



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.288865



## Şeftali çeşitlerinde çarpma parametreleri ile zedelenme arasındaki ilişkilerin belirlenmesi

Büşra Usta\*, Yeşim Benal Öztekin

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Samsun*  
\* Sorumlu yazar/corresponding author: usta5355@hotmail.com

Geliş/Received 05/08/2016

Kabul/Accepted 22/09/2016

### ÖZET

Hasat ve hasat sonrası işlemler sırasında, bütün tarımsal materyallerde olduğu gibi meyveler de bir seri işlemden geçmekte ve bu işlemler sırasında meyveler statik ve dinamik dış kuvvetlerin etkisi altında kalmaktadır. Zedelenmeye neden olan bu kuvvetlerin belirlenmesi ve ürün kayıplarının azaltılması için hasat ve hasat sonrasında oluşan çarpmaların incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, ülkemizde önemli bir üretim potansiyeli olan şeftalinin, tüketici isteklerini karşılayacak ve ekonomik olarak değerlendirilme sürecine katkı sağlayacak şekilde hasat sonu işlemlerden geçebilmesi için, bölgemizde yetiştirilen bazı çeşitler ele alınarak çarpma parametreleri ve zedelenme arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada deneme materyali olarak Samsun bölgesinde yetişmekte olan Glohaven, J. H. Hale ve Loring şeftali çeşitleri kullanılmıştır. Denemelerin yürütülmesi için ise sarkaç kol boyu 50 cm olan bir çarpma test düzeneği oluşturulmuştur. Sarkaç üzerinde çarpma yüzeyi olarak çelik ve sönümleyici olarak çelik malzeme üzerinde kullanılan poron ve vinlex yüzeyler seçilmiştir. Düşme yükseklikleri olarak 10-120 mm arasında altı farklı yükseklik belirlenerek denemeler yürütülmüştür. Denemelerde şeftaliler iki farklı çarpma bölgesinden çarptırılmış ve zedelenme alanlarının oluşması sağlanmıştır. Denemeler sonunda ürünlerde meydana gelen zedelenme alanları ölçülmüştür. Şeftalilerle yapılan denemelerin ardından aynı çarpma yüzeyleri üzerine aynı düşme yüksekliklerinden elektronik meyve (IS) düşürülerek pik ivme ve hız değişimi değerleri kaydedilmiştir. Kaydedilen bu pik ivme ve hız değişimi değerleriyle, şeftalilerde meydana gelen zedelenme alanları arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Şeftali  
Zedelenme  
Elektronik meyve  
Çarpma testi

### Determination of relationships between bruising and impact parameters on peach varieties

#### ABSTRACT

During the harvest and post-harvest processing, fruits as all agriculture materials go through several processes. During these processes, fruits remain under the influence of either static or dynamic external forces. It is necessary to analyze the impacts that occur during harvesting and post-harvest operations in order to determine these forces which cause damage and reduce product losses. The aim of this study is to determine relationship between bruising and impact parameters of some varieties of peach, which has an important production potential in Turkey. In this study, Glohaven, J. H. Hale and Loring peach varieties, which have been being grown in Samsun province, were used as experiment materials. Testing equipment, which involved a pendulum having the arm length of 50 cm, was set up to conduct the experiment. Three impact surfaces were selected to represent impact situations as padding material. They were steel, poron and vinlex. Impact tests were performed using six different drop heights between 10 and 120 mm. In the experiment, peaches were impacted from their two different surfaces for creating bruising areas. After the impact tests, bruising areas were measured. After peach experiment, the data of peak acceleration and velocity changes of the electronic fruit (IS) were recorded by dropping the IS from the same drop heights onto the same impact surfaces. The relationships between the composed bruising area on the peach surface and recorded IS values of peak acceleration-velocity changes were analyzed.

Keywords:

Peach  
Bruising  
Electronic fruit  
Impact Test

## 1. Giriş

Şeftali yetiştiriciliği dünyada büyük bir hızla gelişmektedir. Bu gelişmede; çeşitlerin değişik ekolojilere uyabilme kabiliyetleri, ağaçların erken meyveye yatması, meyvelerin gösterişli ve lezzetli olması, çeşitlerin değişik zamanlarda olgunlaşmasıyla üretimin geniş bir periyotta yapılabilmesi gibi özellikleri önemli rol oynamaktadır (Ercan, 2003). Ayrıca, yıl içerisinde devamlı olarak pazara taze şeftali sevk edilebilmesi, şeftali yetiştiriciliğinin hızla gelişmesindeki bir diğer önemli etken faktördür. Bunu sağlayan çok erkenci ve geççi olmak üzere 70'in üzerinde, olgunlaşma tarihi farklı şeftali çeşidinin bulunmasıdır. Şeftali taze olarak tüketildiği gibi; meyve suyu konsantresi ve pulp olarak, kurutulmuş ve derin dondurma yöntemleriyle uzun süre saklanabilmektedir. Ayrıca reçel ve marmelat gibi mamül hale getirilebilmekte, bu yöndeki sanayiye hammadde teşkil etmektedir. Dünya üzerinde en büyük şeftali yetiştiricisi ülkeler sırasıyla; İtalya, ABD, Çin, Yunanistan, İspanya, Fransa, Rusya, Türkiye, Meksika ve Arjantin'dir. Dünya genelinde 2013 yılı verilerine göre toplam 21083151 ton şeftali üretilmiştir (URL-1). Ülkemizde ise aynı yılda, 563686 ton şeftali üretilmiştir (URL-2).

