

Sivri fındık çeşidinde sıkıştırma hızı ve yönünün meyvenin bazı kırılma özellikleri ve iç çıkma kalitesi üzerine etkileri*

Murat KAÇAL¹, **Mehmet Ali KOYUNCU**²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Isparta

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta

*Çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinin bir kısmından türetilmiştir.

Alınış tarihi: 5 Aralık 2019, Kabul tarihi: 30 Aralık 2019

Sorumlu yazar: Mehmet Ali KOYUNCU, e-posta: koyuncu.ma@gmail.com

Öz

Bu çalışmada farklı sıkıştırma hızları (0.5, 1.0, 1.5 ve 2 mm/s) ve yönlerinin (uzunluk, genişlik ve kalınlık), Sivri fındık çeşidinde bazı kırılma özellikleri (kırma kuvveti, kırma enerjisi ve özgül deformasyon) ile iç çıkma kalitesi üzerine etkileri belirlenmiştir. Ayrıca kabuk kalınlığı ve geometrik ortalama çap değerleriyle bu kırılma özellikleri ve iç çıkma kalitesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu amaçla 16.40 mm'den büyük ve küçük olan iki grup kabuklu fındık örneği üniversal tekstür cihazıyla sıkıştırma testlerine tabi tutulmuştur. En düşük kırılma kuvveti (167 N) ve enerjisi (105 J) uzunluk yönünden kuvvet uygulanan ikinci grup fındıklarda bulunmuştur. İncelenen fındık örneklerinde geometrik ortalama çap ve kabuk kalınlıklarının, kabuk kırılma özelliklerini önemli şekilde etkilediği bulunmuştur. Kabuk kalınlığı ve geometrik ortalama çap arttıkça genellikle kabuk kırılma kuvveti ve kırılma enerjisi artmış, özgül deformasyon ise düşmüştür. Yükleme hızı arttıkça birinci grup meyvelerde kırılma için ihtiyaç duyulan kuvvet ve enerji artarken, ikinci grupta bu değişim kararlılık göstermemiştir. Tüm kombinasyonlarda kırılma hızı arttıkça iç çıkma kalitesi bariz olarak azalmıştır. Geometrik ortalama çap ile iç çıkma kalitesi arasında herhangi bir ilişki saptanamamıştır. Sonuç olarak iki grup için ortalama değerler dikkate alındığında en düşük kırılma kuvveti (199.5 N) uzunluk yönünden yapılan testlerde elde edilirken, iç çıkma kalitesi bakımından en iyi sonucu (5.00) genişlik ekseninde kırılan fındıklar vermiştir. Sivri fındık çeşidi için incelenen hızlar dikkate alındığında kaliteli iç eldesi

için 1 mm/s'nin üzerindeki kırma hızları önerilmemektedir.

Anahtar kelimeler: Fındık, kırma, kırılma kuvveti, enerji, iç çıkma kalitesi

The effects of compression speed and positions on some cracking characteristics and kernel extraction quality of hazelnuts cv. Sivri

Abstract

Effects of different compression positions (length, width and thickness) and speeds (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mm/s) on some cracking characteristics (force, energy and specific deformation required for initial rupture) and kernel extraction quality of hazelnuts cv. Sivri were investigated. The effects of shell thickness and geometric mean diameters of samples on these cracking characteristics and kernel extraction quality of hazelnuts were also evaluated. For this purpose, two groups of nuts, which were small (first group) and bigger (second group) than 16.40 mm, were compressed with a universal testing machine. The lowest rupture force (167 N) and energy (105 J) were obtained from along the length direction in second group hazelnuts. Shell thickness and geometric mean diameters of hazelnuts affected, clearly, cracking characteristics and kernel extraction quality of tested samples. Rupture force and energy for cracking increased with increasing shell thickness and geometric mean diameters, but specific deformation decreased. As the compression speed increased, the force and energy required for cracking in the first group of samples increased,

whereas this change did not show stability in the second group. In all combinations, kernel extraction quality decreased with the increasing compression speed. Results revealed that there was no relationship between kernel extraction quality and geometric mean diameter. As a result, when the average values of two groups were taken into account, the lowest rupture force (199.5 N) was obtained in length position, while cracking nuts at the width position gave the best result (5.00) in terms of kernel extraction quality. Compression speeds over 1 mm/s are not recommended for cracking of hazelnut cv. Sivri according to investigated speeds in this research.

Key words: Hazelnut, cracking, rupture force, energy, kernel extraction quality

Giriş

Badem ve cevizden sonra dünyada en yaygın olarak üretimi yapılan (Bars ve ark., 2018) ve sert kabuklu meyve türleri arasında yer alan fındık (*Corylus avellana* L.) botanikte, *Fagales* takımının, *Betulaceae* familyasının, *Corylus* cinsi içerisine girmektedir (Çalışkan, 2018). Fındığın anavatanının Karadeniz Bölgesi olduğunu ve kültür fındığının dünyaya buradan yayıldığını bildirmektedir (Mitra ve ark., 2003; İslam, A., 2018). Türkiye fındık üretiminde ve ihracatında dünyada ilk sırada olup, 2017 yılı verilerine göre 1.006.178 ton olan dünya fındık üretiminin % 67.08'ini (675.000 ton) tek başına karşılamaktadır (FAO, 2019). Türkiye ürettiği fındığın %70'ini çikolata endüstrisinde, %20'sini pasta ve şekerlemede, %10'unu ise işlenmemiş ürün olarak değerlendirmektedir (Bars ve ark., 2018). Gıda endüstrisinde birçok alanda kullanılmasından dolayı katma değeri oldukça yüksek olan bir ürün olduğu söylenebilir. Ayrıca insan beslenmesinde de oldukça önemli bir yere sahip olan fındık, %64 bitkisel yağ, %14 karbonhidrat ve yaklaşık %17 oranında protein içermektedir. Bunların yanı sıra zengin mineral ve vitamin kaynağıdır (Koyuncu ve ark, 2005; Anıl ve ark., 2018).

Fındık yetiştiriciliği, yetiştirme teknikleri, kültürel işlemler, kimyasal mücadele, derim ve harmanı da içine alan zorlu bir süreçtir. Doğru tekniklerle yetiştirilip derimi yapılan ürünün harmanlama işlemlerinin kaliteyi etkilediği bildirilmektedir (Akar, 2016). Ancak ülkemizde fındık yetiştiriciliğinin hala bazı sorunları bulunmaktadır. Bu sorunların başında fındık bahçelerinde tek çeşitle tesis edilmemiş olmasından kaynaklı standardizasyon ve işleme

