



Alınış tarihi (Received) : 17.07.2017
Kabul tarihi (Accepted): 23.01.2018

Baş editor/Editors-in-Chief: Ebubekir ALTUNTAŞ
Alan editörü/Area Editor: Hakan POLATÇI/Bülent TURAN

Kuş İğdesi Meyvesinin Fiziko-mekanik, Renk ve Kimyasal Özellikleri

Gülcan ŞAHİN

Ebubekir ALTUNTAŞ*

^a *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat-Türkiye*
gulcansahin.44@gmail.com,

*: *Sorumlu yazar, e-posta: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr*

ÖZET: Bu çalışmada, iğde meyvesinin fiziko-mekanik özellikleri, renk ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. İğde meyvesinin fiziko-mekanik özellikleri içerisinde boyut özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, sürtünme özellikleri, meyvelerin sıkıştırma ve delme testleri yanında renk özellikleri ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Meyve ve çekirdek ağırlıkları ortalama olarak 2.02 g ve 0.43 g olarak bulunurken; statik sürtünme katsayısı değerleri; galvaniz sac, kontrplak, cam ve PVC yüzeyler için sırasıyla; 0.335, 0.342, 0.336 ve 0.319 olarak belirlenmiştir. Meyvelerin delme ve sıkıştırma testleri X, Y ve Z eksenleri boyunca yapılmış olup, en yüksek sıkıştırma ve delme kuvveti değerleri X eksenini boyunca en düşük Y eksenini boyunca elde edilmiştir. İğde meyvelerinin renk karakteristikleri olan L^* , a^* , b^* değerleri meyve kabuk yüzeyi için sırasıyla 34.19, 20.01 ve 9.34; meyve eti için sırasıyla 65.73, 7.16 ve 15.50 olarak bulunurken, meyve çekirdeği L^* , a^* , b^* değerleri ise sırasıyla 36.81, 5.10 ve 3.63 olarak belirlenmiştir. Kimyasal özellikler olarak pH, titre edilebilir asitlik ve suda çözünebilir kuru madde miktarı sırasıyla 4.80, 0.93, 1.53 olarak bulunmuştur. İğde meyvesinin hasat sonrası teknolojilerinde ilgili makine ve sistemlerin tasarımı için fiziko-mekanik özellikleri, renk ve kimyasal özelliklerinin dikkate alınması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: *geometrik ortalama çap, sürtünme katsayısı, sıkıştırma kuvveti, L^* , a^* , b^* , pH*

Physico-mechanical, Colour and Chemical Properties of Oleaster Fruits

ABSTRACT: In this study, physico-mechanical, colour and chemical properties of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) fruit were determined. The physico-mechanical properties such as size, geometric mean diameter, sphericity, surface area, friction characteristics, compression and puncture tests, and also colour characteristics and chemical properties of oleaster fruit were investigated. The fruit and stone masses were found as 2.02 g and 0.43 g, whereas, the static friction coefficient values were found as 0.335 for galvanized metal, 0.342 for plywood, 0.336 for glass and 0.319 for PVC friction surfaces, respectively. Compression and puncture tests of fruits were made along X-, Y-, and Z-axes, and also, the higher and lower compression and puncture forces were obtained along X-, and Y- axes, respectively. The colour characteristics such as L^* , a^* , b^* values were obtained as 34.19, 20.01 and 9.34 for skin fruit of oleaster; 65.73, 7.16 ve 15.50 for flesh fruit, whereas, L^* , a^* , b^* values were found as 36.81, 5.10 ve 3.63 for stone of oleaster fruit, respectively. The chemical properties such as pH, titratable acidity and soluble solid content values were found as 4.80, 0.93, 1.6, respectively. It is necessary to take into consideration of the the physico-mechanical properties, color and chemical properties of the oleaster fruits for the design of the related machines and systems at harvest and post-harvest technologies.

Keywords: *geometric mean diameter, friction coefficient, puncture force, L^* , a^* , b^* , pH*

1. Giriş

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.), kışın yaprağını döken ya da her zaman yeşil çalı veya ağaç formunda bir bitkidir. İğdenin Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'da yayılış gösteren yaklaşık 10 türü bulunmaktadır. Ülkemizde ise; yalnızca kültür formuna iğde, doğal formuna ise kuş iğdesi adı verilmektedir (Gültekin, 2007).

Elaeagnus angustifolia L. (Kuş iğdesi, adi iğde), Asya kıtasının orta ve batı bölgelerinde, Gobi Çölü'nde, Alpler'de, Akdeniz çevresinde ve ülkemizde tüm Karadeniz, Marmara, Güney Anadolu ve Güney Doğu Anadolu'da yayılış gösteren bir türdür (Güngör ve ark, 2002). Deniz seviyesinden 3000 metreye kadar çıkan alanlarda yetişebilmektedir (Davis, 1982). Hızlı büyüyen ve kuvvetli yan kökler geliştirebilen türün köklerinde havanın serbest azotunu bağlayarak toprak koşullarını iyileştiren nodüller bulunmaktadır. Sığ, kuru ve kurak, fakir, kireçli ve tuzlu topraklarda yetişebilen türü toprak isteği bakımından oldukça kanaatkârdır (Güngör ve ark, 2002). *Elaeagnus* türleri bozulmuş toprakları, kullanılabilir hale getirmeleri ve toprağı koruyucu özellikleri ile özellikle erozyona hassas bölgeler için üzerinde önemle durulması gereken türlerdir (Dawson, 1990).

