

**T. C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞEFTALİ ÇEŞİTLERİNDE  
ZEDELENME EŞİK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Büşra USTA**

**Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**HAZİRAN 2015  
SAMSUN**





**T. C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**TARIM MAKİNELERİ VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**ŞEFTALİ ÇEŞİTLERİNDE  
ZEDELENME EŞİK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Büşra USTA  
(11210271)**

**Tezin Savuma Tarihi : 05 Haziran 2015**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Y. Benal YURTLU**

Bu Yüksek Lisans Tez Çalışması Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
PYO.ZRT.1904.12.018'nolu Proje ile Desteklenmiştir.



**Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**Büşra Usta Tarafından Hazırlanan**

**ŞEFTALİ ÇEŞİTLERİNDE**  
**ZEDELENME EŞİK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından**  
**05/06/2015 tarihinde yapılan sınav ile YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul**  
**edilmiştir.**

**Başkan** : **Doç. Dr. Y. Benal YURTLU** .....

**Jüri Üyeleri** : **Prof. Dr. Kamil SAÇILIK** .....

**Yrd. Doç. Dr. Alper TANER** .....

Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Ankara Üniversitesi  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

**.../06/2015**

**Prof. Dr. Hüseyin DEMİR**

Enstitü Müdürü



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim hayatım boyunca her türlü akademik konuda bilgi, görüş ve tecrübelerini benimle paylaşarak en iyi şekilde yetişebilmem için beni teşvik eden ve yol gösteren çok değerli akademik danışmanım Doç. Dr. Y. Benal YURTLU hocama en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Yüksek lisans dersi aldığım değerli hocalarıma bana olan katkı ve emeklerinden dolayı teşekkür ederim.

Tez hazırlama sürecimin arazi çalışması kısmında, şeftalilerin toplanmasında, laboratuvar koşullarında, denemelerin yapıldığı tüm aşamalarda yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Alper GÜNGÖR, Ziraat Yüksek Mühendisi Aslıhan ATIŞ, Ziraat Mühendisi Fatma KOÇ, Ziraat Mühendisi Hümeysra AKBAŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Sosyal ve akademik hayatımın her aşamasında emeği olan, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen ve her anlamda destekleriyle yanımda hissettiğim çok kıymetli aileme, sonsuz teşekkür ederim.

Haziran 2015

Büşra USTA



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR .....	xiii
ÖZET.....	xv
ABSTRACT .....	xvii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Üretim Potansiyeli Açısından Şeftali Meyvesinin Dünya ve Ülkemizdeki Durumu .....	3
1.2 Meyvelerde Hasat ve Hasat Sonrası İşlemler .....	6
1.3 Meyvelerde Mekanik Zedelenme .....	8
1.4 Çarpma Davranışının İncelenmesi.....	11
1.5 Çarpma Parametrelerinin Ölçümü .....	15
1.6 Araştırmanın Amacı.....	16
<b>2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....</b>	<b>19</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>31</b>
3.1 Materyal .....	31
3.1.1 Deneme materyali .....	31
3.1.2 Çarpma test düzeneği .....	32
3.1.3 Denemelerde kullanılan çarpma ölçüm cihazı.....	34
3.1.4 Denemelerde kullanılan diğer ölçüm cihazları .....	36
3.2 Yöntem .....	37
3.2.1 Çarpma testleri.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
3.2.1.1 Şeftali ile yapılan çarpma testleri .....	38
3.2.1.2 IS ile yapılan çarpma testleri .....	40
3.2.2 Zedelenme eşik değerleri belirleme metodu .....	40
3.2.3 İstatistiksel değerlendirme yöntemleri .....	41
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>43</b>
3.3 Zedelenme Alanı ile Düşme Yüksekliği Arasındaki İlişkiler.....	51
3.4 Zedelenme Alanı ile Pik İvme Arasındaki İlişkiler .....	55
3.5 Yüzey Tepki Hatlarının Belirlenmesi .....	59
3.6 Zedelenme Eşik Değeri Analizi.....	60
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>63</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>67</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>73</b>



## ÇİZELGELER LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 1.1.</b> Türkiye’de yıllara göre şeftali üretim miktarı .....	4
<b>Çizelge 1.2.</b> Türkiye’deki bölgelerde üretilen şeftali miktarları.....	4
<b>Çizelge 1.3.</b> Türkiye genelinde meyve ihracatı yapılan on ürüne ait veriler .....	5
<b>Çizelge 4.1.</b> Şeftali çeşitlerinde ortalama ağırlık ve meyve eti sertliği değerleri .....	43
<b>Çizelge 4.2.</b> Ölçüm parametreleri ve bazı istatistiksel değerleri .....	47
<b>Çizelge 4.3.</b> Çarpma bölgesi omuz kısmı ve çarpma yüzeyleri için, düşme yüksekliği ve zedelenme alanı arasındaki ilişkiler .....	51
<b>Çizelge 4.4.</b> Çarpma bölgesi sütur kısmı ve çarpma yüzeyleri için düşme yüksekliği ve zedelenme alanı arasındaki ilişkiler .....	50
<b>Çizelge 4.5.</b> Çarpma bölgesi omuz kısmı için IS ile kaydedilen pik ivme ile zedelenme alanı arasındaki ilişkiler.....	56
<b>Çizelge 4.6.</b> Çarpma bölgesi sütur kısmı için IS ile kaydedilen pik ivme ile zedelenme alanı arasındaki ilişkiler.....	54



## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Bir elma örneğinde kuvvet-deformasyon eğrisi.....	10
Şekil 1.2. Bir elma örneğinde hücre bozulmaları .....	11
Şekil 1.3. Maksimum G ve sürenin çarpma parametresi olarak etkileri.....	14
Şekil 1.4. Yüzey tepki eğrisi ve zedelenme eşik değeri-çarpma ilişkisi.....	15
Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan şeftali çeşitleri.....	32
Şekil 3.2. Çarpma test düzeneği görünüşü.....	33
Şekil 3.3. Çarpma yüzeyleri.....	34
Şekil 3.4. Ölçümlerde kullanılan elektronik meyvenin görünümü.....	36
Şekil 3.5. Diğer ölçüm aletleri.....	37
Şekil 3.6. Çarpma testi sonrası şeftalinin görünüşü.....	39
Şekil 3.7. Zedelenme uzunluğu ve genişliği ölçüm yöntemi.....	39
Şekil 4.1. Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinde omuz çarpma bölgelerinde çarpma yüzeyleri üzerine elde edilen zedelenme alanı ve düşme yüksekliği arasındaki ilişki.....	53
Şekil 4.2. Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinde sütür çarpma bölgelerinde çarpma yüzeyleri üzerine elde edilen zedelenme alanı ve düşme yüksekliği arasındaki ilişki.....	54
Şekil 4.3. Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinin çarpma yüzeyleri üzerine IS'nin düşürülmesiyle kaydedilen pik ivme ve omuz çarpma bölgeleri zedelenme alanları arasındaki ilişki.....	57
Şekil 4.4. Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinin çarpma yüzeyleri üzerine IS'nin düşürülmesiyle kaydedilen pik ivme ve sütür çarpma bölgeleri zedelenme alanları arasındaki ilişki.....	58
Şekil 4.5. Denemelerde kullanılan üç farklı çarpma yüzeyi için elde edilen yüzey tepki hatları.....	59
Şekil 4.6. Denemelerde kullanılan şeftali çeşitleri için zedelenme eşik değerleri.....	60



## **KISALTMALAR**

<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>IS</b>	: Instrumented Sphere, Elektronik Meyve
<b>FAO</b>	: Uluslararası Tarım ve Gıda Örgütü



## ŞEFTALİ ÇEŞİTLERİNDE ZEDELLENME EŞİK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

### ÖZET

Hasat ve hasat sonrası işlemler sırasında, bütün tarımsal materyallerde olduğu gibi meyveler de bir seri işlemde geçmekte ve bu işlemler sırasında dış kuvvetlerin etkisi altında kalmaktadır. Zedelenmeye neden olan bu kuvvetlerin belirlenmesi ve ürün kayıplarının azaltılması için hasatta ve özellikle paketleme evlerinde yapılan işlemler sırasında oluşan çarpmaların incelenmesi gerekmektedir. Meyvelerin bu işlemler sırasında maruz kaldığı çarpma kuvvetlerinin değerlendirilebilmesi için, tür ve çeşit bazında değişiklik gösteren zedelenme eşik değerlerinin ve buna ilişkin sınırların belirlenmesi önemlidir. 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 zedelenme eşik değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada deneme materyali olarak Samsun bölgesinde yetiştirilen Glohaven, J. H. Hale ve Loring şeftali çeşitleri kullanılmıştır. Denemelerin yürütülmesi için sarkaç kol boyu 50 cm olan bir çarpma test düzeneği oluşturulmuştur. Çarpma yüzeyi olarak mevcut sınıflandırma tesislerinde kullanılan çelik malzeme ve sönümleyici poron ve vinlex yüzeyler kullanılmıştır. Düşme yükseklikleri olarak 10, 30, 50, 70, 90 ve 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. Bu ilişkilere dayanılarak çeşitler bazında zedelenme eşik değerleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak, şeftalide çarpmalar sonucu oluşan zedelenme alanları üzerinde, çeşit, çarpma yüzeyi, düşme yüksekliği ve meyve çarpma bölgesinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P \leq 0.01$ ). Çarpma yüzeyleri tepki hatları incelendiğinde sönümleme etkisi en yüksek olan yüzeyin poron olduğu, bunu sırasıyla vinlex ve çelik yüzeyin takip ettiği görülmüştür. Elde edilen zedelenme eşik değer eğrilerine göre, zedelenme duyarlılığının çeşitler arasında sırasıyla Glohaven, J. H. Hale ve Loring olarak sıralandığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Şeftali; Zedelenme; Zedelenme Eşik Değeri; Elektronik Meyve; IS; Çarpma Testi.



## DETERMINATIONS OF BRUISING THRESHOLDS ON PEACH VARIETIES

### ABSTRACT

During the harvest and post-harvest processing, fruits as all agriculture materials goes through several processes. While these processes, fruits are remaining under the influence of external forces. It is necessary to analyze the impacts that occur during the harvesting and particularly while processing in the packinghouse for determining of these forces which causing damage and reducing product losses. In order to evaluate exposed impact forces of fruits during these processes based on species and varieties, which showed alteration of bruising threshold and determination limits, which related with it, are important. The aim of this study is to determine bruising threshold of some varieties of peach, which has an important production potential of Turkey.

In this study, Glohaven, J. H. Hale and Loring peach varieties, which grown at Samsun region, were used as experiment materials. Testing equipment, which pendulum arm length with 50 cm, set up to conduct experiment. Three impact surfaces were selected to represent impact situations observed on packing lines. They were steel, poron and vinlex. Impact tests were performed with six different drop heights between 10, 30, 50, 70, 90 and 120 mm. In the experiment, peaches were impacted from their two different surface for creating bruising areas. After the impact tests, bruising areas were measured. It is recorded the electronic fruit (IS) data of peak acceleration and velocity changes by dropping the IS from same drop heights to the same impact surfaces. It is analyzed the relationship between composed bruising area on the peach surface and recorded IS values of peak acceleration-velocity changes. Bruise threshold were obtained for each cultivar depends on these relationships.

As a result, varieties, impact surface, drop height and fruit impact areas were found statistically significant on bruising areas of peach occurred after impact tests ( $P \leq 0.01$ ). According to surface response lines, poron is the most padding surface, and it is followed by vinlex and steel surface. The obtained potential bruise boundaries for cultivars indicated that Loring was the most bruise resistant cultivar tested, followed by J. H. Hale and Glohaven.

**Key Words:** Peach; Bruising; Bruising Threshold; Electronic Fruit; IS; Impact Test.



## 1. GİRİŞ

Tarım, insanla doğa arasındaki ilk ilişkiyi doğuran faktördür. İhtiyaçtan doğan alet kullanma ile başlayan ve bugün en üst düzeyde teknolojiyi geliştiren insanın, yaşama kaygısı ile başlattığı tarımsal süreç bugün gelişerek devam etmektedir. İnsanın yerleşik hayata geçmesi ile tarımsal faaliyetler giderek artmış; çeşitli toplumlar daha verimli ve daha zengin tarım toprağı kazanmak için tarih boyunca yarışa girmişlerdir. Yaşamın devamlılığı için insanoğlunun ihtiyaç duyduğu temel gereksinimler beslenme, barınma ve korunma olarak sıralanabilir. Bütün bu ihtiyaçlarını gidererek yaşam kavgasını sürdürebilmek için, insanoğlu toplayıcılıktan bugünkü modern tarım tekniklerine kadar farklı şekillerde tarımsal faaliyetlerini sürdürmüştür. Tarımdaki ilerleme bugünkü sosyal yapıların oluşmasında ve sistemlerin gelişmesinde de en etkin rolü üstlenmiştir.

Günümüz yaşam koşullarında teknolojinin gelişmesi ve yaşam koşullarının değişmesi ile birlikte pek çok hastalığın ortaya çıkması sadece bu temel ihtiyaçların giderilmesini değil, özellikle beslenme konusunda güvenilir ve sağlıklı gıdaların üretimi ve tüketimi gerekliliğini de ortaya çıkarmıştır. Bu açıdan baktığımızda meyve ve sebzelerin yüksek oranda su, yaşam için önemli olan mineraller, düşük oranda protein, karbonhidrat ve yağ içermeleri nedeniyle özellikle sağlıklı beslenmenin önemli bir parçası haline geldiği söylenebilir. Ayrıca yapılarında antioksidan ve lif gibi yararlı bileşenleri içermeleri nedeniyle kronik hastalıklara karşı koruyucu özellik taşımakta, vücudumuzun zararlı maddelerden temizlenmesini sağlamaktadırlar. Nitekim yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda bazı meyve ve sebzelerin tüketimi kansere karşı korunmada oldukça etkin bulunmuştur (URL-1).

Dünyada toplam meyve ve yaş sebze üretim miktarlarına bakıldığında Uluslararası Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) 2013 verilerine göre 2012 yılında üretim 84348654 tondur. Bu üretim miktarının %77.53 'ünü meyve, %22.47 sini sebze oluşturmaktadır (URL-4). Bu veriler incelendiğinde üretim miktarlarının büyük bir bölümünü meyvelerin oluşturduğu görülmektedir. Meyveler, yabani türlerin doğadan toplanması, doğada var olan türlerin insanlar tarafından zaman içinde ıslah edilerek

kültüre alınması, geçmişten günümüze kadar birbirini izleyen sömürge ve göçlerle taşınması ve yayılmasıyla yetiştirilerek beslenmede oldukça önemli bir yer tutmuştur. Terim olarak meyve, çiçeğin dişi organının, dölleme sonucunda farklılaşp, yumurtalığın gelişmesiyle meydana gelen ve tohumları taşıyan organ olarak adlandırılmaktadır. Meyvelerin gelişme ve olgunlaşmasında hasat olumu ve yeme olumu oldukça önemlidir. Hasat olumu, ürünün taze olarak tüketilmesi veya işlenmesi için hasat edilmeye hazır ve uygun olma durumudur. Ürün, tam şekil ve iriliğini kazanmıştır, fiziksel gelişmesi ise durmak üzeredir. Bu dönem, bitki üzerinde tamamlanmaktadır. Yeme olumu, meyvenin yenmeye hazır ve uygun olma durumudur. Meyvelerde fiziksel gelişmenin durduğu, biyokimyasal gelişmelerin aktivite kazandığı dönemdir. Bu durum, tüketime veya teknolojik işlemlerden geçirilerek değerlendirmeye uygun olma durumudur. Bu durumdaki meyveler, dış görünüş (renk, şekil, irilik), sertlik (yapı ve tekstür), tat ve lezzet bakımından tüketici tarafından en çok beğenilen ve istenilen durumdadır. Hasat ve yeme olumu arasındaki süre, tür, çeşit, hasattaki olgunluk durumu ve ortam koşullarına göre değişmektedir. Hasat olumu ile yeme olumu arasındaki sürede depolama yapılmaktadır.

Büyük üretim potansiyeline sahip olan meyveciliğe bağlı olarak geliştirilen meyvecilik sektörü ekonomik anlamda ülkeler adına artı değer oluşturmaktadır. Meyvecilik sektöründe kaliteli üretimden sonra ilk aşamayı hasat ve hasat sonrası uygulamalar oluşturmaktadır. Yetiştiricilikteki başarı, kaliteli üretimin yanı sıra, ürünün tüketiciye cazip gelecek ve taleplerini karşılayacak şekilde pazara sunulmasını ve memnuniyetini ifade etmektedir (Özcan ve Namdar, 2005). Meyve üretiminde birim alandan elde edilen gelir, diğer bazı ürün gruplarına göre daha fazladır (URL-2). Dünyada meyvecilik sektöründeki büyüme coğrafi olarak gelişmekte olan ülkelere doğru kaymaktadır. Bu ülkelerde üretim maliyetlerinin daha düşük olması önemli bir etkidir. ABD ve AB başta olmak üzere gelişmiş ülkeler, Brezilya, Hindistan, Çin gibi gelişmekte olan ülkelerin yükselişine karşı durmaya çalışmaktadırlar. Türkiye’de ise meyvecilik, son yıllarda kat ettiği mesafeyle dünyadaki gidişatı yakalamaya başlamıştır. Sektörün gerçekleştirdiği büyük atılımlarla topraklarımız modern bahçe tesisleriyle donatılmaya başlamıştır. Türkiye’de hızlı gelişen ve gelecekte büyük başarılar vaat eden meyvecilik sektörü; planlama, yetiştirme, hasat, depolama ve nihayet pazarlamayla ilgili sorunlarını aşabilmek için çeşitli girişimlerle çıkış aramaya devam etmektedir (URL-3).

## 1.1 Üretim Potansiyeli Açısından Şeftali Meyvesinin Dünya ve Ülkemizdeki Durumu

Şeftali, gülgiller (Rosaceae) familyasının, *Prunus* cinsine ait *P. Persica* türüdür. Anavatanı Çin olan şeftali M.Ö. 2000 yıllarında Çinliler tarafından kültüre alınmıştır. Şeftali Orta Asya üzerinden eski göç yoluyla Buhara, Keşmir ve İran'a gelmiş oradan Anadolu üzerinden bütün Avrupa'ya yayılmıştır (Demirsoy, 1993). Avrupa'nın İngiltere ve kuzey ülkeleri (Finlandiya, Norveç, İsveç) dışında hemen her yerinde yetiştirilmektedir. Amerika'ya 16. yy.' da İspanyol gemicileri tarafından götürülmüştür. Amerika'nın hem kuzey hem de güneyinde yetişmekte olup, Avustralya ve Yeni Zelanda'da en fazla yetiştirilen meyve türüdür. Afrika kıtasında ise şeftali yetiştirilen alanlar her geçen gün genişlemektedir.

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 ve Özkarakaş, 2003). Ayrıca, yıl içerisinde devamlı olarak pazara taze şeftali sevk edilebilmesi, şeftali yetiştiriciliğinin hızla gelişmesindeki bir diğer önemli etkidir. 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, kurutulularak ve derin dondurma yöntemleriyle de 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-5). Ülkemizde ise aynı yılda, 563686 ton şeftali üretilmiştir (URL-6). Ağaç sayısı bakımından ülkemizde meyve veren yaşta ağaç sayısı 13028930 adet, meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı 3091136 adet olmak üzere toplam 16120066 ağaçtır. Ağaç başına düşen ortalama verim 43 kg'dır (URL-7). Türkiye 'de yıllara göre üretilen şeftali miktarı Çizelge 1.1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.1.** Türkiye’de yıllara göre şeftali üretim miktarı (URL-7)

<i>Yıl</i>	<i>Üretim (ton)</i>	<i>Yıl</i>	<i>Üretim (ton)</i>
1995	340000	2004	372000
1996	360000	2005	510000
1997	355000	2006	552775
1998	410000	2007	539435
1999	400000	2008	551906
2000	430000	2009	547219
2001	460000	2010	534903
2002	455000	2011	545902
2003	470000	2012	575730

Şeftali üretim miktarlarını bölgeler bazında incelediğimizde ağaç sayısı ve üretim miktarı yönüyle, Marmara Bölgesi (Bursa başta olmak üzere) lider konumundadır (URL-8). Ülkemizde bölgelere göre üretilen şeftali miktarları Çizelge 1.2 de verilmiştir. Ülkemizde öne çıkan şeftali çeşitleri Dixired, Redcap, Loring, Southland, Fairhaven, Blake, Halehaven, Glohaven, Redhaven, Golden Jubilee ve J. H. Hale olarak sayılabilir.