sorunları gelmektedir (Akdemir, 2010). Diğer bir sorun ise ülkemizde genellikle iç fındık olarak ihraç edilen fındıklarda, derim, harmanlama ve pazara hazırlama aşamalarında önemli kalite kayıplarının yaşanmasıdır (Soylu, 1997). Özellikle kırma aşamasında kullanılan sistemler, fındıkların fiziksel özellikleri (kabuk kalınlığı, şekli, kabuk sertliği vb.) dikkate alınarak tasarlanmadığı için, bu aşamada fındıklarda önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı fındıkta kabuğun kırılması sırasında meydana gelen zararın, çözülmesi gereken önemli konulardan biri olduğu düşünülmektedir (Akar, 2016). Önceki yıllarda fındık ve diğer sert kabuklu meyve türlerinde kırılma özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüş çalışmalar mevcuttur. Ancak fındık üzerinde yürütülen benzeri araştırmalarda daha çok farklı yönlerden kuvvet uygulanarak meyvenin bazı yapısal özellikleri ile kırılma özellikleri arasındaki ilişki irdelenmiştir (Aydın, 2002; Güner ve ark., 2003; Valentini ve ark., 2006; Delprete ve ark., 2015; Giacosa ve ark., 2016). Mevcut çalışmaların çok azında kırma ya da sıkıştırma hızlarının etkileri değerlendirilmiştir. Öte yandan Türk fındık çeşitlerinde kuvvet uygulama yönü, hızı ve kabuk özellikleri ile iç çıkma kalitesi arasındaki ilişkiyi detaylı bir şekilde ortaya koyan çalışma yok denecek kadar azdır. Taze ve kurutulmuş bahçe ürünlerinde derim sırasında ve sonrasında kalitede görsel olarak ortaya çıkan değişim, farklı duyuşal testler uygulanarak belirlenmektedir. Genellikle dış görünüş 1-9 (Akev ve ark., 2018), tat ve aromada ise 1-5 (Erbaş ve Koyuncu, 2016) skalası kullanılarak belirlenmektedir. Fındıklarda da için zararsız ve bütün olarak çıkması son derece önemli olup, kırılma esnasında sıkıştırma hızı, yönü ve kabuk özelliklerine bağlı olarak değişen iç çıkma kalitesini somut olarak gösterecek bir skalanın oluşturulması önem arz etmektedir. Keza önceki yıllarda yürütülen çalışmalarda fındıkların kırılma esnasında ya da işleme aşamalarında oluşan kırık ya da gizli vurgunun fındıktaki acılaşmayı hızlandırabileceği rapor edilmiştir (Keme ve ark., 1983; Özdemir ve ark., 1998; Özdemir ve ark., 2003). Güzel ve ark. (1999) sert kabuklu meyvelerde de kırma işleminin kaliteli iç eldesinde önemli ve hassas bir aşama olduğunu ve kırma makinalarının geliştirilmesi aşamasında meyvelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Doymamış yağ asitlerince zengin bir meyve olan fındığın uzun süre kaliteli bir şekilde depolanabilmesinin içerdiği yağların dayanıklılığına bağlı olduğu ve yağın

acılaşmasının fındıklarda kaliteyi etkileyen başlıca bozulma türü olduğu ifade edilmiştir (Çam ve Kılıç, 2008). Ayrıca Bostan ve ark. (2008) fındıklarda yağ oranının yüksek olması iç meyvenin mekanik olarak basınca dayanıklılığını azaltarak kolay bozulmaya neden olduğunu ve bu yüzden fındıkların kırılması, ambalajlanması, depolanması ve taşınması esnasında özenli olunması gerektiğini belirtmişlerdir.

Türkiye için çok önemli bir ürün olan fındıkta, raf ömrünü belirleyen kalite kayıplarının sebebini bulmak ve bu konuda gerekli önlemleri almak, kalitenin korunması açısından oldukça önemli bir hale gelmektedir (Özdemir ve ark., 1998). Bu yüzden bahçeden sofraya kadar olan bütün aşamalarda doğru yöntemlerin uygulanması önemlidir. Bu bilgiler doğrultusunda çalışmada, yağ oranı çok yüksek, adaptasyon yeteneği güçlü, verimli ve ilkbahar donlarına dayanıklı bir çeşit olan Sivri fındık çeşidinde, meyvenin önemli kırılma özellikleri ve bazı yapısal özellikleri ile kırılma karakteristikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca kırılma yönü, hızı ve kabuk kalınlığı ile iç çıkma kalitesi arasındaki ilişkinin somut olarak ortaya çıkartılması hedeflenmiştir.

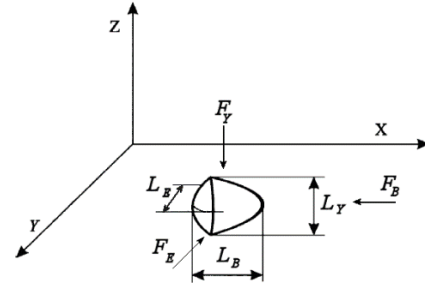
Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada materyal olarak Sivri fındık çeşidi kullanılmış ve denemeler Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ). Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Derim Sonrası Fizyolojisi laboratuvarında yürütülmüştür. Tombul ve Sivri Türkiye fındık yetiştiriciliğinde en önemli çeşitler arasında yer almaktadır. Tombul çeşidinde bu konuda yayınlanmış makalemiz bulunduğu için mevcut çalışmada Sivri çeşidinde elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Araştırma materyali Ordu ilinde bulunan bir çiftçi bahçesinden temin edilmiştir. Uygun zamanda derilen Sivri fındık çeşidi ön kurutma işleminden sonra bir otomobile ISUBÜ Ziraat Fakültesi Derim sonrası fizyolojisi laboratuvarına nakledilmiştir. Burada kurutma işlemi ($30 \pm 1^\circ\text{C}$ ve % 50 oransal nem koşullarına sahip kontrollü kurutma odası kullanılarak) tamamlanmıştır (Koyuncu ve ark., 2003). Kırma testinde kullanılacak kabuklu fındık örneklerinde en son nem içeriği bir etüv vasıtasıyla ($105 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 24 saat) 11 ± 0.51 olarak saptanmıştır (Koyuncu ve ark., 2004). Daha sonra şekli bozuk ve kusurlu fındıklar uzaklaştırılarak örnekler boylandı. Aşağıdaki denklemler kullanılarak fındıkların geometrik ortalama çap ve küresellikleri hesaplanmıştır. Geometrik ortalama çaplarına göre

fındıklar iki gruba ayrılmıştır. Fındıklar, geometrik ortalama çap değerleri bulunan ortalama değerden büyük ise 1. grup, küçük ise 2. grup olarak gruplandırılmıştır. İncelenen çeşitte geometrik ortalama çapı 16.40 mm'den büyük fındıklar 1. grup, 16.40 mm'den küçük fındıklar 2. grup olarak sınıflandırılmıştır. Fındıklar boylanırken 16.00 mm'den büyük fındıkların daha küçük olanlardan farklı bir kırılma karakteristiği göstermiş olduğu bulgusu (Özdemir ve Özilgen,1997) da dikkate alınmıştır.

Kırılma testlerine hazırlanan fındıklar denemeler boyunca nem geçirmez polietilen poşetler içerisinde 0°C ve 60-65% oransal nem koşullarına sahip soğuk odada muhafaza edilmiştir.

