

Ateş dikenini meyvesinin bazı biyo-teknolojik özelliklerinin belirlenmesi

Esra Nur GÜL¹, Ebubekir ALTUNTAŞ¹

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

Alınış tarihi: 20 Nisan 2021, Kabul tarihi: 15 Temmuz 2021
Sorumlu yazar: Esra Nur GÜL, e-posta: gulesranur1@gmail.com

Öz

Amaç: Bu çalışmada, doğal antioksidan kaynağı olarak kullanıma iyi bir aday meyve olan ateş dikenini meyvelerinin bazı biyoteknik karakteristikleri (fiziksel, mekanik ve renk özellikleri) incelenmiştir. Bu amaçla, meyvelerin biyoteknik karakteristiklerden fiziksel ve mekanik özellikleri içerisinde boyut özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, sürtünme özellikleri, mekanik davranışları ile renk özellikleri belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi kampüsünde doğal olarak yetişen ateş dikenini (*Pyracantha coccinea* M.Roem) bitkilerinin taze ve kuru meyveleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan taze meyvelerin nem içeriği yaş baza göre 80.16 (%y.b.), kuru meyvelerin nem içeriği ise 9.43(%y.b.) olarak belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları: Hasat edilen taze ateş dikenini meyvesinin uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri sırasıyla 8.66 mm, 8.33 mm, 6.43 mm iken kuru meyvelerde bu değerler 7.14 mm, 6.85 mm, 5.45 mm olarak belirlenmiştir. Kurutulmuş meyvelerin geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri sırasıyla 6.42 mm, %90.00 ve 129.79 mm² olarak belirlenmiştir. *L**, *a**, *b** renk değerleri hasat esnasındaki taze meyvelerin kabuk yüzeyi için sırası ile 43.44, 35.91 ve 28.31 olarak belirlenirken, kuru meyvelerde ise kabuk yüzeyi için bu değerler sırasıyla 40.32, 23.42 ve 8.68 olarak belirlenmiştir. Taze meyvelerin kabuk rengi *L** parlaklık değerleri kuru meyvelerden daha yüksek çıkmış, ayrıca kırmızılık (*a**) ve sarılık (*b** değeri) bakımından da taze meyvelerin kuru meyvelerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: Ateş dikenini meyvelerinin bazı biyoteknik karakteristikleri, hasat sonrası teknolojiler için kullanılan makine ve tesislerin tasarım, projelendirme ve geliştirme çalışmalarında mühendislik verileri olarak kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Ateş dikenini meyvesi, fiziksel özellikler, renk özellikleri

Determination of some bio-technological characteristics of firethorn fruit

Abstract

Objective: In this study, some biotechnical characteristics (physical, mechanical and color properties) of firethorn fruits, which are good candidates for use as a natural antioxidant source, were investigated. Among the physical and mechanical properties from biotechnical properties the fruits; size dimensions, geometric mean diameter, sphericity, surface area, friction properties, mechanical behaviour and color properties were determined.

Materials and Methods: In this study, the fresh and dried fruits of firethorn (*Pyracantha coccinea* M. Roem) plants that grow naturally in Tokat Gaziosmanpaşa University campus were used. The moisture content of fresh fruits used in the study was determined to be 80.16 (% y.b.) according to the wet base and 9.43 (% y.b.) of dried fruits.

Results: The length, width and thickness values of the harvested fresh firethorn fruit were 8.66 mm, 8.33 mm, 6.43 mm, while for the dried fruits, these values were as 7.14 mm, 6.85 mm, 5.45 mm respectively. The geometric mean diameter,

sphericity and surface area values of dried fruits were determined as 6.42 mm, 90.00 (%), 129.79 mm², respectively. *L* *, *a* *, *b* * color values were determined as 43.44, 35.91 and 28.31 for the skin surface of fresh fruits during harvest, respectively, while for dried fruits, these values were determined as 40.32, 23.42 and 8.68, respectively. It was determined that the skin color *L* * brightness values of fresh fruits were higher than dried fruits, and also, fresh fruits were higher in terms of redness (*a**) and yellowness (*b** value) than dried fruits.

Conclusion: Some of the biotechnical characteristics of the firethorn fruits can be used as engineering data for the design, project and development of machinery and facilities used for post-harvest technologies.

Key words: Firethorn fruit, physical properties, colour properties

Giriş

Ateş dikenini olarak da bilinen *Pyracantha coccinea* M.Roem, Rosaceae (Gülğiller)'nin bir üyesidir. Yaprak dökmeyen, dikenli, çok yıllık bir çalı formunda olup Güneydoğu Avrupa ve Asya'ya özgü bir bitkidir (Dong ve ark., 2017). Bu türün ülkemizdeki yayılışı Tekirdağ, İstanbul, Bursa, Bolu, Zonguldak, Sinop, Tokat, Trabzon, Artvin, Konya, Ankara, Mersin ve Hatay çevreleridir (Anonim, 2020a). Ülkemizde köpek elması (Anonim, 2020b); ebembükü, kirkat, kuş alıcı (Anonim, 2020c); diken çalısı, çör (Günel, 1997) adları ile bilinmektedir. Bezelye büyüklüğünde kırmızımsı turuncu etli meyveleri sürgün üzerinde gruplar halinde olup, kış boyunca bitki dallarında kalır (Anonim, 2020b). Ateş dikenini bitkisinin meyvesi yenmektedir (Ertuğ, 2014). Ayrıca, ateş dikenini, Trakya Bölgesi'nde arıcılık için önemli bitkilerdendir (Sıralı ve Deveci, 2002).

Bitkiler hasat edildikleri esnada yaklaşık %80 oranında nem içermekte ve kontrollü şartlarda kurutulmuş nemi uzaklaştırılmakta ve yaklaşık %10 raf nem düzeyine ulaşılabilmesi hedeflenmektedir (Doymaz ve ark., 2003).

Ateş dikenini meyveleri; jöle, reçel, sos ve marmelat yapmak için pişirilebilmektedir (Bryan ve Castle, 1976; Facciola, 1990; Potter ve ark., 2007). Aynı zamanda bu meyvelerin diüretik, kalp ve tonik özellikleri nedeniyle geleneksel tıpta da kullanıldığı bildirilmektedir (Kowaleuki ve Mrugasiewicz, 1971; Fico ve ark., 2000). Kurutulan ateş dikenini

meyvelerinden ve yapraklarından çay olarak faydalanılabilmektedir (Anonim, 2021d).

Dünya genelinde görülen Covid-19 salgını, tüm insanlığın sağlığına büyük bir darbe vururken, gıda üretimi ve sağlıklı gıdaya erişim zorunluluğunu bir kez daha önemli hale getirmiştir. Bu süreçte antioksidanların insan diyetindeki yeri de ön plana çıkmıştır. Meyveler ve sebzeler insanlar için zengin antioksidan kaynaklarıdır (Chai ve ark., 2013; Moo-Huchin ve ark., 2015). Semerci ve ark. (2020)'ye göre literatürdeki benzer çalışmalarla birlikte (Tüysüz ve ark., 2020; Keser, 2014; Sarikurkcu ve Tepe, 2015; Deniz ve ark., 2014) *Pyracantha coccinea* meyvelerinin doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilecek iyi bir aday meyve olduğu önemle vurgulanmaktadır.

Pyracantha coccinea meyve özlerinin, toplam fenolik içeriğinin zenginliği nedeniyle güçlü bir antioksidan aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca ateş dikenini bitkisinin kırmızı renkli meyvelerinin β-karoten, likopen, likopen ile indirgenmiş glutatyon (GSH) ve yükseltgenmiş glutatyon (GSSG) miktarları bakımından oldukça zengin olduğu da Çöteli ve Karataş (2017) tarafından açıklanmaktadır.

Türkiye Odun Dışı Orman Ürünleri Değerlendirme Raporu'na göre ateş dikeninin Türkiye genelinde yayılış alanı 397 ha ve kullanım miktarı ise 59.484 kg'dır (Anonim, 2021e).