**Çizelge 1.2.** Türkiye’deki bölgelerde üretilen şeftali miktarları

<i>Bölgeler</i>	<i>Üretim miktarı (ton)</i>
Marmara Bölgesi	381054
Karadeniz Bölgesi	54725
Ege Bölgesi	137258
Akdeniz	110943
Doğu Anadolu Bölgesi	5202
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	1519
İç Anadolu Bölgesi	14843

Ürün bazında ele alındığında, Türkiye’deki yaş meyve ve sebze ihracatının % 26’lık kısmını yaş meyve grubu meydana getirmektedir. Yaş meyve grubunda sırasıyla üzüm, kiraz, nar, incir, elma ve şeftali ürünleri ihracatta ön sıralarda yer almaktadır. Şeftali yaş meyve ihracatımızın yaklaşık olarak % 0.2’lik bir kısmını oluşturmaktadır. 2013 değerleri ile 2014 değerleri kıyaslandığında şeftali ihracatında %15’lik artış olduğu görülmektedir (URL-9). Türkiye geneli yaş meyve ihracatı yapılan ilk 10 meyve çeşidi Çizelge 1.3’de verilmiştir.

**Çizelge 1.3.** Türkiye genelinde meyve ihracatı yapılan on ürüne ait veriler\*

			<i>Artış-Azalış (%)</i>		<i>2014 Payı (%)</i>	
	<i>Miktar (kg)</i>	<i>Değer (\$)</i>	<i>Miktar (kg)</i>	<i>Değer (\$)</i>	<i>Miktar (kg)</i>	<i>Değer (\$)</i>
Üzüm	21817125	171185687	30	9	34	29
Kiraz & Vişne	50521786	144323707	-8	-7	8	24
Nar	79133107	61022888	22	14	12	10
İncir	18038250	42778440	10	22	3	7
Elma	10360066	36840879	50	27	16	6
Şeftali	40065459	35302415	15	25	6	6
Kayısı	27198065	27753638	-35	-35	4	5
Çilek	14593713	17108871	-26	-31	2	3
Erik	16230677	11664115	-37	-19	3	2
Armut	14508614	11365750	35	42	2	2

\*Tabloda 2014 yılı Ocak-Ekim ayları arasını kapsayan veriler yer almaktadır.

Türkiye’de genel anlamda meyve ihracatı, ülke kalkınmasını önemli derecede etkileyebilecek potansiyeldedir. Türkiye’nin konumu ve büyük pazar durumunda olan ülkelere yakınlığı, ulaşım ve nakliye açısından avantaj sağlamaktadır. Rakip birçok ülkeye göre, Türkiye’de meyve yetiştiriciliğinde erkenciliğin sağlanabilmesi, meyve ihracatı açısından büyük bir fırsat olarak değerlendirilmektedir (URL-10). Ancak, kaliteli meyve yetiştirilmesine, pazarlama açısından önemli bir konumda olunmasına ve ihracat açısından yeterli düzeyde üretim yapılmasına rağmen, ihracat oranlarımızın istenen düzeyde gerçekleştirilemediği görülmektedir. Yeterli ihracatın yapılamamasının nedenleri olarak, meyve ihraç edilmek istenen ülkelerin talep ettiği standartlara göre üretim yapılamaması, meyvelerdeki zirai kalıntı miktarının izin verilenden çok daha yüksek olması gibi nedenler gösterilebilir. Bir diğer neden olarak, Türkiye’de mevcut meyve üretiminin değerlendirilmesinde, bu ürünleri işleyen sanayinin genelde istenen düzeye gelememiş olması söylenebilir. Güçlü bir pazarlama organizasyonunun olmayışı, ihracat desteklerinin yetersizliği, AR-GE ‘ ye ayrılan kaynakların azlığı, pazar araştırmalarının teşvik edilmeyişi, işleme ve marka tanıtımının yetersiz kalışı, yurt dışı fuarlara katılımın az olması gibi faktörler yaş meyve ihracatının önünde duran önemli eksiklikler olarak sıralanabilir (Niyaz, 2011).

## 1.2 Meyvelerde Hasat ve Hasat Sonrası İşlemler

Büyük emek ve masraflarla yetiştirilen meyveler, en az kayıpla, hasat ve hasat sonrası koşullar sürekli kontrol edilerek pazara sunulmalıdır. Meyveler, farklı pazarlama yolları ile tüketiciye ulaştırılabilmektedir. Meyve üreticilerinin bir kısmı ürünlerini yol üstü pazarlarında veya tarlada (üretim yerinde) satarak tüketiciye ulaştırmaktadırlar. Bir kısım üreticiler ise, üretim yerinin pazara uzak olması veya nakliye masrafının fazla olması nedeniyle, üretim yerinde komisyonculara satma yolu ile ürünlerini pazarlayabilmektedir. Komisyoncu ise çiftçilerden satın aldığı ürünleri perakendeci ve toptancı dağıtım kanallarına pazarlamaktadır. Buradan pazar, süper market, manav ve bakkallara aktarılarak tüketiciye ulaştırılmaktadır. Üreticiler, tarım kooperatifleri ve ihracatçı firmalara doğrudan da ürünlerini pazarlayabilmektedir (Yurdakul, 2002). 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).

Meyve hasadı, meyvelerin daldan herhangi bir şekilde ayrılması ve toplanması şeklinde iki aşamadan oluşmaktadır. Ağaçtan meyve hasadında, sofralık ve gıda endüstrisinde işlenecek olanlar için izin verilen meyve zedelenme sınırları farklı olduğundan, farklı hasat yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemle uygun meyve tesis ve terbiye yöntemleri de farklı olmaktadır. Sofralık meyveler genellikle, yardımcı ekipmanlardan yararlanarak elle hasat edilmektedir. Sofralık meyve için yapılan elle hasatta meyve elle tek tek koparılıp, boylarına göre ayrılır ve depolanır. Sofralık hasadın makine ile gerçekleştirilmesi için gelişmiş ülkelerde çeşitli araştırma çalışmaları sürdürülmektedir. Bu yöntemde, tutma platformuna kadar olan düşme yüksekliğinin ve düşme hızının azaltılması ya da serbest düşmenin korunduğu terbiye biçimi ile meyvenin zedelenmesinden kaçınılabilmektedir. İşlenecek meyvelerin

hasadı ise makineyle gerçekleştirilmektedir. Bu tip hasat ya silkeleyici tutma platformu ya da silkeleyici-yerden toplayıcı hasat makineleri ile yapılmaktadır. Burada kullanılan tutma platformları, sofralık meyve hasat makinelerine göre daha basit yapı özelliklerine sahiptir. Çünkü işlenecek meyveler için izin verilen zedelenme sınırı daha yüksektir. Meyve tutma platformları, silkeleme ile düşen yumuşak meyvelerin yere çarparak zedelenmelerini önlemek amacıyla geliştirilmiştir (Yurtlu ve Erdoğan, 1994).

Meyvelerin, üreticiden tüketiciye kadar geçen süre içerisinde meydana gelen kayıplarının en aza indirilmesi ve bu kayıpların tekrar ülke ekonomisine girdi olarak kazandırılabilmesi mümkündür. Bunun sağlanabilmesi için hasat sırasında ve sonrasında yapılan tüm işlemlerin uygun tekniklerle yapılması gerekmektedir (Kabaş, 2002). Hasat sonrası işlemler, meyvenin hasat edildiği bahçelerde yapılabildiği gibi, işletme içindeki sabit tesislerle de yapılabilmektedir. Bu tesislerde yapılan işlemler, tüketicilerin istekleri de göz önüne alınarak yapılmaktadır. Tüketici kriterleri kaliteli ürün kavramı içerisine girmektedir. Bu kriterleri; meyvenin, tadı, kokusu, temizliği, rengi ve dış görünüşüne ait özellikleri oluşturmaktadır.

Meyvenin, korunması ve pazara hazırlanması için yapılan genellikle bütün işlemler paketleme ve sınıflandırma tesislerinde yapılmaktadır. Bu tesisler, meyvenin pazara hazırlanmasında tüketici ve pazar isteklerini karşılamaya yarayan işleme merkezleridir ve çok değişik kapasitelerde kurulmaktadır. Bu tesislerde farklı özellik gösteren pek çok ürün toplanabilmekte ve standartlara uygun olarak işlenebilmektedir (Karaçalı, 1993). Hasat sonrası işlemlerin yapıldığı paketleme tesislerinde, ayırma, sınıflandırma, yıkama, boylama, ilaçlama ve depolama işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu teknikler kullanılarak gerçekleştirilen hasat sonrası işlemlerde ürün kayıpları en aza indirilmekte, ürünün raf ömrü arttırılmakta ve ekonomik kayıplar azaltılmış olmaktadır.

Türkiye’de sınıflandırma tesisleri, meyve üretim potansiyeline kıyasla çok az sayıdadır. Bunun nedenleri olarak, üretim alanlarına yakın sınıflandırma tesisi kurulabilecek arazilerin olmayışı, sınıflandırma tesisi yatırımlarının ihmal edilmesi ve maliyet unsuru, üreticilerin küçük arazilere sahip olması ve bunların lokasyonu sıralanabilir. Var olan tesisler incelendiğinde ise, mevcut herhangi bir sınıflandırma kriterinin olmadığı, ürünlerin tesis içerisinde de belirli aşamalarda zedelenmeye maruz kaldığı görülmektedir (Kabaş, 2002; Söyler, 2009). Bu kritik noktalar, meyvelerin

hasat edildiği andan, meyvelerin sınıflandırma tesisine getirildikten sonra kuru boşaltma yapılan alanlara, kuru boşaltma alanlarından götürücü bantlar üzerine dökülmesine kadar birçok noktayı kapsamaktadır.

### **1.3 Meyvelerde Mekanik Zedelenme**

Tarımsal ürünler ekim, dikim, bakım, hasat, iletim ve işleme esnasında dış zedelenme, iç zedelenme, çatlama, kırılma, yarıлма, kesilme, yırtılma vb. mekanik hasarlara maruz kalabilirler. Mekanik hasar depolama sırasında ürünün daha hassas olmasına 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 kalmaktadırlar. Genellikle hasar çarpma sırasında oluşan kuvvetlerin ve aşırı deformasyonun etkisiyle eğilme ve parçalanma biçiminde ortaya çıkmaktadır (Mohsenin, 1980; Sitkei, 1986; Aydın, 1989).

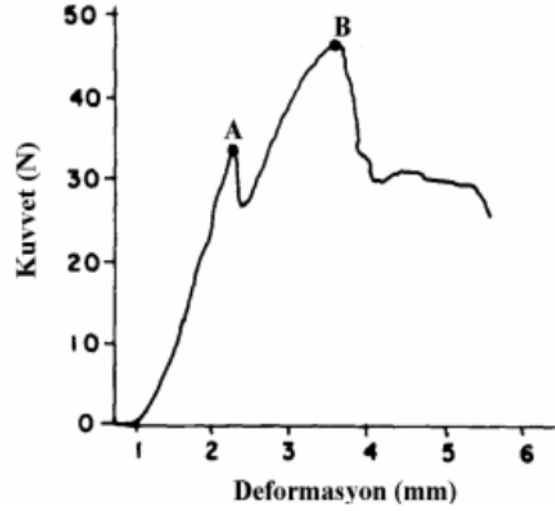
Meyvede hasat sırasında oluşan zedelenme hem hasat makine ve tesisleri kullanılırken hem de elle hasat yapılırken, ağaçtan meyvenin koptuğu anda, düşme süresince ağaç dallarına çarptığında, meyvenin toplama ünitesine bırakılırken, doldurma-boşaltma sırasında ve meyvenin tutucu yüzey veya diğer meyvelerin 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 (Yurtlu, 2003).

Hasat edilen meyve sınıflandırma tesisine getirildikten sonra da bir takım zedelenmelere maruz kalmaktadır. Hasat sonrası zedelenmeler ilk olarak ürünün işleneceği alana boşaltılması esnasında gerçekleşmektedir. Burada meyvenin, yaş ve kuru boşaltma işlemleri yapılırken çarpma, ezilme ve sürtünme zedelenmelerine maruz kaldığı görülmektedir. Elle sınıflandırma esnasında, kişilerin meyveye uyguladıkları temasla, parmakların dokunduğu noktalarda uygulanan kuvvete bağlı olarak az da olsa zedelenme görülmektedir. Bir başka işlem olan ürünlerin taşınması

sırasında maruz kaldıkları titreşime bağlı olarak da ürünlerin zedelendiği görülmektedir (Vursavuş, 2004).

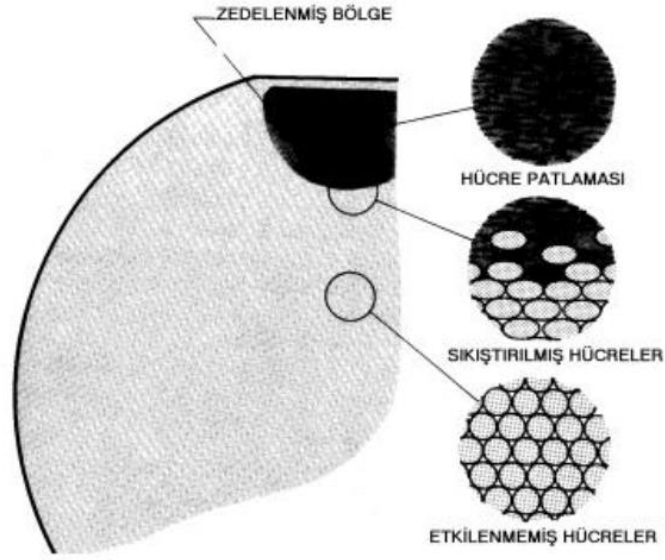
Tarımsal materyallerin tümü ve özellikle meyve ve sebzeler zedelenmeye karşı hassastır. Meydana gelen zedelenmeler gerilme, deformasyon ve zaman kavramlarıyla açıklanmaktadır. Maddelerin deformasyon ve akışını inceleyen, kuvvet, deformasyon ve zaman arasındaki ilişkileri tanımlayan bilime reoloji denilmektedir. 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 (Vursavuş ve Özgüven, 2003). 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 (Yurtlu ve Erdoğan, 1994).

Materyale kuvvet etkidiğinde, materyalin yapısına ve kuvvetin büyüklüğüne bağlı olarak üründe akma olayı meydana gelmektedir. Şekil 1.1'de biyolojik materyalin kuvvet-deformasyon eğrisi üzerinde akma (A) ve kabuk yırtılma (B) noktaları görülmektedir. Biyolojik akma noktasında hücre dokusunun patlaması sonucu meyve suları kabuk ile meyve eti arasında birikmektedir. Zamanla kabuğun solunumu ve meyve sularının oksidasyonu ile renk koyulaşması görülmektedir. Biyolojik akma noktasının altındaki kuvvet değerleri ölçüldüğünde ürüne zarar vermeden uygulanabilecek kuvvet bulunabilmektedir (Yurtlu, 2003).



**Şekil 1.1.** Bir elma örneğinde kuvvet-deformasyon eğrisi (Sitkei, 1986)

Reolojik anlamda, Mohsenin (1980) tarafından da belirtildiği gibi, bir meyve dokusu gerçek anlamda ürün biyolojik akma noktasına ulaşana kadar zedelenmemektedir. Bu nokta, kuvvet-deformasyon eğrisi üzerinde belirli bir deformasyon için gereksinim duyulan kuvvetteki ani bir azalma ile hücre kopmasının meydana geldiği noktadır (Vursavuş ve Özgüven, 1999). Çarpma koşullarında düşük deformasyon miktarlarında hücre duvar materyallerinin viskoelastik davranışlarından dolayı daha yüksek zedelenme hacimleri oluşabilmektedir (Holt ve Schoorl, 1977). Şekil 1.2’de statik ve dinamik koşullarda bir elma örneğinde meydana gelen hücre bozulmaları verilmiştir (Vursavuş, 2004).



**Şekil 1.2.** Bir elma örneğinde hücre bozulmaları (Vursavuş, 2004)

#### 1.4 Çarpma Davranışının İncelenmesi

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 özellikle paketlenme 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; Ögüt ve Aydın, 1992). Çarpma enerjisinde oluşan enerji kaybı, genellikle üründe zedelenmeye dönüşen kısım olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mekanik iletim esnasındaki şok ve darbeler tarımsal ürünlerdeki mekanik hasarın en önemli nedenlerindedir. Çarpışan iki cismin kinetik enerjileri deformasyona neden olan kuvvetlere dönüşmektedir. Çarpışma sırasında birbirine temas eden iki cismin birbirine etki ettirdiği kuvvetler, temasın ortadan kalkmasıyla ortadan kalkar. Elastik bir cisim sıkıştırıldığında önceki konumunu almaya yönelir. Çarpışma esnasında momentumdaki değişiklik, kuvvet-zaman eğrisinin altındaki alana eşittir. Statik yüklenmelerde kullanılan Hertz teorisi bir dinamik yükleme olan

çarpma olayında da geçerlidir Çarpışan cisimler arasındaki etkileşim dört aşamada gerçekleşir (Kara, 2012);

1. Elastik deformasyon: Başlangıçta temas bölgesinde elastik deformasyon oluşur, bu deformasyon kalıcı değildir. Bu aşamada çarpma zamanı, ortalama basınç ve deformasyon Hertz eşitliklerince hesaplanmaktadır.
2. Plastik deformasyon başlangıcı: Ortalama basınç ürünün dinamik akma sınırının üzerine çıkar; bu durumda deformasyonun bir kısmı kalıcıdır.
3. Tam plastik deformasyon: Bu aşamada basınç dinamik akma sınırının altına düşüncüye kadar deformasyon elastik- plastik konumundan tam plastik konuma kadar devam eder.
4. Elastik sıçrama: Bu aşamada her iki cisimde depolanmış elastik gerilmeler boşalır.

Elastik bir cismin çarpma olayı aşağıdaki eşitlikle tanımlanmaktadır (Kara, 2012).

$$mv_1 + \int_1^2 F(t)dt = mv_2 \quad (1.1)$$

Burada:

- $m$  : Cismin kütlesi (kg)  
 $v_1$  : Cismin çarpışmadan önceki hızı (m/s)  
 $v_2$  : Çarpışmadan sonraki hızı (m/s)  
 $dt$  : Çarpma süresi (s)  
 $F$  : Çarpma kuvveti (N)

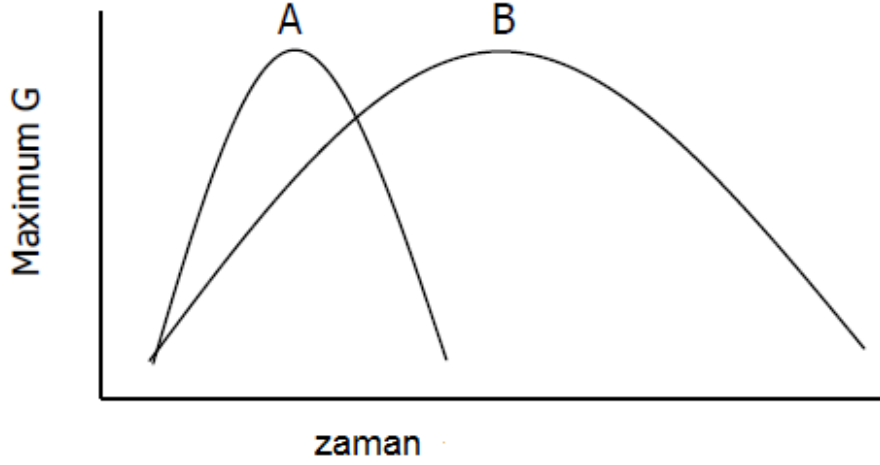
Elastik çarpışmada kuvvet-zaman eğrisi simetri olmaktadır. Tarımsal ürünler viskoelastik oldukları için bu simetri bozulsa da yaklaşık olarak konumunu korumaktadır. Yani aşağıda sert düz bir cisim üzerine düşen meyveler, çarpışan metal kürelerden elde edilenlere benzer sonuçlar vermektedir.

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 diğ., 1990; Schulte ve diğ., 1994; Lin ve Brusewitz, 1994; Crisosto ve diğ., 1996; Crisosto ve diğ., 2000; Garcia-Ramos ve diğ., 2003; Garcia- Ramos ve diğ., 2004; Sargent ve diğ., 1990; Sargent ve

diğ., 1992). Yapılan araştırmalara göre, çarpma sonucunda oluşan zedelenmenin şiddeti, her bir bireysel arpmadaki iki önemli parametreye bağlıdır:

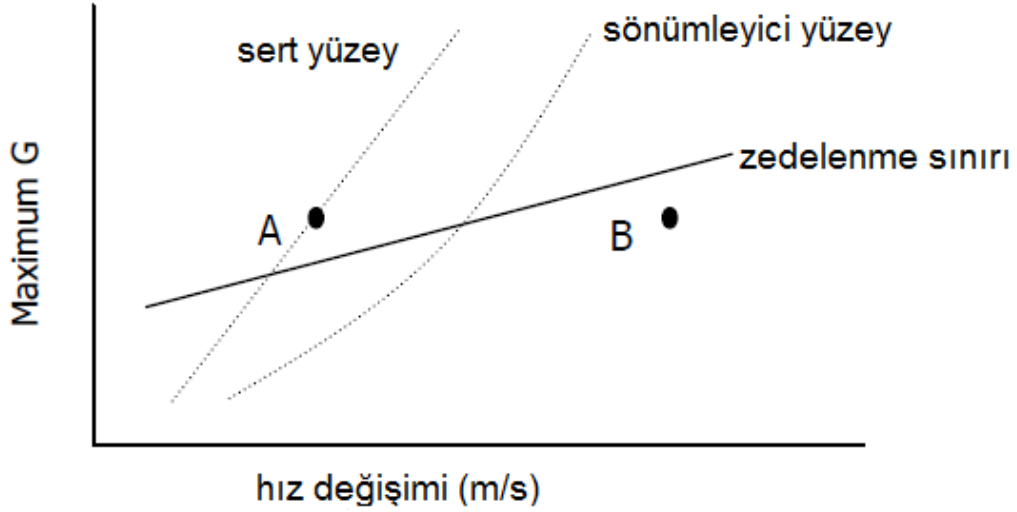
1. Çarpmanın pik ivme değeri (Maksimum G -  $m/s^2$ ),
2. Çarpmanın süresi (Hız değişimi -  $m/s$ ).