Büyük emek ve masraflarla yetiştirilen meyveler, en az kayıpla, hasat ve hasat sonrası koşullar sürekli kontrol edilerek pazara sunulmalıdır. Bu süreçte, meyvelerin tür ve çeşidine göre değişen hasat zamanları ve yeme olumları dikkate alınmalıdır. Son yıllarda yapılan araştırma verilerine göre, ülkemizde üretilen meyvelerin, üreticiden tüketiciye ulaşıncaya kadarki zincir içerisinde %25'lik bir bölümünün bozularak atıldığı, böylece bu kadar büyük oranlara ulaşan kayıpların yaşandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, meyvenin yapısına bağlı olarak hasat, depolama ve pazarlama olmak üzere farklı kademelerde kayıpların % 50-60 oranlarına ulaşabildiği de görülmektedir. Dünyada meyvecilik alanında gerek üretim, gerekse ihracat bakımından lider ülkelerde, bahsedilen bu kayıplar önemli ölçüde azaltılmıştır (Özdemir ve Kaplankıran, 2001).

Tarımsal ürünler ekim, dikim, bakım, hasat, iletim ve işleme esnasında dış zedelenme, iç zedelenme, çatlama, kırılma, yarılma, kesilme, yırtılma, vb. mekanik hasarlara maruz kalabilirler. Mekanik hasar depolama sırasında ürünün daha hassas olmasını neden olmakta ve ürünün kalitesini etkilemektedir (Kara, 2012). Tarımsal ürünlerde mekanik zedelenme, ürünün fiziksel, biyolojik yapısına ve dış kuvvetlerin tipine bağlı olarak değişiklik gösterir. Tarımsal materyaller hasat ve taşıma sırasında ilk mekanik zedelenmelere maruz kalırlar, genellikle hasar çarpma sırasında oluşan kuvvetlerin ve aşırı deformasyonun etkisiyle eğilme ve parçalanma biçiminde ortaya çıkmaktadır (Mohsenin, 1980; Sitkie, 1986; Aydın, 1989).

Meyvede hasat sırasında oluşan zedelenme hem hasat makine ve tesisleri kullanılırken hem de elle hasat yapılırken, ağaçtan meyvenin koştığı anda, düşme

süresince ağaç dallarına çarptığında, meyvenin toplama ünitesine bırakılırken, doldurma-boşaltma sırasında ve meyvenin tutucu yüzey veya diğer meyvelerin üzerine düşmesi durumunda oluşmaktadır. Hasar sonrası üründe, biyolojik ve kimyasal değişimler gözlenmektedir. Zedelenme bölgelerindeki meyve suyunun oksidasyonu sonucu bu bölgelerde renk koyulaşması görülmektedir. Biyolojik materyal aynı anda canlılığını devam ettirmekte olduğundan, zedelenen meyvelerde su kaybı hızlanmakta, solunum ısısı artmaktadır. Buna bağlı olarak ürün kısa sürede özelliğini kaybetmektedir (Sin ve Özgüven, 1989).

Tarımsal materyallerin tümü ve özellikle meyve ve sebzeler zedelenmeye karşı hassastır. Meydana gelen zedelenmeler gerilme, deformasyon ve zaman kavramlarıyla açıklanmaktadır. Ürünün zorlanması, ürünün mekanik yapısının dış mekanik kuvvetlere karşı gösterdiği tepki şeklinde ifade edilir. Tarımsal ürün dış kuvvetler altında çekiye, basıya, eğilmeye ve kesilmeye maruz kalmaktadır. Bunlar ürünün sıcaklığına, nem içeriğine, dinamik ve statik zorlanmaya maruz kalmasına göre ayrı ayrı ya da bir arada etki etmektedir ve tarımsal materyali zedelemektedir (Aydın, 1993). Biyolojik materyaller; mekanik hasat sonrası ürünlerin tutucu (yakalayıcı) yüzeylere çarpması, meyve kasalarına boşaltma, paketleme hattında ilerleme ve paketleme zamanlarında dinamik yüklenmelere maruz kalmaktadır. Bunun yanında depolama ve diğer hasat sonrası işlemler süresince diğer dinamik yüklenmeler de söz konusu olabilir. Bu tür ürünler özellikle meyve bahçelerinde yığın kasalarda ve depolama süresince uzun süre statik yüklenmelere maruz kalmaktadır (Nelson ve Mohsenin, 1968).

