujo ve ark., 2020), pamuk (Badr ve ark., 2019), kapari (Dursun ve Dursun, 2005) mercimek (Bagherpour ve ark., 2010), ancak papaya tohumlarının fiziksel özelliklerinin incelendiği çalışma sayısı sınırlı

kalmıştır (de Lima Santos, 2024). Papayanın ülkemizde ve dünyada daha çok ticari önem kazanmasıyla ve papayanın ekim, hasat ve hasat sonrası işlemleri ile ilgili çalışmalar arttıkça bu sayı da artacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan papaya meyveleri Gazipaşa/Antalya'da yer alan özel bir bahçeden tedarik edilmiştir. Tohumlar, meyvenin içerisinden çıkarılarak temizlenmiş, yıkanmış ve bitkisel artıklardan ayıklandıktan sonra bir kurutma havlusu ile kurutulmuştur. Denemeler Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Ölçümlerde kullanılmadan önce kırık, gelişmemiş, zedelenmiş tohumlar ayıklanmış ve yabancı materyallerden de temizlenmiştir. (Özarslan, 2002). Denemeler için hazır hale getirilen tohumların nem içeriğinin belirlenmesi için örnekler 105 °C'de 24 saat etüvde bekletilmiş ve yaş baz nem içerikleri hesaplanmıştır (Suthar ve Das, 1996). Araştırmada kullanılan papaya tohumlarının (Şekil 1) yaş baza göre (y.b.) nem içeriği %7.20 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan bazı papaya tohumları

Figure 1. Some of the papaya seeds used in the study

Tohumlar AND GF-600 marka hassas terazi (0,001 g hassasiyete sahip) ile tartılmıştır (Boyar ve ark.,2023). Papaya tohumlarının uzunluk (L), genişlik (W) ve kalınlık (T) değerlerini belirlemek için rastgele seçilen 100 adet papaya tohumu, (Mitutoyo, 0-150 mm marka dijital kumpas kullanılarak) ölçülmüştür (Şekil 2). Bu ölçümlerden elde edilen veriler kullanılarak, tohumların geometrik ortalama

çapı (D_g) (mm), küresellikleri (ϕ) (%), en/boy oranı (R_a) ve tohum yüzey alanı (S) (mm^2) sırasıyla Eşitlik (1-4) yardımıyla hesaplanmıştır (Mohsenin, 1970; Ertekin ve ark., 2006; Akbolat ve ark., 2008);

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

$$\phi=D_g/L \quad (2)$$

$$R_a=W/L \quad (3)$$

$$S=Dg^2\,\pi \quad (4)$$

D_g: Geometrik ortalama çap (mm),

ϕ: Küresellik (%),

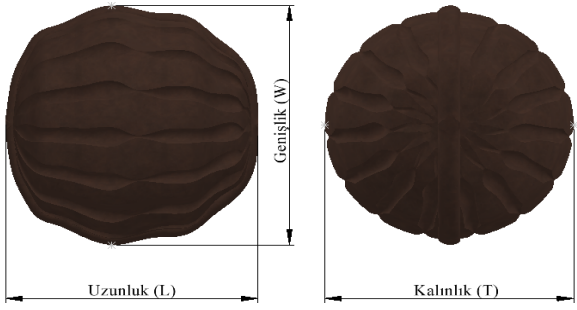
R_a: En/boy oranı,

S: Tohum Yüzey alanı (mm^2),

L: Uzunluk (mm),

W: Genişlik (mm),

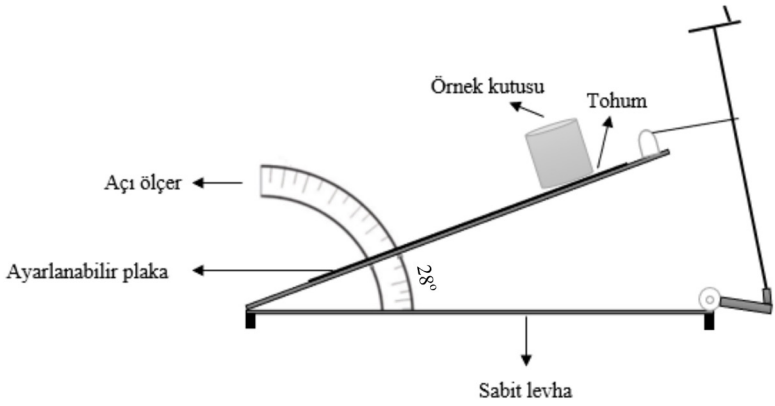
T: Kalınlık (mm),



Şekil 2. Papaya tohumlarının eksenleri ve üç ana dik boyutu

Figure 2. Axes and three main perpendicular dimensions of papaya seeds

Tohumların statik sürtünme katsayılarını belirlemek için eğimi ayarlanabilir hareketli bir deney düzeneği kullanılmıştır (Şekil 3) (Çekim ve Özarslan, 2020).