Ürünlerin biyoteknik özelliklerinden hacim, hacim ağırlıklarının bilinmesi, kurutma, depolama, silo dizaynı, silaj, peletlemedeki stabilite, sınıflandırma, temizleme, olgunluk değerlendirilmesi, sertlik ve kalite değerlendirilmesi gibi konularda etkilidir (Alayunt, 2000). Tarımsal materyalin havalanması ve ısı geçişinin sağlanması gibi konularda porozite değerinin belirlenmesi gerekmektedir (Alayunt, 2000).

Tüketiciler tarafından ilk değerlendirilen kalite kriterinin renk olduğu söylenebilir. Tüketici, ürünün rengi ile işleme kalitesini ve yemeye uygunluğunu ilişkilendirir. Hem taze materyal hem gıda olarak kullanımı ve ara ürün olarak son ürüne kadar her zaman renk karakteristiği önemli fiziksel kalite kriterleri olarak önemlidir (León ve ark., 2006; Kılıç ve ark., 2007).

Taneli materyallerin doğal yığılma açılarının bilinmesi, bu materyallerin depolarının ve iletim vasıtalarının tasarımında önem taşımaktadır (Alayunt, 2000). Mekanik davranışlara ait belirlenen sıkıştırma kuvveti, deformasyon, absorbe edilen

enerji, sertlik ve sıkıştırma gücü gibi parametreler, özellikle hasat sonrası için kalite göstergesi parametreleri olup, taşıma, ürün işleme, depolama, ambalajlama ve paketlenme gibi uygulamalarda ürünlerin zedelenmeden tüketiciye ulaştırılmasında belirleyici önemli özelliklerdir. Birçok alanda kullanım etkinliği olan ve sürdürülebilir tarımsal üretim potansiyeli bulunan; Tokat yöresinde ve ülkemizde bazı yörelerde doğal olarak yayılış gösteren; insan sağlığı için önemli yer tutan *Pyracantha coccinea* meyvelerinin literatür çalışmalarında gerek dünya gerekse Türkiye çapında fiziksel, mekanik ve renk özelliklerini içeren biyoteknik karakteristiklerinin incelendiği çok sınırlı sayıda çalışmaya ulaşılmıştır (Dolezal ve ark., 2003). Bu nedenle, bu çalışmada, ateş dikenli meyvelerinin hasat durumundaki taze meyveleri ile kuru meyvelerinin boyut özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, sürtünme özellikleri, mekanik davranışları ile renk özellikleri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi kampüsünde doğal olarak yetişen ateş dikenli (*Pyracantha coccinea* M.Roem) bitkilerinin meyveleri kullanılmıştır (Şekil 1). Meyveler, 15 Ekim 2020 tarihinde toplanarak tür teşhisi Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü tarafından yapılmıştır. Çalışmada hem hasat edilen taze meyveler ve hem de doğal olarak gölgede kurutulmuş meyveler kullanılmıştır. Denemeler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarında yürütülmüştür. Meyve örneklerine ait nem içeriklerini belirleme amacıyla örnekler etüvde $105\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 24 saat kurutulmuş ve yaş baz referans alınarak hesaplanmıştır (Suthar ve Das, 1996). Meyvelerin biyoteknik özellikleri içerisinde geometrik özelliklerinden boyut özellikleri (uzunluk, genişlik ve kalınlık eksen) ölçümleri 0,01 mm hassasiyetli dijital kumpasla yapılmıştır. Meyvelerin geometrik ortalama çap (G_c) (mm) ve küresellik (K_r) (%) ve yüzey alanı (Y_a) (mm^2), ölçümleri için aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Mohsenin, 1980).

$$G_c = (u g k)^{1/3} \quad (1)$$

$$Y_a = \pi (G_c)^2 \quad (2)$$

$$K_r = (G_c/u)100 \quad (3)$$

Burada; u : Uzunluk (mm), g : Genişlik (mm), k : Kalınlık (mm), G_c : Geometrik ortalama çap (mm), Y_a : Yüzey alanı (mm^2), K_r : Küresellik (%),'dir.



Şekil 1. Ateş dikenli bitkisinin hasat edilen taze ve kurutulmuş meyve örnekleri

Meyve şekil indeksinin (M_{si}) belirlenmesinde, meyve uzunluğunun meyve genişliğine oranlanmıştır (Kassem ve ark., 2011).

Meyvelerin hacimsel özellikleri için meyvelerin ağırlıkları belirlenmiş, bu amaçla 0.001 gram hassasiyetli KERN marka EW620-3NM model hassas terazi kullanılmıştır. Meyve hacmi (H_t) (mm^3) ölçümleri, Mohsenin (1980)'e göre aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir.

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

Meyvelerin gerçek hacim ağırlığının belirlenmesinde sıvı yer değiştirme metodu kullanılmıştır (Mohsenin, 1980). Bu amaçla akışkan sıvı olarak meyvelerde suya göre daha az absorbe özelliğine sahip olan Toluene sıvısı kullanılmıştır (Saçılık ve ark., 2003). Meyvelerin yığın hacim ağırlığı için ise hektolitreye yöntemi uygulanmıştır. Porozite (boşluk oranı) değeri (P_r) (%), yığın hacim ağırlığı (H_y) (kg m^{-3}) ve gerçek hacim ağırlığı (H_g) (kg m^{-3}) değerleri de göz önüne alınarak Mohsenin (1980)'e göre belirlenmiştir.

Ateş dikenli meyvelerinin mekanik özellikleri kapsamında, farklı sürtünme yüzeylerindeki (galvanizli sac, PVC, kontrplak, laminant ve lastik) statik sürtünme katsayıları belirlenmiştir. Bu amaçla sürtünme ölçüm düzeni kullanılmıştır. Sürtünme katsayısı, bir kol ile eğilendirilen yüzeyden meyvelerin hareketine izin verilen düzende eğim açısına bağlı olarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Özarlan, 2002).

$$\mu = \tan \alpha \quad (5)$$

Burada; μ : Statik sürtünme katsayısı, α : Eğim açısı ($^\circ$) dir.

Meyvelerin mekanik özelliklerden statik ve dinamik yığılma açısı da belirlenmiştir. Statik yığılma açısı için 300 mm çap ve 500 mm yükseklik ölçülü üst ve alttan açık boş bir silindir kullanılmıştır. Silindir taze meyve ve kuru meyvelerle tepeleme doldurulup, bir düz plaka yüzey üzerinde bir koni oluşturana kadar yavaşça yükseltilmiştir. Oluşan koninin eğim açısı, statik yığılma açısı olarak belirlenmiştir. (Kaleemullah ve Gunasekar, 2002).

$$Y_{sy} = \tan^{-1} (h / r) \quad (6)$$

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

Meyvelerin dinamik yığılma açısının belirlenmesinde, 60 mm genişliğe ve 70 mm uzunluğunda kapaklı üstü açık bir düzenek kullanılmıştır. Kapalı kutunun ön yüzü yukarı aşağı kayma özelliği taşımaktadır. Kapalı kutu, meyveler ile doldurulduktan sonra kayar kapak hızlıca yukarı doğru kaldırılmış ve meyvelerin yüzeye yığın halinde boşalması sağlanmıştır. Yığın üzerinde belirlenen iki noktanın düşey (h_1 ve h_2) ve yatay yöndeki (x_1 ve x_2) mesafeleri ölçülerek aşağıdaki eşitlik yardımıyla dinamik yığılma açısı belirlenmiştir (Bart-Plange ve Baryeh, 2003).

$$Y_{dy} = \tan^{-1} \left(\frac{h_2 - h_1}{x_2 - x_1} \right) \quad (7)$$

Eşitlikte dinamik yığılma açısı Y_{dy} ($^\circ$), h_1 ve h_2 düşey yöndeki mesafe (mm) ve x_1 ve x_2 yatay yöndeki mesafe (mm) dir.