Uzun yıllardır erozyonla mücadele eden ülkemiz açısından da son derece önemli bir tür olmasına rağmen yeterince üzerinde durulmamış, bugüne kadar göz ardı edilmiş bir türdür. Yukarıda sayılan özellikleri nedeniyle ülkemizde özellikle erozyon kontrolü amacıyla yapılan ağaçlandırmalar ile kurak ve yarı kurak alanların taban arazilerinde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında da kullanılabilir. Ayrıca bu tür mevcut biyolojik çeşitliliğin devamı ya da artırılması, yaban hayatının geliştirilmesi, doğrudan besin vb. olarak kullanılması nedenleriyle de son derece önemlidir. Bu nedenle son yıllarda fidanlıklarda kitlesel üretimi yapılmaya ve ağaçlandırma çalışmalarında da kullanılmaya başlanmıştır (Olson, 1974; Brothers, 1988; Olson ve Barbour, 2004).

Meyveleri karbonhidratlar, protein, organik maddeler, aminoasitler ile A B, C gibi vitaminler bakımından birçok besin maddesinden daha yüksek bir içeriğe sahip olup, yaban hayatına da önemli katkılar sağlamaktadır (Hays, 1990). Ayrıca tıp ve eczacılık alanlarında kullanıldığı Asya ve Avrupa'da belgelendirilmiş olup, tıbbi alandaki ilk deneysel çalışmalara 1950 yılında Rusya'da başlanıldığı bilinmektedir. Yapraklarından çay, hayvan yemi, kağıt hamuru ve tohum posası gibi maddelerin, meyvelerinden de reçel ve içki üretildiği bilinmektedir. Hastalık ve böcek zararlarına karşı da oldukça dayanıklıdır (Krupinsky ve Frank, 1986).

Ayrıca bu tür mevcut biyolojik çeşitliliğin devamı ya da artırılması, yaban hayatının geliştirilmesi, doğrudan besin vb. olarak kullanılması nedenleriyle de son derece önemlidir. Bu nedenle son yıllarda fidanlıklarda kitlesel üretimi yapılmaya ve ağaçlandırma çalışmalarında da kullanılmaya başlanmıştır (Gülcü ve Çelik Uysal, 2010).

Tarımsal materyallerin hasat ve hasat sonrası biyo-teknik (fiziko-mekanik,, kimyasal, hidrodinamik ve aerodinamik, akustik, optik vb. gibi) özellikleri ürün kalitesi açısından önemli rol oynamaktadır. Biyolojik materyallerin hasat, harman, sınıflandırma, taşıma-iletim, ürün işleme, depolama ve ambalajlama gibi birçok hasat sonrası teknolojik çalışma ve sistemlerde kullanılacak olan makine ve tesislerin projelendirilmesi, tasarım, imalat ve geliştirilmesiyle beraber, ilgili makine, tesis ve sistemlerin iş başarılarının belirlenmesi, ürünün işleme ve ürünün kalite ve kontrol aşamaları ve en sonunda tüketiciye sunulurken ürün kalitesinin korunmasında da önemli ve belirleyici bir rol oynamaktadır.

Türkiye’de yetiştirilen bir çok farklı biyolojik çeşitliliğe sahip meyvelere ait biyoteknik özellikler incelenmesine rağmen, iğde meyvesi ve çekirdeği ile ilgili yapılan literatür birkaç çalışma incelendiğinde; Altuntas (2016), iğde meyvesinin fiziksel özelliklerini, Özdemir ve Kalyoncu (2011), iğde ile ilgili bir seleksiyon çalışması ile; Faramarz ve ark. (2015) iğdenin antioksidan içerikleri ile ilgili oldukları görülmektedir. Ancak, iğde meyvelerine yönelik fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerin birlikte incelendiği yerli ve yabancı herhangi bir literatüre ulaşılamamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen kuş iğdesi (*Elaeagnus angustifolia* L.) meyvelerinin fiziko-mekanik özellikleri, renk ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma materyali, Tokat ilindeki bir yerel marketten temin edilmiş olup, iğde meyveleri Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarına getirilmiştir. İğde meyveleri üzerindeki çalışmalar 20 Ekim 2016 tarihinde başlamıştır. Tüm incelenen özelliklerin ölçüm ve analizleri için zedelenmiş ve şekilsiz vb. özellikteki iğde meyveleri ayıklanmıştır. İğde meyvesinin nem içeriğinin belirlenmesi için tesadüfi seçilen örneklerin üç tekerrürlü olarak kuru etüvde 105°C sıcaklıkta 24 h kurutulması sağlanmıştır (Brusewitz, 1975).