Şekil 3. Tohumların statik sürtünme katsayısı belirlenmesinde kullanılan düzenek (Çekim ve Özarslan, 2020)

Figure 3. Experimental setup used to determine the static friction coefficient for seeds (Çekim and Özarslan, 2020)

Eğimi ayarlanabilir hareketli sistemin yanına, hareket etmeyecek şekilde açıölçer yerleştirilmiştir. Başlangıçta sistem yatay konumda hareketsiz durmaktadır. Sistemin üzerine papaya tohumları yığın halinde konulmuştur. Sistem sabit hızda yükseltilerek tohumların yuvarlanmaya başladıkları noktada durdurularak eğim açıları açıölçerden okunarak belirlenmiştir. Bu işlem 10 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Sistemin altına geniş bir kap konulmuş, böylece yuvarlanan tohumların saçılmasından kaynaklanabilecek kayıplar engellenmiştir. Statik eğim açılarının belirlenmesinde alüminyum, krom, demir, plastik, kauçuk, laminant, fayans, karton, cam, MDF olmak üzere toplam 10 farklı yüzey kullanılmıştır. Bu yüzeyler eğimi ayarlanabilir sistemin üzerine yerleştirildikten sonra hareket etmeyecek şekilde sabitlenmiştir. Elde edilen açılar kullanılarak statik sürtünme katsayıları Eşitlik 5 ile hesaplanmıştır (Özarslan, 2002; Çekim ve ark., 2020; Boyar ve ark., 2023);

μ_s: tan (α) (5)

μ_s: Statik sürtünme katsayısı,

α: Eğim açısı (°).

Tohumların bin tane ağırlığının belirlenmesi için örnekler arasından rastgele 1000 adet tohum sayılarak tartılmış, elde edilen veriler bin tane ağırlığı olarak değerlendirilip ölçümler 10 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyde tohumların statik yığılma açılarının belirlenmesinde 52 mm çapında ve 63 mm uzunluğunda silindir şeklinde plastik bir boru kullanılmıştır. Plastik kabın altına beyaz

renkli mukavva karton konulmuştur. Kap tohumlar ile doldurulmuştur. Tohumla dolu silindir yavaşça kaldırılarak yığın oluşması sağlanmıştır. Oluşan koni şeklindeki yığının dikey yüksekliği kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Ölçümden önce mukavva kağıdın üzerine 0.5 cm çap farklarıyla pergel yardımıyla daireler çizilmiştir. Mukavva üzerinde oluşan yığınların çapları çizilen daireler yardımı ile ölçülmüştür (Boyar ve ark., 2023). Ölçümler 10 tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır. Elde edilen veriler yardımıyla statik yığılma açısının belirlenmesinde Eşitlik (6) kullanılmıştır (Kaleemullah ve Gunasekar, 2002; Ertekin ve ark., 2006; Du ve ark., 2023);

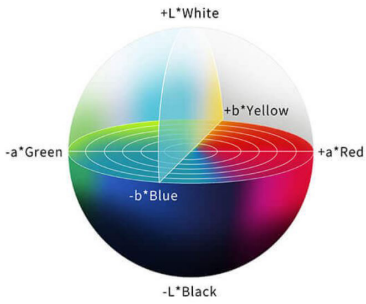
$$\gamma=\tan^{-1}(2h/d) \quad (6)$$

γ: Statik yığılma açısı (°),

h: Koni yüksekliği (mm),

d: Koni çapı (mm).

Papaya tohumlarının renklerinin belirlenmesinde PCE marka CSM3 model renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Papaya tohumlarının renginin renk uzayında konumlarını ifade eden L, a, b, c, h° değerleri belirlenmiştir (Şekil 4). Belirlenen "L" değeri 0 ile 100 arasında açık, koyu, parlaklık veya siyah-beyaz derecesini temsil eder. Saf beyaz "L" değerinde 100'ü gösterirken siyah ise 0 "L" yi gösterir. "a" değeri tohumun kırmızı-yeşil dengesini, "b" değeri sarı-mavi dengesini temsil etmektedir. Pozitif "a" ve "b" değerleri sırasıyla kırmızı ve sarıyı, negatif "a" ve "b" değerleri ise sırasıyla yeşil ve maviyi ifade eder. Burada yer alan "c" değeri kromayı, rengin doygunluk derecesini "h" değeri de hue açısını dolayısıyla rengin tonunu ifade etmektedir (Boyar ve ark., 2023).



Şekil 4. Renk uzayında (CIELAB) L, a, b değerlerinin gösterimi

Figure 4. Representation of L, a, and b values in the CIELAB color space

Papaya tohumlarının yığın hacim ağırlıklarını belirlemek için hektolitre yöntemi kullanılmıştır (Gül ve ark., 2021). Bu yöntemde 50 mL'lik bir ölçü silindiri kullanılmıştır. Tartılıp ağırlıkları belirlenen papaya tohumları 150 mm yükseklikten sabit bir hızla ölçü silindirine dökülmüş, ardından hafifçe beş kere tohumlar zıplatılarak iyice yerleşmeleri sağlanmış ve hacimleri belirlenmiştir. Daha sonra tohumların kütlelerini hacimlerine bölerek yığın hacim ağırlıkları (g cm^{-3}) bulunmuştur (Singh ve Goswami, 1996). Papaya tohumlarının gerçek hacim ağırlıklarını belirlemek için sıvı yer değiştirme metodu kullanılmıştır. Sıvı olarak sudan daha düşük bir yoğunlukta ve herhangi bir tepkimeye girmeyen toluen tercih edilmiştir. Tohumlar toluenin içerisine atılarak yükselen toluen miktarı ölçülmüştür. Gözlemler sonucu gerçek hacim ağırlığı (g cm^{-3}), tane hacmi (cm^3) ve porozite (%) değerleri, Eşitlik (7) yardımıyla hesaplanmıştır (Çekim ve Özarslan, 2020; Alayunt, 2000). Bu işlemler altı tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir;

$$p_t=(m\ d_t)/m_t \qquad (7)$$

p_t: Gerçek hacim ağırlığı (g cm^{-3}),

m: Örnek ağırlığı (g),

d_t: Toluen yoğunluğu (g cm^{-3}),

m_t: Tanelerle yer değiştiren toluen ağırlığı (g).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Geometrik Özellikler