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 1.3’de iki farklı çarpmayı karakterize eden A ve B arpma 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 arpması sert bir yüzey zerine, B arpması ise yumuşak bir yüzey üzerine aynı ürünün düşürülmesiyle oluşmuştur. Parametreler açısından incelendiğinde A arpmasının B arpmasına göre meyve sebzelerde zedelenmeye neden olma olasılığı daha yüksek olduğu söylenbilir. Bu karşılaştırmadan da anlaşılacağı üzere, ivme (maksimum G) değerinin zedelenme hasar olasılığı veya şiddetini tahmin etmede tek başına kullanılması doğru bir yaklaşım değildir.



**Şekil 1.3.** Maksimum G ve sürenin çarpma parametresi olarak etkileri

Her meyve ve sebzenin farklı yüzeylere çarpması sonucunda vereceği tepki birbirinden bütünüyle farklı karakteristik özellikler göstermektedir. Bu farklılıkları belirlemede, aynı koşullarda ölçüm düzenekleriyle yapılan çarpma denemeleri sonucu elde edilen “yüzey tepki eğrileri” önemli bir karşılaştırma değeridir. Benzer şekilde, ürünlerin zedelenmeye başladıkları değer olarak ifade edilebilecek “zedelenme eşik değerleri” de bu karşılaştırmalarda kullanılmaktadır. Zedelenme eşik değerleri ürünün türü, çeşidi, olgunluğu vb. faktörlere göre değişen tamamıyla ürüne özgü sınır değerleridir. Bu yaklaşımla oluşturulmuş yüzey tepki eğrileri ve zedelenme eşik değerini içeren bir grafik örneği Şekil 1.4’de verilmektedir. Bu eğrilerin yer aldığı grafik üzerine bir önceki örnekte var olan A ve B çarpmaları yerleştirildiğinde Şekil 1.4’deki grafiğin elde edildiğini varsayarak çarpmaları değerlendirmek olanaklıdır. Örnek grafikte yüzey tepki eğrisi ve zedelenme eşik değeri eğrisinin üzerinde ve altında yer almışlardır. Bu durumda grafikte zedelenme eşik değeri eğrisi altında kalan çarpmaların, üründe zedelenme kayıpları oluşturma olasılığının az olduğunu söylemek mümkündür. Benzer şekilde yüzey tepki eğrileri de kıyaslanarak hangi yüzey ya da yüzeylerle kaplama yapılırsa zedelenme kayıplarının azalacağı da yorumlanabilmektedir.



**Şekil 1.4.** Yüzey tepki eğrisi ve zedelenme eşik değeri-çarpma ilişkisi

Genel olarak, grafiğin sol ve üst kısmında yer alan çarpma noktalarının, sağa doğru ve alt kısımda yer alan çarpma noktalarına göre daha şiddetli çarpmaları temsil ettiği görülmektedir. Sonuç olarak iki parametre ile ifade edilen her bir çarpmanın, ürün özelliklerine göre belirlenmiş zedelenme eşik değeri eğrisi ve yüzeylere göre belirlenmiş yüzey tepki eğrisi grafikleri üzerinde değerlendirilmesi ve böylece sistemler açısından öneriler geliştirilmesinin uygun bir yaklaşım olduğu söylenebilir.

### 1.5 Çarpma Parametrelerinin Ölçümü

Ürünlerin zedelenmeye maruz kalma durumlarının değerlendirilmesi için çarpma davranışlarının ve ilgili parametrelerin ölçülmesi gerekmektedir. Meyvelerin pazara hazırlanmasında ürün işleme tesislerinin kullanıldığı sistemlerin değerlendirilebilmesi için ise, ilk olarak bu tesislerdeki çarpmaların analiz edilmesi zorunludur. Bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde, tesislerdeki kritik çarpma noktalarının belirlenmesinde elektronik meyve olarak adlandırılan bir ölçüm sisteminin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Benzer şekilde ürünler açısından hangi çarpmaların kritik öneme sahip olduğunun belirlenmesinde de çarpma analizi yapılması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda, ürünlerin maruz kaldığı çarpmalara verdiği tepkilerin belirlenmesi ve oluşan çarpmaların analizinde elektronik meyvenin uygun bir yaklaşım olarak kullanıldığı görülmektedir.

## 1.6 Araştırmanın Amacı

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. Türkiye’deki tesis durumları incelendiğinde, tesislerin varlığı, durumu, verim ve etkinliklerinin değerlendirilmesi ile ilgili çalışmaların yetersiz olduğu ve dolayısıyla net bir bilginin ortaya konmadığı görülmektedir. Yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalar incelendiğinde ise, tesislerin değerlendirilmesinin anket çalışmaları ile sınırlandırıldığı ve tesis durumlarının bunlara göre değerlendirildiği görülmektedir. Yurt dışındaki yapılan çalışmalar incelendiğinde; bu tesislerin değerlendirilmesi, kapasite durumu, faaliyetleri, ürün kayıpları, ürünlerde meydana gelen zedelenmeler, tesislerin iyileştirilmesi ve kayıpların azaltılmasına yönelik farklı yöntemlerle, bu tesislerin iş başarıları, kapasitelerinin artırılması üzerine çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Genel olarak yapılan bu çalışmalara bakıldığında, tesislerdeki kritik çarpma noktaları ve zedelenmeye sebep olan yerlerin belirlenmesine yönelik çalışmalara yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca bu araştırmalarda, zedelenmeye neden olacak kritik noktalarda sönümleyici materyaller kullanılarak ya da tesiste tasarım değişikliklerine gidilerek tesis durumlarının iyileştirilmesine yönelik önerilerin de yapıldığı belirlenmiştir.

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. Zedelenmeye neden olan bu kuvvetlerin belirlenmesi ve ürün kayıplarının azaltılması için özellikle paketleme evlerinde yapılan bu işlemler sırasında oluşan çarpmaların incelenmesi gerekmektedir. Şeftalinin maruz kaldığı çarpmaların değerlendirilebilmesi için zedelenme eşik değerlerinin ve buna ilişkin sınırların belirlenmesi önemlidir. Bu

Çalışmada, lkemizde önemli bir üretim potansiyeli olan şeftalinin, tüketicilerini karşılayacak ve ekonomik olarak değerlendirilme sürecine katkı sağlayacak şekilde hasat sonu işlemlerden geçebilmesi için, bazı şeftali çeşitlerinde zedelenme eşik değerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, ilerde yapılacak çalışmalarla, hasat sonu işlemlerin gerçekleştirildiği paketleme evlerinin zedelenme kayıpları açısından değerlendirilmesi için bir temel oluşturulmuş olacaktır.



## 2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Brusewitz ve diğ. (1991), şeftalilerde hasat sonrası zedelenme dayanımını belirlemeye yönelik yürüttükleri çalışmalarında olgunluk, düşme yüksekliği ve meyvenin çarpma bölgesinin sertlik, zedelenme hacmi ve çeşitli çarpma parametrelerine etkilerini belirlemişlerdir. Birçok çarpma parametresinin meyvenin olgunluğuyla bağlantılı olarak değiştiğini gözlemlemişlerdir. Şeftalide meyve zedelenmesinin ve zedelenme hacminin olgunluk ve düşme yüksekliği ile yüksek derecede ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Chen ve Yazdani (1991) çalışmalarında, elmalarda oluşan zedelenme derecesini tahmin etmek için çarpma sırasında oluşan ivme değişimlerini izleme yönteminin geçerliliğini belirlemeye yönelik bir araştırma yürütmüşlerdir. Denemelerde kullanılan çarpma test düzeneği; meyve tutucu, ivmeölçer, düşme yüksekliğini değiştirmeye yarayan düzenek, çarpma yüzeyi ve veri toplama kısımlarından oluşmaktadır. Düzenek farklı tip yüzeyler üzerine farklı yüksekliklerden elmaların düşürülmesi ile oluşan çarpmalarda ivme değişimlerini ölçmek ve kaydetmek için tasarlanmıştır. Çarpma testlerinde yüzey malzemesi olarak; 25.4 mm kalınlığında çelik levha, 3.18 mm kalınlığında sünger ile kaplanmış 12.7 mm kalınlığında çelik levha, 4.76 mm sönümleyici materyalle kaplanmış çelik levha ve 6.35 mm kalınlığında sönümleyici ile kaplanmış çelik levha kullanılmıştır. Denemelerde 240 adet 'Golden Delicious' elma kullanılmışlardır. Denemeler sonucunda 'Golden Delicious' elma çeşitleri için çok düşük yüksekliklerden bile sert yüzeyler üzerine düşme ve çarpmalara izin verilmemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Çarpma yüzeyleri sönümleyici materyallerle kaplanmış olsa bile eşik değeri aşan çarpmalar oluştuğunda meyvelerin zedelenebileceğini, bu nedenle kaplama materyalinin çeşidi ve kalınlığının zedelenmenin minimuma indirilmesi açısından son derece önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Kabaş (2002) araştırmasında, son yıllarda artış gösteren ve Antalya ilinde üretilen meyve ve sebzelerin hasat sonrası işlemlerinde kullanılan paketleme ve

sınıflandırma tesislerini teknik ve karakteristik özellikler yönünden incelemiş ve değerlendirmeler yapmıştır. Tesislerin özellikleri belirlemek için Antalya ilinde bulunan 48 adet paketleme ve sınıflandırma tesisinde anket çalışması yürütmüştür. Anket çalışmasında, paketleme ve sınıflandırma tesislerinin teknik sorunları, tesislerin yapısı, çalışma zaman ve süreleri, kapasiteleri, teknik özellikleri, sınıflandırma ve boylama sistemleri, sınıflandırma ve paketleme makinalarının özellikleri, paketleme malzemelerinin özellikleri, sarartma olanakları, depolama sorunları, arıtma evi olanakları ve ürünleri pazara ulaştırma yolları ile ilgili konularda sorular sorulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, tesislerin çalışma kapasiteleri ve durumlarını değerlendirilmiştir.

Lin ve Brusewitz (1994), elektronik meyve adı verilen bir ölçüm cihazı (IS) kullanarak şeftalide zedelenme eşik değerlerini belirlemeye çalışmışlardır. Yürüttükleri denemelerde dört farklı şeftali çeşidi ('Loring', 'Cresthaven', 'Jefferson ve 'Elberta') kullanmışlar ve şeftalileri sabit konumdaki başka bir şeftaliye ve çelik yüzey üzerine farklı yüksekliklerden düşürmüşlerdir. Çelik yüzeye çarpma testleri için düşme yüksekliklerini, 30, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mm yükseklikleri kullandıkları ön denemeler sonucunda oluşan zedelenmelere göre belirlemişlerdir. Meyveler çarpma testlerinde omuz ve sütur kısımlarından çarpma yüzeyleri üzerine düşürülmüştür. Şeftali-şeftali testlerinde ise düşme yükseklikleri olarak 250, 300, 350, 400, 450 ve 500 mm'yi seçmişlerdir. Daha sonra IS ile çarpma testleri gerçekleştirmişler ve IS'i de aynı düşme yüksekliklerinden çelik yüzey üzerine düşürerek denemeleri yürütmüşlerdir. Şeftali meyve eti sertliği ve rengin zedelenme üzerinde etkilerini incelemek için, sertlik ölçümlerinde Effegi meyve sertlik ölçüm cihazını ve meyve rengini belirlemek için de bir renk ölçer kullanmışlardır. Çarpmalardan sonra oluşan zedelenme boyutlarını çarpma denemelerinden 24 saat sonra ölçmüşlerdir. Denemeler sonucunda, aynı yüksekliklerde meydana gelen zedelenme alanlarını 'Loring' şeftali çeşidinde en yüksek , 'Cresthavean' şeftali çeşidinde en az oluştuğunu belirlemişlerdir. 'Jefferson' ve 'Elberta' da zedelenme olasılıklarının birbirine benzer olduğunu belirtmişlerdir. Bütün denemeler sonucunda, dört çeşit şeftali için, IS tarafından ölçülen pik ivme değerleri ve meyve eti sertliğine göre, zedelenme boyutu ve zedelenme olasılığının tahminine yönelik denklemler geliştirmişlerdir. Aynı IS pik ivme değerleri ve meyve eti sertliği için zedelenme boyutunun çeşitlere göre 'Jefferson' çeşidinde en az ve sırasıyla 'Cresthaven',

‘Elberta’ ve ‘Loring’ çeşitlerinde daha fazla olacak şekilde çeşitler arasında farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Lu ve Wang (2007), meyve gibi viskoelastik ürünler için, büyük mekanik zedelenmelerin genellikle üründe doğrudan yırtılma veya yarılmalardan ziyade lokal zedelenmeler şeklinde olduğunu ve bunlara taşıma-iletim, paketlenme, hasat ve sınıflandırma vb. işlemler sırasında oluşan çarpmaların ve düşmelerin neden olduğunu belirtmişlerdir. Meyvelerin bölgesel zedelenme ve zedelenme hacminin tüm meyve hacmine oranı diye ifade edilen zedelenme oranının azaltılması için mühendislik yaklaşımlarının geliştirmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Geleneksel test yöntemlerinin kısıtları göz önüne alınarak, meyvelerde düşmelerle ilgili zedelenme eşik değeri ve zedelenme duyarlılığı değerlerini belirlemek için serbest düşme testlerini adapte ederek bir prosedür geliştirmişlerdir. Bu amaçla denemelerde yeni hasat edilmiş ‘Gala’ çeşidi elma örnekleri ile belirli yüksekliklerden serbest düşme yaptırılarak yürütülen çarpma test tekniğini kullanmışlardır. Farklı düşme yüksekliklerinden düşmeler sonucu farklı çarpma ivmesi, hız ve deformasyon değişimlerini elde ettikleri çalışmalarında teorik olarak oluşması gereken deformasyon ile çarpmalar sonucu oluşan zedelenme arasındaki ilişkileri ortaya koymaya çalışmışlardır. Sonuç olarak, ürünlerde çarpma zedelenme eşik değerleri ile diğer nedenlerden kaynaklı zedelenme eşik değerleri arasında oldukça büyük farklılıklar olduğunu ortaya koymuşlardır. Düşmeler sonucu oluşan çarpmalarda, çarpma hız değişimi sifira yaklaşırsa bile, ivme değeri belli bir değeri aştığında meyvede zedelenme oluşacağını belirtmişlerdir.

Marshall ve Burgess (1991), çalışmalarında elmalara uygulanan çarpma verilerini kullanarak oluşturdukları iki farklı zedelenme tahmin denklemini değerlendirmişlerdir. Araştırmalarında, elmalar üzerinde oluşturulan darbe etkilerini ölçmek için IS kullanmışlardır. Elmalarda oluşan çarpma zedelenmesinin, elmaların maruz kaldıkları darbelerin genliği ve süresine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. ‘Empire’ ve ‘Golden Delicious’ elma çeşitleri ile yürüttükleri denemelerde iki adet askı kolu olan bir sarkaç düzeneği kullanmışlardır. Ölçümlerde sarkaç kollarından birine IS değerine ise meyveyi bağlamışlar ve asılı durumdaki meyvenin üzerine 15-600 mm arasında farklı yüksekliklerden IS’in bırakılmasıyla darbe etkisinin oluşmasını sağlamışlardır. Çarpma sonucunda oluşan hız değişimi değerlerinden hesapladıkları absorbe edilen enerji ve pik ivme değerleri ile meyvede oluşan zedelenme çapı ve zedelenme hacmi değerleri arasındaki ilişkileri regresyon analizi

ile ortaya koymaya çalışmışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek ilişki absorbe edilen enerji ile zedelenme çapı arasında bulunmuştur.

Mathew ve Hyde (1997), patatesteki zedelenme eşik değerlerini belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında Russet Burbank patates çeşidini kullanmışlar ve zedelenme eşik değerleri üzerinde sıcaklık, sönümleme yüzeyi ve düşme yüksekliklerinin etkisini araştırmışlardır. Patates yumrularının zedelenme olasılığı referans verilerini IS kullanarak bulmuşlardır. Çarpma testleri, patatesler 10 farklı düşme yüksekliğinden, meyve yumru sıcaklığı 10, 15.5 ve 21°C olarak ve çarpma yüzeyleri çelik, 6.3 mm ve 13 mm kalınlığında poron malzeme ile kaplı çelik olacak şekilde deneme planı yapılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, düşük sıcaklıklarda yumruların zedelenmeye daha duyarlı olduğunu bulmuşlardır. Çarpma yüzeylerinde sönümleyici malzeme kullanımının, her durumda zedelenme miktarını azaltıcı etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Düşme yüksekliği arttıkça zedelenme çeşidinin siyah noktadan çatlak oluşumuna doğru değiştiğine ve düşme hızına bağlı olduğuna değinmişlerdir. Patates yumru sıcaklığı 10, 15.5 ve 21°C derece olduğunda, 250 ±50 gr patates yumruları için, çelik yüzey üzerine çarpmalarda, sıfır zedelenme görülen düşme yüksekliklerinin sırasıyla 25, 30 ve 50 mm (pik ivme karşılığı 69, 81 ve 122 G) olduğunu ortaya koymuşlardır. Çarpma yüzeyi 6.3 mm kalınlığında poron 15250 sönümleyici yüzey ile kaplandığında aynı sıcaklıklarda sırasıyla düşme yüksekliği sınır değerlerinin 200, 225 ve 250 mm olduğunu, 13 mm poron 15500 sönümleyici yüzey ile kaplandığında ise bu değerlerin 100 mm daha artacağını belirtmişlerdir.

Metheney ve diğ. (2002), sanayide işlenecek şeftali çeşitlerinde zedelenme eşik değerini belirlemek için bir araştırma yürütmüşlerdir. Bu amaçla biri laboratuvar ortamında biri arazi şartlarında olmak üzere, sanayilik şeftali çeşitleri ve IS kullanarak iki farklı hasat ünitesinde denemeler gerçekleştirmişlerdir. Meyvelerdeki kritik zedelenme eşik değerini belirlemek için hasat ünitelerinde ve daha önce yapılmış paketleme hattı değerlendirme çalışmaları sonuçlarına göre üç farklı zedelenme potansiyel düzey (240, 320 ve 360 G) belirlemişlerdir. Şeftalide kritik zedelenme eşik değeri belirlemelerinde 100 mm<sup>2</sup> zedelenme alanını sınır değer olarak seçtikleri çalışmalarında 'Andross', 'Carson', 'Starn' ve 'Rosscanning' şeftali çeşitleri ile denemeler yürütmüşlerdir. Denemeye alınan çeşitlerde meyve üzerindeki yumuşak noktaların konumunu, omuz kısmı olarak belirlemişlerdir. Deneme yapılan hasat

ünitelerinin her ikisinde de kasa yükleme noktaları hariç zedelenme yaratma potansiyelinin düşük ve benzer olduğunu ortaya koymuşlardır.