Fındığın fiziksel boyutları ve meyveye kırma deneyleri sırasında uygulanan kuvvetler Şekil 1'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Fındığın fiziksel boyutları, yönler ve uygulanan kuvvetler

$$D_g = (L_E L_B L_Y)^{1/3} \text{ Geometrik ortalama çap (1)}$$

$$\phi = D_g / L_B \text{ Küresellik (2)}$$

L_E : Genişlik (En) mm

L_B : Uzunluk (Boy) mm

L_Y : Kalınlık (Yükseklik) mm

Fındık meyvelerinin uzunluk, genişlik kalınlık ve kabuk kalınlıkları 0.01 mm hassasiyetli dijital kumpas ile, ağırlıkları 0.01 g hassasiyetli hassas terazi ile ölçülmüştür. Hacim ölçümlerinde sıvı taşıma yöntemi kullanılmıştır. Çalışma materyali tarafından hemen hemen hiç emilmesi nedeniyle saf su yerine Toluene (C_7H_8) kullanılmıştır. Toluene uçucu olması nedeniyle örnekler ölçümden sonra birkaç dakika içinde kurumuştur.

Denemelerde tekstür cihazı (Universal texture analyzer, Lloyd Instruments) (Şekil 2) ile fındıklara farklı hızlarda ve eksenlerde sıkıştırma kuvveti

uygulanarak fındıkların kabuk kırılma kuvveti (N), enerjisi (J) ve özgül deformasyon (%) değerleri belirlenmiştir. Cihaz ile fındık kabuğu kırılana kadar kuvvet uygulanmış, kırılma anındaki kuvvet, kırılma enerjisi ve deformasyon tekstür cihazına bağlı olan bilgisayar yardımıyla ölçülmüştür. Özgül deformasyon, kırılma öncesi kırma yönündeki meyve boyutu ile kırılma sırasındaki boyutlar kullanılarak aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır.

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_2}{L_1} 100 \quad (3)$$

L₁: Kırılma öncesi kırılma yönündeki uzunluk; L₂: Kırılma sırasındaki kırılma yönündeki uzunluk; ε: Özgül deformasyon %



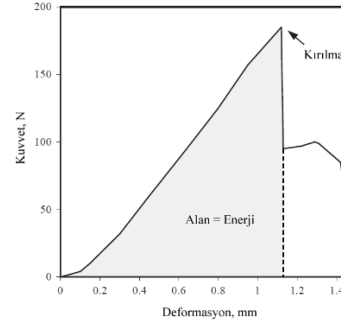
Şekil 2. Denemede kullanılan tekstür cihazı (Universal Texture Analyzer)

Bir fındığın kırılma sırasındaki kuvvet-deformasyon eğrisi Şekil 3'de görülmektedir. Kırılma enerjisi, kırılma anına kadar olan kuvvet-deformasyon eğrisinin altındaki alandır. Kırılma enerjisi değerleri cihaza yüklü bir program aracılığıyla elde edilmiştir.

Kırma deneyleri, uzunluk, genişlik ve kalınlık yönlerinden kuvvet uygulanarak 0.5 mm/s hızında yapılmıştır. Daha sonra, sıkıştırma hızının fındığın kırılma özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla, fındıklar genişlik ekseninde, 1 mm/s, 1.5 mm/s ve 2 mm/s hızlarında kırılmıştır. Sıkıştırma eksenleri belirlenirken literatürde yaygın olarak kullanılan temel eksenler dikkate alınmıştır. Kırılma sonrası fındıkların iç kalitesi, Çizelge 1.'deki sınıflandırmalara göre puanlandırılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 6 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemeler sonucunda elde edilen veriler SPSS paket programında Duncan çoklu karşılaştırma testi (P<0.05) kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Denemede kullanılan Sivri fındık çeşidine ait meyvelerin bazı fiziksel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çizelge kırılma testine tabii tutulan çeşidin genel fiziksel özelliklerinin tanımlanması amacıyla oluşturulmuştur.



Şekil 3. Fındığın kırılma sırasındaki kuvvet-deformasyon eğrisi

Çizelge 1. Sivri fındık çeşidinde iç çıkma kalitesinin değerlendirilmesi

Sınıflandırma	Tanımlama	Puan
Çok iyi	Hiç zedelenmemiş	5
İyi	Çok küçük oranda zedelenmiş	4
Orta	Meyve kenarında küçük bir kırık oluşmuş	3
Kötü	2-3 parçaya ayrılmış	2
Çok kötü	Ezilmiş	1

Fındıklarda sıkıştırma yönlerinin, kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, özgül deformasyon ve iç çıkma kalitesi üzerine etkisi

Fındıklarda kuvvet uygulama yönlerinin kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, özgül deformasyon ve iç çıkma kalitesi üzerine olan etkisi Çizelge 3'te sunulmuştur. Denemede 2. grup fındıklarda kırılma kuvveti hariç kırma yönünün kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, özgül deformasyon ve iç çıkma kalitesi üzerine etkisi istatistik olarak önemsiz olmuştur. Birinci grup fındıklarda sıkıştırma yönüne bağlı olarak kırılma kuvvetleri birbirine kısmen yakın (212- 232 N) bulunmuştur. İkinci grupta ise en yüksek kırılma kuvveti 198 N ile kalınlık yönünde kırılan fındıklarda, en düşük kırılma kuvveti ise 167 N ile uzunluğuna kırılan fındıklarda saptanmıştır. Her üç kırılma yönünde de 1. grup fındıklarda 2. gruptakilere nazaran daha yüksek kırılma kuvveti uygulanmış ve daha yüksek kırılma enerjisine ihtiyaç duyulmuştur. Görüldüğü gibi iki farklı boyuta sahip aynı çeşidin meyveleri farklı kırılma karakteristiği göstermiştir. Benzer şekilde önceki yıllarda fındıklarda ve diğer sert kabuklu meyve türleriyle yürütülen çalışmalarda boyutların kırılma karakteristiğini önemli ölçüde etkilediği rapor edilmiştir (Aydın, 2002; Razavi ve Edalatian, 2012; Ashtiani ve ark., 2016). Nitekim Özdemir ve Özilgen (1997) enleri 16 mm'nin üzerinde olan fındık gruplarının daha küçük olanlara kıyasla farklı kırılma davranışı gösterdiklerini bildirmişlerdir. Öte yandan Kaçal ve Koyuncu (2017) Tombul çeşidinde

meyve iriliklerine bağlı olarak örneklerin kuvvet uygulama yönlerine göre kırılma kuvveti ve enerjisinin değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada bizim sonuçlarımızı destekler şekilde iri olan Tombul meyvelerini kırmak için daha fazla kuvvet ve enerji uygulandığı bildirilmiştir. İç çıkma kaliteleri bakımından genişlik yönünde kırılan fındıklarda 1. ve 2. gruplar arasında fark yokken, diğer kırma yönlerinde 1. grup fındıklardan daha iyi sonuç alınmıştır. Diğer bir deyişle 1. grup fındıkların iç çıkma kalitesi daha küçük olan 2. gruba kıyasla yüksek bulunmuştur. Bu bulgu Kaçal ve Koyuncu (2017)'nin Tombul çeşidi ile yürüttükleri çalışma sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. Nitekim bu çalışmada da genişlikleri ortalama 16.49 mm olan Tombul çeşidi meyvelerinin 15.30 mm olan gruba göre iç çıkma kalitelerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yine Özdemir ve Özilgen (1997) iri

fındıklar kırılırken (geometrik ortalama çapı 16 mm den büyük) %3.3 oranında zararlanmış fındık içi elde edilirken, kısmen küçük boyutlardaki (geometrik ortalama çapı 16 mm den küçük) fındıklarda zararlanma oranının % 15.9 seviyesine ulaştığını bildirmişlerdir. Bu durum iri fındıklarda kabukla tohum arasındaki boşluğun kısmen daha yüksek olmasıyla açıklanabilir. Öte yandan bizim çalışmamızda iç çıkma kalitesi bakımından meyve genişliği yönünde uygulanan kuvvetin daha iyi sonuç verdiği saptanırken, önceki yıllarda bazı çalışmalarda uzunluğuna kuvvet uygulanarak kırılan değişik sert kabuklu türlerde daha iyi sonuç alınmıştır. Bunun tür ve çeşidin biyolojik özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Şen, 1985; Braga ve ark., 1999; Koyuncu ve ark., 2004; Kaçal ve Koyuncu, 2017).