% 7.20 (y.b.) nem içeriğinde rastgele seçilen 100 papaya tohumunun ölçülmesi sonucunda elde edilen uzunluk (mm), genişlik (mm) ve kalınlık (mm) değerleri kullanılarak, geometrik ortalama çap (mm), küresellik (%), en/boy oranı ve tohum yüzey alanı (mm^2) parametreleri hesaplanmıştır. Elde edilen tüm değerlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma (SS) değerleri Çizelge (1)'de verilmiştir. Çizelge (1)'de görüldüğü üzere minimum uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri sırasıyla 4.420 mm, 3.240 mm ve 2.840 mm bulunmuştur. Maksimum değerleri aynı sırayla 6.090 mm, 4.640 mm ve 4.230 mm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Papaya tohumlarının bazı geometrik özellikleri

Table 1. Some geometric properties of papaya seeds

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama±SS
Uzunluk (mm)	4.420	6.090	5.402±0.383
Genişlik (mm)	3.240	4.640	3.923±0.266
Kalınlık (mm)	2.840	4.230	3.730±0.258
Geometrik Ortalama Çap (mm)	3.535	4.926	4.290±0.274
Küresellik (%)	73.3	85.8	79.5±2.6
En Boy Oranı	0.646	0.824	0.727±0.037
Tohum Yüzey alanı (mm^2)	39.245	76.193	58.024±7.267

Hesaplanan geometrik ortalama çap, küresellik, en/boy oranı ve tohum yüzey alanlarının ortalama değerleri ise sırasıyla 4.290 mm, %79.5, 0.727 ve 58.024 mm^2 olarak bulunmuştur. Bu değerler incelendiğinde papaya tohumlarının küresellik oranının %70 ile %90 arasındaki değerlerde orta küreselliğe sahip olduğu söylenebilir.

Altuntaş ve Naneli'nin (2017) beyaz ve siyah renkli kinoa tohumlarının geometrik, hacimsel ve sürtünme özelliklerini belirledikleri çalışmalarında, beyaz kinoa tohumlarının geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri sırasıyla 1.680 mm, %80.781 ve 8.876 mm^2, siyah kinoa tohumlarının ise aynı sırayla 1.453 mm, %88.289 ve 6.664 mm^2 olarak bildirmişlerdir. Papaya ve beyaz kinoa tohumlarının küresellik oranları oldukça benzerlik gösterirken, beyaz kinoa tohumlarının geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerlerinin çok daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Farklı yıllarda hasat edilen kenevir tohumlarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlendiği çalışmada (Dumanoğlu ve ark., 2021), kenevir tohumlarının 1. yılda elde edilen ortalama uzunluk, genişlik ve yüzey alanı değerleri sırasıyla 8.620 mm, 6.408 mm, 43.703 mm^2 ve 2. yılda 7.690 mm, 6.110 mm, 37.635 mm^2 olarak belirtilmiştir ve tohumlarda ölçülen bu parametrelerin ilk seneye göre ikinci senede azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde 1. yılda hasat edilen kenevir tohumlarıyla papaya tohumları daha çok benzerlik gösterirken, uzunluk ve genişlik değerlerinde yaklaşık %60'lık bir fark olduğu belirlenmiştir.

İnci darılarının farklı nem içeriklerinde fiziksel özelliklerinin incelendiği çalışmada (Ojediran, 2009) %10 (y.b.) nem içeriğinde uzunluk (mm), genişlik (mm), kalınlık (mm), küresellik, bin tane ağırlığı (g), yığın yoğunluğu (kg m^{-3}), prozite (%) ve yığılma açısı değerleri sırasıyla; 3.16 mm, 2.30 mm, 1.54 mm, %70.07, 7.3 g, 811.4 kg m^{-3}, %15.17, 32.67° olarak belirtilmiştir. Bu bağlamda inci darıları ile papaya tohumlarının benzer geometrik özelliklere sahip olduğu görülmüştür.

Mahlep tohumlarının farklı nem içeriklerinde bazı fiziksel özelliklerinin belirlendiği (Yeşiloğlu ve Pınar, 2006) çalışmada, mahlep tohumlarının %9.5 kuru baz (k.b.) nem içeriğinde uzunluk (mm), genişlik (mm), kalınlık (mm) ve küresellik değerleri sırasıyla 7.60 mm, 6.11 mm, 5.59 mm ve %83.96 olarak bulunmuştur. Belirtilen veriler incelendiğinde mahlep ve papaya tohumlarının geometrik özellikleri birbirine yakın olsa da mahlep tohumlarının daha büyük ve küresel olduğu görülmektedir.