Pang ve diğ. (1992) araştırmalarında elektronik meyve yardımıyla elma-elma çarpmalarında zedelenme eşik değerlerini belirlemeye çalışmışlardır. Denemelerini, ticari paketleme hatlarında oluşan meyve-meyve çarpmalarına benzer şekilde, belirli düşme yüksekliklerinden sabit elmanın üzerine bir diğer elmanın düşürülmesi tekniği ile laboratuvar ortamında gerçekleştirilmişlerdir. Denemelerde yeni hasat edilmiş 'Gala', 'Splendour', 'Fuji', 'Braeburn', ve 'Granny Smith' elma çeşitleri kullanılmıştır. Çarpma denemeleri ile belirlenen temas alanı 1 cm<sup>2</sup>' nin üzerinde olduğu durumlarda temas alanı ile zedelenme alanı arasında yüksek dereceden ilişki bulunmuştur. Bu değerlerin üzerindeki çarpmalarda genellikle zedelenme ortaya çıkmıştır. Elma-elma çarpmalarıyla oluşan zedelenmelerin bir kısmı elma kabukları soyulmadıkça gözle görülemez. 'Braeburn' elma çeşidi, diğer çeşitlerle kıyaslandığında, aynı derecede zedelenmenin oluşması için daha büyük düşme yüksekliğine gereksinim duymaktadır. Meyveler ile gerçekleştirilen çarpmaları karakterize etmek için, daha önceden ayarlanmış eşik değerlerin üzerindeki ivme değerlerini kaydedebilen, ağırlığı 0.336 kg ve çapı 89 mm olan bir IS kullanılmıştır. Elma-elma çarpmaları ile IS-elma çarpma sonuçları karşılaştırıldığında, aynı yükseklikten düşürülen elmalar için, elma-elma çarpmalarında oluşan iki zedelenmeden büyük olan ile IS'in kaydettiği pik ivme değerleri arasında doğrusal ilişki bulunmuştur. Elde ettikleri bu sonuçları, uygulamadaki taşıma- iletim sistemlerinde IS ile yapılan ölçüm sonuçlarını yorumlamada kullanma olanaklarını incelemişlerdir. Sonuç olarak, IS ile yapılan deneme sonuçlarının ticari paketleme hatlarında ortaya çıkan elma-elma çarpmalarının analizinde ve bu çarpmaların azaltılması kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Pang ve diğ. (1994), elma zedelenme eşik değerlerini belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında öncelikle ticari paketleme hatlarında IS kullanılarak denemeler yürütmüşler ve bu hatlarda oluşan çarpma düzeylerini belirlemişlerdir. Bu çarpma düzeylerini laboratuvar ortamında yaratarak yürüttükleri testlerle araştırmalarını devam ettirmişlerdir. Çarpma testleri için Yeni Zelanda, Hawkes Bay üzerinde yetiştirilen taze hasat edilmiş 'Gala', 'Splendour', 'Fuji', 'Braeburn', ve 'Granny Smith' elma çeşitlerini kullanmışlardır. Çarpma testlerini, yedi adet çarpma yüzeyinde gerçekleştirmişlerdir. Her bir elma beş farklı düşme yüksekliğinden düşürülerek (6, 23, 51, 91 ve 143 mm) ve döndürülerek beş farklı noktadan çarpmalara maruz

birakılmıştır. Denemeler sonunda, IS'in farklı yüksekliklerden çelik, kauçuk, içi dolu ve içi boş sert plastik boru şeklinde yüzeylere çarpması sonucu oluşan pik ivme değerleri ile bu yüzeylere elmaların çarpması sonucu oluşan zedelenmeler arasında doğrusal ilişki bulunmuştur. Deneysel verilerle oluşturulan tahmin denklemlerinden, her bir yüzey ve her çeşit için, kritik zedelenme alanı olarak seçilen yaklaşık 100 mm<sup>2</sup> (kabuk soyulması ile ölçülen) zedelenme alanını üreten düşme yüksekliği ve buna karşılık gelen pik ivme ve hız değişimi değerlerini hesaplanmışlardır. Bu veriler yardımıyla, denemeye alınan şeftali çeşitleri için zedelenme eşik değeri eğrilerini oluşturmuşlardır. Kendi kullandıkları bu zedelenme eşik değeri belirleme tekniğinin diğer araştırmacıların kullandığı tekniklere göre paketleme hatları performansını belirlemede daha güvenilir bir gösterge olduğunu belirtmişlerdir.

Schulte ve diğ. (1992) çalışmalarında, elma zedelenme eşik değerlerini belirlemeye çalışmışlardır. Düşme testlerini 'McIntosh', 'Red Delicious', 'Northern Spy', 'Golden Delicious' elma çeşitleri ve IS kullanarak yapmışlardır. Çarpma yüzeyleri olarak, 13 mm kalınlığında çelik ve çelik üzerine yerleştirdikleri 3.17 mm kalınlığında sert, 6.35 mm kalınlığında sert, orta sert ve sert, 12.71 mm kalınlığında sert poron, 7.94 mm kalınlığında FBC malzeme kullanmışlardır. Denemeye alınan elma çeşitleri içinde zedelenmeye en hassas çeşidin 'McIntosh' olduğunu belirlemişlerdir. Hasattan bir gün sonra yapılan denelerde 'McIntosh' elma çeşidi için çelik yüzeye çarpma denemelerinde zedelenme başlangıcı 2 mm düşme yüksekliği dolaylarında ortaya çıkmıştır. Çelik yüzeyin zedelenmeyi azaltıcı özelliğine sahip orta sert 6.35 mm poron malzeme ile kaplanması sonucu, zedelenme başlangıcının görüldüğü yükseklik 226 mm' ye çıkmıştır. Elma paketleme hatlarında çoğunlukla kullanılan 6.35 mm kalınlığında orta sert poron malzeme ile kıyaslandığında, aynı kalınlıktaki sert ve yumuşak poron malzemelerin sönümleyici etkilerinin % 43 oranında az olduğu belirlemişlerdir. Bu çalışmada, 'McIntosh' elma çeşidi ve belirli çarpma yüzeyleri için elma zedelenme tepki hatları (%0, 10, 50 ve 100 arası) oluşturmuşlardır. Elma zedelenme eşik bilgilerini ve oluşan zedelenme eğrilerini IS yazılımı içerisine dâhil etmişlerdir.

Schulte ve diğ. (1994), ürünlerde zedelenmenin oluşmaya başladığı çarpma koşullarını belirlemek için şeftali [*Prunus persica* (L.) Batsch] kullanarak yaptıkları denemelerde 'Redhaven' çeşidini kullanmışlardır. Bu amaçla şeftalileri çeşitli yüzeyler üzerine farklı yüksekliklerden düşürerek çarpma denemeleri

gerçekleştirmişlerdir. Denemelerde çelik, Poron 20125 ve Poron 15250 çarpma yüzeylerini kullanılmışlardır. Düşme yükseklikleri olarak çelik için 10-120, Poron 20125 için 40-230 ve Poron 15250 için 200-800 mm arası yükseklikleri seçmişlerdir. Çarpma sonrasında şeftalilerin meyve eti sertliğini ölçmüşler ve zedelenme analizi için şeftalileri sert, yumuşak ve çok yumuşak olmak üzere üç gruba ayırmışlardır. Zedelenmenin olmadığı düşme yüksekliğinde meyve dokusunun yumuşamasına rağmen meyvede zedelenmenin az olduğunu belirlemişlerdir. Şeftalilerin omuz bölgesinin zedelenmeye daha duyarlı olduğunu tespit etmişlerdir. Yumuşak şeftalilerde zedelenme başlangıcı 8 mm düşme yüksekliğinde görülmeye başlarken, aynı grup şeftalilerde Poron 15250 sönümleyici malzemeyle kaplanmış çarpma yüzeyinde bu durum 85 mm ve daha düşük yüksekliklerde ortaya çıkmaktadır. Zedelenme eşik değeri tahminleri ve IS ile elde edilen çarpmalara ait bilgilerin, şeftalide çarpma zedelenmelerinden kaçınmak için gerekli olan işletim karakteristikleri ve iletim tesisi tasarımlarını geliştirmek için kullanılabilecek nitelikte olduğunu belirtmişlerdir.

Siyami ve diğ. (1988), yaptıkları çalışmada zedelenme çapı, meyve özellikleri ve çarpma olayı arasındaki ilişkileri ortaya koymaya çalışmışlar ve bu amaçla zedelenme tahmin eşitlikleri geliştirmişlerdir. Pazarda taze olarak tüketilen meyvelerde kalite kayıplarının esas nedeni olan zedelenmelerin, elmalar için, sert bir yüzeye ya da başka bir meyveye çarpma sonucunda oluştuğunu belirttikleri çalışmada, bu çarpmalara ilişkin verilerin elde edilmesinin önemini belirtmişlerdir. Bahsi geçen çarpmaları ölçmek ve kaydetme amacıyla bir elektronik küre geliştirilmesine yönelik çalışmaların yürütüldüğüne değinmişlerdir. Zedelenme tahmin eşitliklerini geliştirmek için “Ida Red” elma çeşidini kullanarak yürüttükleri deneysel çalışmalarda Lansmont No: 23 adı verilen bir çarpma masasını kullanmışlardır. Çarpma masasında farklı yüzey materyallerine farklı yüksekliklerden düşürülen elmalar için oluşan ivme ve hız değişim değerlerini ölçmüşlerdir. Elmalarda oluşabilecek zedelenme çapını tahmin etmek için deneysel çarpma verilerinin kullanıldığı tahmin eşitlikleri üzerinde çalışmışlardır. Bu tahmin eşitliklerinden elde edilen veriler ile, seçilen elma çeşidi kullanılarak yapılan gerçek denemeler sonucunda oluşan zedelenme büyüklüklerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak “Ida Red” elma çeşidi için zedelenme çapının, maksimum ivme, toplam hız değişimi, düşme yüksekliği ve elma çapı artışı ile arttığını ancak elma sertliği (Magness-Taylor kuvveti) ile azaldığını belirtmişlerdir. Elde

ettikleri çoklu doğrusal regresyon modellerinin zedelenme çapının tahmininde iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır.

Söyler (2009) araştırmasında, ülkemiz için önemli turunçgil üretim potansiyeline sahip merkezlerden biri olan Hatay ilindeki sınıflandırma tesislerinin varlığını, üretim potansiyelini, tesislerin durum ve koşullarını ortaya koyamaya çalışmıştır. Tesislerdeki genel durum ve sorunlarını belirlemek için anket çalışması yapmıştır. Araştırma sonucunda yaptığı değerlendirmeler ile var olan sorunlara yönelik önerilerinde bulunmuştur.

Timm ve Brown (1991), avokado, papaya ve ananas paketleme hatlarındaki çarpmaları analiz ettikleri çalışmalarında, bu tesislerde kullanılan mekanik ekipman ve işlemlerin hasat sonrası kayıplarla sonuçlanan zedelenmelere neden olabileceğini belirtmişlerdir. Ticari paketleme hatlarında meydana gelen çarpmaların kaydedilmesinde bir IS kullanmışlardır. Kullanılan IS, her bir hat üzerinde oluşan büyük çarpma değerlerine neden olan transfer noktalarının tespit edilebilmesini sağlamıştır. Her bir paketleme hattında oluşan çarpmaları, bilinen yüzeyler üzerindeki çarpmalar göre sınıflandırmışlardır. Bütün bu hatlar üzerinde, her transfer noktasındaki meyve akışı kontrol edilerek, bileşenler arasındaki yükselti farkları azaltılarak, yıpranmış sönümleme materyallerinin yenileri ile değiştirilmesiyle, çelik yüzeyler üzerine sönümleyici materyal eklenerek iyileştirmelerin yapılabileceğini belirlemişlerdir. Meyveler kullanılarak, zedelenme hasarı eşik değerini tahmin etmek için yapılan çarpma testlerinde, zedelenme hasarına neden olan çarpmaların ve meyve özelliklerinin belirlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Denemeler sonucunda, IS ile elde edilen verilere göre avokado, papaya ve ananas meyve taşıma sistemlerinde meydana gelen çarpmalarda, yüksek G değerinin bulunmasına sebep olan transfer noktalarının tanımlanmasını sağlamışlardır.

Timm ve diğ. (1991), soğan paketleme hatlarında ortaya çıkan zedelenmeleri azaltmaya yönelik Amerika Birleşik Devletleri'nde yürüttükleri çalışmalarında 'Spartan Banner 80' soğan çeşidini kullanmışlardır. Denemeleri yaptıkları ülkede soğanlar, hasat sonrası işlemlerden geçmeden önce (mekanik temizleme, sınıflandırma, paketleme vb.) kurutularak uzun süreli depolanmaktadır. Hasat sonrası mekanik işlemler ürünlerde, özellikle sert yüzeylere çarpma sonucu oluşan zedelenme, kesik ve delinme gibi hasarlar ortaya çıkarmaktadır. Soğanda çelik yüzeye çarpmalarda zedelenme başlangıcı taze hasat edilen soğanlarda 10 mm düşme

yüksekliği iken, kuru soğan için bu değer 6 mm olarak tespit edilmiştir. Araştırmalarında, oluşan zedelenmenin ne kadarının ilerde renk koyulaşması, çürüme veya depolama sonrası raf ömrüne etki ettiği ile ilgili verilerin bulunmadığını belirtmişlerdir. Denemelerini, soğan paketleme hatları ve laboratuvar denemeleri olarak iki grupta yürütmüşlerdir. Laboratuvar ortamında gerçekteştirilen denemelerde çelik, Poron 20125, Poron 15250 olmak üzere üç adet çarpma yüzeyi kullanmışlardır. Denemelerde ölçüm ve veri almak için kullanılan IS ve soğan yumruları, çelik yüzey için 6, 8, 10, 12, 15, 18, 25, 35, 45, 55, 65 mm, Poron 20125 kaplı yüzey için 80, 100, 110, 120, 130, 140, 160, 175, 200, 225, 250 ve 275 mm, Poron 15250 kaplı yüzey için 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700 mm düşme yüksekliklerinden düşürmüşlerdir. Çalışmada elde edilen veriler ışığında yaş soğan için 85 G ve kuru soğan için 56 G pik ivme değerlerini zedelenme eşik değerleri olarak belirlemişlerdir. Zedelenme eşik değerlerini belirledikten sonra paketleme hattı ölçümlerini değerlendirmişlerdir. İnceleme yapılan tesislerdeki paketleme hatlarında bu değerleri aşan birçok çarpma değerleri kaydettiklerini belirtmişlerdir. Yapılacak değerlendirmelerle, bu araştırma sonucunda, paketleme hatlarında çarpmaların azaltılabileceğini ve böylece bunlarla ilgili olan zedelenmelerin de minimuma indirilebileceğini vurgulamışlardır.

Vergano ve diğ. (1991), şeftali zedelenmesini, sıkıştırma, titreşim ve çarpmaya olan duyarlılıkla ilişkilendirerek açıklamaya çalışmışlardır. Denemeleri beş adet (Redhaven, Jefferson, SunPrince, Rio-Oso-Gem ve 'O'Henry) şeftali çeşidi ile yürütmüşlerdir. Çarpma etkisini ortaya koymak için şeftalileri 31 ile 91 cm düşme yükseklikleri aralığından düz çelik yüzey üzerine düşürmüşlerdir. Titreşimin zedelenmeye etkisini belirlemek için 6 Hz titreşim etkisi olan bir taşıma-titreşim simülatörü kullanmışlardır. Sıkıştırma etkisini incelemek amacıyla; şeftali üzerine 225 N'a kadar yük uygulayarak sıkıştırma testleri yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, titreşim ve sıkıştırma etkisiyle ortaya çıkan zedelenmelerin, meyve olgunluk derecesinin bir fonksiyonu olduğunu belirtmişlerdir. Çeşidin, titreşim ve sıkıştırma uygulamalarında zedelenme üzerinde bir etkisinin olmadığını ortaya koymuşlardır. şeftalide 44 N'dan düşük ve 1 dakikalık süre ile sıkıştırma uygulamasının önemli derecede zedelenmeye neden olduğu sonucuna varmışlardır. Çarpma testlerinde ise genel olarak 31 cm'den düşürme uygulamalarında bile önemli derecede zedelenme oluştuğunu belirtmişlerdir.

Vursavuş ve Özgüven (2000), çoklu doğrusal regresyon analizi yöntemini kullanarak, Golden Delicious ve Granny Smith elma çeşitlerinde bağımsız değişken olarak ele aldıkları meyve kütlesi, meyve çapı, meyve yüksekliği, meyve hacmi, çarpma öncesi meyvenin potansiyel enerjisi ve meyve düşme yüksekliği gibi fiziko-geometrik özelliklerin, bağımlı değişken olarak ölçtükleri maksimum zedelenme çapı ve maksimum zedelenme derinliği üzerinde etkilerinin olup olmadığını istatistiksel olarak araştırmışlardır. Çalışmada ürünleri 30 ve 60 cm'den metal yüzey üzerine düşürerek çarpma testlerini gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda Golden Delicious elma çeşidinde, maksimum zedelenme çapı bağımlı değişkeni üzerinde en etkili olan bağımsız değişkenlerin; meyve kütlesi, çarpma öncesi meyve potansiyel enerjisi ve meyve düşme yüksekliği olduğunu; maksimum zedelenme derinliği bağımlı değişkeni üzerinde etkili bağımsız değişkenin ise meyve kütlesi olduğunu belirtmişlerdir. Granny Smith elma çeşidinde, maksimum zedelenme çapı bağımlı değişkeni üzerinde en etkili bağımsız değişkenin meyve düşme yüksekliği olduğunu, maksimum zedelenme derinliği bağımlı değişkeni üzerinde de en etkili bağımsız değişkenlerin meyve kütlesi ve meyve düşme yüksekliği olduğunu istatistiksel olarak belirtmişlerdir. Denemelerde, zedelenme direnç katsayısını Golden Delicious elma çeşidi için 5.7 ml/J, Granny Smith elma çeşidi için 8.4 ml/J olarak ölçmüşlerdir.

Zapp ve diğ. (1990) çalışmalarında, tarımsal ürünlerin taşınması ve ambalajlanması sırasında maruz kaldıkları çarpmalara bağlı olarak oluşan zedelenmelerin, çeşitli derecelerde olabileceğini belirtmişlerdir. Bu zedelenmeleri belirlemek için, çarpma anında ölçüm ve kayıt yapabilen, şeftali, armut, elma ve portakal boylama tesislerinde ölçüm yapabilecek nitelikte, 89 mm çapında elektronik küre adı verilen bağımsız bir ölçüm aparatı geliştirmişler. Geliştirdikleri ölçüm aparatı ile daha önceki çalışmalarda geliştirilen düzenekler arasındaki farkları vurguladıkları çalışmada, aparatın kalibrasyonu ile ilgili bilgiler vermişlerdir. Cihaz içinde önceden programlanarak girilen eşik değerleri üzerinde kaydedilen ivme analizleri, oluşan çarpmalardan kaynaklı meyve zedelenmelerini tahmin etmeye olanak sağlamaktadır. Farklı çarpma karakteristiklerine dayalı olarak (pik ivme ve hız değişimi) tahmin edilen zedelenme değerlerinin güvenilirliğini test etmek için, laboratuvar ortamında yine IS ve meyve kullanılarak düşme testleri yürütmüşlerdir. Çalışmalarında geliştirdikleri IS'nin, paketleme tesislerinde üretilen pik G ve hız değişimi değerlerini ölçerek, ürünün maruz kaldığı potansiyel zedelenmeyi tahmin etmede

kullanabileceğini belirtmişlerdir. IS' nin paketleme hatlarında zedelenmeye sebep olan çarpmaları azaltıcı önlemler alabilmek için, kritik çarpma noktalarını kaydetmede kullanılabileceğini vurgulamışlardır.



### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Deneme materyali**

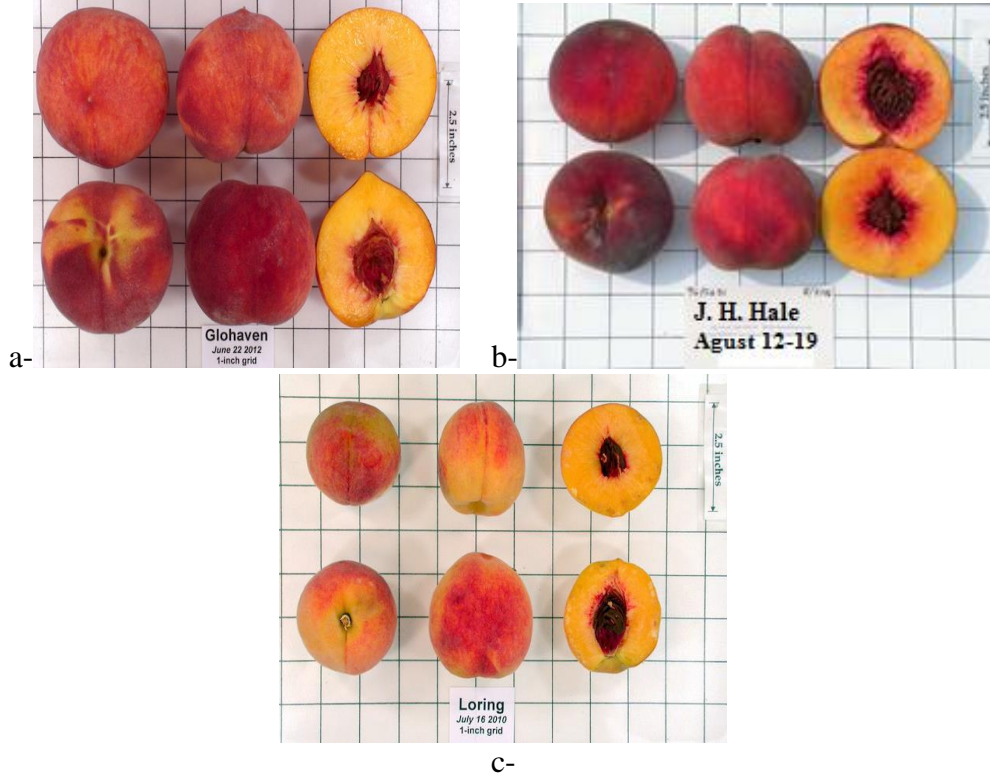
Çalışmalarda deneme materyali olarak Glohaven, J. H. Hale ve Loring şeftali çeşitleri kullanılmıştır.

Denemede kullanılan şeftali çeşitlerinden Glohaven, meyve yapısı yuvarlak, basık şekilli, iri, tatlı ve az sulu bir çeşit olup meyve ortalama ağırlığı 212 g, meyve kabuk rengi sarı zemin üzerine parçalı açık kırmızı renkli, meyve eti sarı, sulu, ince dokuludur. Çekirdek etten ayrıdır (URL-11).

