

Bazı Tohumların İki Farklı Yöntemle Esneklik Katsayılarının Belirlenmesi ve Karşılaştırılması

Türker SARAÇOĞLU^{1*}, Gizem Nur ŞENGÜN

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Aydın, Türkiye

*Sorumlu yazar e-posta: tsaracoglu@adu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 14.05.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 07.11.2018

Özet: Tarım alet makinalarının imalatında, ürün işleme, ürün kalite kontrolü ve ürünün kalitesinin iyileştirilmesinde biyolojik materyalin teknik özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Bu çalışmada; bezelye, nohut ve soya fasulyesi tohumlarının iki farklı yöntem kullanılarak (görüntü algılama yöntemi ve akustik yöntem) esneklik katsayıları belirlenmiş ve karşılaştırılmalı analizi yapılmıştır. Denemelerde iki farklı yöntem, üç farklı tohum, üç farklı düşme yüksekliği ve dört farklı yüzey kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; yöntemler arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı, ahşap ve kauçuk yüzeylerdeki esneklik katsayısı değerlerinin aynı grup içerisinde akrilik ve paslanmaz çelik yüzeylerdeki esneklik katsayısı değerlerinin de yine aynı grup içerisinde yer aldığı görülmüştür. Deneme sonuçlarına göre, düşme yüksekliği arttıkça esneklik katsayısının düştüğü söylenebilir. Her iki yöntemin uygulanış şekli dikkate alındığında görüntü algılama yöntemiyle ölçümün akustik yöntemle göre daha zahmetli ve zaman alıcı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Esneklik katsayısı, görüntü algılama, akustik yöntem.

Determination and Comparison of the Coefficient of Restitution of Some Seeds Using Two Different Methods

Abstract: It is important to know the technical specifications of biological material in improving product processing, product quality control and product quality in the manufacture of agricultural machines and tools. In this study; coefficient of restitution of pea, chickpea and soya bean seeds were determined by using two different methods (image processing method and acoustic method) and compared with each other. The experiments were carried out using two different methods, three different seeds, three different dropping heights and four different surfaces.

In the results of the study; there was no statistically significant difference between the methods. The coefficient of restitution values on wood and rubber surfaces were determined to be within the same group. Similarly, on the acrylic and stainless-steel surfaces were taken place within the same group too. Also, it can be said that as the fall height increases, the elasticity coefficient decreases. Considering the application of both methods, it has been determined that the measurement by the image sensing method is more laborious and time-consuming than the acoustic method. The acoustic method is easier and faster.

Key words: Coefficient of restitution, image processing, acoustic method.

GİRİŞ

Tarım ürünlerini nitelik ve nicelik bakımından en üst seviyeye çekmek insanlığın en önemli çalışmalarındandır. Bu çalışmaların içeriği; ürünlerin kalitelerinin seçilmesi, yabancı maddelerin ürünlerin içinden ayıklanması ve ürünleri amacına uygun bir şekilde sınıflandırmaktan oluşmaktadır (Yağcıoğlu, 1996). Bu nedenle biyolojik malzemenin teknik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Tarım alet makinalarının imalatında, ürün işleme, ürün kalite kontrolü ve ürünün kalitesinin iyileştirilmesinde

biyolojik materyalin teknik özelliklerinin bilinmesi önemlidir.

Biyolojik malzemenin şekil, hacim, yüzey alanı ve yüzey pürüzlülüğünün bilinmesi ürün temizleme ve sınıflandırma makinalarının tasarımlarına katkı sağlar. Ürünlerin bükülme, çekme dayanımı, kopma dayanımı, darbe dayanımı, elastisite modülü ve sürtünme dirençlerinin belirlenmesi ile hasattan tüketiciye kadar geçen süre içerisinde ürünlerin sağlıklı bir şekilde korunması sağlanır (Alayunt, 2000).

Yığın haldeki biyolojik ürünlerin fiziksel özellikleri, taşıma, sınıflandırma, depolama ve işleme ekipmanlarının doğru tasarımları için önemli parametrelerdir. Bu özelliklerden biri olan esneklik katsayısı, ürün ile temas yüzeyi arasındaki çarpışmanın esnekliğinin bir ölçüsüdür. Bir başka tanıma göre de esneklik, çarpışmadan önce çarpışan nesnelere kinetik enerjisinin ne kadarının çarpışmadan sonra kaldığının bir ölçüsüdür. Cisimlerin belli bir sıçrama yetenekleri (esneklikleri) vardır. Bu sıçrama yeteneklerinin üzerinde cisimlerin şekilleri, sertlikleri, nem içerikleri ve olgunlukları gibi parametreler etkilidir.