Kişniş tohumlarının farklı nem içeriklerinde bazı fiziksel özelliklerinin belirlendiği çalışmada (Coşkuner ve Karababa, 2007), kişniş tohumlarının %7.10 (k.b.) nem içeriğinde uzunluk (mm), genişlik (mm), kalınlık (mm) ve geometrik ortalama çap (mm) değerleri sırasıyla 4.74 mm, 3.67 mm, 3.39 mm ve 3.88 mm olarak belirtilmiştir. Bu durumda kişniş ve papaya tohumlarının geometrik özelliklerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

3.2. Gravimetrik Özellikler

Tohumların statik yığılma açısı, tek tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı, tane hacmi ve porozite ortalama değerleri sırasıyla 21.737°, 0.017 g, 15.852 g, 0.245 g cm^{-3}, 0.646 g cm^{-3}, 4.080 cm^3, %62.027 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Papaya tohumunun bazı gravimetrik özellikleri

Table 2. Some gravimetric properties of papaya seeds

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama±SS
Statik Yığılma Açısı (°)	16.249	26.151	21.737±3.161
Tek Tane Ağırlığı (g)	0.014	0.021	0.017±0.003
Bin Tane Ağırlığı (g)	15.721	15.992	15.852±0.086
Yığın Hacim Ağırlığı (g cm^{-3})	0.236	0.249	0.245±0.004
Gerçek Hacim Ağırlığı (g cm^{-3})	0.596	0.754	0.646±0.058
Tane Hacmi (cm^3)	3.122	5.334	4.080±0.929
Porozite (%)	58.918	66.985	62.027±2.822

Burubai ve ark. (2007) tarafından yapılan Afrika muskatının bazı fiziksel özelliklerini belirledikleri çalışmada, %4.7 (k.b.) nem içeriğinde gerçek hacim ağırlığı, yığın hacim ağırlığı ve porozite gibi bazı gravimetrik özellikleri sırasıyla 0.83054 g cm^{-3}, 0.48876 g cm^{-3} ve %41.10 olarak belirtilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde hacim ağırlığı ve tane hacmi birbirine yakın olsa da papaya tohumunun gerçek hacim ağırlığının yaklaşık %30 fark ile Afrika muskatından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni Afrika muskatının hacim ağırlığının daha yüksek olmasıdır.

De Lima Santos ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, papaya tohumlarının %73.99 (y.b.) ve %0 nem içeriğinde fiziksel özelliklerinin incelendiği çalışmada, doğal papaya tohumlarının küresellik, gerçek hacim ağırlığı, yığın yoğunluğu, porozite, bin tane ağırlığı ve statik yığılma açıları sırasıyla %81.967, 1.062 g cm^{-3}, 0.387 g cm^{-3}, 0.598, 43.388 g ve 51°olarak belirtilirken, kuru papaya tohumları için bu değerler %77.867, 0.565 g cm^{-3}, 0.192 g cm^{-3}, 0.717, 13.140 g ve 38.333 olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada meyveden çıkarıldıktan sonra oda sıcaklığında kurumuş ve %7.2 (y.b.) nem içeriğine inmiş papaya tohumları kullanılmıştır. İncelenen çalışmada fiziksel özellikleri belirlenen papaya tohumlarının %73.999 ve %0 nem içeriğinde oldukları ve yapılan çalışmada kullanılan papaya tohumlarının ise bu iki değerin arasında %7.2 (y.b.) nem içeriğinde gerçekleştirildiği göz önüne alındığında papaya tohumlarının gravimetrik özelliği olan küresellik, gerçek hacim ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, porozite ve bin tane ağırlıkları nem değerleriyle aynı özelliği göstererek bu iki değerin arasında olduğu görülmüştür. Statik yığılma açısı bu iki değerin arasında kalmasa da kurutulmuş papaya tohumlarına daha yakın olduğu görülmektedir.

3.3. Renk özellikleri

Papaya tohumlarının renk karakteristiklerine dair ölçümlerde elde edilen veriler Çizelge (3)'te verilmiştir. On tekerrürün sonucunda ölçümlerde elde edilen minimum ve maksimum L, a, b, c ve h^o değerleri sırasıyla 19.10 ve 26.42, 3.94 ve 11.21, 0.51 ve 4.92, 5.43 ve 11.28, 3.03 ve 48.22 arasında değişmiştir.

Çizelge 3. Papaya tohumlarının bazı renk özellikleri

Table 3. Some color properties of papaya seeds

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama±SS
L	19.100	26.420	22.270±2.746
a	3.940	11.210	7.138±2.551
b	0.510	4.920	2.579±1.601
c	5.430	11.280	7.920±1.840
h^o	3.030	48.220	23.283±18.005

Elde edilen bulgular ışığında, papaya tohumlarının renk özellikleri incelenmiştir. L değerinin 0-100 arasında 0'a daha yakın olması, tohumların koyu bir renge sahip olduğunu göstermektedir. Kırmızı-yeşil eksenini belirten a değerinin pozitif olması, tohumların kırmızımsı tona daha yakın olduğunu ifade ederken; sarı-mavi eksenini temsil eden b değerinin pozitif ancak küçük bir değer olması, tohumların hafif sarıya yakın bir renge sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, korunga tohumlarının bazı renk özelliklerinin incelendiği bir çalışma ile karşılaştırıldığın-

da (Taşova ve Özkurt, 2018), papaya tohumlarının korunga tohumlarından daha koyu bir renge sahip olduğunu ortaya koymuştur. Söz konusu çalışmada korunga tohumlarının parlaklık (L), kırmızı-yeşil ekseni (a), sarı-mavi ekseni (b) ve hue açısı (h°) ortalama değerleri sırasıyla 42.81, 6.54, 12.49 ve 62.22° olarak belirtilmiştir. Bu değerler incelendiğinde, korunga tohumlarının papaya tohumuna kıyasla daha açık renkte olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmada elde edilen değerler ile renk uzayında tohumların konumu belirlendiğinde kahverengine yakın bir renk elde edilmiştir (Anonim, 2025). L, a, b, c, h° değerlerine göre renk uzayında papaya tohumlarının gerçek rengi Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Papaya tohumunun L=22.27, a=7.138, b=2.579 değerleriyle renk skalası üzerindeki yeri