Ateş dikenli meyvelerinin mekanik kuvvet karşısındaki davranışlarını belirlemek için yapılan testlerde Sundoo HP-500 biyolojik materyal test cihazı kullanılmıştır. Bu test cihazı, çeki bası dinamometresi, ölçüm standı, motorlu bir hareket ünitesi ve bir bilgisayar bağlantısına sahiptir. Meyvelerin mekanik davranışları için sıkıştırma testleri uygulanarak, meyvelerin hem kuvvet ve hem de deformasyon aralıkları belirlenebilmekte, kuvvet ve zaman eğrisinden mekanik davranış, grafik olarak da belirlenebilmektedir. Grafikte, yatay eksen zaman ve düşey eksenden kuvvet değerleri okunmuştur. Deformasyon ise test cihazına ekli ölçüm standından milimetrik olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Meyvelerin sıkıştırma testi, iki farklı yükleme hızında (20 mm min⁻¹, 40 mm min⁻¹) belirlenmiştir. Çalışmada, absorbe edilen enerji (E), sertlik (S) ve sıkıştırma gücü (G) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Mohsenin, 1980).

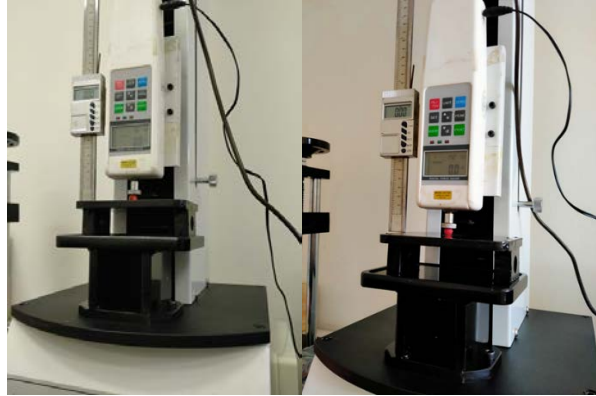
$$E = (F D) / 2 \quad (8)$$

$$S = F / D, \quad (9)$$

$$G = \left[\frac{E H}{60000 D} \right] \quad (10)$$

Burada; E : Absorbe edilen enerjisi (N mm), F : Sıkıştırma kuvveti (N), D : Deformasyon (mm), S : Sertlik (N mm⁻¹) ve G : Sıkıştırma gücü (W) değeridir.

Meyvelerin biyoteknik özelliklerinden renk özellikleri de incelenmiştir. Bu amaçla, meyve kabuk yüzeyi ve meyve et rengi için renk ölçümleri CIE L^* , a^* ve b^* cinsinden belirlenmiştir. Renk ölçümleri, Minolta, model CR-400 (Tokyo, Japonya) kullanılarak yapılmıştır. Renk skalasına göre a^* değeri kırmızılık-yeşillik, b^* değeri ise sarılık-mavilik olarak ifade edilmektedir. Renk karakteristiklerinden kroma değeri = $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, hue açısı değeri ise $h^\circ = \tan^{-1} x b^*/a^*$ formülü ile belirlenmiştir (McGuire, 1992). Ürünün kroma değeri (C) meyvelerin canlı ya da pastel tonuyla ilgili bir belirteç olup pastel tonlar 0'a, canlı tonlar ise 100'e yakın olarak tanımlanmaktadır (Günaydın, 2020).



Şekil 3. Ateş dikenli bitkisinin taze meyve ve kuru meyvesine ait üç (X , Y , Z -) eksenel boyuta ait kuvvetlerin test ölçümü

Toplam renk değişimi (ΔE) ise, meyvelerin kuruma esnasında ne oranda etkilendiğini belirlemek için kullanılmakta olup, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır (Günaydın, 2020).

$$\Delta E = \sqrt{(L_t - L_k)^2 + (a_t - a_k)^2 + (b_t - b_k)^2} \quad (11)$$

Eşitlikte; t indisiyle gösterilen değer taze, k indisiyle gösterilen değer ise kurutulmuş örneklerin ilgili renk parametreleridir.

Araştırma sonuçlarının istatistiksel değerlendirmelerinde SPSS (Statistical Package for Social Sciences) istatistik paket programı (SPSS 17)

kullanılmıştır. Genel istatistik hesaplamalarda minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma, varyasyon katsayısı ve standart hata değerleri belirlenmiştir. Taze meyve ve kuru meyvelerin fiziksel ve renk özelliklerinde meyvelerin tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) yapılmıştır. Mekanik davranışın belirlendiği kuvvet, deformasyon, sertlik ve sıkıştırma gücü parametreleri için taze meyve ve kuru meyveler için yükleme hızı ve eksenleri de kullanıldığı için varyans analizi yapılmıştır. İncelenen parametrelerle ilgili farklılıkların belirlenmesi amacıyla çoklu karşılaştırma (Duncan) testi de uygulanmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Fiziksel özellikler

Çalışmada kullanılan taze meyvelerin nem içeriği yaş baza göre 80.16 (%y.b.) kuru meyvelerin nem içeriği

ise 9.43(% y.b.) olarak belirlenmiştir. Taze ve kurutulmuş ateş dikenli meyvelerine ait örneklerin biyoteknik özellikleri kapsamında fiziksel özelliklerden geometrik özellikleri olarak uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri belirlenmiştir. Taze ve kuru meyvelerin geometrik özellikleri Çizelge 1’de, Çizelge 2’de ise istatistik karşılaştırmalar verilmiştir. Çalışmada taze meyvelerin uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri kuru meyvelerden daha yüksek meyve ağırlıkları da kuru meyvelerde daha düşük bulunmuştur. Uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Taze meyvelerin uzunluk değerleri, kuru meyvelere göre (%17.55) fazla iken, kuruma sürecinin ardından yüzey alanı %18.69 azalmaktadır.

Çizelge1. Ateş dikenli meyvelerine ait bazı geometrik özellikler

Meyve	Geometrik özellikler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı	Standart hata
Taze	U (mm)	8.02	9.12	8.66	0.255	2.940	0.025
	G (mm)	7.08	8.95	8.33	0.342	4.103	0.034
	K (mm)	6.00	7.27	6.43	0.293	4.549	0.029
	G_c (mm)	7.16	8.24	7.72	0.242	3.129	0.024
	K_r (%)	84.40	92.48	89.24	1.636	1.833	0.164
	Y_a (mm ²)	161.19	213.48	187.62	11.754	6.265	1.175
	$M_{\text{şl}}$	1.00	1.20	1.04	0.033	3.179	0.003
Kuru	U (mm)	6.41	8.00	7.14	0.318	4.454	0.032
	G (mm)	6.04	7.79	6.85	0.330	4.819	0.033
	K (mm)	5.00	6.32	5.45	0.260	4.759	0.026
	G_c (mm)	5.92	7.19	6.42	0.257	3.996	0.026
	K_r (%)	86.57	93.87	90.00	1.630	1.812	0.163
	Y_a (mm ²)	110.17	162.51	129.79	10.443	8.046	1.044
	$M_{\text{şl}}$	1.00	1.11	1.04	0.024	2.261	0.002

U : Uzunluk (mm), G : Genişlik (mm), K : Kalınlık (mm), G_c : Geometrik ortalama çap (mm), K_r : Küresellik (%), Y_a : Yüzey Alanı (mm²), $M_{\text{şl}}$: Meyve şekil indeksi

Çizelge 2. Ateş dikenli meyvelerine ait bazı fiziksel karakteristیکlere göre istatistikî sonuçlar

Meyve	U (mm)	G (mm)	K (mm)	G_c (mm)	K_r (%)	Y_a (mm ²)	$M_{\text{şl}}$
Taze	8.66±0.03a	8.33±0.05a	6.43±0.06a	7.72±0.04a	89.24±0.22b	187.62±2.12a	1.040±0.003
Kuru	7.14±0.04b	6.85±0.04b	5.45±0.04b	6.42±0.04b	90.00±0.20a	129.79±1.48b	1.043±0.002
F değeri	934.65**	638.58**	193.49**	536.04**	6.48*	502.21**	0.65 ^{ns}

U : Uzunluk (mm), G : Genişlik (mm), K : Kalınlık (mm), G_c : Geometrik ortalama çap (mm), K_r : Küresellik (%), Y_a : Yüzey Alanı (mm²), $M_{\text{şl}}$: Meyve şekil indeksi, **: $p<0.01$, *: $p<0.05$, ^{ns}:önemsiz.