Cismin, bir yüzeye çarpmadan önce sahip olduğu hızı (V_1) ile çarpışmadan sonra sahip olduğu hızının (V_2) oranı o cismin esneklik (sıçrama) katsayısını (e) verir. Ya da başka bir tanımlama ile cismin düşme yüksekliğinin çarpma sonucunda sıçrama yüksekliğine oranının karekökü esneklik katsayısını verir. Esneklik katsayısının iki sınırlayıcı değeri vardır. Tamamen elastik bir çarpışmada, sıçrama yüksekliği düşme yüksekliğine eşit olduğu için esneklik sayısı (e) 1'e eşittir. Tam plastik çarpışmada ise esneklik katsayısı 0 değerine sahiptir. Bu yüzden, esneklik katsayısı daima sıfır ile bir arasında olacaktır.

Birçok araştırmacı farklı tarımsal ürünlerin esneklik katsayılarını belirlemeye yönelik denemeler gerçekleştirmişlerdir. Bunlar; patates için sarkaç düzeneği (Hugnes vd., 1985), elma için sarkaç düzeneği (Topping ve Luton, 1986), domates için mikrobilgisayar ve dijital osiloskop (Lichtensteiger vd., 1988), elma için düşme denemesi (Schoorl ve Holt, 1980; Vursavuş ve Özgüven, 2000), elma ve şeftali için çarpma düzeneği (Diener vd., 1979) çalışmalarıdır.

Jayan ve Kumar (2004) tohumların fiziksel özelliklerini belirleyerek bir ekim makinasının en iyi tasarım parametrelerini bulmak için denemeler yapmışlardır. Çalışmalarında, yüksek hızlı dijital video kamera kullanarak geri sıçrayan tohumların azami yüksekliklerini kaydetmişlerdir. Denemelerde mısır, red gram ve pamuk tohumları kullanmışlar ve bu tohumların esneklik katsayılarını farklı yüksekliklerden yumuşak çelik ve kauçuk levhalar üzerine düşürerek belirlemişlerdir. Whitney ve Porterfield (1968) seperatördeki soğurma enerjisinin emiliminin bir göstergesi olarak, geri sıçrama yüksekliğinin düşme yüksekliğine oranının karekökü olarak tanımlanan esneklik katsayısını kullanmışlar ve sonuçta düşük bir katsayının yüksek derecede enerji emme kapasitesini gösterdiğini açıklamışlardır. Gan-Mor ve Galili (2000) çalışmalarında hasattan sonra tarımsal ürünlerden yabancı maddelerin uzaklaştırılması veya ürünlerin kaliteli sınıflandırılması gibi ayırma işlemleri için esneklik katsayısını kullanmışlardır. Ölçülen esneklik

katsayısını, çarpışma öncesi ve sonrasındaki azami yüksekliklerden tespit etmişlerdir. Mangwandi vd. (2007) serbest düşme testi kullanarak üç farklı granül tipinin çarpma hareketini incelemişlerdir. Birbirinden farklı granülleri önceden belirlenmiş yüksekliklerden tek tek serbest bırakarak cam bir levha olan rijit hedefe çarptırılmışlar ve çarpma olaylarını yüksek hızlı bir video kamera kullanarak kaydetmişlerdir. Görüntü analizi ile elde edilen çarpma ve geri sıçrama hızlarından esneklik katsayısını hesaplamışlardır. Yang ve Schrock (1994) soya fasulyesi tohumunun esneklik katsayısını ölçmek için, kaydettikleri görüntülerden soya fasulyesinin sıçrama sırasındaki yörüngelerini analiz edip soya fasulyesinin düşme testlerini gerçekleştirmişlerdir. Esneklik katsayısını, soya fasulyesi tohumlarının çarpmadan önceki hızlarının çarpma sonrası hızlarına oranı olarak tanımlamışlardır. Bu tanımlamayı tohumların dönme ve dönmediği durumları göz önüne alarak yapmışlardır. Lo Curto vd. (1997) iki nem içeriğindeki soya fasulyesinin akrilik, alüminyum ve cam yüzeylerin üzerine çarpmalarının geri esneklik katsayısını ölçmüşlerdir. Soya fasulyesinin düşme testinde esneklik katsayısını, düşme yüksekliğinin geri sıçrama yüksekliğine oranının karekökü olarak hesaplamışlardır. Denemelerde dikey yörüngeleri izleyen soya fasulyelerini dikkate almışlardır. Saraçoğlu vd. (2010) mandarin meyvesinin esneklik katsayısını akustik yöntemle plastik, karton, ahşap, kauçuk ve çelik yüzeyler üzerinde ölçmüşlerdir. Bu yöntem ile ilk ve ikinci sıçrama arasındaki süre ölçülerek meyvenin sıçrama yüksekliği hesaplanmıştır. Gan-Mor vd. (1986) çalışmalarında patates hasat makinelerinin büyük problemlerinden biri olan taş, kesek ve patatesin ayrılmasını ele almışlardır. Taş, kesek ve patatesleri birbirinden ayırma işlemini boyutlandırma tekniklerine göre kolayca yapmışlardır. Çalışmalarında taş, kesek ve patateslerin özelliklerini değiştirmeden birbirlerinden ayrılmasına yönelik tarımda kullanılmaya uygun bir makine geliştirmeyi amaçlamışlardır. Saraçoğlu ve Özarslan (2012) lahana tohumun esneklik katsayısını görüntü algılama yöntemi ile belirlemişlerdir. Lahana tohumları belirlenen yüksekliklerden (5, 10, 15, 20, 25 ve 30 cm) pleksi ve galvanizli çelik yüzeyler üzerine serbest bir halde bırakılmışlardır. Tohumların bırakıldığı yükseklik ve yüzeylere çarptıktan sonra sıçradıkları yükseklikler yüksek hızlı kamera ile kaydetmişlerdir. Kaydedilen değer sonucunda lahana tohumların esneklik katsayılarını bulmuşlardır. Çalışmalarında lahana ve benzeri tohumların esneklik katsayılarını belirleyerek iletim, temizleme, ayırma, paketleme, işleme ve depolama işlemlerinin yapılabilmesine ve