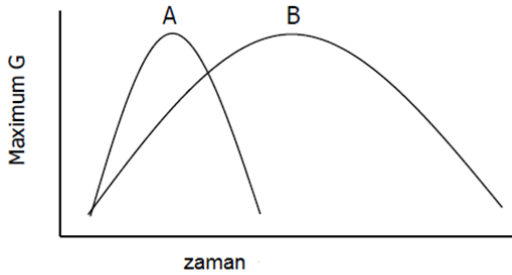
Hasat ve hasat sonrası işlemler sırasında mekanik zedelenmelere sebep olan dinamik kuvvetlerin başında, çeşitli sıklık ve şiddetlerde ortaya çıkan çarpmaların yer aldığı söylenebilir. Çarpma, hasat sonrası mekanik işlemlerde ve özelliklede paketleme hatlarında karşılaşılan bir olaydır. Paketleme hatlarındaki çarpma kuvvetlerinin etkisinin araştırılmasında, çarpma enerjisi ve absorbe edilen enerji gibi ana parametreler dikkate alınmakta ve bu bilgilerin ışığı altında, tasarıma yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Vursavuş ve Özgüven, 2001). Çarpma sonucu oluşan zedelenme miktarı ise, ürün tarafından absorbe edilen enerji miktarının bir fonksiyonudur (Schoorl ve Holt, 1983). Çarpma enerjisinde oluşan enerji kaybı, genellikle üründe zedelenmeye dönüşen kısım olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son yıllarda konu ile ilgili araştırmacılar, meyve ve sebzelerde çarpma sonucu oluşan zedelenmenin arkasında yatan fiziksel dayanakları açıklayıcı çok sayıda araştırma sonuçlarını ortaya koymuşlardır (Schulte ve ark., 1990,1994; Lin ve Brusewitz, 1994; Crisosto ve ark., 1996, 2000; Gargia- Ramos ve ark., 2003; 2004; Sargent ve ark., 1990, 1992; Bollen ve ark., 1990, 1991; Marshall ve ark., 1990, 1991). Yapılan araştırmalara göre, çarpma sonucunda oluşan zedelenmenin şiddeti, her bir bireysel çarpmadaki iki

önemli parametreye bağlıdır:

1. Çarpmanın pik ivme değeri (maksimum G),
2. Hız değişimi ( m/s).

Meyvelerin maruz kaldığı çarpmaları belirlemek için kullanılan sistemlerde, bu iki parametreyi ortaya koyacak ölçümler yapılmaktadır. Bu amaçla yürütülen çalışmalarda genellikle zamana bağlı olarak üç yönlü ölçüm yapabilen ivmeölçer içeren sistemler kullanılmaktadır. Burada; maksimum G parametresi, her bir çarpma için ölçülen ivme değerlerinin en yüksek olduğu değerdir. Hız değişimi ise, ivme-zaman grafiğinde, eğri altında kalan alandan hesaplanan değerdir. Bu parametre, çarpma yüzeyinin enerji absorpsiyon özelliği ile ilişkili olan değerdir. Bu durumu açıklamak için Şekil 1’de iki farklı çarpmayı karakterize eden A ve B çarpma olayı verilmektedir. İncelenen örnekte her iki çarpma aynı maksimum G değerine sahip olmasına rağmen hız değişimleri farklıdır. Bu parametre farklılığının nedeni, iki çarpmanın farklı yüzeyler üzerinde gerçekleşmiş olmasıdır. Burada A çarpması sert bir yüzey üzerine, B çarpması ise yumuşak bir yüzey üzerine aynı ürünün düşürülmesiyle oluşmuştur. Parametreler açısından incelendiğinde A çarpmasının B çarpmasına göre meyve sebzelerde zedelenmeye neden olma olasılığı daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu karşılaştırmadan da anlaşılacağı üzere, ivme (maksimum G) değerinin zedelenme hasar olasılığı veya şiddetini tahmin etmede tek başına kullanılması doğru bir yaklaşım değildir.



Şekil 1. Maksimum G ve sürenin çarpma parametresi olarak etkileri

Büyük bir meyve üretim potansiyeline sahip olan ülkemizde, üretimin niceliksel ve niteliksel olarak artırılmasının yanı sıra, ürünlerin özelliklerine uygun şekilde hasat edilmesi ile niteliklerine ve teknolojiye uygun olarak hasat sonrası işlemlerden geçirilmesi, ürünlerin gerçek anlamda değerlendirilebilmesi için son derece önemlidir. Türkiye’de genel olarak sınıflandırma tesislerinde domates, patates, elma, armut, şeftali, kayısı, narenciye vb. ürünler işlem görmektedir. Bu meyveler hasat ve hasat sonrasında oluşabilecek farklı tip zedelenmelere hassas meyveler olup bu tür zedelenmeler üründe kalite kaybına neden olmaktadır. Bu kayıpları azaltmak için, meyvelerde zedelenmeye etkili faktörlerin ve etki derecelerinin bilinmesi gerekmektedir.

Hasat ve hasat sonrası işlemler sırasında, bütün tarımsal materyallerde olduğu gibi sert çekirdekli meyvelerde de bir seri işlemler uygulanmakta ve bu işlemler sırasında materyaller dış kuvvetlerin etkisi altında kalmaktadır. Bazı şeftali çeşitleri ele alınarak yürütülen bu çalışmada, şeftali meyvesinin hasat ve hasat sonrasında maruz kalacağı çarpmalar ile oluşan zedelenmeler ve çarpma parametreleri arasındaki ilişkiler incelenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmalarda deneme materyali olarak Glohaven, Loring ve J.H. Hale şeftali çeşitleri kullanılmıştır. Çarpma testi için bir sarkaç düzeneği oluşturulmuştur. Testlerde çarpma yüzey materyali olarak, 13 mm kalınlığında çelik yüzey ve bu çelik yüzey üzerine sönümleme yüzeyi olarak kaplama yapılarak oluşturulan 4.51 mm kalınlığında poron ve 4.81 mm kalınlığında vinlex yüzeyler kullanılmıştır. Sarkaç test düzeneği; yarıçapı 50 cm olan bir dairenin dörtte biri üzerine, 1’er cm aralıklarla oluşturulmuş olan yatay çizgilerle işaret konularak ölçülendirilmiştir. Böylece 50 cm uzunluğundaki yarıçap 50 eşit aralığa bölümlendirilmiştir. Çarpma testi uygulanacak ürünlerin sarkaç üzerinde serbest salınım yapabilmesi için 50 cm uzunluğunda bir ip, daire merkezine tutturulmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Çarpma test düzeneği görünüşü