± değerler standart hatayı göstermektedir.

Güneş ve Şen (2001), yaptıkları çalışmada kuşburnu meyvesinin; meyve şekil indeksinin 1.29 - 2.05 aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada meyve genişliğinin 14.50 mm-19.32 mm aralığında meyve uzunluğunun ise 22.62 mm-30.69 mm arasında değiştiğini açıklamışlardır. Yıldız ve Çelik (2011), kuşburnu meyvesinin meyve genişliğinin 13.01 mm-15.74 mm aralığında, meyve uzunluğunun ise 20.68 mm-25.50 mm aralığında değiştiğini açıklamışlardır.

Yeşiloğlu (2005), mahlep meyvesinin küresellik değerlerini, %9.5 ve %23.5 aralığındaki nem içeriğinde 0.840-0.847 aralığında bulunduğunu ifade etmiştir. Mahlep meyvesinin yüzey alanı değerlerinin ise çalışılan nem içeriği değerlerinde 127.87 mm²-166.49 mm² aralığında değiştiğini açıklamıştır.

Okatan ve ark. (2015), Frenküzümü, Jostaberry ve Bektaşi üzümünün bazı fiziksel özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada; meyve genişlik değerlerinin 8.69 mm-13.81 mm, meyve uzunluk değerlerinin 8.39 mm- 14.22 mm ve şekil indeksinin ise 0.97-1.03

aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada ateş diken meyvelerinin uzunluk ve genişlik değerlerinin kuşburnu meyvesine göre daha düşük değerde; ancak Frenküzümü, Jostaberry ve Bektaşi üzümünün alt minimum değerlerine yakın değerlerde olduğu söylenebilir. Ateş diken meyvelerinin küresellik değerlerinin ise, mahlep meyvelerinden daha düşük değerde, yüzey alanı değerlerinin ise taze ateş diken meyvelerinde daha yüksek, kuru meyvelerinde ise minimum değere yakınlık gösterdiği söylenebilir.

Taze ve kuru ateş diken meyvelerinin hacimsel özellikleri, Çizelge 3'te, istatistik karşılaştırmaları ise Çizelge 4'te verilmiştir. Taze ateş diken meyvesinin meyve ağırlığı ortalama 0.268 g ve kuru meyvelerin ağırlığı ise 0.075 g olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre, kuru meyvelerde meyve ağırlığının yaklaşık %72 oranında azaldığını gözlenmiştir (Çizelge 3). Meyve ağırlığı, meyve hacimleri, yığın hacim ağırlığı, meyve hacim ağırlığı ve porozite değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılığın ise önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.01) (Çizelge 4).

Çizelge 3. Ateş diken meyvelerine ait bazı hacimsel özellikler

Meyve	Hacimsel özellikler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı	Standart hata
Taze	A (g)	0.206	0.333	0.268	0.029	10.897	0.003
	H _i (mm ³)	193.58	295.15	243.49	22.932	9.418	2.293
	H _y (kg m ⁻³)	309.57	375.09	349.92	20.096	5.743	6.360
	H _g (kg m ⁻³)	856.53	1817.52	1456.13	259.823	17.843	82.223
	P _r (%)	61.85	80.45	75.15	5.339	7.105	1.690
Kuru	A (g)	0.061	0.091	0.075	0.007	9.110	0.001
	H _i (mm ³)	109.32	195.96	140.15	17.058	12.171	1.706
	H _y (kg m ⁻³)	157.68	179.88	170.47	7.870	4.617	2.623
	H _g (kg m ⁻³)	1634.88	2611.59	2247.74	333.886	14.854	111.295
	P _r (%)	89.88	93.91	92.26	1.222	1.324	0.407

A: Tek tane ağırlık (g), H_i: Hacim (mm³), H_y: Yığın hacim ağırlığı (kg m⁻³), H_g: Meyve hacim ağırlığı (kg m⁻³), P_r: Porozite (%)

Çizelge 4. Ateş diken meyvelerine ait bazı hacimsel özelliklerine göre istatistiki sonuçlar

Meyve	A(g)	H _i (mm ³)	H _y (kg m ⁻³)	H _g (kg m ⁻³)	Pr (%)
Taze	0.268±0.004a	243.49±4.16a	349.92±7.00a	1456.13±91.54b	75.15±1.88b
Kuru	0.075±0.001b	140.15±2.43b	170.47±2.62b	2247.74±111.30a	92.26±0.41a
F değeri	2949.24**	451.19**	569.71**	30.70**	80.12**

A: Tek tane ağırlık (g), H_i: Hacim (mm³), H_y: Yığın hacim ağırlığı (kg m⁻³), H_g: Meyve hacim ağırlığı (kg m⁻³), P_r: Porozite (%), **: p<0.01 ± değerler standart hatayı göstermektedir.

Okatan ve ark. (2015); frenküzümü çeşitlerinde meyve ağırlığını en düşük 0.53 gr, en yüksek değeri ise ortalama 1.68 gr olarak bulmuşlardır. Gerçekçiöğlü ve ark. (2009); bazı Frenküzümü çeşitlerinde meyve ağırlığının 1.55-0.39 gr değerleri arasında; Kaplan ve Akbulut (2006), ise frenk üzümünde meyve ağırlığını 2.13-0.49 gr arasında olduğunu bildirmiştir. Yeşiloğlu (2005), mahlep meyvesinin yığın hacim ağırlığı değerlerinin, %9.5 ve %23.5 aralığındaki nem içeriğinde 553.84 kg/m³-652.52 kg/m³ aralığında bulunduğunu bildirmiştir. Mahlep meyvesinin porozite değerleri ise aynı nem içeriği değerlerinde %38.9-%50.5 aralığında değişmektedir. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada ateş dikenli meyvelerinin meyve ağırlığı frenküzümü meyvelerinden ve yığın hacim ağırlığı değerleri mahlep meyvesine göre daha düşük değerde olduğu söylenebilir. Buna karşın ateş dikenli meyvelerinin porozite değerleri ise, mahlep meyvesinin porozite değerlerinden daha yüksek çıkmıştır.

Renk Özellikleri

Taze ve kuru ateş dikenli meyvelerinin kabuk yüzeyi ve meyve eti üzerinden ölçülen renk özelliklerine ait değerler (L^* , a^* , b^* , kroma, hue açısı) Çizelge 5 ve 6'da renk karakteristikleri bakımından gruplar arası çoklu karşılaştırmalara yönelik istatistikî sonuçlar da Çizelge 7'de verilmiştir. Taze ve kuru meyvelerde, kabuk yüzeyi ve meyve eti üzerinden renk ölçümlerinde L^* , a^* , b^* , kroma ve hue açısı değerleri

bakımından gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Taze meyveler için kabuk yüzeyindeki ortalama L^* değeri 43.44 olarak kuru meyveler için ise 40.32 olarak belirlenmiştir. Taze meyvelerin kabuk rengi parlaklığının kuru meyvelerden yüksek olduğu, ayrıca kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerinin taze meyvelerde kuru meyvelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Yapılan istatistik analiz sonucuna göre ΔE toplam renk değişimi açısından kabuk yüzeyi ve meyve eti için farklılıkların $p<0.01$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Günaydın (2020), taze kuşburnu meyvesinde, L^* , a^* , b^* , kroma ve toplam renk değişimlerini sırası ile 38.7, 46.8, 31.9, 56.7 ve 0.0 olarak belirlerken, farklı yöntemlerle kurutulmuş kuşburnu meyvesinde ise aynı parametrelerinin ortalama sırasıyla 27.8-39.0, 17.2-40.4, 7.6-34.0, 18.8-52.8, 8.4-40.0 aralığında değiştiğini açıklamıştır. Şahin ve ark, (2020), L^* parlaklık değerlerinin beyaz mersin meyvesinde daha yüksek belirlendiğini ve meyve kabuk ve meyve eti için değerlerin sırasıyla; ortalama 71.14 ve 71.19, siyah mersin meyvesindeyse sırasıyla ortalama 25.36 ve 44.16 olarak bulunduğunu açıklamışlardır. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada ateş dikenli meyvelerinin renk karakteristiklerinden a^* , b^* , kroma renk değişimlerinin kuşburnu meyvelerinden daha düşük değerde olduğu söylenebilir.