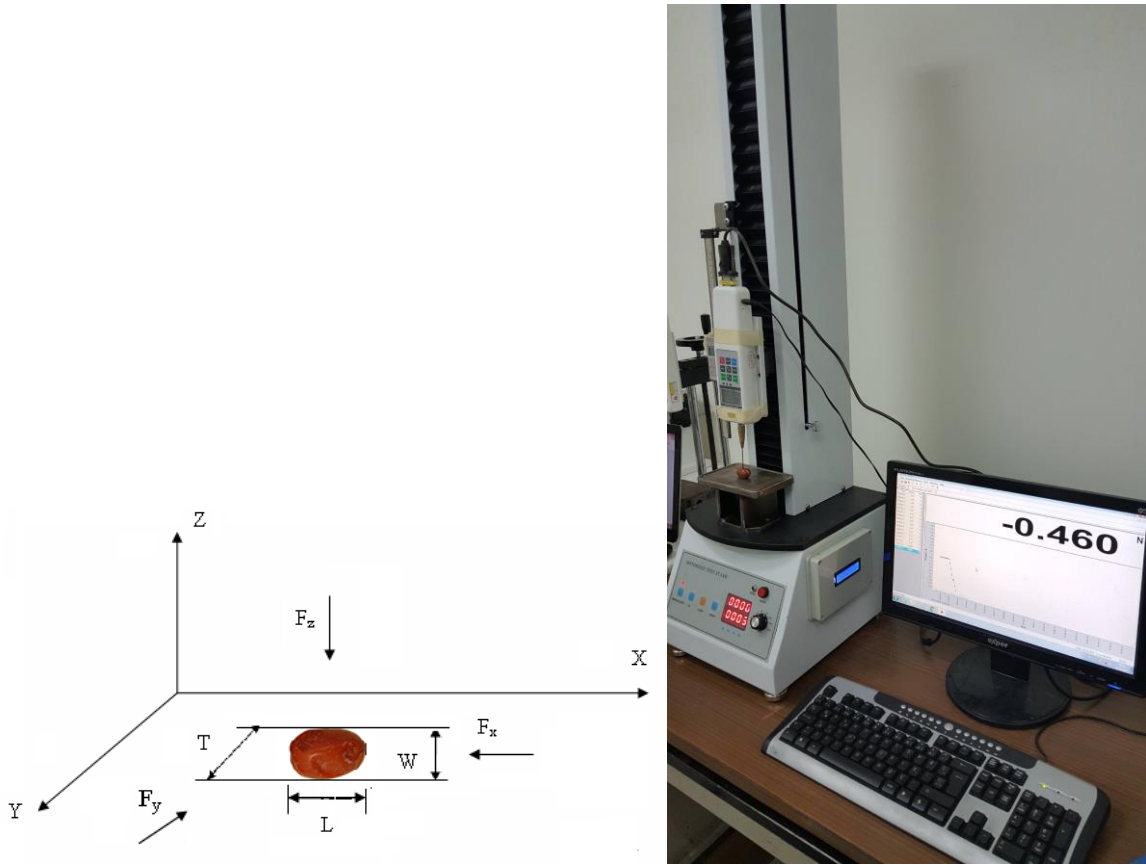
İğde meyveleri ve çekirdeklerinin fiziksel özelliklerinden boyut özellikleri için rastgele seçilen meyvelerin uzunluk, genişlik ve kalınlıkları 0.01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas ile meyvelerin meyve ağırlıkları 0.001 g hassasiyetli elektronik terazi ile yapılmıştır. Boyut ve ağırlık ölçümleri için 100 adet meyve ve çekirdek kullanılmıştır. Meyve ve çekirdeklerin geometrik ortalama çap (D_g) ve küresellik değerleri (ϕ); yüzey alanı (S), meyve hacmi (V)’nin belirlenmesi, Mohsenin (1970)’e göre belirlenmiştir.

İğde meyvesinin meyve kabuk, meyve eti ve meyve çekirdeğine yönelik renk karakteristikleri Minolta renk ölçer (Model CR-400, Tokyo, Japonya) ile yapılmıştır. İğde meyvesi ve çekirdeklerinin renkleri CIE L^* , a^* ve b^* cinsinden belirlenmiştir. L^* değeri (parlaklık, 0 karanlık, 100 aydınlık); a^* değeri (+ değerler kırmızılığı, - değerler ise yeşilliği), b^* değeri (+ değerler sarılığı, - değerler ise maviliği) ifade etmektedir. (Jha ve ark. 2005; McGuire, 1992). Renk ölçümlerinde meyve kabuk, meyve eti ve meyve çekirdeği renkleri için toplam 30 meyve kullanılmıştır.

İğde meyvelerinin farklı yüzeylerdeki (galvaniz metal, PVC, cam ve kontrplak) sürtünme katsayılarının ölçümünde eğimli masa deney düzeneği kullanılmıştır. İğde meyvelerinin yüzey üzerinde bir vidalı kol yardımıyla eğimli masada belirli açı yapılacak şekilde yükseltilmesi sağlanmıştır. İğde meyvelerinin ilk hareketine kadar elde edilen yatay ve düşey yükseklikler kaydedilerek, sürtünme yüzeyinin yatay düzlemle yaptığı açının tanjantı statik sürtünme katsayı değeri olarak belirlenmiştir (Celik ve ark. 2007). Üç tekerrürlü olmak üzere sürtünme ölçümlerinde de toplam 20 meyve kullanılmıştır.

İğde meyvelerin mekanik ölçümleri, biyolojik materyal test cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Biyolojik materyal test cihazı; motorlu ve hız üniteli olup, çeki-bası dinamometresi, ölçüm cetveli standı, sabit plaka ve kablolu bir bilgisayar bağlantısından oluşmaktadır. Biyolojik materyal test cihazı (Sundoo SH-50, Çin) 50 N kuvvet kapasitesine sahip olup 0.01 N çözünürlüktedir. Biyolojik materyal test cihazı ile sıkıştırma ve delme testleri yapılabilmektedir. Nourain ve ark. (2005), Ekinci ve ark. (2010) ve Li ve Thomas (2015), sırasıyla kavun meyvesi, domates meyvesi ve