Çizelge 2. Sivri fındık çeşidinin bazı fiziksel özellikleri

	1. Boy				2. Boy			
	Ortalama	En düşük	En yüksek	Standart sapma	Ortalama	En düşük	En yüksek	Standart sapma
Kalınlık, mm	14.96	13.17	16.76	0.71	13.44	11.56	14.96	0.76
Genişlik, mm	16.39	14.83	25.49	1.13	14.79	12.39	16.66	0.83
Uzunluk, mm	20.21	18.12	22.46	0.81	18.75	16.48	21.54	0.97
Ağırlık, g	1.82	0.98	2.40	0.22	1.41	0.64	1.78	0.19
Ort. Geom. Çap, mm	17.04	16.34	19.97	0.51	15.49	13.31	17.09	0.62
Hacim, cm ³	1.92	1.50	2.70	0.21	1.35	0.80	1.70	0.20
Kabuk kalınlığı, mm	0.88	0.64	1.19	0.10	0.79	0.58	1.13	0.09
İç kalınlığı, mm	12.06	9.86	13.87	0.78	22.15	8.83	13.87	0.84
İç , genişliği mm	12.73	9.27	15.21	1.00	11.57	1.94	13.44	1.27
İç uzunluğu, mm	16.31	14.16	18.12	0.87	15.15	11.47	17.86	0.97
İç ağırlık, mm	1.03	0.64	1.34	0.14	0.83	0.48	1.03	0.11
İç boşluk hacmi, cm ³	0.45	0.10	1.20	0.20	0.31	0.00	0.80	0.15

Çizelge 3. Sivri fındık çeşidinde kırma yönlerinin, kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, özgül deformasyon ve iç çıkma kalitesi üzerine etkisi

Kırma yönü	Kırılma kuvveti (N)		Kırılma enerjisi (J)		Özgül deformasyon (%)		İç çıkma kalitesi (Puan)	
	1. boy	2. boy	1. boy	2. boy	1. boy	2. boy	1. boy	2. boy
Yükseklik	212 ^{öd}	198 a*	0.112 ^{öd}	0.110 ^{öd}	8.96 ^{öd}	8.90 ^{öd}	5.00 ^{öd}	4.55 ^{öd}
En	217	190 ab	0.153	0.123	8.04	8.54	5.00	5.00
Boy	232	167 b	0.120	0.105	6.16	7.11	5.00	4.78

* Aynı kolonda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P<0.05 seviyesinde fark vardır.

öd: Önemli değil

Çizelge 4. Sivri fındık çeşidinde kırma hızının, kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, özgül deformasyon ve iç çıkma kalitesi üzerine etkisi

Kırma Hızı (mm/s)	Kırılma Kuvveti (N)		Kırılma Enerjisi (J)		Özgül Deformasyon (%)		İç Çıkma Kalitesi (Puan)	
	1. boy	2. boy	1. boy	2. boy	1. boy	2. boy	1. boy	2. boy
0.5	216 ^{öd}	190 ^{öd}	0.152 ^{öd}	0.123 ^{öd}	8.04 ^{öd}	8.54 ^{öd}	5.00 a*	5.00 a
1.0	216	181	0.166	0.120	8.17	8.60	4.78 a	4.47 ab
1.5	217	174	0.167	0.132	8.96	9.62	4.44 a	3.88 b
2.0	218	178	0.165	0.116	8.99	9.22	3.26 b	2.75 c

* Aynı kolonda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P<0.05 seviyesinde fark vardır.

öd: Önemli değil

Fındıklarda kırma hızının, kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, özgül deformasyon ve iç çıkma kalitesi üzerine etkisi

Fındıklarda kırma hızının kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, özgül deformasyon ve iç çıkma kalitesi üzerine olan etkisi Çizelge 4' de sunulmuştur.

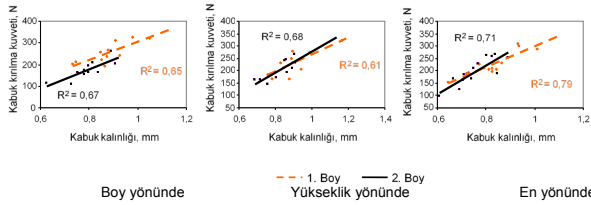
Kırma hızının iç çıkma kalitesi hariç kırılma kuvveti, kırılma enerjisi ve özgül deformasyon üzerine istatistik olarak bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Tüm hızlarda 1. grup fındıkları kırmak için gerekli olan kuvvet 2. grup fındıklar için gerekli olanlardan daha yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde 1. grup fındıkları kırmak için daha yüksek kırılma enerjisine ihtiyaç duyulmuştur. Bu durum kırılma yönleri ve hızları farklı da olsa iri fındıkları kırmak için gerekli kuvvet ve enerjinin yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Birinci grup fındıklarda kırılma kuvveti kırma hızına paralel olarak artarken, bu ilişki daha küçük olan meyvelerde gözlenmemiştir. Benzer bulgular Tombul çeşidinde yürütülen çalışmada da elde edilmiştir (Kaçal ve Koyuncu, 2017). Giacosa ve ark. (2016) 10 mm/s'lik hızla kırılan fındıkların 0.5 mm/s hızla kırılanlara kıyasla daha yüksek kırılma kuvveti gerektirdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca kırma hızlarına bağlı olarak fındıklarda kalitenin de değiştiği rapor edilmiştir. Farklı türlerle yürütülen çalışmalarda da kırma hızı arttıkça örneklerin kırılması için daha fazla güç uygulanması gerektiği saptanmıştır (Gürhan ve ark., 2001; Kılıçkan ve Güner, 2008; Altuntaş ve Erkol, 2011). Artan kırılma hızına bağlı olarak kırılma enerjileri de genel olarak ilk grup fındıklarda artarken (2 mm/s'lik hız hariç), ikinci grup meyvelerde kararlı bir ilişki görülmemiştir (Çizelge 4). Kırılma hızı arttıkça gerekli olan enerji de artar görüşü önceki yıllarda yürütülen çalışmalarla da doğrulanmaktadır (Sharifian ve Derafshi, 2008; Altuntaş ve Erkol, 2011; Kaçal ve Koyuncu, 2017). Bu çalışmalarda 0.5 ve 1 mm/s'lik hızla kırılan fındık ve cevizlerin 1.5 ve 2 mm/s'lik hızlarla kırılanlardan daha az enerji harcanarak kırılabilirdiği saptanmıştır. Altuntaş ve Erkol (2011) Yalova 1 ve Yalova 3 ceviz çeşitlerinde en yüksek kırılma enerjilerinin 1.5 mm/s ile kırılan meyvelerde sırasıyla 170.8 ve 241.4 mJ olduğunu belirlemişlerdir. Diğer taraftan çalışmamızda özgül deformasyon değerleri bakımından dört kırma hızında da en yüksek rakamlar 2. grup fındıklarda ortaya çıkmıştır. Kırılma hızı arttıkça her iki gruptaki fındıkların kırma işlemi sırasında deformasyon değerleri de artmıştır. Bu değişim oldukça kararlı bulunmuştur. Birinci grup fındıklarda % 8.04'le