Çizelge 5. Ateş dikenli meyvelerine ait meyve kabuk yüzeyinin renk karakteristikleri

Meyve kabuk yüzeyi							
Meyve	Renk özellikleri	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı	Standart hata
Taze	L^*	40.50	46.26	43.44	1.929	4.442	0.611
	a^*	33.07	38.98	35.91	1.890	5.262	0.598
	b^*	24.31	31.59	28.31	2.566	9.064	0.812
	Kroma	41.04	49.52	45.76	2.616	5.717	0.828
	Hue açısı	33.96	41.50	38.20	2.29	5.99	0.72
Kuru	L^*	38.96	42.94	40.32	1.190	2.952	0.377
	a^*	20.05	26.98	23.42	2.268	9.685	0.718
	b^*	6.98	10.26	8.68	1.220	14.060	0.386
	Kroma	21.23	28.86	24.98	2.508	10.038	0.794
	Hue açısı	18.64	22.77	20.27	1.38	6.80	0.44
	ΔE	6.44	9.32	8.19	1.01	12.34	0.32

Çizelge 6. Ateş dikeni meyvelerine ait meyve etinin renk karakteristikleri

Meyve eti							
Meyve	Renk özellikleri	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı	Standart hata
Taze	L^*	52.57	58.57	55.73	2.159	3.873	0.683
	a^*	10.35	11.59	10.96	0.464	4.238	0.147
	b^*	36.35	43.70	39.75	2.085	5.245	0.660
	<i>Kroma</i>	37.79	45.17	41.23	2.097	5.086	0.664
	<i>Hue açısı</i>	73.76	75.51	74.57	0.56	0.75	0.18
Kuru	L^*	60.24	67.66	63.17	2.694	4.264	0.852
	a^*	7.42	9.15	8.11	0.529	6.522	0.167
	b^*	31.42	39.37	34.32	2.741	7.986	0.867
	<i>Kroma</i>	32.32	40.22	35.27	2.711	7.686	0.858
	<i>Hue açısı</i>	75.34	78.18	76.66	1.07	1.40	0.34
	ΔE	4.25	5.35	4.78	0.33	6.83	0.10

Çizelge 7. Ateş dikeni meyvelerine ait renk karakteristiklerine göre istatistiki sonuçlar

Ölçüm	Meyve	L^*	a^*	b^*	<i>Kroma</i>	<i>Hue açısı</i>
yüzeyi	Taze	43.44±0.61a	35.91±0.60a	28.31±0.81a	45.76±0.83a	38.20±0.72a
	Kuru	40.32±0.38b	23.42±0.72b	8.68±0.39b	24.98±0.79b	20.27±0.44b
Kabuk	F değeri	18.85 **	178.99 **	477.60**	328.73 **	451.19**
	Taze	55.73±0.68b	10.96±0.15a	39.75±0.66a	41.23±0.66a	74.57±0.18b
Meyve	Kuru	63.17±0.85a	8.11±0.17b	34.32±0.87b	35.27±0.86b	76.66±0.34a
	Eti	F değeri	46.37**	164.18**	24.85**	30.27**

** : $p < 0.01$. ± değerler standart hatayı göstermektedir.

Mekanik Özellikler

Taze ve kuru ateş dikeni meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerleri Çizelge 8 ve sürtünme karakteristikleri bakımından gruplar arası çoklu karşılaştırmalara yönelik istatistiki sonuçlar da Çizelge 9'da verilmiştir. Taze ve kuru ateş dikeni meyvelerinde sürtünme yüzeyleri içinde en yüksek statik sürtünme katsayısı lastik yüzeyde gözlenmiştir (Çizelge 8). Yapılan istatistik analiz sonucuna göre tüm sürtünme yüzeyleri bakımından taze ve kuru meyve grupları arasındaki önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 9). Şahin ve ark, (2020); sürtünme katsayısı açısından, beyaz mersin meyvelerinin farklı sürtünme yüzeylerindeki statik sürtünme katsayısı ortalama değerlerini; galvanizli sac, PVC ve lastik yüzeyler için sırasıyla 0.329, 0.285 ve 0.336; siyah renkli meyvelerde ise, aynı yüzeyler için sırasıyla 0.294, 0.267 ve 0.398 olarak bulmuşlardır. Aydın ve ark. (2002)'nin Türk mahlebi (*Prunus Mahaleb* L.) üzerinde yaptığı çalışmada %2.9 ile %10.2 k.b arasındaki nem oranlarında doğal yığılma açısının 25°'den 30.5°'ye çıktığı

belirlenmiştir. Yeşiloğlu (2005), mahlep meyvesinin doğal yığılma açısı değerlerinin, %9.5 ve %23.5 aralığındaki nem içeriğinde, 24.22°-27.02° aralığında değiştiğini bildirmiştir.

Taze ve kuru ateş dikeni meyvelerinin mekanik davranışları için sıkıştırma kuvveti, deformasyon, sıkıştırma enerjisi, sertlik ve sıkıştırma gücü değerleri incelenmiştir. Taze ve kuru meyvelere ait farklı yüklemeler ve yüklemelerdeki (uzunluk X-, genişlik Y-, kalınlık Z-) sıkıştırma kuvveti değerleri Çizelge 10'da verilmiştir. Çizelge 10'a göre, kuru meyvelerin farklı yüklemeler ve hızlarındaki sıkıştırma kuvveti değerleri taze meyvelere göre daha yüksek bulunmuştur. Taze meyvelerde, Z- kalınlık eksenini boyunca sıkıştırma kuvveti değerleri diğer eksenlere nazaran daha yüksek bulunmuştur. Taze meyvede en düşük sıkıştırma kuvveti değeri 20 mm min⁻¹ yüklemeler hızında ve uzunluk X- ekseninde; kuru meyvede ise 20 mm min⁻¹ yüklemeler hızında genişlik Y- ekseninde gözlenmiştir.

Çizelge 8. Ateş dikeni meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerleri

Meyve	Statik sürtünme katsayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı	Standart hata
Taze	PVC	0.306	0.344	0.321	0.013	4.005	0.004
	Galvanizli sac	0.268	0.325	0.287	0.021	7.386	0.007
	Laminant	0.268	0.306	0.285	0.015	5.185	0.005
	Kontrplak	0.306	0.344	0.325	0.017	5.143	0.006
	Lastik	0.344	0.404	0.371	0.017	4.652	0.006
	SYA	19.92	22.95	21.15	1.175	5.555	0.372
	DYA	26.57	48.81	38.94	8.744	22.457	3.904
Kuru	PVC	0.268	0.325	0.306	0.019	6.217	0.006
	Galvanizli sac	0.268	0.325	0.289	0.022	7.648	0.007
	Laminant	0.268	0.306	0.289	0.018	6.068	0.006
	Kontrplak	0.306	0.344	0.327	0.015	4.615	0.005
	Lastik	0.344	0.404	0.382	0.021	5.506	0.007
	SYA	10.91	19.71	15.03	2.879	19.160	0.911
	DYA	36.16	46.40	39.97	4.819	12.055	2.151

SYA: Statik yığılma açısı, DYA: Dinamik yığılma açısı, PVC: Polivinil Klorür

Çizelge 9. Ateş dikeni meyvelerine ait sürtünme karakteristiklerine göre istatistiki sonuçlar

Meyve	Sürtünme yüzeyi						
	PVC	Galvanizli sac	Laminant	Kontrplak	Lastik	SYA	DYA
Taze	0.321±0.004	0.287±0.007	0.285±0.005	0.325±0.006	0.371±0.006	21.15±0.37a	38.94±3.91
Kuru	0.306±0.006	0.289±0.007	0.289±0.006	0.327±0.005	0.382±0.007	15.03±0.91b	39.97±2.16
F değeri	3.78 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.31 ^{ns}	0.08 ^{ns}	1.50 ^{ns}	38.86 ^{**}	0.05 ^{ns}

SYA: Statik yığılma açısı, DYA: Dinamik yığılma açısı, PVC: Polivinil Klorür, **: p<0.01, ^{ns}: önemsiz.