keçiboynuzu meyvesinde mekanik testler için farklı hızlarda çalışma yapmışlardır. Sıkıştırma testleri için 75 mm ölçüsünde dairesel pirinç bir plaka kullanılmıştır. İğde meyve örneklerinin delme testleri için, meyve kabuğu üzerinden 1,2 mm çaplı iğne uç kullanılmıştır. Nourain ve ark. (2005), kavun dilimlerinin 10 x 14 mm silindirik şekilli örneklerle 25 mm/min sıkıştırma hızını kullanmıştır. Li ve Thomas (2015), üç ya da dört hücreli yarım olgun domates meyvesinin mekanik özelliklerini, 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 mm/s (30, 90, 150, 210 mm/min) yükleme hızında sıkıştırma testine tabii tutmuştur. Literatürler dikkate alınarak, sıkıştırma testleri için farklı (40, 60, 80, 100 ve 120 mm/min) yükleme hızlarında X-ekseni (uzunluk), Y- eksteni (genişlik) ve Z (kalınlık) eksteni boyunca yapılmıştır. Delme testleri sadece 80 mm/min yükleme hızında X-ekseni (uzunluk), Y-eksteni (genişlik) ve Z (kalınlık) eksteni boyunca yapılmıştır. Mekanik ölçümler için toplam 60 meyve kullanılmış ve üç tekrar yapılmıştır. İğde meyvesinin ekstenel boyutları (X, Y, Z) ile üç ekstenedeki kuvvetlerin (F_x , F_y , and F_z) gösterimi ve deney çalışması, Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İğde meyvesinin ekstenel boyutları (X, Y, Z) ile üç ekstenedeki kuvvetlerin (F_x , F_y , and F_z) gösterimi ve deney çalışması

Figure 1. Display of axial forces (X, Y, Z) and forces on three axes (F_x , F_y , and F_z) of oleaster fruit, and experimental work.

İğde meyvelerinin kimyasal ölçümlerinde, titre edilebilir asitlik ölçümü, blendırda çekilen örneklerden 10 g'ının NaOH ile pH'sının 8.1'e getirilmesiyle belirlenmiş değer sitrik asit cinsinden bulunmuştur (AOAC, 1984). Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ölçümü için el refraktometresi ve pH ise dijital pH metre kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Fizikomekanik özellikler

Fiziksel özellikler

İğde meyveleri ve çekirdeklerinin fiziksel özelliklerine ait ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. İğde meyvesinin uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri ortalaması sırasıyla; 23.52 mm, 15.24 mm ve 13.71 mm olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. İğde meyvesi ve çekirdeğinin fiziksel özellikleri

Table 1. The physical properties of oleaster fruit and stone

Fiziksel özellikler	Meyve		Meyve (çekirdek)	
	Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata
Uzunluk, L (mm)	23.52	1.94	19.55	0.31
Genişlik, W (mm)	15.24	1.45	5.58	0.09
Kalınlık, T (mm)	13.71	1.53	5.28	0.08
Geometrik ortalama çap, D_g (mm)	16.93	1.41	8.28	0.09
Küresellik, ϕ (%)	72.12	4.40	42.69	0.68
Yüzey alanı, S (cm ²)	9.07	0.24	2.16	0.05
Meyve hacmi, V (cm ³)	2.62	0.11	0.30	0.01
Meyve ağırlığı, M (g)	2.02	0.50	0.43	0.01

İğde meyvelerinin geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı ve hacim ağırlıkları ise sırasıyla 16.93 mm, %72.12, 9.07 cm² ve 2.62 cm³ olarak bulunmuştur. İğde meyvesi çekirdeklerinin uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı ve hacim ağırlıkları değerleri ortalamaları ise sırasıyla; 19.55 mm, 5.58 mm, 5.28 mm, 8.28 mm, %42.69, 2.16 cm² ve 0.30 cm³ olarak bulunmuştur. İğde meyvesi çekirdeklerinin tüm incelenen fiziksel özellikleri meyve örneklerine göre daha düşük değerlerde olduğu gözlenmiştir. İğde meyveleri ve çekirdeklerinin ağırlıkları sırasıyla 2.02 g ve 0.43 g olarak belirlenmiştir.

Özdemir ve Kalyoncu (2011), 30 farklı iğde türü üzerinde yaptıkları seleksiyon çalışmasında meyvelerin uzunluk ve genişlik ve ağırlıklarını sırasıyla 21.42-24.80 mm, 15.44-17.72 mm ve 1.55-1.82 g aralığında bulmuşlardır. Çalışmada bulunan değerler, uzunluk açısından literatür değerleri aralığında, genişlik değerleri literatür alt sınır değerine yakın ve meyve ağırlık değeri ise, literatür değerlerinin altında bulunmuştur.

Altuntas ve ark (2013) muşmula meyvesinin geometrik ortalama çap, küresellik, meyve ağırlığı ve meyve hacmi değerlerini sırasıyla 26.82 mm, %95.00, 15.5 g ve 10.3 cm³ olarak belirlemişlerdir. İğde meyveleri ve çekirdeklerine göre muşmula meyvesinin geometrik ortalama çap, küresellik, meyve ağırlığı ve meyve hacmi değerleri daha yüksek değerlerde çıkmıştır. Owolarafe ve ark. (2007) Dura çeşidi palm meyvesinin uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini sırasıyla; 30.3 mm, 19.9 mm ve 15.7 mm olarak belirlemişlerdir. İğde meyvelerinin uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri palm meyvesi değerlerine göre daha düşük değerlerde bulunmuştur.

Jahromi ve ark. (2008), Dariri hurma çeşidine ait meyvelerin ağırlık ve hacmini sırasıyla 5.30 g ve 5.49 cm³ olarak belirlerken, ığde meyvesi ağırlık ve meyve hacim değerlerine göre hurma meyvesi örneklerinin daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Yıldız ve Altuntaş (2015) üvez meyvesine ait geometrik ortalama çap, küresellik, meyve ağırlığı ve meyve hacmi değerlerini sırasıyla 25.1 mm, %93.00, 10.1 g ve 8.4 cm³ olarak belirlemiştir. ığde meyveleri ve çekirdeklerinin üvez meyvesine göre geometrik ortalama çap, küresellik, meyve ağırlığı ve meyve hacmi değerleri açısından daha küçük değerlerde olduğu gözlenmiştir.