başlayan deformasyon değeri %8.99'luk değerle son bulurken, ikinci grupta bu değişim % 8.54 ile % 9.22 arasında gerçekleşmiştir. Giacosa ve ark. (2016) fındıklarda en yüksek deformasyon değerini (%17.10) 10 mm/s hızla kırılan örneklerde bulurken, en düşük değeri (%15.40) 0.2 mm/s'lik hız uygulayarak kırdıkları meyvelerde saptamışlardır. Benzer eğilim Altuntaş ve Erkol (2011)'ün cevizlerde ve Kılıçkan ve Güner (2008)'in zeytinlerde yaptıkları kırma testlerinde de elde edilmiştir. İç çıkma kalitesi ise kırma hızına bağlı olarak değişmiştir. Kırma hızı arttıkça iç çıkma kalitesi kararlı bir şekilde düşmüştür. 0.5 mm/s hızla kırılan fındıklardan hiç zedelenmemiş içler elde edilirken, 2 mm/s hızla kırılan fındıkların kalitesi ise diğer kırma hızlarına göre oldukça düşük bulunmuştur (Çizelge 4). Öyle ki en düşük kırılma hızı olan 0.5 mm/s'lik testte örnekler boyutlara bağlı olmaksızın tam puan (5.0) alırken, yüksek hızda (2 mm/s) 1. ve 2. grup meyvelerde bu değerler sırasıyla 3.26 ve 2.75 olmuştur. Fındıklarda artan kırılma hızına bağlı olarak iç çıkma kalitesinin düştüğü sonucu Kaçal ve Koyuncu (2017)'nin Tombul çeşidi ile yürüttükleri çalışmada da saptanmıştır. Farklı hızlar altında kırılmaya maruz bırakılan fındıklarda, meyvenin mekanik dayanımı ve kalite ile ilgili elde edilen verilerin değiştiği kaydedilmiştir (Giacosa ve ark., 2016). Çizelge 4'de görüldüğü gibi 1 mm/s den yüksek hızlarda kırılan fındıklarda iç çıkma kalitesinde bariz bir azalma eğilimi olduğu söylenebilir. Bu çalışma sonucuna göre, Sivri fındık çeşidinde 1 mm/s kırma hızının üzerine çıkılmaması anlamlı görünse de, kırılma enerjisi ve diğer kırılma parametreleri de dikkate alınarak hemen hemen her çeşitte detaylı kırma testlerinin yapılması önerilmektedir.

Fındıklarda kabuk kalınlığı ile kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, özgül deformasyon ve iç çıkma kalitesi arasındaki ilişki

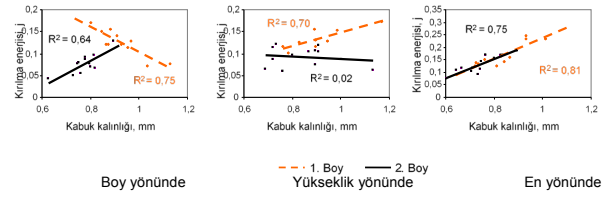
Fındıklarda 1. ve 2. grup örneklere her üç yönden kuvvet uygulandığında kabuk kalınlığının artmasıyla doğru orantılı olarak kırılma kuvvetinin de arttığı belirlenmiştir. Uzunluğuna kırılan 1. grup fındıklarda saptanan kırılma kuvvetinin, 2. grup fındıkların kırılma kuvvetinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Her üç yönde ve örneklerin hepsinde kabuk kalınlığı ile kırılma kuvveti arasındaki ilişkinin göstergesi olan R^2 değeri 0.50'den büyük bulunmuş ve 0.61 (kalınlık yönünde kırılan 1. grup örneklerde) ile 0.79 (genişlik yönünde kırılan 1. grup örneklerde) arasında değişmiştir (Şekil 4).

Çalışmamızda ortaya konan kabuk kalınlığı arttıkça fındıklarda kırılma kuvveti de artar bulgusu Sivri, Tombul ve Kalıncara çeşitleri ile yürütülen çalışmalarda da tespit edilmiştir (Bostan, 1999; Kaçal ve Koyuncu, 2017). Benzer şekilde Koyuncu ve ark. (2004) farklı yönlerden kuvvet uygulayarak kırdıkları cevizlerde kabuk kalınlığıyla kırılma kuvveti arasında kuvvetli sayılabilecek doğru orantılı bir ilişki saptamışlardır. Öte yandan Şen (1985) farklı yörelerden selekte edilmiş cevizlerde bu ilişkiyi zayıf (0.006 - 0.417) bulmuştur. Bu durum farklı genotiplere ait meyve örneklerinin homojen olmayan kabuk yapısından kaynaklanmış olabilir. Çünkü standart ceviz çeşitleriyle yürütülen çalışmalarda kabuk kalınlığıyla kırılma kuvveti arasında kuvvetli ve doğru orantılı bir ilişkinin var olduğu bilinmektedir.



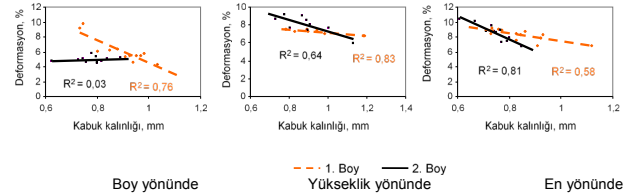
Şekil 4. Sivri fındık çeşidinde kabuk kalınlığı ile kırılma kuvveti arasındaki ilişki

Meyvelerde 1. grup örnekler kalınlık ($R^2 = 0.70$) ve genişlik ($R^2 = 0.81$) yönlerinden kuvvet uygulandığında, kabuk kalınlığı arttıkça kırılma enerjisi de artmıştır. Ancak uzunluğuna kuvvet uygulandığında ise bu ilişki negatif yönlü olmuş ve kabuk kalınlığının artmasıyla kırılma enerjisi düşmüştür ($R^2 = 0.75$). 2. grup örnekler genişlik ($R^2 = 0.75$) ve uzunluk yönünden ($R^2 = 0.64$) kuvvet uygulandığında kabuk kalınlığı arttıkça kırılma enerjisi de artmıştır. Kalınlık yönünde kırılan 2. grup fındıklarda ise kabuk kalınlığı ile kırılma enerjisi arasında önemli bir ilişki ($R^2 = 0.02$) bulunamamıştır (Şekil 5). Kaçal ve Koyuncu (2017), Tombul çeşidinde bu ilişkinin kırılma yönlerine ve meyve boyutlarına göre kısmen farklılık gösterse de büyük oranda kabuk kalınlığıyla kırılma enerjisi arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada kalınlık yönü hariç diğer yönlerden kuvvet uygulanan meyvelerde doğru orantılı bir ilişki saptanmıştır. Benzer sonuçları Koyuncu ve ark. (2004) ile Braga ve ark. (1999) cevizlerde, Güner ve ark. (1999) ise kayısı çekirdeklerinde bulmuşlardır.