± değerler standart hatayı göstermektedir.

Çizelge 10. Ateş dikeni meyvesine ait kopma kuvveti değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Meyve	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksenleri			Ortalama	Meyve ortalaması
		X-	Y-	Z-		
Taze	20	3.69±0.18b ^{**}	4.27±0.05a ^{**}	4.49±0.13a ^{**}	4.15±0.10b [*]	4.40±0.12b ^{**}
	40	3.71±0.16c ^{**}	4.46±0.08b ^{**}	5.81±0.37a ^{**}	4.66±0.22a [*]	
	Ort.	3.70±0.12c ^{**}	4.36±0.05b ^{**}	5.15±0.25a ^{**}		
Kuru	20	71.30±1.96 ^{ns}	70.43±1.54 ^{ns}	73.22±1.35 ^{ns}	71.65±0.94b ^{**}	78.89±1.45a ^{**}
	40	95.44±3.19a ^{**}	78.14±1.30b ^{**}	84.80±2.11b ^{**}	86.13±1.90a ^{**}	
	Ort.	83.37±3.44a [*]	74.29±1.35b [*]	79.01±1.86ab [*]		
Yükleme eksenleri ortalaması		43.54±6.94a ^{**}	39.33±5.95b ^{**}	42.08±6.31a ^{**}		
Yükleme hızı ortalaması						
	20	37.49±8.25 ^{ns}	37.35±8.06 ^{ns}	38.86±8.36 ^{ns}		
	40	49.58±11.23 ^{ns}	41.30±8.96 ^{ns}	45.31±9.63 ^{ns}		

** : p<0.01, * : p<0.05, ^{ns}: önemsiz.

± değerler standart hatayı göstermektedir.

Çizelge 11. Ateş dikeni meyvelerine ait deformasyon değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Meyve	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksenleri			Ortalama	Meyve ortalaması
		X-	Y-	Z-		
Taze	20	5.39±0.14a**	4.59±0.10b**	4.57±0.20b**	4.85±0.11b**	5.09±0.08b**
	40	5.63±0.07a*	5.08±0.11b*	5.28±0.18ab*	5.33±0.08a**	
	Ort	5.51±0.08a**	4.83±0.09b**	4.93±0.16b**		
Kuru	20	6.29±0.14a**	5.93±0.11a**	4.76±0.15b**	5.66±0.15 ^{ns}	5.81±0.11a**
	40	6.60±0.14a**	6.31±0.18a**	4.99±0.13b**	5.97±0.16 ^{ns}	
	Ort	6.44±0.10a**	6.12±0.11b**	4.87±0.10c**		
Yükleme eksenleri ortalaması		5.98±0.10a**	5.48±0.13b**	4.90±0.09c**		
Yükleme hızı ortalaması						
	20	5.84±0.15a**	5.26±0.18b**	4.66±0.12c**		
	40	6.12±0.14a**	5.69±0.18b**	5.14±0.11c**		

** : p<0.01, * : p<0.05, ^{ns} : önemsiz. ± değerler standart hatayı göstermektedir.

Çizelge 12. Ateş dikeni meyvelerine ait absorbe edilen enerji değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Meyve	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksenleri			Ortalama	Meyve ortalaması
		X-	Y-	Z-		
Taze	20	9.93±0.52 ^{ns}	9.78±0.18 ^{ns}	10.25±0.55 ^{ns}	9.99±0.25b**	11.18±0.36b**
	40	10.43±0.41b**	11.30±0.29b**	15.41±1.21a**	12.38±0.60a**	
	Ort	10.18±0.33b**	10.54±0.25b**	12.83±0.90a**		
Kuru	20	224.14±8.23a**	208.82±6.23a**	174.06±5.66b**	202.34±5.58b**	230.01±6.77a**
	40	314.52±10.54a**	246.76±9.01b**	211.77±8.22c**	257.68±9.83a**	
	Ort	269.33±12.74a**	227.79±7.03b**	192.91±6.66c**		
Yükleme eksenleri ortalaması		139.75±22.78a**	119.16±18.68b**	102.87±15.58c**		
Yükleme hızı ortalaması						
	20	117.03±26.28 ^{ns}	109.30±24.33 ^{ns}	92.16±20.05 ^{ns}		
	40	162.48±37.23 ^{ns}	129.03±28.89 ^{ns}	113.59±24.15 ^{ns}		

** : p<0.01, * : p<0.05, ^{ns} : önemsiz. ± değerler standart hatayı göstermektedir.

Yeşiloğlu (2005), mahlep meyvesinde en yüksek sıkıştırma kuvvetini; %9.5 nem seviyesi, X-X yüklenme eksenleri ve 27.7 mm min⁻¹lik yüklenme oranı için sırasıyla ortalama olarak 300.7 N, 262.8 N ve 274.2 N olarak belirlemiştir. Bunun yanında en düşük sıkıştırma kuvveti ise; %23.5 nem seviyesi, Y-Y yüklenme eksenleri ve 81 mm min⁻¹lik yüklenme için sırasıyla ortalama olarak 222.3 N, 235.7 N ve 231 N belirlemiştir. Hacıseferoğulları ve ark. (2012), beyaz ve siyah mersin meyvelerinin 50 mm min⁻¹ yükleme hızındaki sıkıştırma kuvveti değerlerini sırasıyla 2.06 N ile 1.77 N olarak bildirmişlerdir.

Ateş dikeni meyvelerine ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki deformasyon değerleri Çizelge 11'de verilmiştir. Deformasyon değerleri kuru meyvelerde, taze meyvelere göre daha yüksek belirlenmiştir. En yüksek deformasyon değeri, kuru meyvelerde 40 mm min⁻¹ hızında uzunluk X- ekseninde belirlenmiştir. En düşük deformasyon değeri ise yaş meyvede 20 mm min⁻¹ hızında kalınlık Z- ekseninde gözlenmiştir.

Şahin ve ark. (2020); beyaz mersin meyvelerinde deformasyon değerlerini X- eksenleri için üç farklı hızda 1.616 mm-2.123 mm aralığında Y- eksenleri için ise 2.624 mm- 2.696 mm aralığında belirlemişlerdir.

Siyah mersin meyvelerinde ise X- eksenini için üç farklı hızda 1.334 mm-1.713 mm aralığında Y- eksenini için ise 1.588 mm- 1.688 mm aralığında belirlemişlerdir. Özellikle mekanik olarak ürün işlemede etkili olan absorbe edilen enerjisinin, taze ve kuru meyvelere ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki (uzunluk X-, genişlik Y-, kalınlık Z-) değişimi, Çizelge 12'de verilmiştir. Çizelge 12'ye göre, ateş dikeni kuru meyvelerinin absorbe edilen enerjisi taze meyveye göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek absorbe edilen enerji değeri, kuru meyvelerde 40 mm min⁻¹ yükleme hızında uzunluk X- ekseninde 314.52 N mm ile gözlenmiş, en düşük absorbe edilen enerji değeri ise 9.78 N mm ile; taze meyvede ve 20 mm min⁻¹ yükleme hızında, genişlik Y- ekseninde gözlenmiştir. Yeşiloğlu (2005), mahlep meyvesinde en yüksek absorbe edilen enerji değerlerini; %16.5 nem seviyesi, X-X yüklenme eksenini ve 27.7 mm min⁻¹lik

yüklenme oranını için sırasıyla ortalama olarak 5.94 J, 5.403 J ve 6.534 J olarak belirlemiştir. En düşük absorbe edilen enerji değerlerini ise; % 23.5 nem seviyesi, Y-Y yüklenme eksenini ve 81 mm min⁻¹lik yüklenme için sırasıyla ortalama olarak 2.83 J, 3,8 J ve 2.795 J olarak belirlemiştir.