hasat makinalarının tasarımına katkı sağlamayı amaçlamışlardır.

Bunların yanında, Cross (1999), piezo disk, Wadhwa (2009), dijital bir osiloskop ve Naguraka (2003), bilgisayar kontrollü ses algılama sistemi kullanarak biyolojik olmayan materyallerin esneklik karakteristiklerini belirlemişlerdir.

Tarımsal materyalin esneklik katsayısını belirlemek için birçok farklı teknikler kullanılmaktadır. Görüntü algılama yöntemi ve akustik yöntem bu amaçla kullanılan tekniklerdendir.

Bu çalışmada; bezelye, nohut ve soya fasulyesi tohumlarının iki farklı metot kullanılarak (görüntü algılama yöntemi ve akustik yöntem) esneklik katsayılarının belirlenerek, karşılaştırılmalı analizinin yapılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Denemelerde her iki yöntemde üç farklı tohum (bezelye, soya ve nohut), dört farklı yüzey üzerine (4 mm kalınlığında kauçuk, 2 mm kalınlığında paslanmaz çelik, 3 mm kalınlığında akrilik ve 5 mm kalınlığında ahşap) ve üç farklı düşme yüksekliğinde (0.1, 0.2 ve 0.3 m) esneklik katsayısı belirlenmiştir. Her iki yöntemde de serbest olarak bırakılan tohumlardan dikey yönde sıçrayan tohumların geri sıçramaları kayıt edilmiştir.

Materyal

Çalışmada materyal olarak utrillo bezelye, koçbaşı nohut ve cinsoy soya fasulyesi çeşitlerinin tohumları kullanılmıştır. Denemelerde yaş baza göre nem içeriği bezelye tohumları için %8.23, nohut tohumları için %9.41 ve soya fasulyesi tohumları için %7.61 olarak belirlenmiştir.

Metot

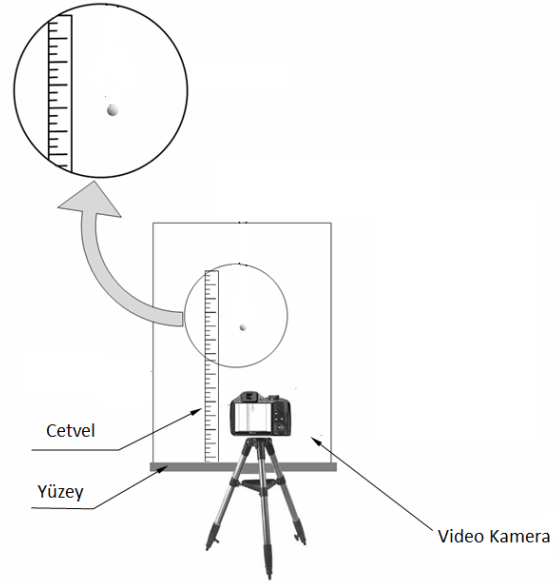
Tohumların fiziksel özellikleri belirlenmeden tohumlar 105 ± 1 °C'de etüvde 24 saat bekletilerek nem içerikleri yaş baza göre belirlenmiştir (Özarlan, 2002).