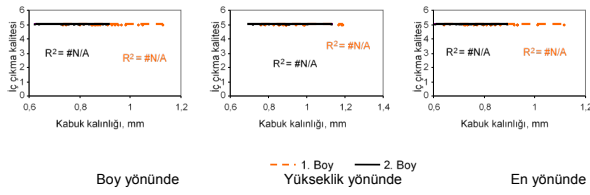
Şekil 5. Sivri fındık çeşidinde kabuk kalınlığı ile kırılma enerjisi arasındaki ilişki

Fındıklarda uzunluk yönünde kuvvet uygulanan 2. grup örnekler hariç tüm kombinasyonlarda kabuk kalınlığı arttıkça özgül deformasyon değerleri azalmıştır ($R^2 = 0.58$ ile 0.83 arasında). Uzunluk yönünde kuvvet uygulanan 2. grup örneklerde ise kabuk kalınlığı ile deformasyon arasında önemli bir ilişki ($R^2 = 0.03$) bulunamamıştır (Şekil 6). Benzer şekilde fındık ve cevizlerde önceki yıllarda yürütülen çalışmalarda da kabuk kalınlığı ile deformasyon değerleri arasında her zaman kararlı ve bir yönde bir ilişki saptanamamıştır (Koyuncu ve ark., 2004; Kaçal ve Koyuncu, 2017). Bu durum farklı sert kabuklu tür ve çeşitlerde kabuk yapısının özellikle kabuk ile iç arasındaki boşluğun değişkenlik göstermesiyle açıklanabilir. Nitekim kabukla iç arasında Sivri çeşidine göre daha az boşluk bulunan Tombul çeşidinin aynı yönden kuvvet uygulanarak kırılan meyvelerinde bu ilişki bizim çalışmamızdan farklılık gösterebilmiştir.



Şekil 6. Sivri fındık çeşidinde kabuk kalınlığı ile özgül deformasyon arasındaki ilişki

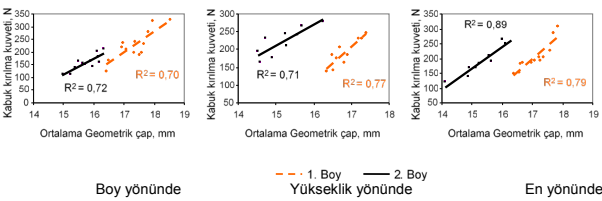
İncelen fındıklarda 1. ve 2. grup örneklerde uzunluk genişlik ve kalınlık yönlerinde kuvvet uygulandığında tüm örneklerin içleri sağlam olarak çıkarılmıştır. Bundan dolayı Sivri fındık çeşidinde kabuk kalınlığı ile iç çıkma kalitesi arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır (Şekil 7). Önceki yıllarda Tombul çeşidi ile yürüttüğümüz çalışmada da farklı boyutlara sahip meyvelerde tüm yönlerden (uzunluk genişlik ve kalınlık) kuvvet uygulayarak yapılan testlerde, genel olarak iç çıkma kaliteleri birbirine benzer sonuçlar verdiği için dikkate değer bir ilişki saptanamamıştır (Kaçal ve Koyuncu, 2017).



Şekil 7. Sivri fındık çeşidinde kabuk kalınlığı ile iç çıkma kalitesi arasındaki ilişki

Fındıklarda geometrik ortalama çap ile kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, özgül deformasyon ve iç çıkma kalitesi arasındaki ilişki

İncelenen meyve örneklerinde her iki boy grubunda ve her üç kırma yönünde kırılan fındıklarda geometrik ortalama çap arttıkça kırılma kuvvetinin de arttığı bulunmuştur. Uzunluk ve genişlik yönünde kırılan 1. grup fındıkların kırılma kuvvetleri 2. grup fındıklara oranla daha yüksek bulunmuştur. Kalınlık yönünde kırılan fındıklarda ise 2. grup fındıkların kırılma kuvvetleri 1. grup fındıklara göre daha yüksek olmuştur (Şekil 8). Ortalama çap ile kırılma kuvveti arasındaki pozitif ilişkiyi gösteren R^2 değerleri 0.70 (boy yönünde kırılan 1. grup fındıklarda) ile 0.89 (en yönünde kırılan 2. grup fındıklarda) arasında değişim göstermiştir. Benzer eğilim önceki yıllarda ceviz ve bademlerle yürütülen çalışmalarda da saptanmıştır (Borghesi ve ark., 2000; Khazaei ve ark., 2002; Altuntaş ve ark., 2010). Araştırmacılar ceviz ve bademlerde geometrik ortalama çap değerindeki artışa paralel olarak uygulanan kırılma kuvvetlerinin arttığını saptamışlardır. Yine Kılıçkan ve Güner (2008) hem zeytin meyvesi hem de çekirdeğinde her üç kırma yönünde de bu ilişkinin pozitif yönde kuvvetli olduğunu bulmuşlardır.

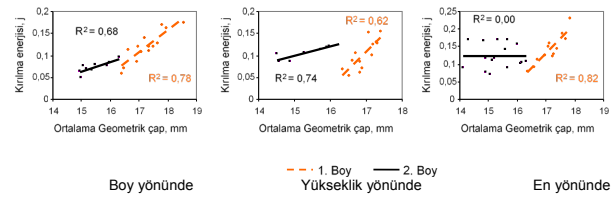


Şekil 8. Sivri fındık çeşidinde geometrik ortalama çap ile kırılma kuvveti arasındaki ilişki.