Figure 5. Position of the papaya seed on the color scale with L=22.27, a=7.138, and b=2.579 values

Bazı baklagiller ve tohumların renk özelliklerinin incelendiği bir çalışmada L, a, b, c ve h° değerleri sırasıyla siyah fasulye için için 24.59, 0.99, -2.19, 2.74 ve 297.59°, mor mısır için 25.46, 2.65, -1.24, 3.27 ve 312.39°, kırmızı kaniwa 34.13, 12.98, 14.67, 19.61 ve 48.32° olarak belirlenmiş ve elde edilen değerler ile renkler simüle edilmiştir (Jamanca-Gonzales ve ark., 2024). Papaya tohumlarının siyah fasulye, mor mısır ve kırmızı kaniwa ile benzer renk parametrelerine sahip olduğu görülse de siyah fasulye ve mor mısırın sarı-mavi dengesi (b değeri) negatif, (maviye yakın), yeşil-kırmızı dengesi (a değeri) 0'a yakındır (kırmızı değeri oldukça düşük). Kırmızı kaniwa ve papaya tohumlarının ise b değerlerinin pozitif olduğu (sarı tonu eklenmesine yol açmıştır), a değerlerinin ise daha yüksek olduğu (kırmızı değeri daha yüksek) görülmüştür. Elde edilen değerler incelendiğinde papaya tohumunun siyah fasulye ve mor mısır gibi koyu renklere yakın, ancak kırmızı kaniwa gibi kahverengi tonuna sahip olduğu saptanmıştır.

3.4. Mekanik Özellikler

Papaya tohumlarının farklı yüzeylerde elde edilen (alüminyum, krom, demir, plastik, kauçuk, laminant, fayans, karton, cam, MDF) statik sürtünme katsayıları Çizelge 4'te verilmiştir. Yapılan denemelerde on tekerrürün sonucunda alüminyum, krom, demir, plastik, kauçuk, laminant, fayans, karton, cam ve MDF için ortalama statik sürtünme katsayıları 0.33 ile 0.50 arasında değişmiştir.

Çizelge 4. Papaya tohumlarının farklı sürtünme yüzeylerinde bazı mekanik özellikleri

Table 4. Some mechanical properties of papaya seeds on different friction surfaces

Yüzey Çeşitleri	Minimum	Maksimum	Ortalama±SS
Alüminyum	0.45	0.58	0.50±0.042
Krom	0.42	0.49	0.45±0.021
Demir	0.42	0.55	0.46±0.040
Plastik	0.34	0.47	0.41±0.039
Kauçuk	0.36	0.45	0.41±0.026
Laminant	0.36	0.51	0.42±0.044
Fayans	0.38	0.55	0.47±0.056
Karton	0.36	0.47	0.41±0.029
Cam	0.36	0.51	0.44±0.038
MDF	0.29	0.40	0.33±0.036

Elde edilen veriler incelendiğinde en düşük ortalama statik sürtünme katsayısının MDF, en yüksek değerin ise alüminyum yüzeyde olduğu görülmüştür. Bunun nedeni MDF'nin kaplama olması ve pürüzsüz bir yüzeye sahip olması olarak görülürken, alüminyum yüzeyinin tutucu bir yapıya sahip olmasıdır.

Yenibahar meyvesinin ve tohumlarının fiziko-mekanik özellikleri üzerine yapılan bir araştırmada, tohumların statik sürtünme katsayıları galvanize sac, kontrplak, PVC, cam ve lastik yüzeyler için sırasıyla 0.32, 0.40, 0.31, 0.19, 0.38 olarak belirtilmiştir (Altuntaş ve ark., 2017). Bu bağlamda yenibahar tohumlarının lastik ve papaya tohumlarının kauçuk yüzeyde belirlenen sürtünme katsayılarının benzer özellik gösterdiği görülmektedir. Bazı aspir tohum çeşitlerinin incelendiği çalışmada (Gül ve ark., 2023), aspir tohumlarının farklı yüzeylerde mekanik özellikleri belirlenmiş ve "Asal" çeşidi için; kontrplak, kauçuk, PVC ve laminant yüzeyler için statik sürtünme katsayıları sırasıyla 0.368, 0.384, 0.302 ve 0.302, aynı yüzeylerde "Balcı" çeşidi için; 0.323, 0.360, 0.306 ve 0.300, "Dinçer" çeşidi için

0.327, 0.374, 0.285 ve 0.289 olarak belirtilmiştir (Gül ve ark., 2023). Elde edilen veriler incelendiğinde papaya ve aspir tohumlarının kauçuk ve laminant yüzeylerinde yakın statik sürtünme katsayılarına sahip oldukları görülse de, papaya tohumlarının statik sürtünme katsayılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ispanak tohumlarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlendiği çalışmada (Kılıçkan ve ark., 2010), statik sürtünme katsayıları kauçuk, tahta, paslanmaz çelik ve galvanize demir yüzeylerinde belirlenmiştir. Elde edilen minimum ve maksimum değerler; kauçuk (0.341-0.470), tahta (0.318-0.391), paslanmaz çelik (0.271-0.364) ve galvanize demir (0.321-0.388) için bulunmuştur. Veriler incelendiğinde kauçuk yüzeyde papaya ve ıspanak tohumunun benzer statik sürtünme katsayılarına sahip oldukları görülmektedir. Hünnap meyvelerinin bazı yüzeylerde statik sürtünme katsayılarının belirlendiği bir çalışmada (Akbolat ve ark., 2008), demir yüzeyde elde edilen statik sürtünme katsayısı ortalama 0.528 olarak belirtilmiştir. Bu bağlamda, papaya tohumu ile hünnap meyvesinin demir yüzeyde benzer sürtünme özelliği gösterdiği görülmüştür.