Mekanik özellikler

ığde meyvesinin mekanik özellikleri olarak meyve örneklerinin hem meyve kabuğu ve hem de meyve eti üzerinden sıkıştırma ve delme testleri sonucu sıkıştırma ve delme kuvvetlerinin uzunluk, genişlik ve kalınlık eksenleri boyunca elde edilen ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 2’de ve Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 2. ığde meyvesinin farklı hızlardaki sıkıştırma testi sonucu elde edilen sıkıştırma kuvveti değerleri (N)

Table 2. Compression force values (N) of oleaster fruit obtained from different speeds at the compression test.

Mekanik özellikler	Yükleme hızları (mm/min)				
	40	60	80	100	120
Meyve (kabuk)					
X eksen	0.66 (0.08)*	0.98 (0.15)	0.96 (0.11)	1.19 (0.07)	1.08 (0.01)
Y eksen	0.41 (0.03)	0.51 (0.06)	0.52 (0.04)	0.55 (0.06)	0.67 (0.03)
Z eksen	0.43 (0.04)	0.53 (0.07)	0.56 (0.02)	0.68 (0.11)	0.69 (0.03)
Meyve (eti)					
X eksen	0.85 (0.16)	0.84 (0.14)	0.77 (0.09)	0.87 (0.11)	1.15 (0.05)
Y eksen	0.44 (0.03)	0.58 (0.09)	0.60 (0.05)	0.66 (0.03)	0.80 (0.03)
Z eksen	0.52 (0.03)	0.60 (0.09)	0.62 (0.05)	0.72 (0.08)	0.74 (0.02)

(*): Parantez içerisindeki değerler, standart hata değerleridir.

Çizelge 2’ye göre, ığde meyvesinin meyve kabuğu üzerinden yapılan sıkıştırma kuvveti değerleri X-, Y- ve Z- eksenleri boyunca sırasıyla 40 ile 120 mm/min yükleme hızları arasındaki sıkıştırma kuvvet değerleri için en küçük değerler 40 mm/min hızında elde edilmiştir. Genel olarak en yüksek sıkıştırma kuvveti değerleri ise 120 mm/min yükleme hızında elde edilmiştir. Y- eksen boyunca hızlarda en düşük sıkıştırma kuvveti değerleri gözlenirken, X- eksen boyunca meyve kabuk ve meyve eti için en yüksek değerler bulunmuştur. Meyve kabuk ölçümlerinde en yüksek sıkıştırma kuvvet değeri 1.19 N ve en küçük değer ise 0.41 N değerleri elde edilirken, meyve eti için yapılan ölçümlerde ise en yüksek kuvvet değerleri 1.15 N ve en düşük kuvvet değeri ise 0.44 olarak gözlenmiştir.

Sıkıştırma testleri meyve kabuk ve meyve eti örnekleri için farklı yükleme hızları için incelendiğinde, kuvvet değerlerinin meyve kabuk örneklerinde yükleme hızlarına göre genel olarak artışlar görülmüştür. Meyve eti için yapılan testlerde de aynı şekilde X-, Y- ve Z- eksenleri için (uzunluk, genişlik ve kalınlık) meyvelerin sıkıştırma sonucu kuvvet değerlerinin eksenlere göre artış gösterdiği görülmüştür. ığde meyvelerinin kabuk ve meyve eti için alınan sıkıştırma kuvveti değerleri X- ekseninde, Y- ve Z- eksenlerine göre daha yüksek değerler bulunması; X- ekseninin yön itibarıyla kuvvetin uygulandığı düzlemde daha az temas alanına maruz kalmasından kaynaklandığı söylenebilir.

İğde meyvelerinin mekanik ölçümlerinde delme test sonuçları sadece 80 mm/min delme hızında yapılmış olup, elde edilen delme kuvveti ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. İğde meyvelerinin delme testi sonucuna göre ortalama delme kuvveti (N) ile standart hata değerleri (Yükleme hızı: 80 mm/min).

Table 3. The mean puncture force (N) and standard error values of oleaster fruits at the puncture test results (Loading speed: 80 mm/min).

Mekanik özellikler	Meyve (kabuk)			Meyve (eti)		
	X eksen	Y eksen	Z eksen	X eksen	Y eksen	Z eksen
Ortalama	0.65	0.48	0.55	0.80	0.55	0.59
Standart hata	0.15	0.05	0.07	0.17	0.24	0.09

İğde meyvelerinin delme testleri sonucu 80 mm/min yüklem hızında meyve kabuk ve meyve eti için elde edilen delme kuvvet değerleri sıkıştırma kuvveti değerlerinde olduğu gibi en yüksek X- eksen boyuna gözlenmiştir. Benzer şekilde sıkıştırma kuvveti değerlerinde gözlemlendiği gibi en düşük kuvvet değerleri ise Y- eksen boyuna görülmüştür. Delme testleri sonucu bulunan meyve kabuk yüzeyinden yapılan ölçümlerde en yüksek değer 0.65 N ve en düşük değer ise 0.48 N olarak bulunurken, meyve eti için en düşük değer 0.55 N ve en yüksek değer ise 0.80 N olarak gözlenmiştir.