Taze ve kuru meyvelere ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki (uzunluk X-, genişlik Y-, kalınlık Z-) sertlik değerleri Çizelge 13'te verilmiştir. Çizelge 13'e göre, kuru ateş dikeni meyvelerinde farklı yükleme eksenini ve hızlarındaki sertlik değerleri taze meyveye göre daha yüksek, yükleme eksenlerine göre de sertlik değeri kalınlık eksenini boyunca uzunluk ve genişlik eksenlerine göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek sertlik değeri, kuru meyvede 40 mm min⁻¹ yükleme hızında kalınlık ekseninde 17.07 N mm⁻¹ ile gözlenmiştir.

Çizelge 13. Ateş dikeni meyvelerine ait sertlik değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Meyve	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksenini			Ortalama	Meyve ortalaması
		X-	Y-	Z-		
Taze	20	0.69±0.04b**	0.93±0.03a**	1.00±0.05a**	0.87±0.03 ^{ns}	0.88±0.03b**
	40	0.66±0.03c**	0.88±0.03b**	1.11±0.07a**	0.88±0.04 ^{ns}	
	Ort.	0.68±0.03c**	0.91±0.02b**	1.05±0.04a**		
Kuru	20	11.39±0.38b**	11.91±0.33b**	15.51±0.60a**	12.94±0.44b*	13.81±0.34a**
	40	14.54±0.70b**	12.45±0.37c**	17.07±0.53a**	14.69±0.48a*	
	Ort.	12.96±0.54b**	12.18±0.25b**	16.29±0.43a**		
Yükleme eksenini ortalaması		6.82±1.07b**	6.54±0.96b**	8.67±1.31a**		
Yükleme hızını ortalaması						
	20	6.04±1.31 ^{ns}	6.42±1.34 ^{ns}	8.26±1.78 ^{ns}		
	40	7.60±1.72 ^{ns}	6.67±1.41 ^{ns}	9.09±1.95 ^{ns}		

** : p<0.01, * : p<0.05, ^{ns} : önemsiz. ± değerler standart hatayı göstermektedir.

Taze ve kuru meyvelere ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki (uzunluk X-, genişlik Y-, kalınlık Z-) sıkıştırma gücü değerleri Çizelge 14'te verilmiştir. Çizelge 14'e göre, kuru meyvelerde farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki sıkıştırma gücü değerleri taze meyvelere göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek sıkıştırma gücü değeri, kuru meyvede 40 mm min⁻¹ yükleme hızında uzunluk ekseninde 0.0239 W ile gözlenmiştir.

Literatür sonuçlarına göre, çalışmada ateş dikeni meyvelerinin mekanik davranışları incelendiğinde, sıkıştırma kuvveti değerleri, siyah ve beyaz mersin meyvelerinden daha yüksek, mahlep meyvesinden ise daha düşük değerlerde bulunmuştur. Deformasyon değerleri ateş dikeni meyvelerinde değerlerinde beyaz ve siyah mersin meyvesi değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 14. Ateş dikeni meyvelerine ait sıkıştırma gücü değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Meyve	Yükleme hızı (mm min ⁻¹)	Yükleme eksen			Ortalama	Meyve ortalaması
		X-	Y-	Z-		
Taze	20	0.0009±0.00004b**	0.0011±0.00001a**	0.0011±0.00003a**	0.0010±0.00002b*	0.0011±0.00003b**
	40	0.0009±0.00004c**	0.0011±0.00002b**	0.0015±0.00009a**	0.0012±0.00005a*	
	Ort	0.0009±0.00003c**	0.0011±0.00001b**	0.0013±0.00006a**		
Kuru	20	0.0178±0.0005 ^{ns}	0.0176±0.0004 ^{ns}	0.0183±0.0003 ^{ns}	0.0179±0.0002b**	0.0197±0.00036a**
	40	0.0239±0.0008a**	0.0195±0.0003b**	0.0212±0.0005b**	0.0215±0.0005a**	
	Ort	0.0208±0.0009a*	0.0186±0.0003b*	0.0198±0.0005a*		
Yükleme eksen ortalaması		0.0109±0.0017a**	0.0098±0.0015b**	0.0105±0.0016ab**		
Yükleme hızı ortalaması						
	20	0.0094±0.0021 ^{ns}	0.0093±0.0020 ^{ns}	0.0097±0.0021 ^{ns}		
	40	0.0124±0.0028 ^{ns}	0.0103±0.0028 ^{ns}	0.0113±0.0028 ^{ns}		

** : p<0.01, * : p<0.05, ^{ns} : önemsiz. ± değerler standart hatayı göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, ateş dikeni meyvelerinin bazı biyoteknik karakteristikleri (fiziksel, mekanik ve renk özellikleri) incelenmiştir. Taze meyvelerin kabuk rengi L^* parlaklık değerleri kuru meyvelerden daha yüksek çıkmış, ayrıca kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^* değeri) bakımından da taze meyvelerin kuru meyvelerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Taze ve kuru meyvede sürtünme yüzeyleri içinde en yüksek statik sürtünme katsayısı lastik yüzeyde bulunmuştur. Ateş dikeni kuru meyvelerinin farklı yükleme eksen ve hızlarındaki sıkıştırma kuvveti değerleri taze meyveye göre daha yüksek bulunmuştur. Taze meyvede, kalınlık Z- eksen boyunca sıkıştırma kuvveti değerleri Y- ve Z- eksenlere nazaran daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, ateş dikeni meyvelerinin hasat sonrası yönelik biyoteknik özelliklerinin hasat sonrası teknoloji ve uygulamalarla ilgili kullanılan makine ve tesislerin tasarım, projelendirme ve geliştirilmesi için mühendislik verileri olarak kullanılabilir. Bu çalışmanın son zamanlarda daha da kullanım etkinliği olan ve sürdürülebilir tarımsal üretim potansiyeli bulunan; Tokat yöresinde ve ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren; insan sağlığı için önemli yer tutan *Pyracantha coccinea* meyvelerinin ticari olarak değerinin artırılmasına katkı sağlayabileceği düşünülebilir.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

ENG: Araştırmanın planlanması, verilerin elde edilmesi, değerlendirilmesi, istatistik analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve makalenin yazımı aşamalarında katkıda bulunmuştur.

EA: Araştırmanın yürütülmesi, verilerin istatistik analize hazırlanması, sonuçların yorumlanması ve makalenin yazımı aşamalarında katkıda bulunmuştur.

Kaynaklar

- Alayunt, N. (2000). *Biyolojik malzeme bilgisi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 541 Ders Kitabı, İzmir.
- Aydın, C., Ögüt, M., & Konak, M. (2002). Some physical properties of Turkish Mahaleb, *Biosystem Engineering*, 82 (2), 231-234.
- Anonim, (2020a). Ateş dikeni <https://doa.ogm.gov.tr/Documents/Botanik%20bah/Ate%C5%9F%20diken.pdf>. Erişim tarihi: 10.12.2020.
- Anonim, (2020b). Tarım - Süs çalıkları http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/S%C3%BCs%20%C3%87al%C4%B1lar%C4%B1.pdf Erişim tarihi: 10.12.2020.