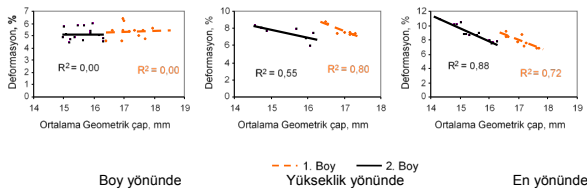
Genişlik yönünde kuvvet uygulanarak kırılan 2. grup fındıklar ($R^2 = 0$) hariç diğer tüm kombinasyonlarda geometrik ortalama çap arttıkça ihtiyaç duyulan kırılma enerjisi de artmıştır. Bu örneklerdeki irilikle kırılma enerjisi arasındaki ilişkiyi gösteren pozitif yöndeki R^2 değerleri 0.62 (kalınlık yönünde kırılan

1. grup fındıklarda) ile 0.82 (genişlik yönünde kırılan 1. grup fındıklarda) arasında değişmiştir. (Şekil 9.). Bu sonuçlar Sivri fındık çeşidinde meyve iriliği arttıkça onları kırmak için daha yüksek kuvvet ve enerji uygulamamız gerektiğini göstermektedir. Fındıklarda irilik ürünün hem pazar değerini artıran hem de işlah programlarında önemli bir kalite kriteri olduğu için bu verilerin kırma makinaları dizayn edilirken göz önüne alınması önemli olacaktır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar macadamia cevizi (Braga ve ark., 1999), badem (Khazaei ve ark., 2002) ve zeytin çekirdeği (Kılıçkan ve Güner, 2008) ile yürütülen çalışmalarda saptanan bulgularla uyum içerisindedir. Diğer taraftan Koyuncu ve ark. (2004) cevizlerde geometrik ortalama çap ile kırılma enerjisi arasındaki ilişkiyi kuvvetli olmasa da negatif yönde saptamışlardır. Bu durum çalışılan materyalin tür ve çeşit bazında fiziksel özelliklerinin değişik olabileceği ile açıklanabilir.

Fındıklarda hem 1. hem de 2. boyda yükseklik ve en yönlerinde kırılan örneklerde geometrik ortalama çap arttıkça deformasyon düşmüştür. Boyuna kırılan örneklerde ise geometrik ortalama çap ile deformasyon arasında bir ilişki ($R^2 = 0$) bulunamamıştır (Şekil 10.). Şekil 10' da görüldüğü gibi yükseklik ve en yönünde kırılan fındıklarda R^2 değerleri 0.55 ile 0.88 arasında değişmiştir. Geometrik çap ile deformasyon arasındaki ilişki kırılma kuvveti ve enerjisi için elde edilen ilişkidenden farklı bir eğilim göstermiştir. Bu durum deformasyon değerlerinin diğer parametrelere göre materyalin fiziksel ve kimyasal yapısından daha fazla etkilenebileceği görüşüyle açıklanabilir. Nitekim önceki yıllarda farklı türlerle yapılan çalışmalarda, ortalama geometrik çap ile deformasyon arasında saptanan R^2 değerleri kırılma kuvveti ve enerjisine göre daha fazla farklılık göstermiştir. Keza bizim bulgularımız Kaçal ve Koyuncu (2017)'nin fındıkta ve Koyuncu ve ark. (2004)'ün cevizde yürüttükleri çalışmalarla büyük oranda benzerlik gösterirken, Kılıçkan ve Güner (2008)'in zeytinlerde elde ettiklerinden farklı olmuştur.

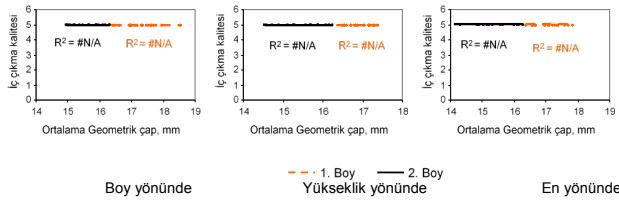


Şekil 9. Sivri fındık çeşidinde geometrik ortalama çap ile kırılma enerjisi arasındaki ilişki



Şekil 10. Sivri fındık çeşidinde geometrik ortalama çap ile deformasyon arasındaki ilişki.

Kırılma testi uyguladığımız her iki gruptaki fındık örneklerinde her üç yönde de lageometrik ortalama çap ile iç çıkma kalitesi arasında herhangi bir ilişki saptanamamıştır (Şekil 11). Çünkü denemelerin hepsinde örnekler sağlam çıkmış ve en yüksek kalite puanı almıştır. Tombul çeşidi ile yürütülen çalışmada da aynı nedenden dolayı geometrik ortalama çap ile deformasyon değerleri arasındaki kayda değer bir ilişki saptanamamıştır (Kaçal ve Koyuncu, 2017).



Şekil 11. Sivri fındık çeşidinde ortalama geometrik çap ile iç çıkma kalitesi arasındaki ilişki

Sonuç ve Öneriler

Çalışmada kırma yönlerinin meyvelerin kırılma özellikleri ve iç çıkma kalitesi üzerine etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmakla (2. grup meyvelerde kırılma kuvveti hariç) beraber, aslında kırma pozisyonlarına göre belirtilen parametrelerde dikkate değer değişimler saptanmıştır. Meyveleri kırmak için en düşük kırılma kuvveti (167 N) ve enerjisine (105 J) uzunluk yönünden kuvvet uygulanan 2. grup örneklerde ihtiyaç duyulmuştur. En yüksek kuvvet uygulaması (232 N) yine uzunluk yönünde kuvvet uygulanan 1. grup meyvelerde bulunurken, genişliğine kırılan 1. grup meyveler en fazla enerji (0.153 J) gerektirmiştir. Kabuk kalınlığı ve geometrik ortalama çap artışına paralel olarak ihtiyaç duyulan kırma kuvveti ve enerjisi de artmıştır. Kabuk kalınlığı ve geometrik ortalama çapı ile özgül deformasyon arasındaki ilişki negatif yönde olmuştur. Testlerde uygulanan kırma hızı arttıkça 1. grup meyveler için kırma kuvveti ve enerjisi de artmıştır. Her iki fındık grubunda da tüm yönlerde kırılma hızı arttıkça iç çıkma kalitesi bariz olarak azalmıştır. İç çıkma kalitesi ile geometrik ortalama

çap arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Elde edilen verilere göre, en düşük kırma kuvveti (ortalama değerlere göre) uzunluğuna kırılan meyvelerden elde edilmiştir. İç çıkma kalitesi bakımından en yüksek değerler genişlik yönünden kırılan fındıklardan elde edilmiştir. İncelenen hız değerleri dikkate alındığında kaliteli iç elde etmek için 1 mm/s'lik hızın üzerine çıkılması önerilmektedir. Tüm fındık çeşitleri dikkate alınırca çeşit bazında daha yüksek hız uygulanarak yapılacak kırma testlerinden önemli sonuçlar alınacağı kanaatindeyiz. Gerek fındıklarda kırma makinaları üreten gerekse fındık işleme ve pazarlama alanında faaliyet gösteren sektör paydaşlarının bu ve benzeri çalışmalardan elde edilen sonuçları dikkate almaları, bu alandaki verimliliği artıracaktır.