Altuntas ve Karaosman (2015), Japon elması meyvesinin kopma kuvvetinin X-, Y-, ve Z- eksenleri boyunca sırasıyla 221.4 N’den 298.4 N’a, 242.2 N’den 280.2 N’a , ve 252.8 N’den 263.0 N’a kadar değişkenlik gösterdiğini ve Y-ekseninde elde edilen kuvvet değerinin X- ve Z- eksenlerine göre daha yüksek değer verdiğini açıklamışlardır. Celik ve ark. (2007) kivi meyvesinin fizyolojik olgunluk döneminde meyve kabuk ve meyve et kısmındaki sertlik değerlerinin sırasıyla 95.05 N ve 78.28 N olarak elde edildiğini açıklamışlardır.

Altuntas ve ark. (2015), üzve meyvesinin hasat ve yeme olgunluklarındaki delme kuvveti değerlerinin meyve kabuğu için X- ekseninde 2.804 N’den 0.089 N’a azaldığını, Y- ekseninde ise 4.455’den 0.138 N’a kadar azaldığını açıklamışlardır. Meyve eti üzerinden yapılan çalışmada, üzve meyvesinin hasat ve yeme olgunluklarındaki delme kuvveti değerlerinin X- ve Y- eksenlerinde sırasıyla 2.046’den 0.191 N’a ile 2.746 N’den 0.196 N’a azalış gösterdiğini açıklamışlardır. Meyve kabuğu ve meyve eti üzerindeki delme kuvveti değerlerinin Y- ekseninde X- eksenine göre daha yüksek değerlerde çıktığını açıklamışlardır. Bu çalışmada ise, iğde meyvesinde üzve meyvesinin aksine delme kuvveti değerlerinin X- ekseninde diğer eksenlere göre daha yüksek değer verildiği görülmüştür.

İğde meyvelerinin farklı sürtünme yüzeylerindeki statik sürtünme katsayısı değerleri Çizelge 4’te verilmiştir. Çalışmada farklı sürtünme yüzeyleri olarak, galvaniz sac, kontrplak, cam ve PVC yüzeyler kullanılmış olup, elde edilen sürtünme katsayısı değerleri sırasıyla; 0.335, 0.342, 0.336 ve 0.319 olarak belirlenmiştir. Statik sürtünme katsayısı değerlerinde en düşük değer PVC sürtünme yüzeyinde bulunurken, kontrplak yüzeyde en yüksek değer elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. İğde meyvesinin statik sürtünme katsayısı değerleri.

Table 4. Static friction coefficient values of oleaster fruit.

Statik sürtünme katsayısı	Ortalama	Standart hata
Galvaniz sac	0.335	0.035
Kontrplak	0.342	0.027
Cam	0.336	0.046
PVC	0.319	0.027

PVC: polivinil klorür

Owolarafe ve ark. (2007) statik sürtünme katsayılarını palm meyvesi için galvaniz sac ve kontrplak yüzeyler için sırasıyla 0.58 ve 0.56 olarak belirlerken, Yıldız ve Altuntaş (2015) üzve meyvesinin sürtünme katsayısı değerlerini galvaniz sac ve kontrplak yüzeyler için sırasıyla; 0.54 ve 0.58 olarak belirlemişlerdir. Altuntas ve ark. (2013) muşmula meyvesinin sürtünme katsayısı değerlerini laminant, galvaniz sac, sunta ve lastik yüzeyler için sırasıyla 0.357, 0.452, 0.404 ve 0.518 olarak belirlemişlerdir. Statik sürtünme katsayıları açısından palm, üzve ve muşmula meyvelerinin sürtünme katsayısı değerleri, iğde meyvelerinin sürtünme katsayısı değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Sürtünme katsayısı değerleri iğde meyvesinde kontrplak yüzeyde daha yüksek değerler verirken, PVC yüzeyde daha düşük bulunmuştur. PVC yüzeyi kontrplak yüzeye göre daha parlak ve pürüzsüz bir yüzey olduğu için statik sürtünme katsayısı açısından daha düşük değere sahiptir.

3.2. Renk özellikleri

İğde meyvesinin kabuk ve meyve eti için yapılan renk ölçümlerine ait ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Renk karakteristik özelliklerinden L^* değerleri, meyve kabuk ve meyve eti için sırasıyla 34.19 ve 65.73 olarak belirlenmiştir. İğdenin meyve eti değerleri meyvenin kabuk yüzeyinden alınan değerlere göre neredeyse iki katı kadar daha parlak ve beyaza yakın değerler vermiştir. Renk karakteristik özelliklerinden a^* kırmızı-yeşil renk skalaları için değerler, meyve kabuk ve meyve eti için sırasıyla ortalama olarak 20.01 ve 7.17 olarak belirlenmiştir. İğdenin kabuk rengi doğal olarak olgun meyve özelliğinde daha çok kırmızı değerler vermiştir. İğde meyvesinin b^* renk karakteristik özelliği olan sarı ve mavi renk skalaları için ortalama değerler ise 9.34 ve 15.50 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla iğde meyvesinin meyve etinin kabuklu yüzeyine göre daha sarı renkli olduğu söylenebilir.

Çizelge 5. İğde meyve (kabuk ve eti) ile meyve çekirdeğinin renk özellikleri.

Table 5. The color characteristics of the oleaster fruit (skin and flesh) and fruit stone.