Tohumların depolanmasındaki bir diğer kritik parametre ise nem içeriğidir (Rosa ve ark., 2021). Depolanma sırasında nem içeriği arttıkça tohumlarda oksidasyona yol açabilir ve çeşitli mikroorganizmaların üremesini kolaylaştırır (Bonazzi ve Dumoulin, 2011). Böylece tohumun ömrü ve depolanabileceği süre kısalır. Tohumun içerdiği nemi belli değerlere düşürmek tohum ömrünü %90'a kadar arttırdığı görülmüştür (Roberts 1973). Bunun yapılabilmesi için çeşitli kurutma yöntemlerine ihtiyaç vardır. Nem içeriğinin etkilediği bir diğer önemli husus ise; farklı nem değerlerinin tohumların geometrik büyüklükleri, bin tane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı gibi fiziksel özelliklerinin de değişikliklere uğramasıdır (Aviara ve ark., 1999).

4. SONUÇ

Bu çalışmada papaya tohumlarının geometrik ortalama çap, küresellik, en/boy oranı, tohum yüzey alanı, statik yığılma açısı, statik sürtünme katsayısı, tek tane tohum kütlesi, bin tane tohum kütlesi, gerçek hacim ağırlığı, tane hacmi, porozite ve nem içerikleri olmak üzere, geometrik, gravimetrik ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Papaya tohumlarının ortalama uzunlukları 5.402 mm, genişlikleri, 3.923 mm ve kalınlıkları ise 3.730 mm olarak belirlenmiştir. Hesaplamalar sonucu geometrik ortalama çap 4.290 mm, küresellik %79.5, en/boy oranı, 0.727 ve tohum yüzey alanı 58.024 mm^2 bulunmuştur. Bu boyutsal parametreler, ekim ve ayırma makinelerinin tasarımında dikkate alınması gereken özelliklerdir.

Ortalama statik yığılma açısı 21.74° olarak ölçülmüş ve farklı yüzeylerde ortalama statik sürtünme katsayıları alüminyum (0.50), krom (0.45), demir (0.46), plastik (0.41), kauçuk (0.41), laminant (0.42), fayans (0.47), karton (0.41), cam (0.44) ve MDF (0.33) olarak belirlenmiştir. Statik sürtünme katsayısının en yüksek

değeri alüminyum yüzeyde iken, en düşük MDF yüzeyde olduğu görülmüştür. Bu değerler, özellikle depolama üniteleri, iletim elemanları ve tohum haznelerinin tasarımında göz önünde bulundurulması gereken önemli parametrelerdir.

Ortalama tek tane tohum kütlesi 0.017 g ve ortalama bin tane tohum ağırlığı 15.852 g olarak ölçülmüştür. Bu değerler, ekim ve dozajlama mekanizmalarının seçiminde dikkate alınması gereken parametrelerdir. Ortalama yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı, tane hacmi ve porozite değerleri sırasıyla 0.245 g cm^{-3}, 0.646 g cm^{-3}, 4.080 cm^3, %62.027'dir. Bu sonuçlar, depolama yapılarının, havalandırma sistemlerinin, taşıma/iletim ekipmanlarının ve ayırma-sınıflandırma makinelerinin tasarım ve optimizasyonunda dikkate alınması gereken verilerdir.

Renk ölçümlerinde ortalama L değeri 22.270, a değeri 7.138, b değeri ise 2.579 olarak saptanmıştır. Bu değerler sonucunda papaya tohumlarının koyu kahverengi tonlarında olduğu belirlenmiş olup, bu özellik ticari sınıflandırma ve kalite kontrol süreçlerinde dikkate alınması gereken bir parametre niteliğindedir.

Genel olarak elde edilen bulgular, papaya tohumlarının ekim, ayırma, sınıflandırma ve depolama makinelerinin tasarımında dikkate alınabilecek temel veriler sunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, papaya tohumlarının kinoa, kenevir, mahlep, kişniş, muskat, yenibahar, ıspanak, hünnap ve aspir gibi tohumlarla benzerlik göstermesi, mevcut makinelerin farklı ürünler için uyarlanabilirliğini artırabilecek önemli bir bulgu olarak değerlendirilmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması: BK (%20), İB (%50), CE (%30)

Veri Toplanması: BK (%80), İB (%20)

Veri Analizi: BK (%40), İB (%40), CE (%20)

Makalenin Yazımı: BK (%40), İB (%30), CE (%20), HKC (%10)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: BK (%20), İB (%60), CE (%10), HKC (%10)

KAYNAKÇA

Ahmed, H. E., ve Engin, H. (2023). Somali Koşullarında Yetiştirilen Farklı Papaya Çeşitlerinin Fenolojik Özellikleri ve Verim Performansları. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(1), 1-10. https://doi.org/10.33202/COMUAGRI.1106517

Akbolat, D., Ertekin, C., Menges, H. O., Guzel, E., ve Ekinci, K. (2008). Physical and nutritional properties of oleaster (Elaeagnus angustifolia L.) growing in Turkey. Asian Journal of Chemistry, 20(3), 2358.

Akbolat, D., Ertekin, C., Menges, H. O., Ekinci, K., ve Erdal, I. (2008). Physical and nutritional properties of jujube (Zizyphus jujuba Mill.) growing in Turkey. Asian Journal of Chemistry, 20(1), 757.