J. H. Hale şeftali çeşidi, meyvesi yuvarlak ve ortalama ağırlığı 227 g olan bir çeşittir. Meyve sarı zemin üzerine koyu kırmızı renktedir. Meyve eti sarı, sulu, ince dokulu, aromalı, çekirdek etten ayrı olup nakliye dayanıklıdır (URL-12).

Loring şeftali çeşidi, meyve yapısı iri ve oval şekillidir. Meyve ortalama ağırlığı 204 g, meyve kabuk rengi sarı zemin üzerine parçalı açık kırmızı renkli, meyve eti sarı renkli ve lifli yapıdadır (URL-11).

Denemelerde kullanılan şeftali çeşitleri Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



**Şekil 3.1.** Denemelerde kullanılan şeftali çeşitleri  
(a-Glohaven, b- J. H. Hale, c-Loring)

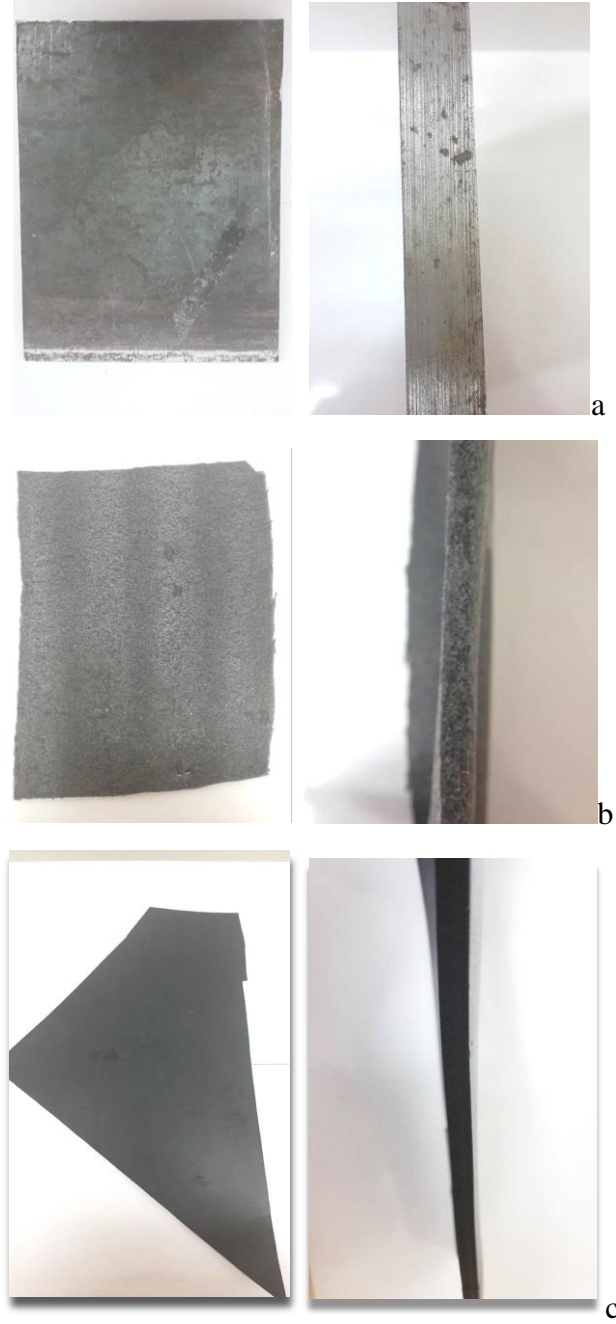
### 3.1.2 Çarpma test düzeneği

Çarpma testi için bir sarkaç düzeneği oluşturulmuştur. 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. Oluşturulan bu daire parçası bir tahta sunta üzerine bir destek aracılığıyla düzgün bir şekilde yapıştırılmıştır. Çarpma yüzeyi, tahta sunta üzerine dik olarak ve düşey düzlemde daire merkezinden geçen doğrultuda, çarpma bölgesine karşılık gelecek şekilde sabitlenmiştir. Çarpma testi uygulanacak ürünlerin sarkaç üzerinde serbest salınım yapabilmesi için 50 cm uzunluğunda bir ip, daire merkezine tutturulmuştur. Oluşturulan bu çarpma testi deney düzeneğinin görünüşü Şekil 3.2' de görülmektedir.



**Şekil 3.2.** Çarpma test düzeneği görünüşü

Testlerde çarpma yüzey materyali olarak, 13 mm kalınlığında çelik yüzey ve bu çelik yüzey üzerine paketlenme tesislerinde kullanılan gerçek numunelerden örnekler alınıp kaplama yapılarak oluşturulan yüzeyler kullanılmıştır. Seçilen sönümleme yüzeyleri, 4.51 mm kalınlığında poron ve 4.81 mm kalınlığında vinlex yüzeylerdir (Şekil 3.3) .



Şekil 3.3. Çarpma yüzeyleri (a- çelik , b- poron , c- vinlex)

### 3.1.3 Denemelerde kullanılan çarpma ölçüm cihazı

Çarpma testlerinde kullanılan ölçüm cihazı (Impact Record Device-IRD) elektronik meyve (Instrumented Sphere-IS) olarak da adlandırılan, ürünlerdeki darbe etkilerini ölçmek için birçok araştırmacı tarafından yaygın olarak kullanılan bir ölçüm sistemidir (Bollen ve Cox, 1991; Bollen ve Dela Rue, 1990; Brown ve diğ., 1990; Brown, 1991; Marshall ve Burgess, 1990; Marshall ve Burgess, 1991; Sarig ve diğ., 1992; Sober ve diğ., 1990; Miller ve Wagner, 1990; Miller ve Wagner, 1992; Miller ve diğ., 1995;

Crisosto ve diğ., 1996; Crisosto ve diğ., 2000; Timm ve diğ., 1991; Sargent ve diğ., 1991; Sargent ve diğ., 1992). 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 3.4).

Denemelerde kullanılan 400 serisi çarpma ölçüm cihazı ve donanımına ait bazı teknik özellikleri aşağıda verilmektedir:

- Çarpma algılamaya ilişkin teknik özellikler
  - Sensör : Üç eksenli ivme ölçer
  - Çarpma genliği : +/- 500 G (% 3 doğruluk)
  - Frekans aralığı : 5 Hz-3 kHz
  - Dijital çözünürlük : 256

### Veri kaydetme özellikleri

Örnekleme hızı : 488-5000 Hz seçilebilir

Minimum G eşik değeri: 2-100 G, gerçek G değerleri IRD'nin kalibrasyon değerlerine bağlı seçilebilir.

Örnekleme değerleri : Çarpma genliği ya da genlikleri, zaman ve üç boyutlu çarpmaya ilişkin yön bilgisi

Depolama kapasitesi : Çarpma özellikleri ve örnekleme hızına bağlı olarak; IS üzerine yerleştirilmiş 32K bellek

- Çalışma koşulları

Çalışma sıcaklık aralığı : -29 ile 60 °C

Nemli ortamlarda kullanma : Aşındırıcı olmayan sıvılar içine daldırılabilir (Bağlantı noktası üzerini plastik elektrik bandı ile kapatmak koşuluyla).



**Şekil 3.4.** Ölçümlerde kullanılan elektronik meyvenin görünümü

### 3.1.4 Denemelerde kullanılan diğer ölçüm cihazları

Denemeye alınan şeftali numunelerinin kütle, zedelenme alanına ilişkin en-boy ve meyve sertlik ölçümlerinde kullanılan ölçüm cihazlarına ilişkin teknik özellikler aşağıda verilmektedir. Kütle ölçümleri için Kern marka, maksimum ölçüm kapasitesi

2000 g, ölçüm hassasiyeti 0.1 g olan elektronik tartı kullanılmıştır. Şeftali numunelerinde çarpmalar sonucu oluşan zedelenmelerin en ve boy ölçümlerinde, Mitutoyo marka No. 500-181-20 model, ölçüm aralığı 15 cm, ölçüm hassasiyeti 0.01 mm olan bir dijital kumpas kullanılmıştır. Meyve eti sertliği 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 (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5.** Diğer ölçüm aletleri

### 3.2 Yöntem

Bu araştırmada, şeftalilerde çarpma sonucu oluşan zedelenme eşik değerlerinin belirlenmesi amacıyla çarpma testleri yürütülmüştür. 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 hasat edilmiştir. Hasat edilen ürünler yirmi sekizlik viyollü kasalarla, taşıma sırasında oluşabilecek zedelenmeleri azaltacak şekilde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarım Makinaları 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 yeme olumundan bir hafta önce hasat edilmiş ve denemelerde kullanılmıştır. Laboratuvara getirilen şeftali kasalarından gözle inceleme yapılarak, herhangi bir zedelenme ya da kusuru olmayanlar seçilmiş ve denemeye alınacak

ürünler numaralandırılmıştır. Çeşitlere ait ortalama ağırlık ve sertlik değerlerini belirlemek için, ayrıca ölçümler yapılarak bu sonuçlar kaydedilmiştir. Ağırlık ölçümleri denemelerden önce, sertlik ölçümleri ise çarpma denemelerine tabi tutulduktan sonra gerçekleştirilmiştir.

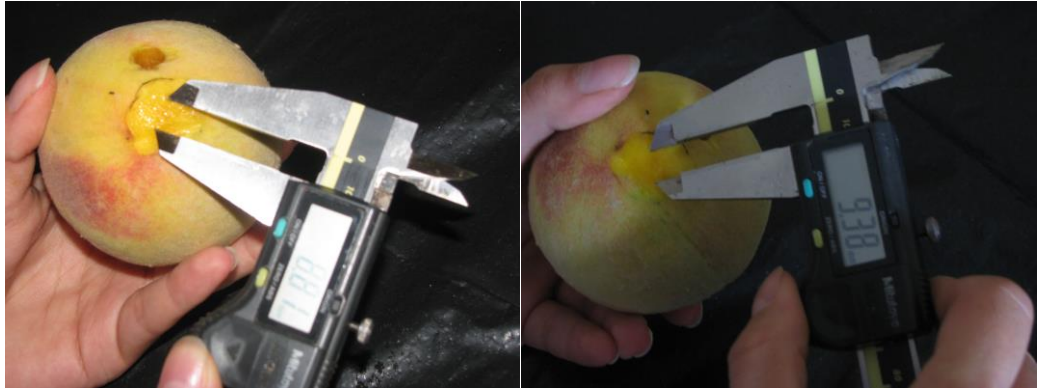
### **3.2.1.1 Şeftali ile yapılan çarpma testleri**

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. Şeftalilere uygulanacak düşme yükseklikleri belirlenirken, paketleme tesislerinde şeftalilerin maruz kaldığı gerçek düşme yükseklikleri ile Lin ve Brusewitz (1994)' in şeftali üzerinde yaptıkları çalışmada ön denemeler sonucu belirledikleri düşme yükseklikleri göz önüne alınarak seçim yapılmıştır. Denemelerde 10, 30, 50, 70, 90 ve 120 mm olmak üzere 6 farklı düşme yüksekliği seçilmiştir. Çarpma yüzeyi olarak çelik yüzey ve çelik yüzey üzerine kaplanarak sönümleme amacıyla kullanılan vinlex ve poron yüzeyler seçilmiştir. Seçilen yüzeyler üzerine çarpma öncesinde oluşan çarpma bölgesinin ayırt edilmesi için tebeşir tozu sürülmüştür. Sarkaç üzerinde 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 (Şekil 3.6.) (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 batıcı uç kullanılarak ölçülmüştür.



**Şekil 3.6.** Çarpma testi sonrası şeftalinin görünüşü

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 diğ., 1985; Klein, 1987; Sober ve diğ., 1990; Lin ve Brusewitz , 1994). İşaretlenen çarpma bölgelerindeki zedelenmeler bekleme süreleri sonunda şeftali kabukları soyulmadan gözle görünemediği için kabuk dikkatli bir şekilde soyularak ortaya çıkarılmış ve zedelenen bölgenin uzunluk ve genişlik değerleri dijital kumpas yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil3.7).



**Şekil 3.7.** Zedelenme uzunluğu ve genişliği ölçüm yöntemi

İlk zedelenmenin belirlenmesi için farklı ürünler üzerinde yapılan çalışmalar göz önüne alındığında, ürünün özelliklerine göre zedelenme hacmi ve zedelenme alanının hesaplanarak değerlendirmelere konu olduğu görülmektedir (Pang ve diğ., 1992; Pang ve diğ., 1994; Schulte ve diğ., 1990; Hung ve Prussia, 1989; Brusewitz ve

diğ., 1991; Vursavuş ve Özgüven, 2003). Bu çalışmada oluşan zedelenme şekilleri ve literatür verileri 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 ve diğ., 1992):

$$A = \frac{\pi}{4} d_1 \times d_2 \quad (3.1)$$

Bu eşitlikte;

- A : Zedelenme alanı (mm<sup>2</sup>)
- d<sub>1</sub> : Zedelenme uzunluğu (mm)
- d<sub>2</sub> : Zedelenme genişliği (mm)'dir.

Zedelenme eşik değerlerinin belirlenmesinde, Pang ve diğ. (1992) ve Pang ve diğ. (1994)'de yapmış oldukları araştırmalarda esas aldıkları 100 mm<sup>2</sup> zedelenme alanı sınır değer olarak alınmış ve bundan sonraki değerlendirmelerde kullanılmıştır.

### 3.2.1.2 IS ile yapılan çarpma testleri

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.

### 3.2.2 Zedelenme eşik değerleri belirleme metodu

Literatür verileri ve yapılan çalışmalar sonucu elde edilen veriler incelendiğinde şeftalilerin omuz kısımlarının sütur kısımlarına göre zedelenmeye daha duyarlı olduğu belirlenmiştir (Sculte ve diğ., 1994; Metheney ve diğ., 2002). Bu yüzden eşik değerlerin belirlenmesinde şeftalilerin omuz kısmında elde edilen veriler kullanılmıştır. Böylece, ürünün zedelenmeye hassas olan kısımları için eşik değerler belirlenmiş olacağından paketleme evi değerlendirmelerinde geçerli olabilecek sınırlar bulunmuş olacaktır.

Zedelenme eşik değerinin belirlenmesi için IS ile kaydedilen pik ivme değerleri ve zedelenme alanları arasındaki ilişkileri veren regresyon denklemleri kullanılmıştır. Elde edilen denklemlerde, zedelenme alanı olarak  $100 \text{ mm}^2$  değeri denkleme girilmiş, böylece bu zedelenme alanına karşılık gelen pik ivme değerleri hesaplanmıştır. IS ile kaydedilen pik ivme ve hız değişimi değerlerinden elde edilen regresyon denklemlerinden ise pik ivme değerleri girişi yapılarak hız değişimleri elde edilmiştir.

### **3.2.3 İstatistiksel değerlendirme yöntemleri**

Denemeler Glohaven, J. H. Hale ve Loring şeftali çeşitleri için, zedelenme eşik değerlerinin belirlenmesi amacıyla, zedelenme alanları üzerinde seçilen faktörlerin etkisini belirlemek için, tesadüf bloklarında 3 faktörlü faktöriyel deneme deseni kullanılmıştır. Bütün şeftali çeşitlerinde faktörleri, çarpma yüzeyleri (çelik, poron, vinlex), düşme yükseklikleri (10, 30, 50, 70, 90, 120 mm) ve çarpma bölgeleri (omuz, sütur) oluşturmaktadır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Verilerin vasyans ve regresyon analizlerinde JUMP 5.0.1 istatistik programı kullanılmıştır.



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemeye alınan şeftali çeşitlerine ilişkin kütle ve meyve eti sertliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Şeftalilerin ortalama ağırlık ve standart sapma değerleri; Glohaven çeşidi için 242.33±14.80 g, J. H. Hale çeşidi için 223.62±15.29 g, Loring çeşidi için 249.78±16.16 g ölçülmüştür. Meyve eti sertliği, çeşit ve olgunluk derecesine bağlı olarak değişen bir parametre olup denemeye alınan çeşitler için sırasıyla, Glohaven’da 2.82±1.69 kg, J. H. Halede 2.71±1.95 kg ve Loring’de 1.35±1.10 kg ölçülmüştür. Demirsoy (1993), yapmış olduğu iki yıllık çalışmada yıllar itibariyle sırasıyla meyve eti sertliklerini Glohaven için 4.63±0.78-2.94± 0.94 kg ve J. H. Hale için ise 2.25±0.58-2.57±0.67 kg olarak bulmuştur. Başka bir araştırmada ise Loring şeftali çeşidi için meyve eti sertliğinin 4.32 kg olduğu belirtilmektedir (URL-11). Denemeye aldığımız şeftali çeşitlerine ait ortalama meyve eti değerleriyle, diğer araştırma sonuçlarının benzerlik gösterdiği görülmektedir.

**Çizelge 4.1.** Şeftali çeşitlerinde ortalama ağırlık ve meyve eti sertliği değerleri

Şeftali çeşitleri	Ortalama Değerler ve Standart Sapma	
	$\bar{x} \pm \bar{S}_x$	
	Meyve Sertliği (kg)	Ağırlık (g)
Glohaven	2.82±1.69	242.33±14.80
J. H. Hale	2.71±1.95	223.62±15.29
Loring	1.35±1.10	249.78±16.16

Çizelge 4.2, ölçülen tüm ölçüm parametreleri ve elde edilen istatistiksel analiz sonuçlarını özetlemektedir. Bu çizelgede, ölçüm parametreleri olarak, çarpmalar sonucu oluşan zedelenme uzunluğu, zedelenme genişliği ve zedelenme alanlarına ilişkin sonuçlar ayrı ayrı yer almaktadır. Çalışma kapsamında yapılan regresyon analizlerinde zedelenme alanlarının kullanımı yaklaşımı benimsendiği için, sonuçlar üzerinde yorum ve karşılaştırmalar zedelenme alanları üzerinden yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, çarpmalar ile oluşan zedelenmelere ilişkin hesaplanan zedelenme alanları üzerinde, çeşidin, çarpma yüzeyinin, düşme

yüksekliğinin ve meyve çarpma bölgesinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P \leq 0.01$ ).

Denemeye alınan çeşitlerin, zedelenme alanları üzerinde etkileri istatistiksel olarak incelendiğinde, farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. Belirlenen bu gruplandırmaya göre; büyükten küçüğe doğru sırasıyla zedelenme alanı ortalamaları ve standart sapma değerleri  $79.62 \pm 1.03 \text{ mm}^2$  ile Glohaven,  $77.16 \pm 1.03 \text{ mm}^2$  ile Loring ve  $74.08 \pm 1.03 \text{ mm}^2$  ile J. H. Hale olduğu belirlenmiştir. Çeşitler arasındaki bu farklılıkların, meyve dokusu ve meyve eti sertliklerindeki değişimlerden kaynaklı olduğu söylenebilir.

Zedelenme alanları üzerinde bir diğer faktör olan çarpma yüzeylerini istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde, kullanılan yüzeylerin farklı gruplarda yer aldığı Çizelge 4.2' de görülmektedir. Yapılan gruplandırmaya göre, ortalama ve standart sapma değerleri  $125.77 \pm 1.03 - 50.07 \pm 1.03 \text{ mm}^2$  aralığında değişmiş ve en büyük zedelenme alanları çelik yüzeyde, en küçük değerler ise winlex yüzeye çarpma sonucu belirlenmiştir. Timm ve diğ. (1991), soğan üzerinde yapmış oldukları çalışmada çelik ve poron 15250-20125 çarpma yüzeylerinde zedelenme olasılıklarını incelemiş, bu yüzeyler içerisinde en çok zedelenmenin çelik yüzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Schulte ve diğ. (1992), elmalar üzerinde zedelenme eşik değerini belirledikleri çalışmada çelik, 3.17 mm ve 6.35 mm kalınlığındaki poron, FBC süngerle kaplı çarpma yüzeyleri kullanmışlar, çelik yüzeyler üzerindeki zedelenme olasılıklarının diğer yüzeylere göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Elma çeşitleri üzerinde yapılan bir başka çalışmada Pang ve diğ. (1994), çelik yüzeylerde oluşan zedelenmelerin poron ve diğer yüzeylere göre daha çok olduğunu belirlemişlerdir. Aynı şekilde Schulte ve diğ. (1994), Redhaven şeftalileri üzerinde zedelenmenin başladığı çarpma durumlarını bulabilmek için çelik, poron 20125 ve poron 15250 çarpma yüzeylerini kullanarak zedelenme olasılıklarını incelemişler ve sönümleyici yüzey olan poronların zedelenme olasılıklarını azalttığı, çelik yüzeylerde ise bu olasılığın daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bütün bu çalışmalar incelendiğinde, kullanılan çarpma yüzeyleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmada da yüzeyler arasında oluşan zedelenme alanları açısından farklılıklar önemli bulunmuştur. Benzer şekilde araştırmacılar, çelik yüzey üzerine çarpmalar sonucu oluşan zedelenme hacmi, zedelenme alanı ve zedelenme olasılığı değerlerinin diğer yüzeylere göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Bu

çalışma kapsamında yürütülen denemeler sonucunda da, sert bir çarpma yüzeyi olarak değerlendirilen ve sönümleyici bir materyalle kaplı olmayan çelik yüzey üzerine çarpmalar sonucunda oluşan zedelenme alanlarının yüksek olduğu görülmektedir.