Denemelerden önce kullanılan yöntemlerin ölçüm hassasiyetini ve benzerliklerini belirlemek için farklı yüzeyler üzerine farklı yüksekliklerden akrilik bir bilye ile denemeler yapılmıştır. Her deneme sırasında akustik ve görüntü algılama sistemi ile aynı anda ölçümler yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Görüntü Algılama Yöntemi

Görüntü algılama yönteminde düz bir zemin üzerine belirlenen yüzeyler sabitlenmiştir. Tohumların

sıçrama yüzeylerinin arka kısmına sıçrama yüksekliklerini ve atılacakları yükseklikleri belirlemek amacı ile dik olacak şekilde bir cetvel yerleştirilmiştir. Casio Exilim-FH20 markalı hız kamerası hem levhayı hem de cetveli görececek şekilde düzeneğin tam karşısına yerleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Sıçrama deneyi görüntü algılama düzeneği (Saraçoğlu ve Özarlan, 2012)

Daha sonra tohumlar belirlenen yüksekliklerden sırası ile serbest halde bırakılarak düşme ve düştükten sonraki ilk sıçrama yükseklikleri hız kamerası ile 420 fps kayıt modunda kaydedilmiştir. Kaydedilen bu görüntüler hız kamerasından bilgisayara aktarılmıştır. Bilgisayarda "Tracker Video Analysis and Modelling Tool" programı ile kayıtların analizleri yapılarak tohumların sıçrama sırasında ulaştığı en yüksek noktalar belirlenmiş ve kaydedilmiştir. Denemeler sırasında serbest düşmeye bırakılan tohumların sadece dik konumda sıçrayanları kaydedilerek değerlendirilmiştir. Denemeler her tohum, yüzey ve düşme yüksekliği için 30 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Denemeler sonunda elde edilen yükseklik değerleri kullanılarak aşağıdaki formülle sıçrama katsayıları elde edilmiştir (Saraçoğlu ve Özarlan, 2012).

$$e = \sqrt{\frac{h}{H}}$$

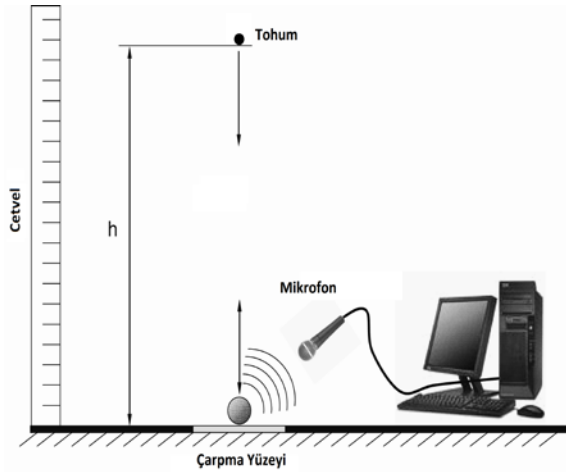
e = Esneklik katsayısı,

h = Tohumun sıçradığı yükseklik, (m)

H = Tohumun düştüğü yükseklik, (m)

Akustik yöntem

Esneklik katsayısının belirlendiği akustik ölçüm düzeneğinde düz bir zemin üzerine belirlenen yüzeylerden biri sabitlenmiş ve tohumların sıçrama yüzeylerinin hemen arka kısmına tohumların atılacağı yükseklikleri belirlemek amacı ile dik olacak şekilde cetvel yerleştirilmiştir. Yüzey üzerine, çarpma tohumların çarpma anlarını belirlemek amacıyla bilgisayara bağlı bir mikrofon sabitlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Sıçrama deneyi akustik düzenek.

Akustik ölçüm düzeneğinde bilgisayarda Visual Basic dilinde yazılan bir program kullanılmıştır. Program, belirlenen yükseklikten serbest halde bırakılan tohumun yüzeye çarptıktan sonra çıkardığı ses ile sıçrayıp tekrar yüzeye çarpması sonucu çıkardığı ses arasındaki süreyi saniye cinsinde hesaplamaktadır. Denemeler sırasında serbest düşmeye bırakılan tohumların sadece dik konumda sıçrayanları kaydedilerek değerlendirilmiştir. Denemeler her tohum, yüzey ve düşme yüksekliği için 30 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Program sayesinde hesaplanan tohumun iki sıçrama arasındaki süreleri

aşağıdaki formülde kullanılarak tohumların esneklik katsayıları belirlenmiştir (Saraçoğlu vd., 2010).

$$e = \Delta t \sqrt{\frac{g}{8H}}$$

e = esneklik katsayısı,

Δt = İlk iki çarpma arası süre, (s)

g = Yer çekimi ivmesi, (m.s⁻²)

H = Tohumun düşme yüksekliği (m)

İstatistiksel Analiz

Ele alınan özellikler varyans analizine tabi tutulmuş ve en küçük kareler ortalamaları ile standart hataları elde edilmiştir. En küçük kareler ortalamalarının elde edilmesinde SAS (1999) paket programındaki UNIVAR prosedürü kullanılmıştır (SAS, 1999).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemelerde kullanılan tohumların bin dane ağırlıkları bezelye tohumları için 227.1 g, nohut tohumları için 407.7 g ve soya fasulyesi tohumları için 177.0 g olarak belirlenmiştir.