Çarpma testlerinde kullanılan ölçüm cihazı (Impact Record Device-IRD, Techmark Inc.) elektronik meyve (Instrumented Sphere-IS) olarak da adlandırılan, ürünlerdeki darbe etkilerini ölçmek için birçok araştırmacı tarafından yaygın olarak kullanılan bir ölçüm sistemidir. Elektronik meyve, içerisinde üç eksenli ivmeölçer bulunduran, temas ettiği noktadaki maksimum G ve hız değişimini belirleyen ve ağırlık, çap ve görünüş olarak gerçek bir meyveye benzetilmiş bir veri ölçme ve depolama cihazıdır. Kullanılan bu sistem ile ürüne ulaşan çarpma etkilerinin konumu ve büyüklüğü tanımlanmaktadır. IS, ivme-zaman profilini ölçebilen yapıda bir sistem olarak tanımlanabilir. İvme-zaman grafiği altında kalan hız değişimi ( $\Delta V$ ) ve çarpma ile oluşan pik ivme değerlerini ölçmektedir. Aynı zamanda çarpma ile oluşan ivme değerleri, hız

değişimi ile zaman değerlerini saat, dakika ve saniye cinsinden sıralayarak verebilmektedir. Şeftali, narenciye gibi meyve gruplarıyla eş değer özelliğe sahip olabilmesi için çapı 8.9 cm, tesislerde ayırt edilebilmesi için de rengi lacivert-kırmızı seçilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Ölçümlerde kullanılan elektronik meyvenin görünümü

Denemeye alına şeftali numunelerinin kütle ölçümlerinde Kern marka, maksimum ölçüm kapasitesi 2000 g, ölçüm hassasiyeti 0.1 g olan elektronik tartı, zedelenme alanına ilişkin en-boy ölçümlerinde Mitutoyo marka No. 500-181-20 model, ölçüm aralığı 15 cm, ölçüm hassasiyeti 0.01 mm olan bir dijital kumpas ve meyve sertlik ölçümlerinde ise Effegi marka FT-327 model, ölçüm aralığı 1-12 kg, meyve eti giriş derinliği 8 mm olarak işaretli silindirik bir uç ve çelik yayla çalışan bir okuma düzeninden oluşan el penetrometresi kullanılmıştır.

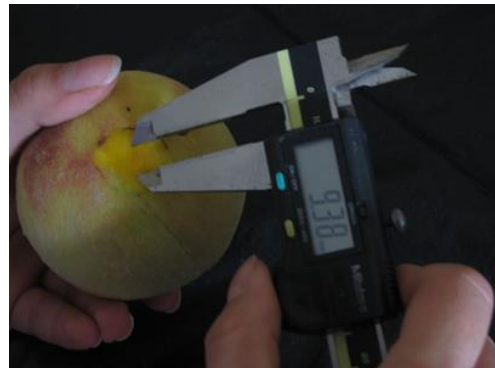
Denemeler iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşama taze hasat edilmiş şeftalilerle gerçekleştirilen çarpma denemeleri, ikinci aşama ise elektronik meyve ile yürütülen çarpma denemeleridir. Denemelerde kullanılan şeftali çeşitleri, Samsun ili Çarşamba ilçesi Hacılıçay köyünde yer alan şeftali üretim alanlarından, tek tek elle hasat edilip toplama kaplarına yerleştirilerek hasat sırasında oluşabilecek zedelenmeleri minimuma indirecek şekilde, dikkatli bir şekilde hasat edilmiştir. Hasat edilen ürünler yirmi sekizlik viyollü kasalarla, taşıma sırasında oluşabilecek zedelenmeleri azaltacak şekilde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü biyolojik malzeme laboratuvarına getirilmiştir.

Denemeler için seçilen şeftali çeşitlerinden Glohaven çeşidi 17 Temmuz 2013 tarihinde, Loring çeşidi 26 Temmuz 2013 tarihinde, J. H. Hale çeşidi ise 18 Ağustos 2013 tarihinde 240' ar adet, toplam da 720 tane ürün olmak üzere yeme olumundan bir hafta önce hasat edilmiş ve denemelerde kullanılmıştır. Ürünler, laboratuvar ortamına getirdikten sonra hassas terazi ile kütleleri ölçülmüş ve şeftaliler numaralandırılmıştır. Kütleleri kaydedilen ürünler en hafif, hafif, orta, ağır, en ağır olmak üzere 5 farklı gruba ayrılmıştır. Bu işlem her bir çeşit için aynı şekilde tekrarlanmıştır. Her bir çarpma yüzeyi denemesi için, sınıflandırma yapılan gruplardan 2'şer adet şeftali alınarak oluşturulan 10'lu şeftali gruplarından 6 adet grup meydana getirilmiştir. Böylece, şeftaliler 6 farklı düşme yüksekliğinden 10

tekrerrürlü olacak şekilde düşme testlerine tabi tutulmuştur.