	Renk karakteristikleri		
	L^*	a^*	b^*
Meyve (kabuk)			
Ortalama	34.19	20.01	9.34
Standart hata	2.23	0.92	1.51
Meyve (eti)			
Ortalama	65.73	7.16	15.50
Standart hata	2.19	0.84	0.82
Meyve (çekirdek)			
Ortalama	36.81	5.10	3.63
Standart hata	1.45	0.37	0.94

İğde meyvesinin çekirdeğine yönelik yapılan renk ölçümlerinde, renk karakteristik özelliklerinden L^* , a^* , b^* değerleri sırasıyla ortalama olarak 36.81, 5.10 ve 3.63 bulunmuştur. Değerler incelendiğinde, L^* değeri meyve kabuk L^* değerine yakın değerde bulunmuş, a^* değeri meyve eti değerine daha yakın ve b^* değeri ise meyve kabuk ve meyve eti değerlerinden daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Altuntas ve ark. (2013) muşmula meyvesinin yeme olgunluğu dönemi için L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin meyve kabuğu için sırasıyla 47,6; 11,7 ve 26,0 olduğunu açıklarken, meyve eti için L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin sırasıyla 75,2; 4,2 ve 24,2 olduğunu ifade etmişlerdir. İlgili literatür açısından muşmula renk değerlerinin genel olarak iğde meyvesine göre L^* ve b^* değerleri açısından daha yüksek, ancak a^* değerleri açısından daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Ayrıca, Yıldız ve Altuntaş (2015) üvez meyvesinin meyve kabuğu için L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin sırasıyla 27.5, 3.50 ve 12.7 olduğunu açıklarken, meyve eti için L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin ise sırasıyla 22.5, 9.10 ve 14.2 değerlerini bulduklarını açıklamışlardır. Buna göre, üvez meyvesinin meyve kabuğu ve meyve eti renk karakteristik özelliklerinden L^* değerinin iğde meyve kabuğu ve meyve eti L^* değerlerinden daha yüksek değerde olduğu görülmektedir.

3.3. Kimyasal özellikler

İğde meyvelerin kimyasal özelliklerine yönelik yapılan analiz sonuçları incelendiğinde, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik (TA) değerleri sırasıyla %1.53, 4.86 ve 0.95 g/100 g olarak belirlenmiştir. İğde meyvesinin nem içeriği ölçümlerinde iğde meyvesinin nem içeriğinin yaş baza göre değeri %32.40 olduğu bulunmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. İğde meyvesinin kimyasal özellikleri.
Table 5. The chemical properties of oleaster fruit.

Kimyasal özellikler	Meyve	
	Ortalama	Standart hata
Titre edilebilir asitlik; TA (g/100 g)	0.95	0.06
Suda çözünebilir kuru madde; SÇKM (%)	1.53	0.20
pH	4.86	0.13
Nem içeriği; Nİ (%)	32.40	2.58

Altuntas ve ark. (2013) yeme olgunluğundaki muşmula meyvesinin pH, SÇKM ve titre edilebilir asitlik değerlerini sırasıyla 4.70, %15.5 ve 0.39 g/100 g olarak belirlemişlerdir. İğde meyvelerinin muşmula meyvesine göre pH değeri birbirine yakın değerde bulunurken, suda çözünebilir kuru madde değerinin yaklaşık 10 katı kadar ve TA değerlerinin ise yaklaşık 3 katı kadar daha düşük değerde olduğu gözlenmiştir. Yıldız ve Altuntaş (2015) üvez meyvesinin yeme olumunda kimyasal analiz sonuçları açısından pH, titre edilebilir asitlik ve suda çözünebilir kuru madde değerleri sırasıyla 4.65, 0.22 g/100 g ve 11.8 olarak belirlemişlerdir. Bu açıdan literatür değerleri incelendiğinde, iğde meyvesinin üvez meyvesine göre, pH değeri çok yakın değerler verirken, TA değeri yaklaşık 4 kat daha yüksek değerde, aksine SÇKM değeri ise yaklaşık 8 kat daha düşük değer vermiştir.

4. Sonuç

Tokat gibi özellikle Orta Karadeniz geçit kuşağında tüketimi yaygın olan ve Türkiye’de farklı yörelerimizde yetişen iğde meyvesinin hem tıbbi açıdan sağlık yönünde, hem de taze tüketim ve sanayi açıdan meyve suyu, marmelat vb. gıda olarak kullanımının mümkün olduğu bir meyvedir. İğde meyvesinin özellikle hasat sonrası işleme endüstrisinin geliştirilmesi mümkün olduğu gibi, taze tüketimde tüketici istekleri bakımından da fiziko-mekanik, renk ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Tüketici açısından istenilen iğdenin fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklere sahip olması; meyve kalitesi, görünümü, tat ve meyve yapısal özelliği iğdenin hasat sonrası taze ve işlenmiş olarak pazardaki kullanımını açısından kalite ve ekonomik değerini arttıracaktır.