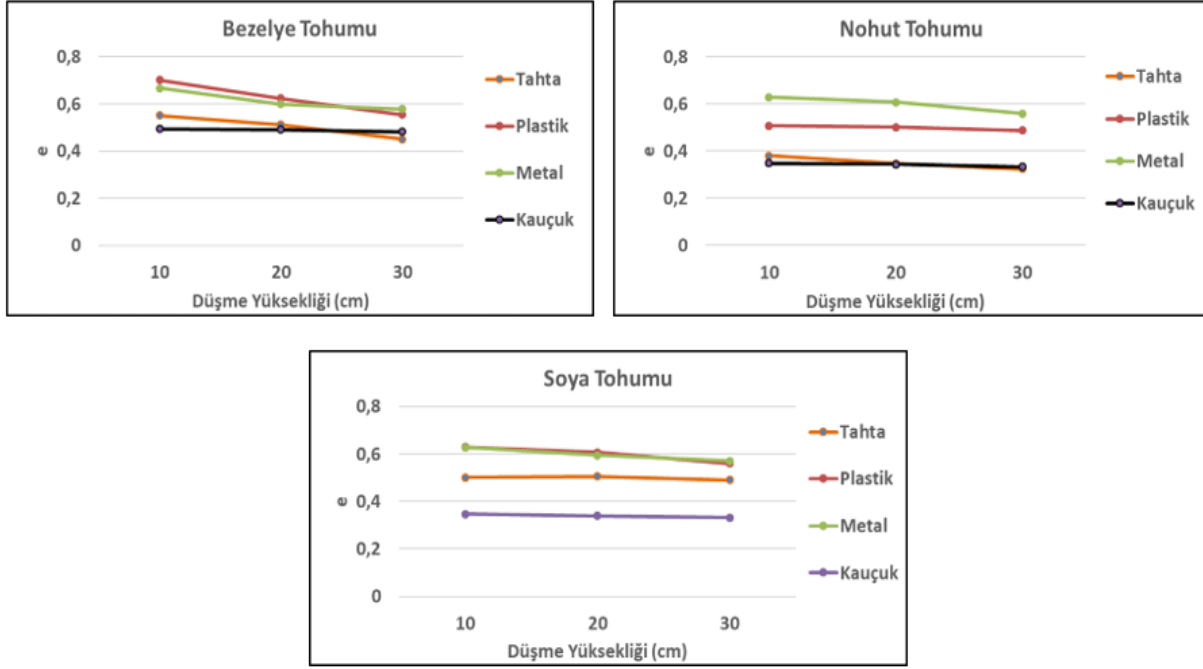
Plastik bilye ile yapılan ön denemeler sonucunda 0.1, 0.2 ve 0.3 m yükseklikten, tahta, akrilik, paslanmaz çelik ve kauçuk yüzeyler üzerine düşürülen plastik bilyeye ait esneklik katsayıları her iki yöntemle göre Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde her iki yöntemde elde edilen esneklik katsayıları arasında fark bulunmadığı görülmektedir.

Görüntü algılama yöntemine göre esneklik katsayıları Şekil 3'te görüntü işleme yöntemi ile farklı yükseklikten, farklı yüzeyler üzerine düşürülen bezelye, nohut ve soya fasulyesi tohumlarına ait esneklik katsayılarını gösteren grafikler görülmektedir.

Çizelge 1. Akustik ve görüntü algılama yöntemiyle ölçülen plastik bilyenin esneklik katsayıları

Görüntü Algılama Yöntemi					Akustik Yöntem			
Düşürme Yüksekliği (m)	Ahşap	Akrilik	Paslanmaz Çelik	Kauçuk	Yüzeyler			
					Ahşap	Akrilik	Paslanmaz Çelik	Kauçuk
0.1	0.56	0.54	0.50	0.44	0.56	0.54	0.50	0.44
0.2	0.49	0.50	0.48	0.42	0.49	0.50	0.48	0.42
0.3	0.37	0.43	0.47	0.39	0.37	0.43	0.47	0.39



Şekil 3. Bezelye, nohut ve soya fasulyesi tohumlarına ait görüntü algılama yöntemine göre belirlenmiş esneklik katsayıları

Şekil 3 incelendiğinde tüm tohumlar için yüksekliğin artışı ile esneklik katsayısının düştüğü görülmektedir. En yüksek esneklik katsayısı değeri bezelye tohumu için 0.1 m yükseklikten akrilik yüzeyde (0.70), en düşük esneklik katsayısı nohut tohumunda 0.3 m yükseklikten ahşap yüzeyde (0.32) elde edilmiştir. Esneklik katsayısı, yüksekliğin artışıyla beraber bezelye tohumunda ahşap yüzeyde 0.55'den 0.45'e, akrilik yüzeyde 0.70'den 0.55'e, paslanmaz çelik yüzeyde 0.66'dan 0.57'ye ve kauçuk yüzeyde 0.49'dan 0.48'e düşmüştür.