Denemeye alınan şeftaliler, çarpma test düzeneği olarak oluşturulan sarkaç düzeneğinde bulunan 50 cm uzunluğundaki ipe yaklaşık 2 cm kalınlığında bir lastik şerit ile bağlanmıştır. Böylece şeftalinin sarkaç üzerinde çarpma yüzeyine göre konumlanması ayarlanmış ve serbest düşmeler sırasında yön değiştirmesi engellenmiştir (Şekil 4). Denemelerde 10, 30, 50, 70, 90 ve 120 mm olmak üzere 6 farklı düşme yüksekliği seçilmiştir. Çarpma yüzeyi olarak seçilen çelik yüzey ve çelik yüzey üzerine kaplanarak sönümleme amacıyla kullanılan vinlex ve poron yüzeyler üzerine çarpma öncesinde oluşan çarpma bölgesinin ayırt edilmesi için tebeşir tozu sürülmüştür. Sarkaç üzerinde bu 3 farklı yüzey üzerine 6 farklı düşme yüksekliğinden serbest bırakılan şeftaliler omuz ve sütür kısımlarından olmak üzere 2 farklı yerlerinden çarpmalara maruz bırakılmıştır. Her bir şeftali üzerindeki 2 farklı çarpma noktası numaralandırılarak bu bölgelerde enerji absorpsiyonu sonucu zedelenmenin oluşması sağlanmıştır (Lin ve Brusewitz, 1994). Çarpma sonrasında ikinci bir çarpmanın oluşmaması için ürün elle yakalanmıştır. Meyve eti sertliği ise, işaretlenen bu çarpma noktalarının her birinin yakınında bir noktadan meyve kabuğu soyularak, şeftali sertlik ölçümlerinde kullanılan 8 mm'lik baticı uç kullanılarak ölçülmüştür.

Çarpma sonrasında şeftaliler, çarpma bölgesindeki renk koyulaşmasının ortaya çıkarak zedelenme bölgelerinde boyutsal ölçümlerin yapılabilmesi için oda sıcaklığında ( $21 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3$ ), 24 h süre ile bekletilmişlerdir (Schoorl ve Holt, 1980; Hughes ve ark., 1985; Klein, 1987; Sober ve ark., 1990; Lin ve Brusewitz, 1994). İşaretlenen çarpma bölgelerindeki zedelenmeler bekleme süreleri sonunda şeftali kabukları soyulmadan gözle görülemediği için kabuk dikkatli bir şekilde soyularak ortaya çıkarılmış ve zedelenen bölgenin uzunluk, genişlik ve derinlik değerleri dijital kumpas yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Zedelenme uzunluğu ve genişliği ölçüm yöntemi

Bu çalışmada oluşan zedelenme şekilleri incelendiğinde şeftali için zedelenmenin tespiti amacıyla alan yaklaşımının kullanılmasının uygun olacağı belirlenmiştir. Aynı şekilde oluşan zedelenme

şeklinin geometrik olarak elipse benzerlik göstermesi nedeniyle zedelenme alanı hesaplamalarında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Pang vd, 1992):

$$A = \frac{\pi}{4} d_1 \times d_2 \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

A : Zedelenme alanı (mm<sup>2</sup>)

d<sub>1</sub> : Zedelenme uzunluğu (mm)

d<sub>2</sub> : Zedelenme genişliği (mm)'dir.

Şeftalilere uygulanan çarpma testlerinin ardından IS ile yürütülen çarpma testlerinde de aynı sarkaç düzeneği kullanılmıştır. Şeftaliler için kullanılan sarkaç bağlantı noktasına IS yerleştirilerek aynı yüzeyler üzerine, aynı düşme yüksekliklerinden IS 'in 5 tekerrürlü olarak düşürülmesiyle oluşan çarpmalara ilişkin verilerin IS tarafında kaydedilmesi sağlanmıştır. IS içindeki veri depolama ünitesine kaydedilen pik ivme ve hız değişim değerleri yazılım yardımıyla PC'ye alınarak değerlendirmelerde kullanılmıştır.

Denemeler Glohaven, Loring ve J. H. Hale şeftali çeşitleri için, zedelenme alanları üzerinde seçilen faktörlerin etkisini belirlemek için tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre incelenmiştir. Bütün

şeftali çeşitlerinde değişkenleri çarpma yüzeyleri (çelik, poron, vinlex), düşme yükseklikleri (10, 30, 50, 70, 90, 120 mm), çarpma bölgeleri (omuz, sütür) oluşturmaktadır. Verilerin regresyon analizlerinde JUMP 5.0.1 istatistik programı kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Zedelenme Alanı ile Düşme Yüksekliği Arasındaki İlişkiler

Araştırma sonuçlarına göre denemeye alınan şeftali çeşidi, çarpma yüzeyi ve çarpma bölgelerinin her birinde düşme yüksekliklerindeki artış, şeftalide oluşan zedelenme alanlarının artmasına neden olmuştur. Denemeye alınan şeftali çeşidi, çarpma yüzeyi ve deneme yapılan çarpma bölgeleri için zedelenme alanı ile düşme yüksekliği arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla yapılan regresyon analizi sonuçlarına göre bu ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Regresyon analizi sonucu elde edilen ilişkiler ve belirtme katsayıları Çizelge 1'de verilmektedir. Belirtme katsayıları (R<sup>2</sup>), omuz bölgesinde oluşan çarpmalarda 0.93-0.99 aralığında, sütür bölgesindeki çarpmalarda ise 0.90-0.99 aralığında bulunmuştur.