İğde meyvesinin yetiştiriciliğinin artırılması, uygulanacak kültürel önlemlerle de üretim miktarının da artırılması mümkün olabilir. Bunun yanında, iğde meyvesinin hasat ve sonrası işlemleri ile taşıma, temizleme-sınıflandırma, işleme, depolama ve paketlenme ve ambalajlama için yapılacak makina ve tesislerin tasarımları, makina ve sistemlerin kurulumu, çalıştırılması ve işletilmesindeki mühendislik uygulamalarının ve üretim etkinliğinin sağlanabilmesi açısından iğde meyvesinin biyoteknik özellikleri konusunda daha detaylı çalışmaların planlanması ve yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Altuntas, E., Gul, E.N. Bayram, M. 2013. The physical, chemical and mechanical properties of medlar (*Mespilus germanica* L.) during physiological maturity and ripening period. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University (JAFAG), 30 (1): 33-40.
- Altuntaş, E., N.Karaosman, 2015. The post-harvest engineering properties of Japan flowering crabapple (*Malus floribunda*) fruits. Agricultural Engineering International: The CIGR EJournal. Manuscript, 17(1), 264-272.
- Altuntas, E., M. Yildiz, E.N. Gul, 2015. The effect of ripening periods on physical, chemical and mechanical properties of service tree (*Sorbus Domestica* L.) fruits. Agricultural Engineering International: The CIGR EJournal. Manuscript, 17(2), 259-266.
- Altuntas, E., 2016. The volumetrical, geometrical and frictional properties of silver berry (*Elaeagnus angustifolia* L.) fruits. Journal of New Results in Science 5 (11), 41-47.
- AOAC, 1984. Association of Official Analytical Chemists, 1984. Officials methods of analysis. 14th ed. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Brothers, T.S., 1988. Indiana surface-mine forests, historical development and composition of a human-created vegetation complex. Southeastern Geographer, 28 (1): 19-33.
- Brusewitz G.H., 1975. Density of rewetted high moisture grains. Transactions of the ASAE, 18: 935-938.
- Celik, A., Ercisli, S., Turgut, N., 2007. Some physical, pomological and nutritional properties of kiwifruit cv. Hayward. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 58: 411-418.
- Dawson, J.O., 1990. Interactions among actinorhizal and associated species. In: Schwintzer, C.R. and Tjepkema, J.D. (Eds), the Biology of Frankia and Actinorhizal Plants, Academic Pres, New York,pp. 228-316.
- Ekinci, K., Yılmaz, D., Ertekin, C., 2010. Effects of moisture content and compression positions on mechanical properties of carob pod (*Ceratonia siliqua* L.). The African Journal of Agricultural Research (AJAR) 5(10): 1015 – 1021.
- Faramarz, S., Dehghan, G., Jahanban-Esfahlan, A., 2015. Antioxidants in different parts of oleaster as a function of genotype. Bioimpacts. 2015; 5(2): 79-85.
- Gülcü, S., Çelik Uysal, S., 2010. Kuş iğdesi’nde (*Elaeagnus angustifolia* L.) yetiştirme sıklığının fidan morfolojik özelliklerine etkisi Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2010, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 74-81
- Gültekin, H. C., 2007. Yabancıl Meyveli Ağaç Türlerimiz ve Fidan Üretim Teknikleri, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, Fidanlık ve Tohum İşleri Daire Başkanlığı, Ankara.

- Güngör, D., Atatoprak, A., Özer, F., Akdağ, N., Kandemir, N.D., 2002. Bitkilerin Dünyası, Bitki Tanıtımı Detayları ile Fidan Yetiştirme Esasları. Lazer Ofset Matbaa, Ankara.
- Haciseferogulları H, Ozcan M, Sonmete MH, O Ozbek., 2005. Some physical and chemical parameters of wild medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit grown in Turkey. Journal of Food Engineering, 69: 1–7.
- Hays, J. F. Jr., 1990. Wildlife considerations in windbreak renovation. In: Great Plains Agricultural Council, compiler. Windbreaks: Living with the wind: Proceedings, windbreak renovation workshop; 1990 October 23-25.
- Jahromi, M.K., Rafiee, S., Jafari, A., Ghasemi Bousejin, M.R., Mirasheh, R., Mohtasebi, S.S., 2008. Some physical properties of date fruit (cv. Dairi). International Agrophysics, 22 (3): 221–224.
- Jha, S.N., Kingsly, A.R.P., Sangeeta, C., 2005. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. Journal of Food Engineering, 72: 73-76.
- Krupinsky, J.M., Frank, A.B., 1986. Effects of water stress on Tubercularia canker Russian olive. Montana State Univ. Coop. Ext. 117: 171-172.
- Li, Z., Thomas, C., 2015. Effect of Number of Locules, Loading Position, and Compression Speed on the Mechanical Behaviors of Tomato Fruits. International Journal of Food Properties. 18 (6), 1350-1358.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective colour measurements. HortScience, 27 (12), 1254–1255.
- Mohsenin, N.N., 1970. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Nourain, J., Ying, Y.B., Wang, J.P., Rao, X.Q., Yu, C.G., 2005. Firmness evaluation of melon using its vibration characteristic and finite element analysis. Journal Of Zhejiang University, Science, 6(6), 483–490.
- Olson, D.F., 1974. *Elaeagnus* L. In: Schopmeyer, C.S. (Ed.), Seeds of Woody Plants in the United States, Agric. Handbook 450, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC, pp. 376-379.
- Olson, D.F., Barbour, R.J., 2004. *Elaeagnus* L., In: Woody Plant Seed Manual. USDA Forest Service, National Seed Laboratory, Seed Technology Center Publications, USA. www.nsl.fs.fed.us/wpsm/Elaeagnus.pdf, Erişim: 20.04.2008.
- Owolarafe, O.K., Olabige, M.T. Faborode, M.O., 2007. Physical and mechanical properties of two varieties of fresh oil palm fruit. Journal of Food Engineering, 78: 1228–1232.
- Özdemir, G., Kalyoncu, İ.H., 2011. A selection study on oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) grown in the campus area of Selcuk University in Konya, Turkey. African Journal of Biotechnology, 10 (77), 17726-17736.
- Yıldız, M., Altuntaş, E., 2015. Üvez meyvesinin bazı biyoteknik özelliklerinin belirlenmesi. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 2-5 Eylül 2015, 409-412, Diyarbakır.