Nohut tohumu için esneklik katsayısı düşme yüksekliğinin artışı ile beraber ahşap yüzeyde 0.38'den 0.32'ye, akrilik yüzeyde 0.51'den 0.49'a, paslanmaz çelik yüzeyde 0.63'den 0.56'ya ve kauçuk yüzeyde 0.35'den 0.33'e düşmüştür.

Soya fasulyesi tohumu için düşme yüksekliği artışı ile beraber esneklik katsayısı ahşap yüzeyde 0.50'den 0.49'a, akrilik yüzeyde 0.63'den 0.56'ya, paslanmaz çelik yüzeyde 0.63'den 0.57'ye ve kauçuk yüzeyde 0.35'den 0.33'e düşmüştür. Tüm tohumlar için yüzeyler arasında en düşük esneklik katsayısı kauçuk yüzeyde belirlenmiştir. Kauçuk yüzeyin diğer yüzeylere oranla sönümlenme yeteneği bu sonucun oluşmasında etken olmuştur.

Lo Curto vd, (1997), 1000 fps kamera kullanılarak görüntü algılama yöntemine göre iki farklı nem içeriğinde alüminyum, cam ve akrilik yüzeyler üzerindeki soya fasulyelerinin esneklik katsayılarını belirledikleri çalışmalarında esneklik katsayısı değerlerini 15.1 cm yükseklikte 0.66, 29.2 cm yükseklikte 0.64 ve 51.1 cm yükseklikte 0.63 olarak belirlemişler ve yükseklikler arasındaki değerlerin istatistiksel olarak önemli olduğunu ($p > 0.0016$) belirtmişlerdir. Nem değerleri arasındaki karşılaştırmaya göre; %10.7 nem içeriğine sahip tohumlarda esneklik katsayısı 0.69 ve %15.5 nem değerine sahip tohumlarda esneklik katsayısı değerinin 0.59 olduğunu ve farkın önemli olduğunu ($p > 0.002$) vurgulanmıştır.

Akustik yöntemle göre esneklik katsayıları

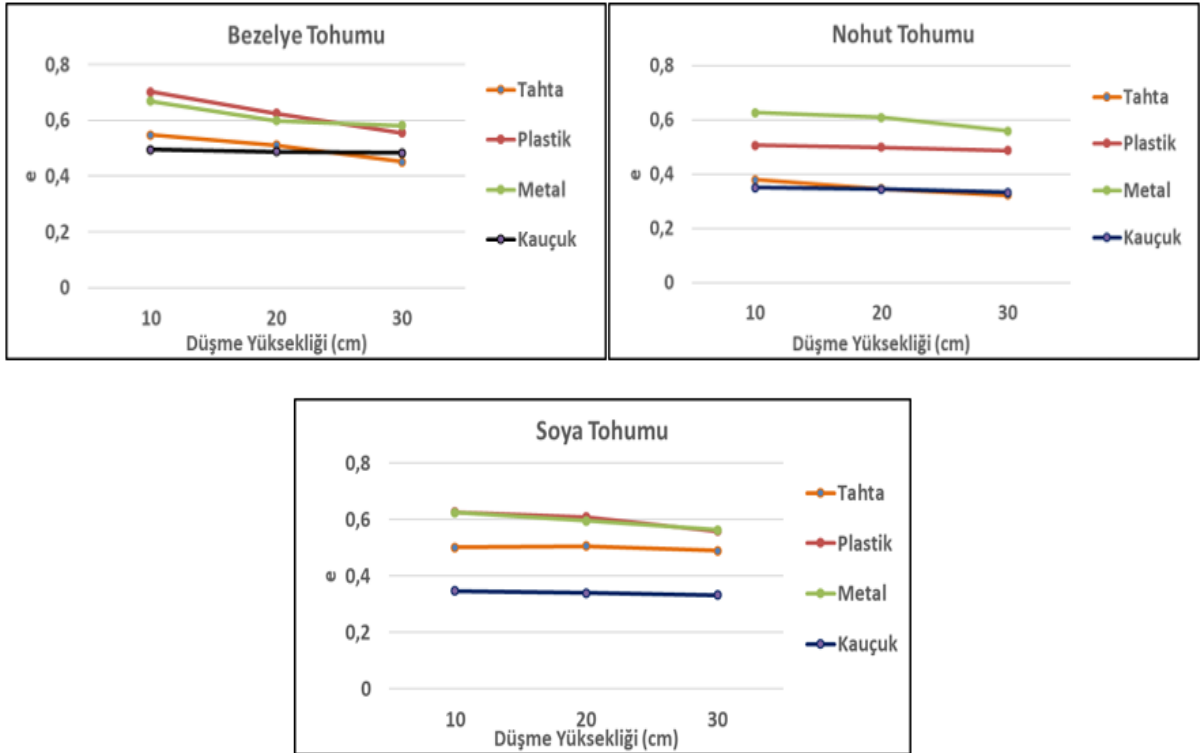
Şekil 4'te akustik yöntem ile farklı yükseklikten, farklı yüzeyler üzerine düşürülen bezelye, nohut ve soya fasulyesi tohumlarına ait esneklik katsayılarını gösteren grafikler görülmektedir.