- Anonim, (2020c). Tasarım bitkileri yetiştiriciliği dersi notları
<https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12575/66610/tasar%c4%b1m%20bitkileri%20yeti%c5%9ftiricili%c4%9fi.pdf?sequence=1&isallowed=y>. Erişim tarihi: 10.12.2020.
- Anonim, (2021d). Ateş dikenini faydaları.
<http://www.gerzegundemhaber.com/guncel/faydalari-saymakla-bitmiyor-h6328.html>. Erişim tarihi: 16.04.2021.
- Anonim, (2021e). Non-wood forest products assessment report of Turkey 2020.
[https://ormuh.org.tr/uploads/docs/D1NWFPs%20Assessment%20Report%202020%20Cleard%20by%20FAO-17%20September%202020%20\(1\).pdf](https://ormuh.org.tr/uploads/docs/D1NWFPs%20Assessment%20Report%202020%20Cleard%20by%20FAO-17%20September%202020%20(1).pdf) Erişim tarihi: 15.04.2021.
- Bart-Plange, A., & Baryeh, E.A. (2003). The physical properties of category B cocoa beans. *Journal of Food Engineering*, 60, 219–227.
- Bryan, J., & Castle, C. (1996). *A small book with interesting ideas for edible plants in the ornamental garden*. Edible Ornamental Garden. Pitman Publishing ISBN 0-273-00098-5.
- Chai, T.T., Elamparuthi, S., Yong, A.L., Quah, Y., Ong, H.C., & Wong, F.C. (2013). Antibacterial, anti-glucosidase, and antioxidant activities of selected highland ferns of Malaysia. *Bot Stud.* 54:55.
- Çöteli, E., & Karataş, F. (2017). Ateş dikeninin (*Pyracantha coccinea* Roemer var. *lalandi*) kırmızı meyvelerindeki A, E, C vitamini, β -karoten, likopen, glutatyon ve malondialdehit miktarlarının araştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1), 41-46.
- Deniz, N., Özey, C., Akgün, S., & Mammadov, R. (2014). *Pyracantha coccinea* 'nın meyve ve yapraklarından elde edilen etanolik özütlerin antioksidan aktivitesi, 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, Eskişehir, syf: 701 (Poster sunum).
- Dolezal, M. – Velisek, J. – Famfulikova, P. J.: Aroma of less-known wild fruits. In: Flavour Research at the Dawn of the Twenty first Century. Proceedings of the 10th Weurman Flavour Research Symposium. Beaune, France, 25–28 June, 2002. Beaune : Centre de Recherche de Dijon, 2003, pp. 576–579. ISBN: 2-7430-0639-0.
- Dong, C., Li, X., Xi, Y., & Cheng, Z. (2017). Micropropagation of *Pyracantha coccinea*. *Hortscience* 52(2), 271–273.
- Doymaz, İ., Tuğrul, N., & Pala, M. (2003). Maydanozun kurutma karakteristiklerinin incelenmesi. *Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi* (3), 1-8.
- Ertuğ, F. (2014). Flora of Turkey-ethnobotany supplement: Wild edible plants:345-380.
- Facciola, S. (1990). *Cornucopia- A source book of edible plants*. Kampong Publications ISBN 0-9628087-0-9 Excellent. Contains a very wide range of conventional and unconventional food plants (including tropical) and where they can be obtained (mainly N. American nurseries but also research institutes and a lot of other nurseries from around the World).
- Fico, G., Bilia, A.R., Morelli, I., & Tome, F. (2000). Flavonoid distribution in *Pyracantha coccinea* plants at different growth phases. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28, 673–678.
- Gerçekçioğlu, R., Bayazıt, S., Edizer, Y., & Çekic, Ç. (2009). Bazı Frenküzümü (*Ribes* spp.) Çeşitlerinin Tokat Ekolojisindeki Performansları. III. Ulusal Üzümü Meyveler Sempozyumu, 308-313, Kahramanmaraş.
- Günal, N. (1997). Türkiye'de başlıca ağaç ve çalı türlerinin yöresel adları. *Öneri*, 2(7), 31-41.
- Günaydın, S. (2020). Mikrodalga, konvektif ve gölgede kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuş kuşburnu meyvesinin kurutma kinetiği, renk ve besin elementi içeriği açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 65 sayfa, Bursa.
- Güneş, M., & Şen, S.M. (2001). Tokat yöresinde doğal olarak yetişen kuşburnuların (*Rosa* spp.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde bir araştırma. *Bahçe*, 30 (1-2), 9- 16.
- Haciseferoğulları, H., Özcan, M.M., Arslan, D., & Ünver, A. (2012). Biochemical compositional and technological characterizations of black and white myrtle (*Myrtus Communis* L.) fruits. *Journal of Food Science And Technology*, 49, 82-88.
- Kaleemullah, S., & Gunasekar, J.J. (2002). Moisture-dependent physical properties of *Arecanut* Trues. *Biosystem Engineering*, 82(3), 331-338.
- Kaplan, N., & Akbulut, M. (2006). Samsun Çarşamba Ovası koşullarına uygun frenküzümü çeşitlerinin belirlenmesi. II. Ulusal Üzümü Meyveler Sempozyumu, s.145-150, Tokat.
- Kassem, H.A., Al-Obeed, R.S., Ahmed, M.A., & Omar, A.K.H. (2011). Productivity, fruit quality and profitability of Jujube Trees Improvement by Preharvest Application of Agro-Chemicals. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 9 (5), 628-637.
- Keser, S. (2014) Antiradical activities and phytochemical compounds of firethorn (*Pyracantha coccinea*) fruit extracts, *Natural Product Research*, 28(20), 1789-1794.

- Kılıç, K., Onal-Ulusoy, B., Yıldırım, M., & Boyacı, İ.H. (2007). Scanner-based color measurement in L* a* b* format with artificial neural networks (ANN). *European Food Research and Technology*, 226, 121-126.
- Kowaleuki, Z., & Mrugasiewicz, M. (1971). Neue flavanonheteroside in crataegusphenophyrum. *Planta Medica*, 19, 311-313.
- León, K., Mery, D., Pedreschi, F., & León, J. (2006). Color measurement in L* a* b* units from RGB digital images. *Food Research International*, 39, 1084-1091.
- Mohsenin, N.N. (1980). *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 742 p.
- Moo-Huchin, V.M., Moo-Huchin, M.I., Estrada-Leo'n, R.J., Cuevas-Glory, L., Estrada-Mota, I.A., Ortiz-Va'zquez, E., Betancur- Ancona, D., & Sauri-Duch, E. (2015). Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chem*, 166, 17-22.
- Okatan, V., Polat M., Aşkın, M.A. & Çolak, A.M. (2015). Frenküzümü (*Ribes spp.*), Jostaberry (*Ribes x Nidigrolaria bauer*) ve Bektaşi üzümünün (*Ribes grossularia l.*) bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 10(1), 83-89.
- Özarslan, C. (2002). Physical properties of cotton seed. *Biosystems Engineering* 83(2), 169 -174.
- Potter, D., Eriksson, T., Evans, R.C., Oh, S., Smedmark, J.E.E., Morgan, D.R., Kerr, M., Robertson, K.R., Arsenault, M., Dickinson, T.A., & Campbell, C.S. (2007). Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Systematics and Evolution*, 266: 5-43.
- Saçılık, K., Öztürk, R., & Keskin, R. (2003). Some physical properties of Hemp seed. *Biosystems Engineering*, 86 (2), 191-198.
- Sarikurkcu, C., & Tepe, B. (2015). Biological activity and phytochemistry of firethorn (*Pyracantha coccinea* M.J. Roemer). *Journal of Functional Foods*, 19, 669-675.
- Semerci, A.B, Tunç, K., & Okur, İ. (2020). Antioxidant activity of the fruits of *Pyracantha coccinea* using ethanolic extract method. *Food and Health*, 6(1), 35-40.
- Sıralı, R., & Deveci, M. (2002). Bal Arısı (*Apis Mellifera* L.) için önemli olan bitkilerin trakya bölgesinde incelenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi* 2(1), 17-26.
- Suthar, S.H., & Das, S.K. (1996). Some physical properties of Karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf] seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65 (1), 15-22.
- Şahin, G., Altuntaş, E., & Polatçı, H. (2020). Mersin (*Myrtuscommunis* L.) meyvesinin fiziksel, mekanik, renk ve kimyasal özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 23 (1), 59-68.
- Tüysüz, B., Çakır, Ö., & Dertli, E. (2020). Bazı yabancı meyve türlerinin antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde içeriği ve fenolik asit profilinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 21, 191-197.
- Yeşiloğlu, E. (2005). *Türkiye' de yetiştirilen mahlep meyvesinin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 52 s.
- Yıldız, Ü., & Çelik, F. (2011). Muradiye (Van) yöresinde doğal olarak yetişen kuşburnu (*rosa spp.*) genetik kaynaklarının bazı fiziko-kimyasal özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16 (2), 45-53.