Çizelge 1. Çarpma bölgeleri ve yüzeyleri için, düşme yüksekliği ve zedelenme alanı arasındaki ilişkiler

Çarpma bölgesi: Omuz			
Çarpma Yüzeyi	Şeftali Çeşitleri		
	Glohaven	J. H. Hale	Loring
Çelik	A <sub>z</sub> =1.036D <sub>y</sub> +67.712	A <sub>z</sub> = 1.103D <sub>y</sub> +64.162	A <sub>z</sub> =1.120D <sub>y</sub> +63.289
R <sup>2</sup>	0.93	0.92	0.93
Winlex	A <sub>z</sub> =0.907D <sub>y</sub> +1.930	A <sub>z</sub> =0.879D <sub>y</sub> +3.780	A <sub>z</sub> =0.867D <sub>y</sub> +2.406
R <sup>2</sup>	0.98	0.97	0.99
Poron	A <sub>z</sub> =0.721D <sub>y</sub> +8.633	A <sub>z</sub> =0.691D <sub>y</sub> +9.598	A <sub>z</sub> =0.682D <sub>y</sub> +9.933
R <sup>2</sup>	0.99	0.99	0.99
Çarpma bölgesi: Sütür			
Çarpma Yüzeyi	Şeftali Çeşitleri		
	Glohaven	J. H. Hale	Loring
Çelik	A <sub>z</sub> =1.153D <sub>y</sub> +59.165	A <sub>z</sub> =1.020D <sub>y</sub> +38.698	A <sub>z</sub> =1.122D <sub>y</sub> +57.278
R <sup>2</sup>	0.94	0.90	0.92
Winlex	A <sub>z</sub> =0.883D <sub>y</sub> +1.325	A <sub>z</sub> =0.846D <sub>y</sub> -0.630	A <sub>z</sub> =0.765D <sub>y</sub> +3.8753
R <sup>2</sup>	0.98	0.98	0.99
Poron	A <sub>z</sub> =0.644D <sub>y</sub> +9.280	A <sub>z</sub> =0.678D <sub>y</sub> +7.035	A <sub>z</sub> =0.663D <sub>y</sub> +4.263
R <sup>2</sup>	0.96	0.99	0.98

A<sub>z</sub>: Zedelenme alanı (mm<sup>2</sup>), D<sub>y</sub>: Düşme yüksekliği (mm), R<sup>2</sup>: Belirtme katsayısı

Çelik yüzeyde diğer iki sönümleyici yüzeye göre daha çok zedelenme alanlarının oluştuğu ve diğer iki yüzey olan poron ve vinlex de ise zedelenme alanlarının neredeyse birbirine yakın olduğu görülmektedir. Fakat istatistiksel analizler sonucu en iyi sönümlemenin poron yüzeyde olduğu belirlenmiştir.

#### 3.2. Zedelenme alanı ile pik ivme arasındaki ilişkiler

Şeftali çeşitleri, çarpma yüzeyi ve çarpma bölgeleri farklılıklarıyla elde edilen zedelenme alanları ile, çarpma yüzeyi ve düşme yüksekliklerine bağlı IS ile elde edilen pik ivme değerlerine ilişkin tümünün belirlendiği çizelgede belirtme katsayılarına

bakıldığında 0.95 - 0.99 aralığında değiştiği görülmektedir (Çizelge 2). Omuz bölgesinde yapılan çarpımlar değerlendirildiğinde belirtme katsayıları, Glohaven ve J. H. Hale çeşidi poron yüzeyde 0.99 ile yüksek değerde ve Loring çeşidinde ise poron ve winlex yüzeyde 0.99 ile yüksek değerde bulunmuştur (Çizelge 2). Bir diğer çarpma bölgesi olan sütür kısımları için belirtme katsayıları göz önüne alındığında, Glohaven çelik yüzeyde 0.99 ile yüksek değerde, J. H. Hale ve Loring çeşidi winlex yüzeyde 0.99 ile yüksek değerde bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, Pang ve ark. (1992), Gala, Splendour, Braeburn, Fuji, Granny Smith elma çeşitleri ile yapmış oldukları çalışmada IS ile ölçümler yaparak çarpımlar sonucu

elde edilen pik ivme değerleri ile zedelenme alanları arasındaki ilişkiyi incelemişler ve belirtme katsayılarını 0.84-0.97 aralığında bulmuşlardır. Lin ve Brusewitz (1994), şeftali zedelenme olasılıklarını belirledikleri çalışmada, IS ile yapılan çarpımlar sonucu elde edilen pik ivme değerlerini zedelenme olasılıkları ile ilişkilendirerek belirtme katsayıları elde etmişlerdir. Bu belirtme katsayıları 0.92-0.96 aralığında değişmiştir. Pang ve ark. (1994), IS ile gerçekleştirdikleri çarpma testlerinin ardından elde ettikleri pik ivme değerleri ile, elmalarla yaptıkları denemeler sonucu elde edilen zedelenme alanlarını ilişkilendirerek belirtme katsayılarını 0.81-0.97 aralığında bulmuşlardır.