Şekil 4 incelendiğinde tüm tohumlar için yüksekliğin artışı ile esneklik katsayısının düştüğü görülmektedir. En yüksek esneklik katsayısı değeri bezelye tohumu için 0.1 m yükseklikten akrilik

yüzeyde (0.70), en düşük esneklik katsayısı nohut tohumunda 0.3 m yükseklikten ahşap yüzeyde (0.32) elde edilmiştir. Saraçoğlu ve Özarlan (2012) lahanana tohumunda belirledikleri esneklik katsayısı için en yüksek esneklik katsayısı değerini akrilik yüzeyde bulmuşlardır (0.83). Akustik yöntemde esneklik katsayısı, yüksekliğin artışıyla beraber bezelye tohumunda ahşap yüzeyde 0.55'den 0.45'e, akrilik yüzeyde 0.70'den 0.56'ya, paslanmaz çelik yüzeyde 0.66'dan 0.58'e ve kauçuk yüzeyde 0.50'den 0.48'e düşmüştür. Nohut tohumu için esneklik katsayısı düşme yüksekliğinin artışı ile beraber ahşap yüzeyde 0.38'den 0.32'ye, akrilik yüzeyde 0.50'den 0.47'ye, paslanmaz çelik yüzeyde 0.63'den 0.56'ya ve kauçuk yüzeyde 0.35'den 0.33'e düşmüştür. Soya fasulyesi tohumu için düşme yüksekliği artışı ile beraber esneklik katsayısı ahşap yüzeyde 0.50'den 0.49'a, akrilik yüzeyde 0.63'den 0.56'ya, paslanmaz çelik yüzeyde 0.63'den 0.56'ya ve kauçuk yüzeyde 0.35'den 0.33'e düşmüştür. Benzer şekilde Saraçoğlu ve Özarlan (2012)'de çalışmalarında yükseklik artışı ile beraber esneklik katsayısının azaldığını belirlemişlerdir.

Tüm tohumlar için yüzeyler arasında en düşük esneklik katsayısı kauçuk yüzeyde belirlenmiştir. Kauçuk yüzeyin diğer yüzeylere oranla sönümleme yeteneği bu sonucun oluşmasında etken olmuştur. Yöntemler arasında ve değişken parametreler için yapılan istatistiksel analiz Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde yöntemler arasındaki farkın önemsiz olduğu, yüzeyler arasında ahşap ve kauçuğun aynı grupta, paslanmaz çelik ve akrilik yüzeylerin aynı grupta yer aldığı görülmektedir.

Burada ahşap ve kauçuk yüzeylerin sönümleme katsayılarının diğer yüzeylere göre farklı olması bu durumu ortaya çıkardığı söylenebilir. Tohumlar arasında bezelye ve soya fasulyesi tohumları aynı grupta yer alırken nohut tohumunun farklı grupta yer aldığı görülmektedir. Nohut tohumunun kütle olarak diğer iki tohumdan farklı oluşu bu duruma sebep olarak söylenebilir. Düşme yükseklikleri açısından bakıldığında her düşme yüksekliği ayrı gruplarda yer almaktadır.



Şekil 4. Bezelye, nohut ve soya fasulyesi tohumlarına ait akustik yöneme göre belirlenmiş esneklik katsayıları

Çizelge 2. Esneklik katsayılarına ilişkin en-küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

Faktörler	N	Esneklik Katsayısı (e)
Yöntem		P=0.823
Akustik	1223	0.51±0.003
Görüntü algılama	1080	0.51±0.003
Yüzey		P=0.000
Ahşap	547	0.45±0.004 ^a
Akrilik	584	0.57±0.004 ^b
Paslanmaz Çelik	589	0.56±0.004 ^b
Kauçuk	583	0.45±0.004 ^a
Tohum		P=0.000
Bezelye	773	0.56±0.003 ^a
Nohut	758	0.42±0.003 ^b
Soya fasulyesi	772	0.55±0.003 ^a
Yükseklik		P=0.000
10	760	0.54±0.003 ^a
20	769	0.51±0.003 ^b
30	774	0.48±0.003 ^c
Genel	2303	0.51±0.002

SONUÇ

Tarım ürünleri kullanım amaçlarına göre bir sıra işlemlerden geçmektedirler. Bu çalışmada da hasat ve hasat sonrasında ürünlerin temizlenme ve sınıflandırılmasında kullanılan yöntem olan esneklik (sıçrama) katsayısının en kısa sürede ve en güvenli yöntemle nasıl belirleneceği saptanmıştır.