Kaynaklar

- Akar, A., 2016. Tombul, Palaz ve Kalıncara Fındık Çeşitlerinde Elle ve Patozla Ayıklanmış Örneklerde Depolama Süresince Meydana Gelen Kalite Değişimleri. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi. Ordu, 81 s.
- Akdemir, E. T., 2010. Bazı Fındık Çeşitlerinde Optimum Hasat Tarihlerinin Belirlenmesi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 74 s.
- Akev, K., Koyuncu, M. A., Erbaş, D., 2018. Quality of raisins under different packaging and storage conditions. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 93 (1): 107-112.
- Altuntaş, E., Erkol, M., 2011. The effects of moisture content, compression speeds, and axes on mechanical properties of walnut cultivars. Food Bioprocess Technology, 4 (7): 1288-1295.
- Altuntaş, E., Gerçekcioglu, R., Kaya, C., 2010. Selected mechanical and geometric properties of different almond cultivars. International Journal of Food Properties, 13 (2): 282-293.
- Anıl, Ş., Kurt, H., Akar, A., Bulam Köse, Ç., 2018. Hazelnut culture in Turkey. XXX. International Horticultural Congress (12-16 August 2018) Abstract Book.
- Ashtiani, S. H. M., Golzarian, M. R., Motie, J. B., Emadi, B., Jamal, N. N., Mohammadinezhad, H., 2016. Effect of loading position and storage duration on the textural properties of eggplant. International Journal of Food Properties, 19 (4): 814-825.
- Aydin, C., 2002. Physical properties of hazel nuts. Biosystems Engineering, 82 (3): 297-303.
- Bars, T., Uçum, İ., Akbay, C., 2018. ARIMA modeli ile Türkiye fındık üretim projeksiyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21 (Özel sayı): 154-160.
- Borghesi, A. M., Khazaei, J., Tavakoli, T., 2000. In design, construction and testing of walnut cracker. The European Conference of Agricultural Engineers (2-7 July 2000, Warwick, UK), 1-8.

- Bostan, S. Z., 1999. Fındıkta kabuk kırılma direnci ile diğer bazı meyve özellikleri arasındaki ilişkiler üzerine bir araştırma. *Bahçe*, 28 (1-2): 21-27.
- Bostan, S. Z., Karadeniz, T., Yarılgaç, T., İslam, A., 2008. Modern fındık tekniklerinin uygulanmasına yönelik eğitim projesi ders notları.
- Braga, G. C., Couto, S. M., Hara, T., Neto, J. T. P. A., 1999. Mechanical behaviour of macadamia nut under compression loading. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 72 (3): 239-245.
- Çalışkan, K., 2018. Çakmak Barajı Havzasında (Çarşamba) organik olarak yetiştirilen palaz ve tombul fındık çeşitlerinde ocaktaki gövde sayısına bağlı olarak verim ve meyve özelliklerinin değişimi Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi. Ordu, 72 s.
- Çam, Ş., Kılıç, M., 2008. Fındık ürünlerinde acılaştırma ve etkili faktörler. *Gıda*, 33 (2): 97-105.
- Delprete, C., Giacosa, S., Raviolo, E., Rolle, L., Sesana, R., 2015. Experimental characterization and numerical modeling of the compressive mechanical behavior of hazelnut kernels. *Journal of Food Engineering*, 166: 364-369.
- Erbaş, D., Koyuncu, M. A., 2016. 1-Metilsiklopropen uygulamasının Angeleno erik çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (1): 43-50.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2019. FaoStat. (Web page: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>), (Date accessed: 04.12.2019).
- Giacosa, S., Belviso, S., Bertolino, M., Dal Bello, B., Gerbi, V., Ghirardello, D., Giordano, M., Zeppa, G., Rolle, L., 2016. Hazelnut kernels (*Corylus avellana* L.) mechanical and acoustic properties determination: Comparison of test speed, compression or shear axis, roasting, and storage condition effect. *Journal of Food Engineering*, 173: 59-68.
- Güner, M., Vatandas, M., Dursun, E., 1999. Bazı kayısı çeşitlerinde çekirdek kırılma karakteristiklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5 (1): 95-103.
- Güner, M., Dursun, E., Dursun I. G., 2003. Mechanical behaviour of hazelnut under compression loading. *Biosystems Engineering*, 85: 485-491.
- Gürhan, R., Vatandas, M., Güner, M., 2001. Determination of mechanical behavior of apricot. *Journal of Agricultural Sciences*, 7 (4): 136-140.
- Güzel, E., Ülger, P., Kayışoğlu, B., 1999. Ürün İşleme ve Değerlendirme Tekniği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:145, Adana.
- İslam, A., 2018. Hazelnut culture in Turkey. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7 (2): 259-266.
- Kaçal, M., Koyuncu, M. A., 2017. Cracking characteristics and kernel extraction quality of hazelnuts: Effects of compression speed and positions. *International Journal of Food Properties*, 20 (2): 1664-1674.
- Keme, T., Messerli, M., Shejbal, J., Vitali, F., 1983. The storage of hazelnuts at room temperature under nitrogen (I). *Review for Chocolate Confectionery and Bakery*, 8 (1): 24-28.
- Khazaei, J., Rasekh, M., Borghei, A. M., 2002. Physical and Mechanical Properties of Almond and its kernel Related to Cracking and Peeling. *An ASAE Meeting Presentation, Paper No 026153*.
- Kılıçkan, A., Güner, M., 2008. Physical properties and mechanical behavior of olive fruits (*Olea europaea* L.) under compression loading. *Journal of Food Engineering*, 87 (2): 222-228.
- Koyuncu, M. A., Koyuncu F., Bakır, N., 2003. Selected drying conditions and storage period and quality of walnut selections. *Journal of Food Processing and Preservation*, 27 (2): 87-99.
- Koyuncu, M.A., Ekinci, K., Savran, E., 2004. Cracking characteristics of walnut. *Biosystems Engineering*, 87 (3): 305-311.
- Koyuncu, M.A., İslam, A., Küçük, M. 2005. Fat and fatty acid composition of hazelnut kernels in vacuum packages during storage. *Grasas Aceites* 56(4): 263-266.
- Mitra, S. K., Rathore, D. S., Bose T. K., 2003. Temperate fruits. Horticulture and Allied Publishers, India.
- Özdemir, H., Özilgen, M., 1997. Comparison of the quality of hazelnuts unshelled with different sizing and cracking systems. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 67 (3): 219-227.
- Özdemir, M., 2003. Fındık hasadı ve hasat sonrası işlemleri ile fındık işleminde kritik kontrol noktaları tehlike analizi. *Gıda*, 28 (1): 5-12.
- Özdemir, M., Özay, G., Seyhan, F. G., 1998. Hasattan ambalaja fındık işleminin kritik kontrol noktalarında tehlike analizi. *Marmara Araştırma Merkezi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, Kocaeli*.
- Razavi, S. M. S., Edalatian, M. R., 2012. Effect of moisture contents and compression axes on physical and mechanical properties of pistachio kernel. *International J. Food Properties*, 15(3): 507-517.
- Sen, S. M., 1985. Cevizlerde kabuk kalınlığı, kabuk kırılma direnci, kabukta yapışma ve kabuk dikine kırılma direnci ile diğer bazı meyve kalite faktörleri arasındaki ilişkiler, *Doğa Bilim Dergisi*, 9(1): 10-24.
- Sharifian, F., Derafshi, M. H., 2008. Mechanical behavior of walnut under cracking conditions. *Journal of Applied Sciences*, 8 (5): 886-890.
- Ünal, A., 2007. Modern Fındık Tarımı. Burak Ofset Matbaacılık, Ankara, 231 s.
- Valentini, N., Rolle, L., Stevigny, C., Zeppa, G., 2006. Mechanical behaviour of hazelnuts used for table consumption under compression loading. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (8): 1257-1262.