Çizelge 2. Çarpma bölgeleri ve yüzeyleri için, IS ile kaydedilen pik ivme ile zedelenme alanı arasındaki ilişkiler

Çarpma bölgesi: Omuz			
Çarpma Yüzeyi	Şeftali Çeşitleri		
	Glohaven	J. H. Hale	Loring
Çelik	$A_z=0.911A+8.447$	$A_z=0.987A-1.300$	$A_z=1.000A-2.882$
$R^2$	0.95	0.98	0.92
Poron	$A_z=1.045A-3.079$	$A_z=1.00A-1.665$	$A_z=0.989A-1.164$
$R^2$	0.99	0.99	0.99
Winlex	$A_z=1.032A-1.032$	$A_z=1.001A+0.645$	$A_z=0.986A-0.585$
$R^2$	0.98	0.98	0.99
Çarpma bölgesi: Sütür			
Çarpma Yüzeyi	Şeftali çeşitleri		
	Glohaven	J.H. Hale	Loring
Çelik	$A_z=1.028A-8.713$	$A_z=0.912A-21.685$	$A_z=0.9924A-7.662$
$R^2$	0.99	0.96	0.96
Poron	$A_z=0.936A-1.341$	$A_z=0.984A-4.067$	$A_z=0.9544A-6.158$
$R^2$	0.96	0.95	0.96
Winlex	$A_z=1.005A-1.812$	$A_z=0.961A-3.494$	$A_z=0.870A+1.120$
$R^2$	0.98	0.99	0.99

$A_z$ : Zedelenme alanı ( $mm^2$ ), A: Pik ivme (G),  $R^2$ : Belirtme katsayısı

Tüm yüzeylerde pik ivme arttıkça zedelenme alanının arttığı, çelik yüzeyde zedelenme alanlarının daha büyük olarak ortaya çıktığı, diğer iki sönümleyici yüzeyde ise zedelenme alanı değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Tarımsal üretim zinciri içerisinde özellikle meyve ve sebzelerin tüketiciye ulaşmadan önce zedelenmemiş olması hem beklenen kalite ihtiyaçlarının karşılanması hem de üretim verimliliği açısından önemli bir unsurdur. Bu araştırma ile şeftalide çarpma zedelenmesi

ile çarpma parametreleri arasındaki ilişkiler incelenmeye çalışılmıştır. Denemelerden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Denemeye alınan çarpma yüzeylerinden çelik yüzeyle yapılan testler sonucu en büyük zedelenme alanları ortaya çıkarken poron ve winlex yüzeylerle yapılan çarpma testleri sonucu oluşan zedelenme alanları daha düşük ve birbirlerine yakın değerlerde bulunmuştur. Ortalama zedelenme alanı verilerine bakarak, en iyi sönümlenme etkisine sahip yüzeyin poron yüzeyde olduğu söylenebilir.

2. Çarpma bölgeleri olarak ele alınan sütür ve omuz bölgeleri için yapılan değerlendirmeler

sonucunda, şeftalide genel olarak omuz kısmında oluşan zedelenmenin sütür kısmına göre daha fazla olduğu söylenebilir.

3. Her bir çeşit, çarpma yüzeyi ve çarpma bölgesi için zedelenme alanı ile düşme yüksekliği arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile ortaya konulmuştur. Elde edilen regresyon denklemlerin belirtme katsayısı değerleri 0.90-0.99 aralığında değişmiştir.

4. Çeşit, çarpma yüzeyi ve çarpma bölgelerine göre değişen zedelenme alanı ile pik ivme değerleri arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile ortaya konulmuş ve belirtme katsayılarının 0.95 - 0.99 arasında değiştiği görülmüştür.

5. Ürünlerin hasat ve hasat sonrasında farklı kuvvetlere maruz kaldıkları göz önüne alınarak, özellikle çarpma zedelenmelerinin önüne geçmek için sönümleyici yüzeylerin kullanılması gerekliliğinin ortaya çıktığı söylenebilir.