Düşme yüksekliği faktörünü incelediğimizde, çoklu karşılaştırma testleri sonucunda her bir düşme yüksekliğinin farklı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Zedelenme alanının en yüksek  $125.78 \pm 1.46 \text{ mm}^2$  değerle 120 mm'de, en düşük  $27.19 \pm 1.6 \text{ mm}^2$  değerle 10 mm'de olduğu bulunmuş ve düşme yüksekliği arttıkça, zedelenme alanının arttığı belirlenmiştir. Benzer eğilim ve sonuçları; Pang ve diğ. (1994), elma zedelenme eşik değerini belirledikleri çalışmada 6, 23, 51, 91 ve 143 mm düşme yüksekliklerini, Lin ve Brusewitz (1994), şeftali zedelenme eşikini belirledikleri çalışmada 30, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mm düşme yüksekliklerini ele alarak ortaya koymuşlardır. Schulte ve diğ. (1992), ise çelik yüzey üzerine 10-120 mm'den şeftalileri düşürerek yaptıkları çalışmada zedelenme olasılığının düşme yüksekliği ile arttığını ve aynı çeşide ait olsa bile yumuşak şeftalilerde 8 mm'den çelik yüzeye düşme ile zedelenmenin başladığını belirtmişlerdir.

Meyve çarpma bölgesinin etkisi incelendiğinde, istatistiksel olarak meyve omuz ve sütür kısımlarının farklı gruplarda yer aldığı görülmektedir. Meyvelerin omuz kısımlarından çarpmaları sonucu ile oluşan zedelenme alanları ortalama ve standart sapma değerleri  $80.60 \pm 0.84 \text{ mm}^2$  iken, sütür bölgesinde  $73.30 \pm 0.84 \text{ mm}^2$  olarak ölçülmüştür. Bu değerlendirmeye göre şeftalide omuz bölgesinin sütür kısmına göre çarpma zedelenmelerine daha hassas olduğu görülmektedir. Schulte ve diğ. (1994) ve Metheney ve diğ. (2002) yapmış oldukları çalışmalarda, şeftali için omuz kısımlarının sütür kısımlarından çarpma zedelenmesine karşı daha hassas olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışma sonuçları, araştırmacıların bulgularını destekler niteliktedir.

Faktöriyel deneme desenine göre ikili ve üçlü etkileşimlere bakıldığında, Çeşit x Çarpma Yüzeyi, Çeşit x Çarpma Bölgesi, Çarpma Yüzeyi x Düşme Yüksekliği, Çarpma yüzeyi x Çarpma Bölgesi, Düşme yüksekliği x Çarpma Bölgesi ikili etkileşimleri ve Çeşit x Çarpma Yüzeyi x Düşme Yüksekliği üçlü etkileşimi  $P < 0.01$  önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşit x Düşme yüksekliği ikili etkileşimi, Çeşit x Düşme yüksekliği x Çarpma Bölgesi, Çeşit x Çarpma Konumu x Çarpma Bölgesi, Çarpma Yüzeyi x Düşme Yüksekliği x Çarpma Konumu üçlü etkileşimleri,

Çeşit × Çarpma Yüzeyi × Düşme Yüksekliği × Çarpma Konumu dörütlü etkileşimi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

**Çizelge 4.2.** Ölçüm parametreleri ve bazı istatistiksel değerleri

Çeşit	Çarpma Yüzeyi	Düşme Yüksekliği (mm)	Çarpma Bölgesi	Zedelenme	Zedelenme	Zedelenme
				Uzunluğu (mm)	Genişliği (mm)	Alanı (mm <sup>2</sup> )
				$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	$\bar{x} \pm \bar{s}_x$
Glohaven	Çelik	10	omuz	10.3±1.68	7.72±0.97	64.30±15.32
			sütür	8.65±3.27	8.93±4.17	53.51±2.11
		30	omuz	11.81±1.91	11.79±1.27	108.11±7.13
			sütür	12.27±3.89	11.67±4.33	103.67±1.47
		50	omuz	13.79±3.41	12.49±3.19	129.62±0.27
			sütür	17.95±1.87	9.00±0.98	125.98±3.25
		70	omuz	15.92±4.12	12.08±3.96	142.69±9.11
			sütür	15.31±2.36	12.08±1.58	151.03±4.97
		90	omuz	13.91±1.81	14.41±1.45	155.97±4.99
			sütür	14.70±1.17	15.77±0.51	156.20±0.89
		120	omuz	15.27±0.56	15.76±0.50	189.04±1.90
			sütür	15.45±0.52	9.72±0.15	191.19±4.03
	Poron	10	omuz	4.68±0.31	3.98±0.29	14.59±0.71
			sütür	5.18±0.47	3.46±0.40	14.04±1.52
		30	omuz	7.11±0.36	5.36±0.30	29.92±0.29
			sütür	6.95±1.28	5.46±0.68	29.40±3.10
		50	omuz	9.92±4.51	7.41±4.21	47.76±1.92
			sütür	9.48±1.54	6.06±0.65	44.71±3.99
		70	omuz	14.78±0.67	5.07±0.10	58.82±1.63
			sütür	7.58±5.08	11.82±5.93	54.55±3.06
		90	omuz	17.94±0.53	5.15±0.22	72.58±2.36
			sütür	13.72±4.14	6.09±1.08	63.31±10.54
		120	omuz	14.48±0.67	8.37±0.48	95.04±1.48
			sütür	13.73±5.88	9.53±4.78	88.10±3.89
Winlex	10	omuz	5.6±0.43	3.21±0.09	14.08±1.52	
		sütür	5.87±1.32	2.76±0.60	12.40±1.84	
	30	omuz	8.54±1.06	4.44±0.42	29.57±0.69	
		sütür	8.74±0.09	4.31±0.49	29.64±3.61	
	50	omuz	6.64±1.06	8.09±1.11	41.60±0.55	
		sütür	7.05±2.11	7.42±1.94	38.93±3.23	
	70	omuz	16.60±1.29	5.11±0.39	66.39±0.84	
		sütür	9.46±4.22	9.80±4.21	63.77±2.94	
	90	omuz	9.98±1.63	10.79±2.10	82.77±1.75	
		sütür	16.19±1.35	6.43±0.64	81.33±1.20	
	120	omuz	14.62±3.09	10.14±2.16	112.91±5.63	
		sütür	9.61±2.11	14.87±3.36	108.62±7.99	

**Çizelge 4.2 (devam): Ölçüm parametreleri ve bazı istatistiksel değerleri**

Çeşit	Çarpma Yüzeyi	Düşme Yüksekliği (mm)	Çarpma Bölgesi	Zedelenme	Zedelenme	Zedelenme
				Uzunluğu (mm)	Genişliği (mm)	Alanı (mm <sup>2</sup> )
				$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	$\bar{x} \pm \bar{s}_x$
J. H. Hale	Çelik	10	omuz	8.64±0.32	8.54±0.53	57.96±4.14
			sütür	13.56±0.23	3.05±0.20	32.48±1.65
		30	omuz	8.73±0.64	15.14±1.58	103.35±5.64
			sütür	13.77±6.03	8.65±4.64	79.09±0.39
		50	omuz	13.19±0.99	13.09±0.97	135.1±3.6
			sütür	16.65±1.24	7.15±0.65	93.14±3.05
		70	omuz	17.62±3.27	11.1±2.09	149.67±2.72
			sütür	16.24±1.37	9.75±1.65	123.771±18.03
		90	omuz	14.71±0.57	13.65±0.80	157.39±4.36
			sütür	17.25±1.12	9.65±0.32	130.57±4.04
		120	omuz	14.73±0.44	16.4±0.57	189.50±1.49
			sütür	12.01±1.06	16.04±1.18	150.61±3.95
	Poron	10	omuz	5.76±0.68	3.43±0.73	15.27±1.33
			sütür	4.91±0.49	3.39±0.21	30.92±1.37
		30	omuz	6.43±1.10	6.26±1.26	26.89±5.03
			sütür	6.89±1.41	5±0.58	16.83±0.28
		50	omuz	8.13±0.65	7.41±0.79	47.14±2.99
			sütür	15.75±0.29	3.65±0.09	45.12±1.32
		70	omuz	8.24±0.27	8.71±0.27	56.37±3.07
			sütür	15.19±0.50	4.41±0.26	52.54±2.06
		90	omuz	9.84±0.18	9.09±0.14	70.23±0.53
			sütür	15.26±3.14	5.70±1.14	66.06±2.85
		120	omuz	11.86±0.05	10.02±0.07	93.34±0.88
			sütür	15.44±1.46	7.42±0.60	89.60±0.62
Winlex	10	omuz	4.52±0.21	4.10±0.47	14.52±1.05	
		sütür	5.27±0.61	2.86±0.41	11.77±1.51	
	30	omuz	7.26±0.89	5.57±0.93	31.31±1.89	
		sütür	6.12±0.23	4.27±0.08	20.52±0.53	
	50	omuz	9.08±2.12	5.98±1.62	40.86±2.48	
		sütür	9.54±0.63	4.99±0.35	37.30±0.26	
	70	omuz	9.63±0.409	8.80±0.32	66.60±3.03	
		sütür	14.77±0.73	5.18±0.17	60.05±1.40	
	90	omuz	12.88±4.79	9.78±5.01	86.33±3.88	
		sütür	10.42±3.71	10.77±3.42	81.56±1.18	
	120	omuz	16.48±1.60	8.48±1.50	108.46±8.48	
		sütür	13.78±1.68	9.13±0.78	98.11±3.30	

**Çizelge 4.2 (devam): Ölçüm parametreleri ve bazı istatistiksel değerleri**

Çeşit	Çarpma Yüzeyi	Düşme Yüksekliği (mm)	Çarpma Bölgesi	Zedelenme	Zedelenme	Zedelenme
				Uzunluğu (mm)	Genişliği (mm)	Alanı (mm <sup>2</sup> )
				$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	$\bar{x} \pm \bar{s}_x$
Loring	Çelik	10	omuz	8.84±0.85	8.27±0.54	57.39±5.75
			sütür	15.50±0.83	4.83±0.45	58.59±2.50
		30	omuz	12.87±0.63	10.41±0.45	105.1±2.50
			sütür	11.95±1.48	8.87±1.18	82.4±1.80
		50	omuz	15.60±1.62	10.76±1.27	130.76±1.82
			sütür	15.24±0.95	10.47±0.37	125.22±4.12
		70	omuz	16.11±3.37	12.43±3.01	67.96±0.81
			sütür	11.97±1.06	16.67±1.26	151.94±2.09
		90	omuz	14.71±0.57	13.65±0.80	157.39±14.36
			sütür	17.25±1.12	9.65±0.32	130.57±4.04
		120	omuz	17.56±1.84	13.93±1.50	114.79±1.51
			sütür	16.69±2.68	13.80±2.29	177.66±0.30
	Poron	10	omuz	5.55±0.57	3.52±0.35	15.27±0.25
			sütür	4.33±0.88	4.45±1.31	14.54±1.46
		30	omuz	6.31±0.78	4.76±0.49	23.42±1.55
			sütür	5.85±1.17	3.04±0.66	13.59±0.33
		50	omuz	9.35±0.38	6.4±0.36	46.91±0.85
			sütür	8.29±0.41	6.06±0.65	34.65±4.07
		70	omuz	8.16±1.16	8.99±1.14	56.91±0.58
			sütür	15.25±0.84	3.97±0.40	47.41±2.51
		90	omuz	9.984±0.18	9.09±0.414	70.23±0.53
			sütür	15.27±3.14	5.71±1.45	66.06±2.85
		120	omuz	12.95±0.29	9.03±0.18	91.81±1.38
			sütür	17.07±0.87	6.51±0.36	87.12±2.11
Winlex	10	omuz	4.47±0.47	3.78±0.31	13.19±0.59	
		sütür	2.70±0.41	5.94±0.78	12.48±1.13	
	30	omuz	6.50±0.47	4.32±0.42	21.964±0.50	
		sütür	6.83±0.13	4.90±0.26	26.29±1.06	
	50	omuz	6.52±1.41	8.22±1.90	40.72±22.06	
		sütür	13.28±1.78	3.67±0.34	37.99±32.04	
	70	omuz	8.67±0.125	9.39±0.38	63.90±1.11	
		sütür	9.80±1.11	7.7±0.82	58.77±0.67	
	90	omuz	12.88±4.79	9.78±5.01	86.33±3.88	
		sütür	10.42±3.71	10.77±3.71	81.56±01.18	
	120	omuz	17.98±0.25	7.54±0.46	106.36±5.25	
		sütür	16.59±2.53	7.49±1.30	95.88±3.16	

**Çizelge 4.2 (devam):** Ölçüm parametreleri ve bazı istatistiksel değerleri

Çeşit	Çarpma Yüzeyi	Düşme Yüksekliği (mm)	Çarpma Bölgesi	Zedelenme	Zedelenme	Zedelenme
				Uzunluğu (mm)	Genişliği (mm)	Alanı (mm <sup>2</sup> )
				$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	$\bar{x} \pm \bar{s}_x$
Glohaven				11.49±0.28 <sup>a</sup>	8.64±0.22 <sup>a</sup>	79.62±1.03 <sup>a</sup>
J. H. Hale				11.40±0.28 <sup>a</sup>	7.96±0.22 <sup>b</sup>	74.08±1.03 <sup>b</sup>
Loring				11.38±0.28 <sup>a</sup>	8.18±0.22 <sup>a</sup>	77.16±1.03 <sup>a</sup>
Çelik				13.89±0.28 <sup>a</sup>	11.71±2.30 <sup>a</sup>	125.77±1.03 <sup>a</sup>
Winlex				10.38±0.28 <sup>b</sup>	6.85±2.84 <sup>b</sup>	55.02±1.03 <sup>b</sup>
Poron				10.01±0.28 <sup>b</sup>	6.22±2.84 <sup>c</sup>	50.07±1.03 <sup>c</sup>
				10	6.91±0.40 <sup>e</sup>	4.80±1.32 <sup>d</sup>
				30	8.73±0.40 <sup>d</sup>	7.13±1.32 <sup>c</sup>
				50	11.41±0.40 <sup>c</sup>	69.08±1.46 <sup>d</sup>
				70	12.85±0.40 <sup>b</sup>	87.86±1.46 <sup>c</sup>
				90	13.87±0.40 <sup>ab</sup>	100.65±1.46 <sup>b</sup>
				120	14.79±0.40 <sup>a</sup>	125.78±1.46 <sup>a</sup>
Sütür				11.91±0.23 <sup>a</sup>	7.69±0.18 <sup>b</sup>	73.30±0.84 <sup>b</sup>
Omuz				10.94±0.23 <sup>b</sup>	8.83±0.18 <sup>a</sup>	80.60±0.84 <sup>a</sup>
<i>LSD Değerleri</i>						
Çeşit				ÖD	0.584**	2.630**
Çarpma yüzeyi				0.699**	0.584**	2.630**
Düşme yüksekliği				0.970**	0.825**	3.720**
Çarpma konumu				0.571*	0.477*	2.147**
Çeşit* Çarpma yüzeyi				1.221*	1.010*	4.556**
Çeşit*Düşme yüksekliği				ÖD	1.429**	ÖD
Çeşit*Çarpma konumu				0.990**	ÖD	3.720**
Çarpma yüzeyi*Düşme yüksekliği				ÖD	ÖD	4.461**
Çarpma Yüzeyi*Çarpma konumu				0.997**	ÖD	3.720**
Düşme yüksekliği*Çarpma konumu				1.409**	ÖD	5.261**
Çeşit*Çarpma Yüzeyi*Düşme Yüksekliği				ÖD	0.637**	6.000**
Çeşit*Düşme yüksekliği*Çarpma konumu				ÖD	ÖD	ÖD
Çeşit*Çarpma Yüzeyi* Çarpma Konumu				0.564**	1.429**	ÖD
Çarpma Yüzeyi*Düşme Yük.*Çarpma konumu				ÖD	1.622*	ÖD
Çeşit*Çarp. yüz.*Düşme Yük.*Çarp. Konum				2.661**	2.151**	ÖD

ÖD: Önemli Değil, \*:  $P \leq 0.05$ , \*\*:  $P \leq 0.01$

#### 4.1 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 4.3 ve Çizelge 4.4’de verilmektedir. Belirtme katsayıları ( $R^2$ ), omuz bölgesinde oluşan çarpmalarda 0.92-0.99 aralığında, sütür bölgesindeki çarpmalarda ise 0.90-0.99 aralığında bulunmuştur.

**Çizelge 4.3.** Çarpma bölgesi omuz kısmı ve çarpma yüzeyleri için, düşme yüksekliği ve zedelenme alanı arasındaki ilişkiler

Çarpma Yüzeyi	Şeftali Çeşitleri		
	Glohaven	J. H. Hale	Loring
Çelik	$A_z=1.036D_y+67.712$	$A_z= 1.103D_y+64.162$	$A_z=1.120D_y+63.289$
$R^2$	0.93	0.92	0.93
Winlex	$A_z=0.907D_y+1.930$	$A_z=0.879D_y+3.780$	$A_z=0.867D_y+2.406$
$R^2$	0.98	0.97	0.99
Poron	$A_z=0.721D_y+8.633$	$A_z=0.691D_y+9.598$	$A_z=0.682D_y+9.933$
$R^2$	0.99	0.99	0.99

$A_z$ : Zedelenme alanı ( $\text{mm}^2$ )  
 $D_y$ : Düşme yüksekliği (mm)  
 $R^2$ : Belirtme katsayısı

**Çizelge 4.4.** Çarpma bölgesi sütür kısmı ve çarpma yüzeyleri için, düşme yüksekliği ve zedelenme alanı arasındaki ilişkiler

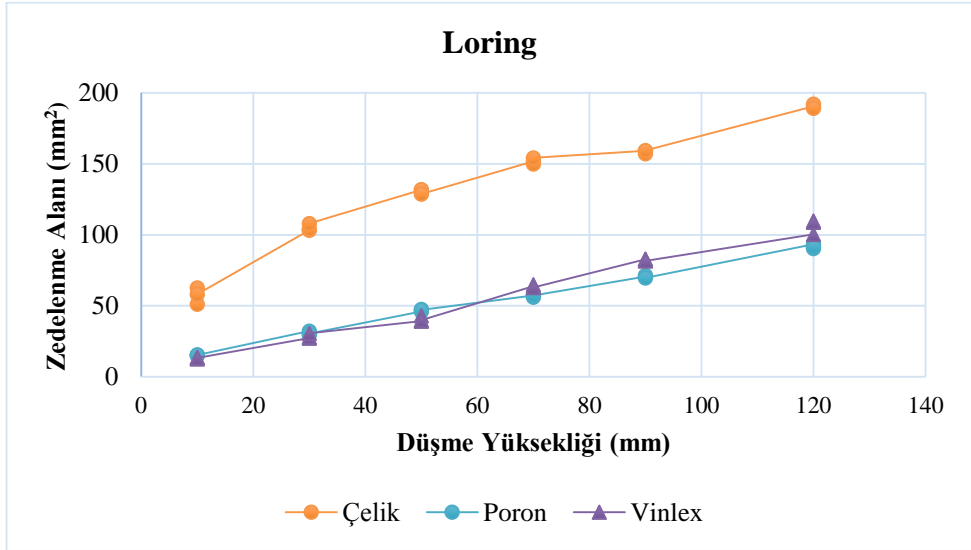
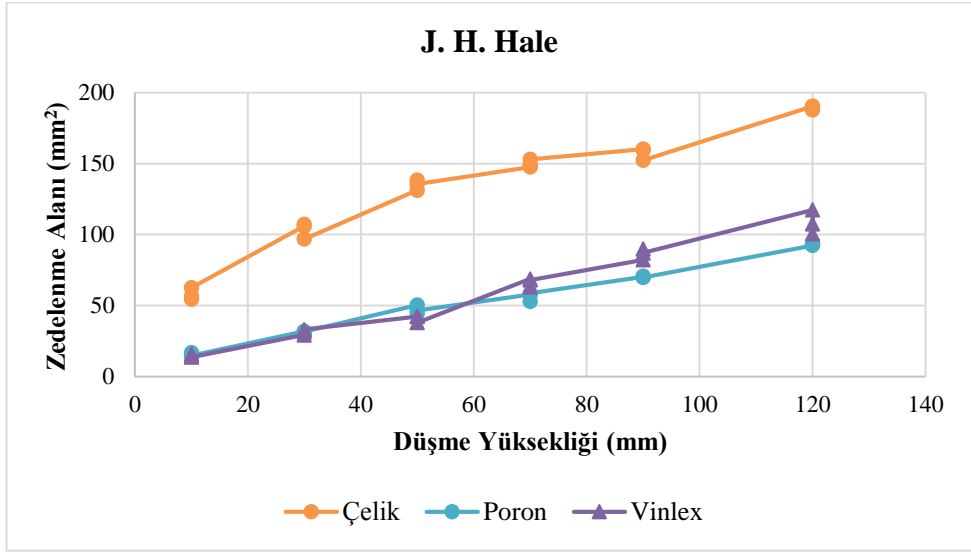
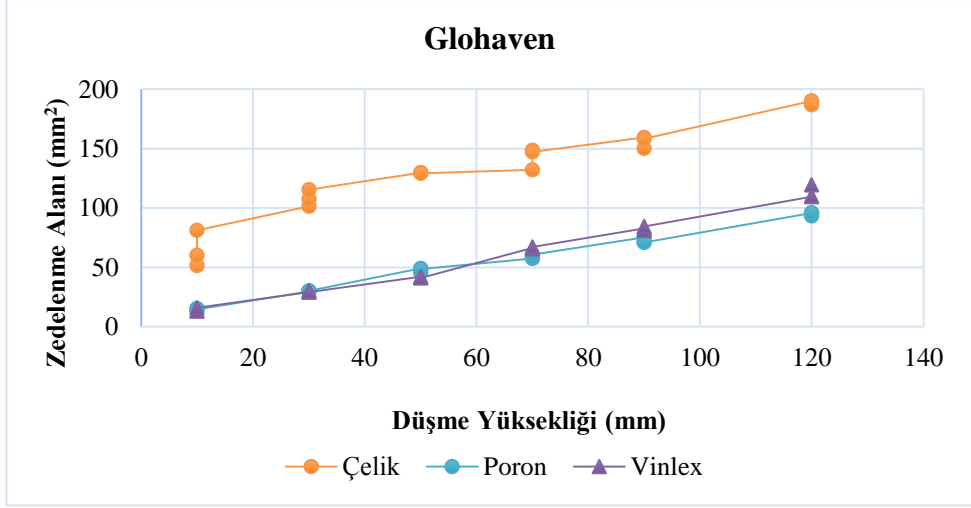
Çarpma Yüzeyi	Şeftali Çeşitleri		
	Glohaven	J. H. Hale	Loring
Çelik $R^2$	$A_z=1.153D_y+59.165$ 0.94	$A_z=1.020D_y+38.698$ 0.90	$A_z=1.122D_y+57.278$ 0.92
Winlex $R^2$	$A_z=0.883D_y+1.325$ 0.98	$A_z=0.846D_y-0.630$ 0.98	$A_z=0.765D_y+3.8753$ 0.99
Poron $R^2$	$A_z=0.644D_y+9.280$ 0.96	$A_z=0.678D_y+7.035$ 0.99	$A_z=0.663D_y+4.263$ 0.98