Alayunt, F.N., 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 541. 132 s. Bornova, İzmir.

Altuntaş, E., ve Erdoğan, M. (2017). Yenibahar (Pimenta dioica L.) meyvesinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32(3), 316-320. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/350289

Anonim. (n.d.). Color Management: Know about Color Spaces. Linshang Tech. https://www.linshangtech.com/tech/color-space-tech1439.html

Anonim. (2023, May 12). Papaya bitkisinin sıhhat üzerine tesirleri - Grupbul Blog | Haberler - Gündem - Teknoloji. https://grupbul.com/blog/papaya-bitkisinin-sihhat-uzerine-tesirleri/

Aradhya, M. K., Manshardt, R. M., Zee, F., ve Morden, C. W. (1999). A phylogenetic analysis of the genus Carica L.(-Caricaceae) based on restriction fragment length variation in a cpDNA intergenic spacer region. Genetic Resources and Crop Evolution, 46, 579-586.

Araujo, M. E. V., Barbosa, E. G., de Oliveira, A. C. L., Milagres, R. S., de Carvalho Pinto, F. D. A., ve Corrêa, P. C. (2020). Physical properties of yellow passion fruit seeds (Passiflora edulis) during the drying process. Scientia Horticulturae, 261, 109032. https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2019.109032

Aviara, N. A., Gwandzang, M. I., ve Haque, M. A. (1999). Physical properties of guna seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 73(2), 105-111. https://doi.org/10.1006/JAER.1998.0374

Badillo, V. M. (1971). Monografia de la familia Caricaceae. Asociación de profesores de la. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 221p.

Badillo, V. M. (1993). 'Caricaceae'. Segundo Esquema. Rev. Fac. Agron. (Maracay). Alcance 43:111p.

Badr, M. M., ve Darwish, E. A. (2019). Some engineering properties of cotton seeds. Misr Journal of Agricultural Engineering, 36(3), 969-982. https://doi.org/10.21608/MJAE.2019.94799

Bagherpour, H., Minaei, S., ve Khoshtaghaza, M. H. (2010). Selected physico-mechanical properties of lentil seed. International Agrophysics, 24(1), 81-84. www.international-agrophysics.org

Benestante, A., Chalapud, M. C., Baümler, E., ve Carrín, M. E. (2023). Physical and mechanical properties of lemon (Citrus lemon) seeds. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 22(4), 205-213. https://doi.org/10.1016/J.JSSAS.2022.11.002

Bonazzi, C., ve Dumoulin, E. (2011). Quality changes in food materials as influenced by drying processes. In E. Tsotsas, ve A. S. Mujumdar (Eds.), Modern drying technology (1st ed., pp. 1–20). https://doi.org/10.1002/9783527631728.ch14

Burubai, W., Akor, A. J., Igoni, A. H., ve Puyate, Y. T. (2007). Some physical properties of African nutmeg [Monodora myristica]. International Agrophysics, 21(2).

Boyar, İ., Ozsan, T., Ertekin, C., ve Onus, A. N. (2023). Some physical properties of bitter gourd (Momordica charantia L.) seeds and kernels. International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences, 7(2), 244-252. https://doi.org/10.31015/JAEFS.2023.2.1

Carvalho FA. 2013 onwards. e-Monograph of Caricaceae. Version 1, November 2013. [Database continuously updated]. http://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/caricaceae. (accessed 22 12 2024). https://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/caricaceae/

Chavan, U. D. (2018). Processing of papaya into various products. Fruits and vegetable processing training programmee, 15937.

Çekim, İ., ve Özarslan, C. (2020). Marul tohumunun bazı fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1), 89-97. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1202302

Çetinel, E. (2019). Erdemlide halk hekimliği uygulamaları ve inanışları (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü). https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/418698

Coşkuner, Y., ve Karababa, E. (2007). Physical properties of coriander seeds (Coriandrum sativum L.). Journal of Food Engineering, 80(2), 408-416. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.042

Du, X., Liu, C., Liu, C., Sun, Q., ve Chen, S. (2023). A novel method for measurement of the angle of repose of granular seeds in discrete element methods. Journal of Agricultural Engineering, 54(2). https://doi.org/10.4081/jae.2023.1504

Dumanoğlu, Z., Ekren, S., Öztürk, G., Gökçöl, A., İlker, E., ve Geren, H. (2021). Farklı Yıllarda Hasat Edilen Kenevir Tohumlarının Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (27), 17-21. https://doi.org/10.31590/EJOSAT.902273

Dursun, E.., ve Dursun, I. (2005). Some physical properties of caper seed. Biosystems Engineering, 92(2), 237-245. https://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2005.06.003

Ertekin, C., Gozlekci, S., Kabas, O., Sonmez, S. A. H. R., ve Akinci, I. (2006). Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (Prunus domestica L.) cultivars. Journal of Food Engineering, 75(4), 508-514. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.04.034

FAOSTAT. (n.d.). Retrieved December 6, 2024, from https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Gül, E. N., Altuntaş, E., ve Oktay, Z. E. (2023). Determination of important biotechnical characteristics of some safflower (Carthamus tinctorius L.) cultivars. Journal of New Results in Science, 12(1), 47-54. https://doi.org/10.54187/jnrs.1241678

Gül, E. N., Altuntaş, E., ve Özkurt, M. (2021). Farklı Mürdümük Çeşitlerine Ait Tohumların Bazı Biyoteknik Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 17(3), 118-126.