### Teşekkür

Bu çalışma PYO.ZRT.1904.12.018 kodlu proje ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Aydın, C., 1989. Amasya elma çeşidinin tarım tekniği yönünden önemli fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Konya, 10407.
- Aydın, C., 1993. Bazı biyolojik malzemede titreşim etkilerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, Konya.
- Bollen, A.F., Dela Rue, B.T., 1990. Impact analysis using video with an instrumented sphere, ASAE Paper, 90:6078, 9p.
- Bollen, A.F., Coxi N.R., 1991. A technique for predicting the probability of bruising for use with an instrumented sphere, ASAE Meeting, 916595, 11p.
- Crisosto, C.H., Slaughter, D., Cid, L., Crisosto, G.M., Garner D., Seguel, X., Burke, R., Saez, K., 1996. Determination of maximum maturity for stone fruit (Final year), California Tree Fruit Agreement Research Report, 50-64p.
- Crisosto, C.H. Metheney, P.D., Rohner, F., Garner, D.T., Duncan, R., Day, K., Hasey, J., Beede, B. Gradziel, T. 2000. Developing critical bruising thresholds for clingstone peaches, Journal American Pomological Society, 38p.
- Ercan N., Özkarakaş İ., 2003. Ege bölgesine uygun bazı şeftali ve nektarin çeşitleri, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 13(2): 17-31.
- Garcia-Ramos F., J., Ortiz-Canavate J., Ruiz-Altisent M., 2003. Decelerator elements for ramp transfer points in fruit packing lines, Journal of Food Engineering, 59: 331-337.
- Garcia-Ramos F., J., Ortiz-Canavate J., Ruiz-Altisent M., 2004. Evaluation and correction of the mechanical aggressiveness of commercial sizers used in stone fruit packing lines, Journal of Food Engineering, 63(2): 171-

176p.

- Hughes J., C., Grant A., Prescott H., A., Pennington D., E., Worts W., H., 1985. A Portable pendulum for testing dynamic tissue failure susceptibility of potatoes, Journal of Agriculture Engineer Research., 32(3):-269-277p.
- Klein J., D., 1987. Relationship of harvest date, stroge conditions, and fruit characteristics to bruise susceptibility of apple, The American Society for Horticultural Science, 112(1): 113- 118.
- Kara, M., Biyolojik ürünlerin fiziksel özellikleri, Atatürk üniversitesi ziraat fakültesi ders yayınları No:242, Erzurum, 2012.
- Lin X., Brusewitz G., H., 1994. Peach bruise therasholds using the instrumented sphere, International System for Agricultural Science and Technology, 10(4): 509-513.
- Marshall D. E., Burgess G. J., 1990. Damage criteria applied to apples, ASAE Paper, 90-6003, 17p.
- Marshall D. E., Burgess G. J., 1991. Apple bruise damage estimation using an instrumented sphere, Applied Engineering in Agriculture, 7(6): 677-682.
- Mohsenin, N.N., 1980. Physical properties of plant and animal materials (Third Printing), Gordon and Breach Publ, New York.
- Nelson, C.W., Mohsenin, N.N., 1968. Maximum allowable static and dynamic loads and effect of temperature for mechanical injury in apples, Journal of Agriculture Engineer Research. 13(4): 305-317p.
- Özdemir, A.E., Kaplankıran M., 2001. Hatay ilinde paketleme evlerinin yapısal özellikleri, Derim dergisi, 18(1): 2-16.
- Pang, D.W., Studman, C.J., Banks, N.H., 1992. Analysis of damage thresholds in apple to apple impacts using an instrumented Sphere, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 20: 159-166.
- Pang, D.W., Studman, C.J., Banks, N.H., 1994. Apple bruising thresholds for an instrumented sphere, American Society of Agricultural Engineers, 37(3): 893-897.
- Schorrl, D., Holt J., E., 1980. Bruise resistance measurements in apples, Journal Texture Studies, 11: 389-394.
- Schoorl, D., Holt, J.E., 1983. Mechanical damage in agricultural products, A basis for Management, Agricultural Systems, 11:143-153.
- Sitkei, G., 1986. Mechanics of agricultural materials, Akademiai Kiado, Budapest- Hungary.
- Sinn, H., Özgüven F., 1989. Biyolojik malzemenin teknik özellikleri 1., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:27, Adana.
- Schulte, N.L., Timm, E.J., Brown, G.K., 1990. Apple, peach and pear impact damage thresholds, American Society of Agricultural and Biological Engineers, 90-6002:13p.
- Sargent, S.A., Brecht, J.K., Zoellner, J.J., 1990. Analyses of tomato and bell pepper packing lines using the instrumented sphere, Transactions of the ASAE, 90-6024:22p.
- Sober, S.S., Zapp, H.R., Brown, G.K., 1990. Simulated packing line impacts for apple bruise prediction, Transactions of the ASAE, 89-6047:13p.
- Sargent, S.A., Brecht, J.K., Zoellner, J.J., 1992. Instrumented sphere impact analyses of tomato and bell pepper packing lines, Applied engineering in agriculture, 8(1): 76-83.
- Schulte, N.L., Timm, E. J., Brown, G.K., 1994. 'Redhaven' peach impact damage thresholds, The American Society for Horticultural Science, 1052-1055.
- URL1:-[http://www.tarimkutuphanesi.com/SEFTALI\\_YETIS\\_TIRICILIGI\\_00004.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/SEFTALI_YETIS_TIRICILIGI_00004.html) [Erişim Tarihi: 04. Kasım 2014/ 20.06].

URL-2:[http://rapory.tuik.gov.tr/162014-13:58:54\\_1097224083\\_1711624897\\_1587772\\_886.html](http://rapory.tuik.gov.tr/162014-13:58:54_1097224083_1711624897_1587772_886.html) [Erişim tarihi: 05 Aralık 2012/ 13.00].  
Vursavuş, K., Özgüven, F., 2001. Elmaların hasat sonrası

zedelenmelerine ilişkin çarpma parametrelerinin ve zedelenme hacmi belirleme yöntemlerinin karşılaştırılması, Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Şanlıurfa.