$A_z$ : Zedelenme alanı (mm<sup>2</sup>)

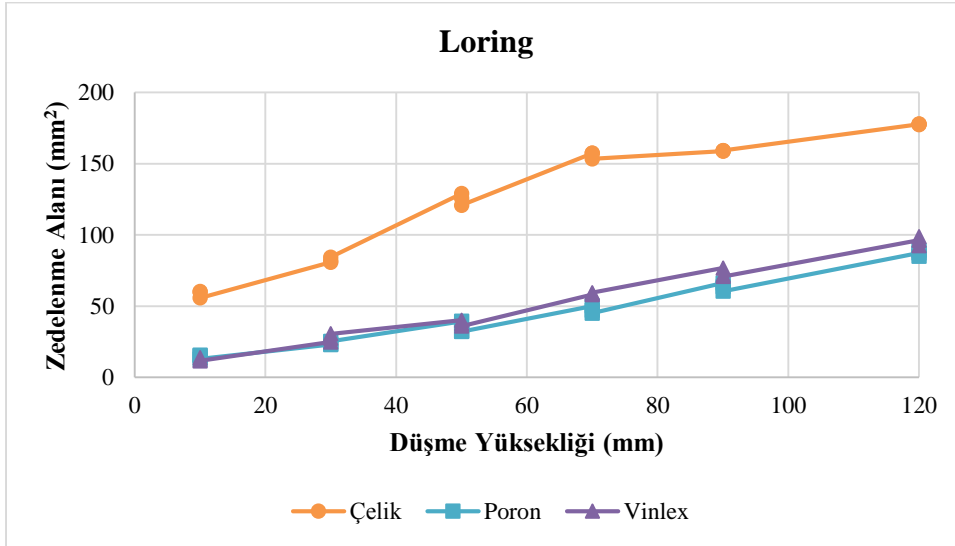
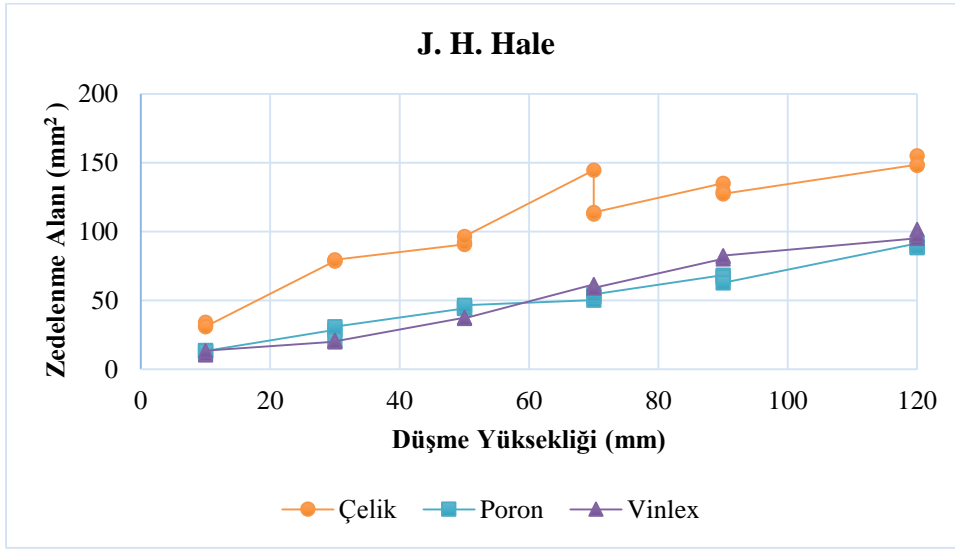
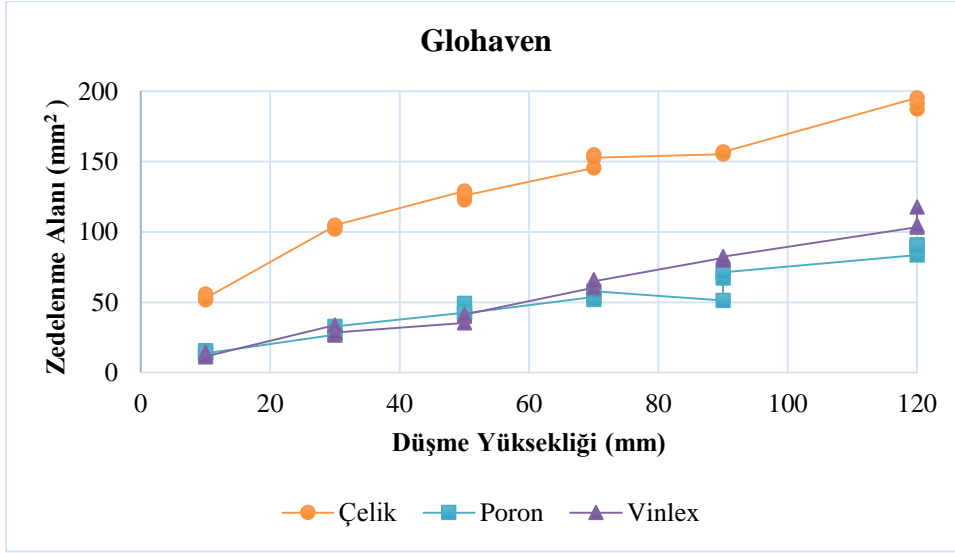
$D_y$ : Düşme yüksekliği (mm)

$R^2$ : Belirtme katsayısı

Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinde, üç farklı yüzeyde meydana gelen zedelenme alanı ve düşme yüksekliği arasındaki ilişki omuz kısımları için Şekil 4.1.'de, sütür kısımları için Şekil 4.2.'de gösterilmektedir. Elde edilen şekiller genel olarak incelendiğinde bütün çeşitlerde ve çarpma bölgelerinde düşme yüksekliği arttıkça zedelenme alanının arttığı görülmektedir. Çelik yüzeyde diğer iki sönümleyici yüzeye göre daha çok zedelenme alanlarının oluştuğu ve diğer iki yüzey olan poron ve winlex de ise zedelenme alanlarının neredeyse birbirine yakın olduğu görülmektedir. Fakat istatistiksel analizler sonucu en iyi sönümlemenin poron yüzeyde olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4.1.** Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinde omuz çarpma bölgelerinde çarpma yüzeyleri üzerine elde edilen zedelenme alanı ve düşme yüksekliği arasındaki ilişki



**Şekil 4.2.** Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinde sütür çarpma bölgelerinde çarpma yüzeyleri üzerine elde edilen zedelenme alanı ve düşme yüksekliği arasındaki ilişki

## 4.2 Zedelenme Alanı ile Pik İvme Arasındaki İlişkiler

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 0.92 - 0.99 aralığında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5). Omuz bölgesinde yapılan çarpmalar değerlendirildiğinde belirtme katsayıları, Glohaven çeşidi J. H. Hale poron yüzeyde 0.99 ile yüksek değerde ve Loring çeşidinde ise poron ve winlex yüzeyde 0.99 ile yüksek değerde bulunmuştur ( Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5). Bir diğer çarpma bölgesi olan sütur 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 diğ. (1992), Gala, Splendour, Braeburn, Fuji, Granny Smith elma çeşitleri ile yapmış oldukları çalışmada IS ile ölçümler yaparak çarpmalar 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 çarpmalar 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 diğ. (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 4.4.** Çarpma bölgesi omuz kısmı için IS ile kaydedilen pik ivme ile zedelenme alanı arasındaki ilişki

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

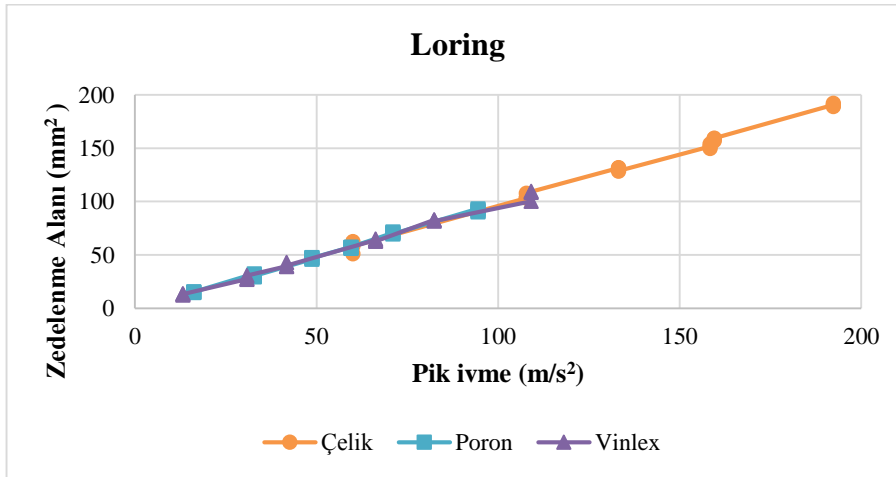
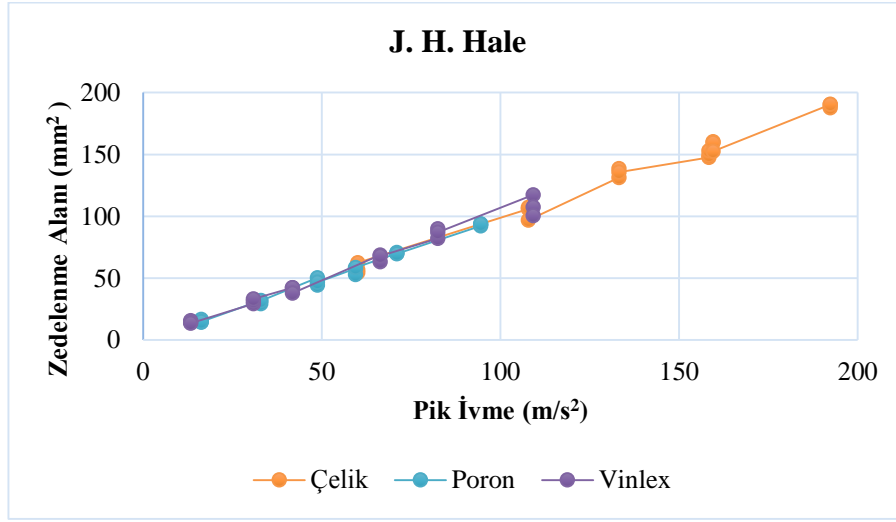
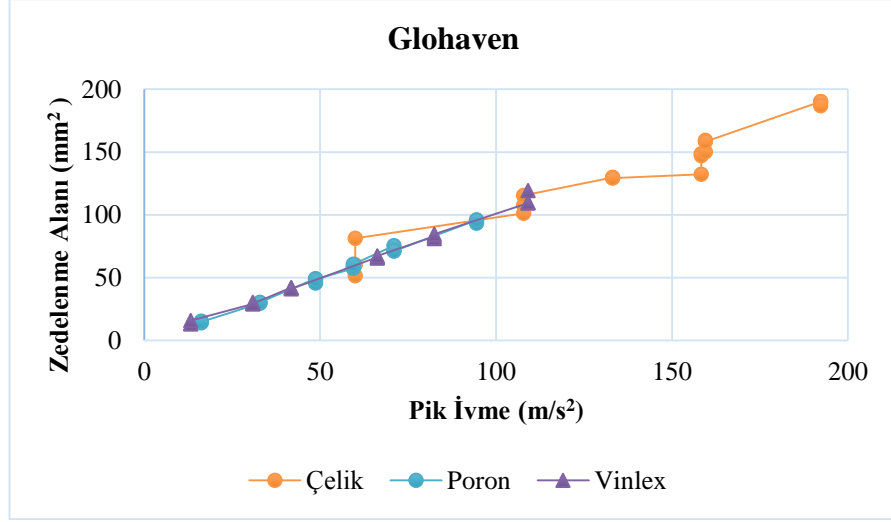
$A_z$ : Zedelenme alanı (mm<sup>2</sup>)  
A: Pik ivme (G)  
 $R^2$ : Belirtme katsayısı

**Çizelge 4.5.** Çarpma bölgesi sütür kısmı için IS ile kaydedilen pik ivme ile zedelenme alanı arasındaki ilişki

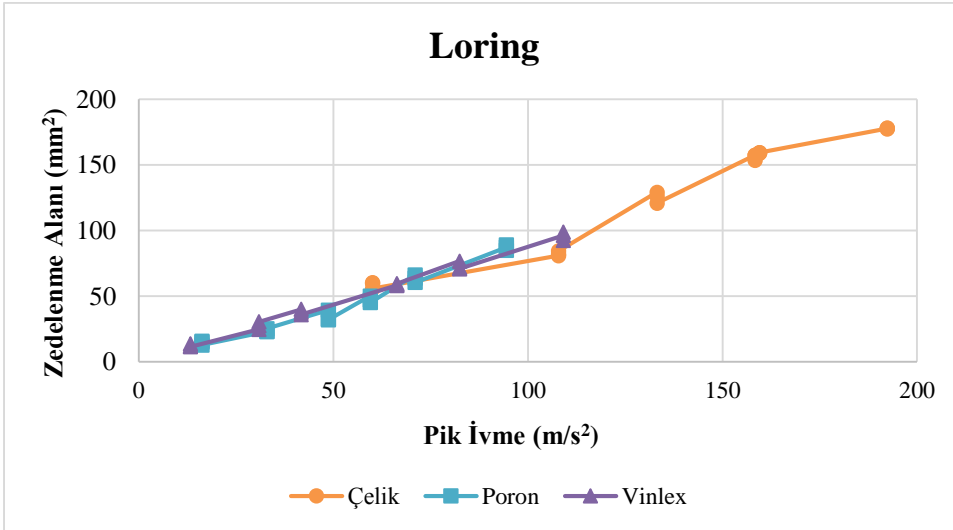
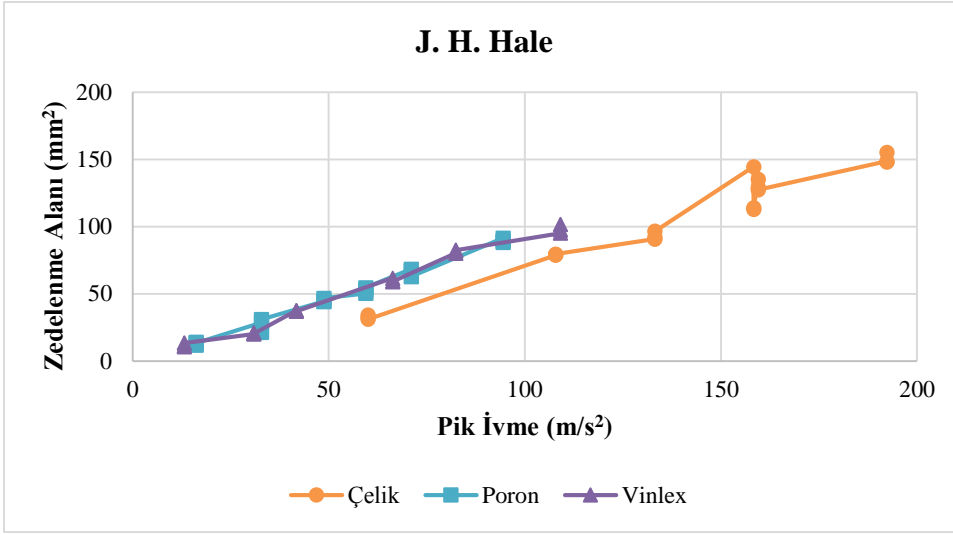
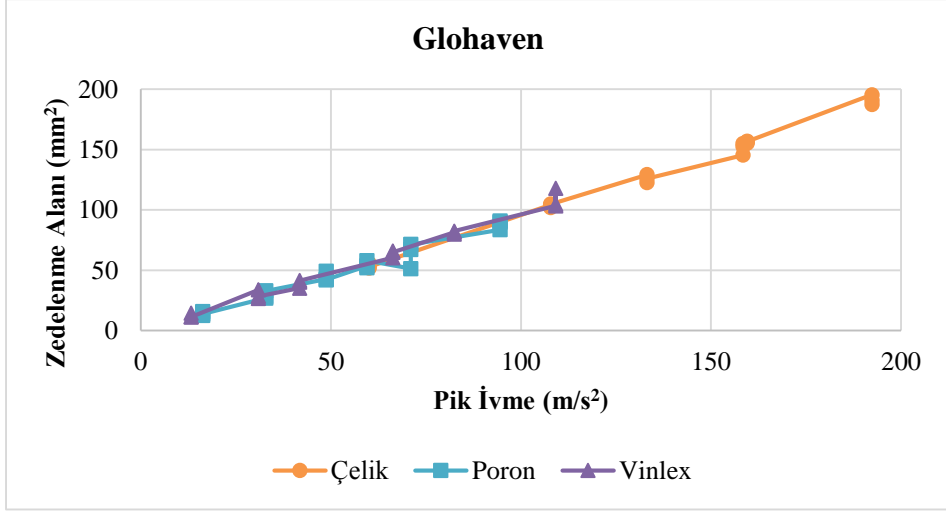
Çarpma Yüzeyi	Şeftali çeşitleri		
	Glohaven	J.H. Hale	Loring
Çelik	$A_z=1.028A-8.713$	$A_z=0.912A-21.685$	$A_z=0.9924A-7.662$
$R^2$	0.99	0.96	0.96
Poron	$A_z=0.936A-1.341$	$A_z=0.984A-4.067$	$A_z=0.9544A-6.158$
$R^2$	0.96	0.95	0.96
Winlex	$A_z=1.005A-1.812$	$A_z=0.961A-3.494$	$A_z=0.870A+1.120$
$R^2$	0.98	0.99	0.99

$A_z$ : Zedelenme alanı (mm<sup>2</sup>)  
A: Pik ivme (G)  
 $R^2$ : Belirtme katsayısı

Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinde, üç farklı çarpma yüzeyinde meydana gelen zedelenme alanı ve pik ivme arasındaki ilişkiler çarpma bölgeleri omuz ve sütür kısımlarına göre Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 de gösterilmiştir. Elde edilen grafikler genel olarak incelendiğinde, tüm yüzeylerde pik ivme artıkça zedelenme alanının arttığı, çelik yüzeyde zedelenme alanlarının daha büyük olarak ortaya çıktığı, diğer iki sönümleyici yüzeyde ise zedelenme alanı değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Yine grafikler incelendiğinde, bütün çarpma bölgeleri ve çeşitler için benzer bir eğilimin ortaya çıktığı görülmektedir.