Çalışma sonucunda; iki farklı yöntem, üç farklı tohum, üç farklı düşme yüksekliği ve dört farklı yüzey kullanılarak yapılan denemelerde, yöntemler arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı, ahşap ve kauçuk

yüzeylerdeki esneklik katsayısı değerlerinin aynı grup içerisinde akrilik ve paslanmaz çelik yüzeylerdeki esneklik katsayısı değerlerinin de yine aynı grup içerisinde yer aldığı görülmüştür. Düşme yüksekliklerine bağlı olarak düşme yüksekliği arttıkça esneklik katsayısının düştüğü söylenebilir.

Her iki yöntemin uygulanış şekli dikkate alındığında görüntü algılama yöntemiyle ölçümün akustik yöntemle göre daha zahmetli ve zaman alıcı olduğu belirlenmiştir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Alayunt, F.N. 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 132, İzmir.
- Cross, R. 1999. The Bounce of a Ball . Am. J. Phys. 67 (3): 222-227.
- Diener, R.G., Elliott, K. C., Nesselroad, P.E., Ingle, M., Adams, R.E. and S. H. Blizzard. 1979. Bruise Energy of Peaches And Apples. Transaction of the ASAE. 287-290 pp.
- Gan-Mor S., Zacrahin A., Galili N., Feller R. and E. Margolin. 1986. Absorbing Stone Impact to enable Separation from Potatoes. Transactions of the ASAE. 29 (6): 1526-1529.
- Gan-Mor, S., Galili, N., 2000. Rheological model of fruit collision with an elastic plate. J. Agric Eng Res 75: 139-147.
- Hugnes, J. C., Grant, A., Pennington, D. E. and Worts, W. H., 1985. A Portable Pendulum For Testing Dynamic Tissue Failure Susceptibility of Patatoes. J. Agric. Engng Res. 32: 269-267.
- Jayan, P.R. and V. J. F. Kumar. 2004. Planter Design in Relation to The Physical Properties of Seeds. J. Trop Agric 42: 69-71.
- Lichtensteiger, M. J., Holmes, R.G., Hamdy, M. Y. and J. L. Blaisdell. 1988. Impact Parameters Of Spherical Viscoelastic Objects and Tomatoes. Transactions of the ASAE 31 (2): 595-602. 28
- Lo Curto, G. J., Zhang, X., Zakirov, V., Bucklin, R.A., Vu-Quoc, L., Hanes, DM. and O.R. Walton. 1997. Soybean Impacts: Experiments and Dynamic Simulations. Trans ASAE 40: 789-794.
- Mangawandi, C., Cheong, Y. S., Adams, M. J., Hounslow, M. J. and A. D. Salman. 2007. The Coefficient of Restitution of Different Representative Types of Granules. Chemical Engineering Science, 62 (1-2): 437-450.
- Naguraka, M., 2003. Aerodynamic Effects in a Dropped Ping-Pong Ball Experiment. Int. J. Engng. Ed. 19(4): 623-630.
- Özarıslan C. 2002. Physical properties of cotton seed. Biosystem Engineering, 83: 169-174.
- Saraçoğlu, T. and C. Özarıslan. 2012. Moisture-Dependent Geometric, Frictional and Mechanical Properties of Cabbage (Brassica oleraceae L. var. capitata) Seeds. Philippine Agricultural Scientist 95(1): 53-63.

Bazı Tohumların İki Farklı Yöntemle Esneklik Katsayılarının Belirlenmesi ve Karşılaştırılması

- Saraçoğlu, T., Üçer, N., Özyılmaz, Ü. ve C. Özarslan. 2010. Satsuma Mandarin (Citrus *Unshu* Marc.) Çeşidinin Sıçrama Özellikleri. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2010; 7(1): 87-93.
- SAS, 1999. The SAS System Version 8. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schoorl, D. and J. E. Holt. 1980. Bruise Resistance Measurements in Apples. J. Texture Studies 11: 389-394.
- Topping, A. J. and M. T. Luton. 1986. Cultivar Differences In The Bruising of English Apples. Journal of Horticultural Science 61 (1): 9-13.
- Vursavuş, K. ve F. Özgüven. 2000. Çarpma Durumunda Elmanın Fiziko-Geometrik Özelliklerinin Mekanik Zedelenme Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı: 489-494, Erzurum.
- Wadhwan, A., 2009. Measuring the Coefficient of Restitution Using a Digital Oscilloscope. Physics Education 44 (5): 517-521
- Whitney, R. W., Porterfield, J. G., 1968. Particle Separation in a Pneumatic Conveying System. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 11(4): 477-479.
- Yağcıoğlu, A., 1996. Ürün İşleme Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Yayın No: 264, İzmir
- Yang Y. and M.D. Schrock. 1994. Analysis of Grain Kernel Rebound Motion. Transactions of the ASAE, 37(1), 27-31.