Güneş, E., ve Gübbük, H. (2006). Değişik Papaya Çeşitlerinde (Carıca Papaya L.) Tohumlara Yapılan Bazı Ön İşlemlerin Tohum Çimlenme Oranı ve Süresi Üzerine Etkileri. Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture, 19(1), 107-114. https://dergipark.org.tr/en/pub/akdenizfderg/issue/1578/19578

Hacıseferoğulları, H., ve Temel, A. F. (2024). Assessment of Some Physical Properties and Germination Characteristics of Ereğli and Kırıkhan Local Population Black Carrot Seeds. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 38(3), 383-392. https://doi.org/10.15316/SJAFS.2024.034

Jamanca-Gonzales, N. C., Ocrospoma-Dueñas, R. W., Eguilas-Caushi, Y. M., Padilla-Fabian, R. A., ve Silva-Paz, R. J. (2024). Food grain quality: Analysis of physical, biometric, and colorimetric properties to promote consumption. Heliyon, 10(7). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29234

Jayan, P. R., ve Kumar, V. J. F. (2004). Planter design in relation to the physical properties of seeds. Journal of Tropical Agriculture, 42, 69-71.

Kaleemullah, S., ve Gunasekar, J. J. (2002). PH—Postharvest Technology: Moisture-dependent physical properties of Arecanut kernels. Biosystems engineering, 82(3), 331-338. https://doi.org/10.1006/bioe.2002.0079

Kaliniewicz, Z., Zuk, Z., ve Kusinska, E. (2018). Physical properties of seeds of eleven spruce species. Forests, 9(10), 617. https://doi.org/10.3390/f9100617

Kilickan, A., Üçer, N., ve Yalçin, I. (2010). Some physical properties of spinach (Spinacia oleracea L.) seed. African Journal of Biotechnology, 9(5). https://doi.org/10.5897/AJB09.1616

Köktaş, A., ve Güner, M. (2023). Aspir Tohumunun Farklı Çeşit ve Nemlerde Bazı Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 370-378. https://doi.org/10.24180/ijaws.1362151

Krishna, K. L., Paridhavi, M., ve Patel, J. A. (2008). Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of Papaya (Carica papaya Linn.). http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/5695

Kumar, N. S., ve Sreeja Devi P.S., (2017). The surprising health benefits of papaya seeds: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(1), 424-429. https://www.phytojournal.com/archives/2017.v6.i1.1110/the-surprising-health-benefits-of-papaya-seeds-a-review

Lima Santos, A. A., Rodriguez, I. H., ve Bicalho, I. C. (2024). Experimental study of the drying of papaya seeds in a spouted bed and simulation of the fluid dynamics behaviour of the material. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 41, 247-260. https://doi.org/10.1007/s43153-023-00362-7

Masse, D., Valery, N. K. P., Andre, G. D., ve Maxwell, B. G. A. (2023). Effects of Drying Temperature on the Physicochemical Characteristics and Functional Properties of Papaya Seeds (Carica papaya L.). International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology, 7(3), 118. https://doi.org/10.47001/IRJIET/2023.703018

Mohsenin, N. N. (1970). Physical properties of plant and animial materials. Vol. 1. Structure, physical characterisitics and mechanical properties. Gordon ve Breach, 742 sayfa, New York, USA

Ojediran, J. O., Adamu, M. A., ve Jim-George, D. L. (2010). Some physical properties of Pearl millet (Pennisetum glaucum) seeds as a function of moisture content. African Journal of General Agriculture, 6(1), 39-46.

Özarslan, C. (2002). PH—postharvest technology: physical properties of cotton seed. Biosystems Engineering, 83(2), 169-174. https://doi.org/10.1006/BIOE.2002.0105

Ramona, C., Ana, B., Mihai, C., ve Stanica, F. (2017). Carica papaya L. cultivated in greenhouse conditions. *J. Hortic. Sci. Biotechnol*, *21*, 130-136. https://www.researchgate.net/profile/Ana-Butcaru/publication/348518939_Carica_papaya_L_cultivated_in_greenhouse_conditions/links/6001c823a6fdccdcb8588559/Carica-papaya-L-cultivated-in-greenhouse-conditions.pdf

Roberts, E. H. (1973). Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology, 1(3), 499-514.

Rosa, D. P., Evangelista, R. R., Machado, A. L. B., Sanches, M. A. R., ve Telis-Romero, J. (2021). Water sorption properties of papaya seeds (Carica papaya L.) formosa variety: An assessment under storage and drying conditions. Lwt, 138, 110458. https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110458

Singh, K. K., ve Goswami, T. K. (1996). Physical properties of cumin seed. Journal of Agricultural Engineering Research, 64(2), 93-98. https://doi.org/10.1006/JAER.1996.0049

Suthar, S. H., ve Das, S. K. (1996). Some physical properties of karingda [Citrullus lanatus (Thumb) Mansf] seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 65(1), 15-22. https://doi.org/10.1006/jaer.1996.0075

Taşova, M. (2018). Korunga (Onobrychis sativa L.) tohumluğunun bazı biyoteknik ve renk özelliklerinin belirlenmesi. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 1(2), 45-58. https://doi.org/10.38001/ijlsb.475100

Vilche, C., Gely, M., ve Santalla, E. (2003). Physical properties of quinoa seeds. Biosystems engineering, 86(1), 59-65. https://doi.org/10.1016/S1537-5110(03)00114-4

Yeşiloğlu, E., ve Pınar, Y. (2006). Mahlep tohumunun (Prunus Mahalep L.) bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2(3), 255-261.