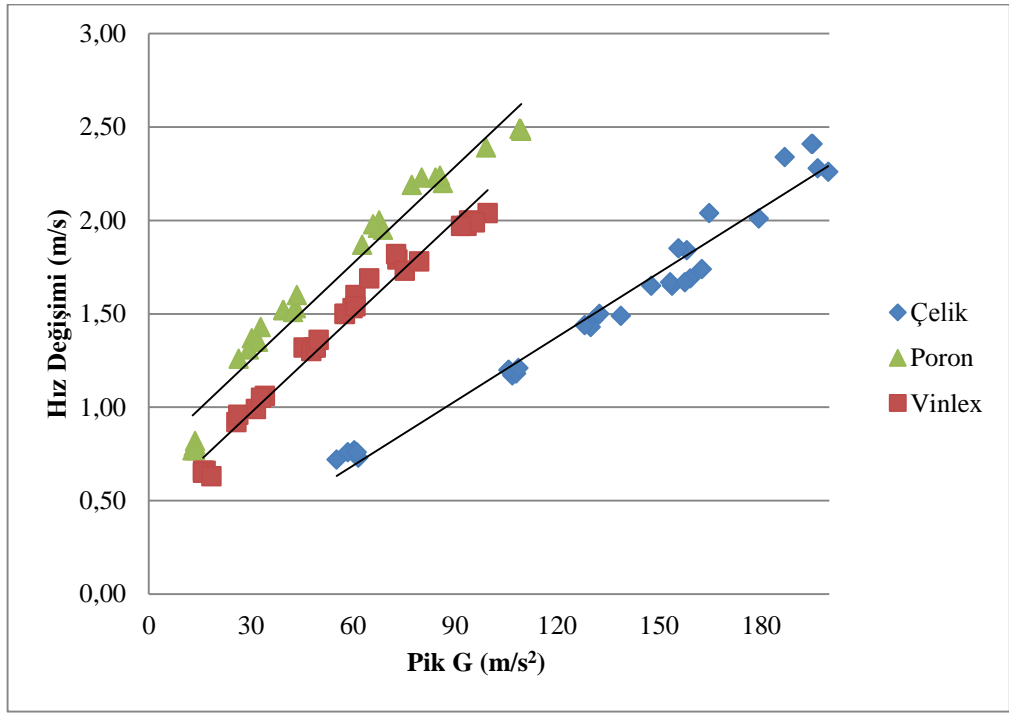
**Şekil 4.3.** Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinin çarpma yüzeyleri üzerine IS<sup>3</sup>'nin düşürülmesiyle kaydedilen pik ivme ve omuz çarpma bölgeleri zedelenme alanları arasındaki ilişki



**Şekil 4.4.** Glohaven, J. H. Hale ve Loring çeşitlerinin çarpma yüzeyleri üzerine IS'nin düşürülmesiyle kaydedilen pik ivme ve sütur çarpma bölgeleri zedelenme alanı arasındaki ilişki

### 4.3 Yüzey Tepki Hatlarının Belirlenmesi

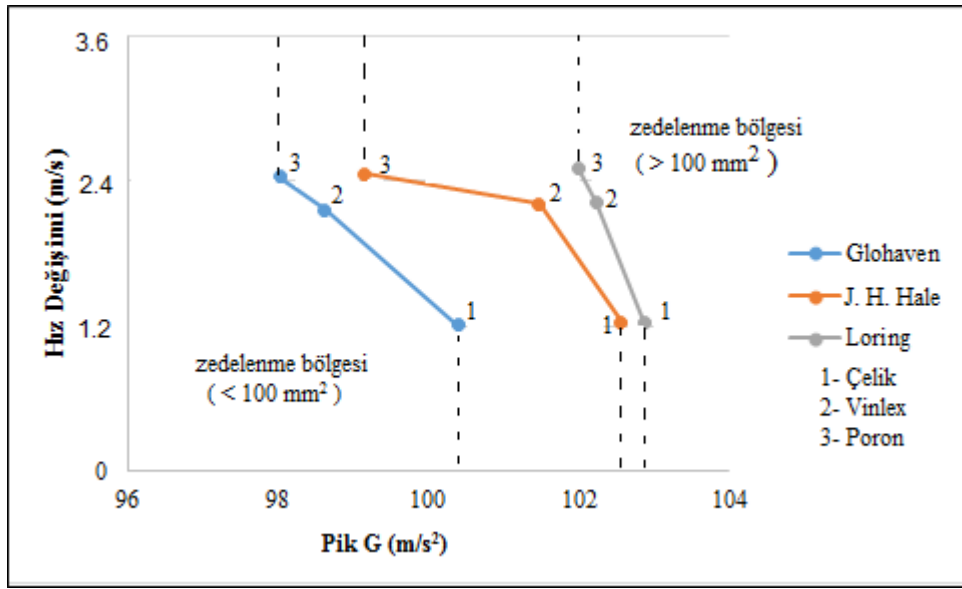
Yüzey tepki hatları, her bir düşme yüksekliği ve çarpma yüzeyi için elde edilen pik ivme ve hız değişimi noktaları kullanılarak oluşturulmuştur. IS'in her bir yüzeye farklı yüksekliklerden düşürülmesiyle elde edilen pik ivme değeri-hız değişimi değerlerine ait grafikler Şekil 4.5'de verilmektedir. Grafik üzerinde sağ alt bölgeye yakın noktalar, oluşan çarpmanın zedelenmeye neden olma olasılığı daha yüksek olan noktalar olup sol üst köşede yer alanların ise tam tersi bir etki göstermesi beklenmektedir. Yüzey tepki hatları incelendiğinde poron ve winlex yüzeylere ait tepki hatlarının birbirine paralel, sol üst bölümde ve birbirlerine yakın bölgede yer aldığı görülmektedir. Çelik yüzey tepki hattı grafiğin sağ ve alt kısmında yer aldığı görülmektedir.



Şekil 4.5. Denemelerde kullanılan üç farklı çarpma yüzeyi için elde edilen yüzey tepki hatları

#### 4.4 Zedelenme Eşik Değeri Analizi

Her bir çeşit için ayrı ayrı oluşturulan zedelenme eşik değerlerine ait eğriler Şekil 4.6 'de verilmektedir. Grafik üzerindeki her bir nokta sırasıyla poron, vinlex ve çelik yüzey değerlerini ifade etmektedir. Pik ivme değeri-hız değişimi grafiğinde, zedelenme eşik değeri hatlarının üzerindeki bölgelerde  $100 \text{ mm}^2$ 'den büyük, eşik değeri hattının altında kalan bölgelerde ise  $100 \text{ mm}^2$ 'den küçük zedelenme alanları ortaya çıkmaktadır.



**Şekil 4.6.** Denemelerde kullanılan şeftali çeşitleri için zedelenme eşik değerleri (Zedelenme alanı  $100 \text{ mm}^2$ 'ye dayandırılarak elde edilen)

Şekil 4.6 incelendiğinde çeşitler için elde edilen zedelenme sınırlarında belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır. Loring şeftali çeşidi için potansiyel zedelenme sınırı, test edilen bütün yüzeylerde, diğer çeşitlere göre daha yüksek ivme değerine karşılık gelmiştir. Bunun anlamı, Loring çeşidi üzerinde  $100 \text{ mm}^2$  'lik zedelenme alanı üretmek için gerekli olan ivme değerinin daha büyük olması gerektiğidir. Bu durum Loring çeşidinin test edilen diğer çeşitlere göre zedelenmeye daha dayanıklı olduğunu göstermektedir. Yapılan testlerde zedelenmeye en hassas çeşidin Glohaven olduğu görülmektedir.

Zedelenme eşik değeri hatlarının bu yöntemle elde edilmesinin gerçekçi bir yönünün olmasının yanı sıra, çeşitlerin duyarlılık açısından sıralamasını ve eşik değeri hatlarının kesinliğini etkileyen bazı faktörler vardır. Bunlar, denemelerde taze ürün

kullanılması gerektiği için sınırlı sayıda numune ile çalışmak zorunda kalınması, olgunluk durumu farklılıkları ve uygulamada depolama sürelerinin etkisi olarak sayılabilir. Bu nedenle elde edilen bu sınır değerler, tüm olgunluk ve depolama koşulları altında, özellikle çeşitler için kesin olarak kabul edilmemelidir. Bu eşik değerlerin etrafında kalan değerlerde de meyvede istenmeyen oranda zedelenme meydana gelmeyebilir. Bu nedenle elde edilen zedelenme eşik değeri sınır değerlerinin “potansiyel” olarak adlandırılması daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Dolayısıyla paketleme evlerinde yapılacak değerlendirmelerde bu potansiyel sınır değerlerin göz önüne alınması gerekmektedir. Bulunan bu potansiyel sınır değerlerin, tesislerde oluşabilecek zedelenmeyi önlemek için uygulamada pratik bir yaklaşım olduğu söylenebilir.

Zedelenme eşik değerinin belirlenmesine yönelik olarak elma (Schulte ve diğ., 1990; Schulte ve diğ., 1992; Bollen ve Dela Rue, 1990; Zapp ve diğ., 1990), soğan (Timm ve diğ., 1991), patates (Mathew ve Hyde, 1997) ve şeftali için (Lin ve Brusewitz, 1994; Pang ve diğ., 1992; Pang ve diğ., 1994) yapılmış çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Zedelenme eşik değeri çalışmalarında genel olarak elektronik meyvenin (IS) kullandığı görülmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, Pang ve diğ. (1994) yılında yaptıkları çalışma hariç diğer araştırmacıların zedelenme eşik değerlerini belirlerken zedelenme olasılığı yaklaşımını kullanarak eşik değer eğrilerini elde ettikleri görülmektedir. Genel olarak bu çalışmalarda % 0-10, 50 ve 100 vb olasılıkla zedelenme oluşumu sağlayacak eşik değer eğrileri hazırlanmıştır. Eğrileri elde ederken her bir düşme sonucu oluşan zedelenme olasılığını pik ivme değerleri-hız değişimi grafiklerine işleyerek zedelenme eşik değer hatlarını oluşturmuşlardır. Her bir eşik eğrisi farklı yüzeylerde ölçümlerden elde edilen değerlerin birleştirilmesi sonucu elde edilmiştir (Pang ve diğ. 1992). Bu eşiklerle birlikte farklı özelliklere sahip olan yüzeylerin meyvelerde çok farklı zedelenme seviyeleri üretilebilecekleri ortaya konulmaktadır. Pang ve diğ. (1994) ise, elma çeşitleri için zedelenme eşik değerlerini belirlemede farklı bir yaklaşım geliştirmişlerdi. Bu yaklaşımda, ortalama 100 mm<sup>2</sup> zedelenme alanına karşılık gelen pik ivme ve hız değişimi verilerini kullanarak potansiyel zedelenme eşik eğrilerini elde etmişlerdir. Zedelenme sınırlarını öngörmede bu yöntemin, zedelenme olasılığı üzerinden yapılan değerlendirmeye göre daha güvenilir olacağını bildirmişlerdir. Bu nedenle, benzer şekilde yürüttüğümüz bu

Çalışmanın tesislerin değerlendirilmesinde daha doğru bir yaklaşım ortaya koyabileceği söylenbilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

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 meyve sınıflandırma tesislerini değerlendirmek için gerekli olan zedelenme eşik değerlerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yürütülmüştür. Bu amaçla Samsun yöresi Çarşamba ilçesinde bulunan meyve bahçelerinden toplanan Glohaven, J. H. Hale ve Loring şeftali çeşitleriyle denemeler yapılmıştır. Eşik değerin belirlenmesine yönelik; şeftalide meydana gelen zedelenme alanları ve düşme yükseklikleri, IS ile kaydedilen pik ivme ve hız değişimi değerleri kullanılmıştır. Denemelerden elde edilen sonuçlara ait özet değerlendirmeler ve öneriler aşağıda verilmektedir:

1. Zedelenme alanları üzerinde şeftali çeşitlerinin etkisi istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Zedelenme alanları açısından çeşitler arasında yapılan çoklu karşılaştırma testlerine göre, Glohaven ve Loring şeftali çeşitleri aynı grupta yer alırken, J. H. Hale çeşidi en düşük değeri almıştır.
2. Oluşan zedelenme alanları üzerinde çarpma yüzeylerinin etkisi incelendiğinde, yüzeyin istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  önem seviyesinde etkili olduğu bulunmuştur. Denemeye alınan çarpma yüzeylerinden çelik yüzeyle yapılan testler sonucu en büyük zedelenme alanları ortaya çıkarken poron ve vinlex yüzeylerle yapılan çarpma testleri sonucu oluşan zedelenme alanları daha düşük ve birbirlerine yakın değerlerde bulunmuştur. Ortalama zedelenme alanı verilerine bakarak, en iyi sönümleme etkisine sahip yüzeyin poron yüzeyde olduğu söylenebilir.
3. Zedelenme alanları üzerinde düşme yüksekliğinin etkilerine bakıldığında, düşme yüksekliklerinin istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  önem seviyesinde etkili olduğu görülmektedir. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, denemelerde seçilen 10, 30, 50, 70, 90 ve 120 mm düşme yüksekliklerinin her birinin zedelenme alanı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Genel olarak belirlenen

düşme yüksekliklerinde, düşme yüksekliği arttıkça zedelenme alanının arttığı görülmüştür.

4. Çarpma bölgeleri olarak ele alınan sütur ve omuz bölgeleri, zedelenme alanları üzerinde istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  önem seviyesinde etkili olmuştur. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, şeftalide genel olarak omuz kısmında oluşan zedelenmenin sütur kısmına göre daha fazla olduğu söylenebilir.
5. 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.
6. Çeşit, çarpma yüzeyi ve çarpma bölgelerine göre değişen zedelenme alanı ile pik ivme değerleri arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile ortaya konulmuş ve belirtme katsayılarının 0.92 - 0.99 arasında değiştiği görülmüştür.
7. Yüzey tepki hatlarının belirlenmesi için; her bir düşme yüksekliği ve çarpma yüzeyi için elde edilen pik ivme ve hız değişimi noktaları içeren eğriler oluşturulmuştur. Elde edilen bu grafikler yardımıyla çarpma yüzeylerinin zedelenme oluşturma dereceleri yorumlanabilmektedir. Oluşturulan grafik üzerindeki eğrilerden denemelerde kullanılan yüzeyler açısından poron yüzeyin en iyi sönümleme etkisine sahip olan yüzey olduğu belirlenebilmektedir.
8. Şeftali çeşitleri için  $100 \text{ mm}^2$  zedelenme alanına karşılık gelen ivme ve hız değişim değerleri kullanarak zedelenme eşik değer sınır eğrileri oluşturulmuştur. Elde edilen verilere göre, Loring çeşidi zedelenmeye en dayanıklı, Glohaven çeşidi ise en dayanıksız çeşit olarak belirlenmiştir. Paketleme evlerinin değerlendirilmesinde elde edilen eşik değer sınırlarının potansiyel değerler olduğu göz önüne alınmalıdır.
9. 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. Paketleme evlerinde oluşan çarpmalar açısından zedelenmenin önlenmesi, uygun sönümleyici yüzeylerin kullanılmasına bağlıdır. Bu kapsamda sönümleyici materyal etkinliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılması önerilmektedir.

10. Paketleme evlerinde ürünlerin taşınması, iletilmesi ve sınıflandırılması gibi aşamalarda maruz kalınan düşme yüksekliklerinin gözden geçirilerek, gerekli düzenlemelerin yapılması zedelenmelerin önlenmesi açısından önemli olup bu konuda araştırmaların yapılması gerekmektedir.
11. Ülkemizde var olan paketleme evlerinin zedelenme kayıpları açısından değerlendirilmesi neredeyse hiç yapılmamıştır. Tesislerin zedelenme kayıpları açısından değerlendirilmesi için, ürünlerin zedelenme duyarlılıklarının belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu amaçla, zedelenme eşik değeri belirlenerek değerlendirme yapılması yaklaşımı gerçekçi ve uygulanabilir bir metot olarak önerilmektedir.



## KAYNAKLAR

- Aydın C., 1989. Amasya elma çeşidinin tarım tekniği yönünden önemli fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 10407.
- Bollen A. F., Dela Rue B. T., 1990. Impact analysis using video with an instrumented sphere, *ASAE Paper*, 90:6078, 9p.
- Bollen A. F., Cox N. R., 1991. A technique for predicting the probability of bruising for use with an instrumented sphere, *ASAE Meeting*, 916595, 11p.
- Brown G. K., Schulte-Pason N. L., Timm E. J., 1990. Impact classification using the instrumented sphere, *ASAE Paper*, 90:6001, 9p.
- Brown G. K., 1991. Bruising research with the instrumented sphere. New England fruit meetings... Proceedings of the... Annual meeting - Massachusetts fruit growers'association, *National Agricultural Library*, 119-126.
- Brusewitz G. H., Mccollum T. G., Zhang X., 1991. Impact bruise resistance of peaches, *Transactions of the ASAE*, 34(3):962-965.
- Chen P., Yazdani R., 1991. Prediction of apple bruising due to impact on different surfaces, *Transactions of the ASAE*, 34(3):956-961.
- 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, *California Cling Peach Board Report 2000*, 38p.
- Demirsoy H., 1993. Çarşamba ovasının şeftali potansiyeli ve şeftali çeşitlerinin pomolojik özelliklerinin saptanması üzerinde bir araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 84399.
- 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):171-176.

- Holt J. E., Schoorl D., 1977. Bruising and energy dissipation in apples, *Journal of Textures Studies*, 7:421-432.
- 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):269-277.
- Hung Y. C., Prussia S. E., 1989. Effect of maturity and storage time on the bruise susceptibility of peaches (CV. Red Globe ), *Transactions of the ASAE*, 32(4): 1368-1373.
- Kabaş Ö., 2002. Antalya ilinde bulunan bazı meyve sebze paketlenme ve sınıflandırma tesislerinin yapısal ve karakteristik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 133015.
- Kara M., 2012. *Biyolojik Ürünlerin Fiziksel Özellikleri*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:242, Erzurum.
- Karaçalı İ., 1993. *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:494, Bornova- İzmir.
- Klein J. D., 1987. Relationship of harvest date, storage conditions, and fruit characteristics to bruise susceptibility of apple, *The American Society for Horticultural Science*, 112(1):113- 118.
- Lin X., Brusewitz G. H., 1994. Peach bruise thresholds using the instrumented sphere, *Applied Engineering in Agriculture*, 10(4): 509-513.
- Lu L. -X., Wang Z. -W., 2007. Dropping bruise fragility and bruise boundary of apple fruit, *Transactions of the ASABE*, 50(4):1323-1329.
- 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.
- Mathew R., Hyde G. M., 1997. Potato impact damage thresholds, *Transactions of the ASAE*, 40(3):705-709.
- Metheney P. D., Crisosto C. H., Garner D., 2002. Developing canning peach critical bruising thresholds, *Journal American Pomological Society*, 56(2):75-78.
- Miller W. M., Wagner C., 1990. Florida citrus packingline studies with an instrumented sphere, *ASAE Paper*, 90-6006, 10p.
- Miller W. M., Wagner C. J., 1992. Impact studies in Florida citrus packinghouses using and instrumented sphere, *Florida State Horticultural Society*, 104:125-127.
- Miller W. M., Burns J. K., Whitney J. D., 1995. Effects of harvesting practices on damage to Florida grapefruit and oranges, *Applied Engineering in Agriculture*, 11(2):265-269.
- Mohsenin N. N., 1980. Physical properties of plant and animal materials (Third Printing), *Gordon and Breach Publ*, New York.
- Niyaz Ö., 2011. Türkiye yaş meyve üretim ve ihracatının son on yıllık döneminde değerlendirilmesi, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 17(1):37-45.

- Öğüt H., Aydın C., 1992. Konya ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin poisson oranı ve elastikiyet modüllerinin belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(3):39-53.
- Özcan M., Namdar S., 2005. Samsun İlinde meyve-sebzelerin toptan ve perakende satışlarında meydana gelen ürün kayıpları, *III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, Antakya / HATAY, 6-9 Eylül.
- Özdemir A. E., Kaplankıran M., 2001. Hatay ilinde paketlenme 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, *Transactions of the ASAE*, 37(3):893-897.
- Sarig Y., Schawrtz Y., Yaffe D., 1992. Experiments with an instrumented sphere (IS) for the assessment of the mechanical damage incurred in an apple packing line, *ASAE Meeting*, 921079, 19p.
- Sargent S. A., Brecht J. K., Zoellner J. J., 1990. Analysis of tomato and bell pepper packing lines using the instrumented sphere, *ASAE Paper*, 90-6024, 22p.
- Sargent S. A., Morgado P., Brecht J. K., 1991. Estimating mechanical injury for bell pepper handling operations using the instrumented sphere, *The American Society for Horticultural Science*, 26(6):698.
- 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.
- Schoorl D., Holt J. E., 1980. Bruise resistance measurement in apples, *Journal of 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.
- Schulte N. L., Timm E. J., Brown G. K., 1990. Apple, peach and pear impact damage thresholds, *ASAE Meeting*, 906002, 13p.
- Schulte N. L., Timm E. J., Brown K. G., 1992. Apple impact damage threshold,, *Applied Engineering in Agriculture*, (8)1:55-60.
- Schulte N. L., Timm E. J., Brown G. K., 1994. 'Redhaven' peach impact damage thresholds, *The American Society for Horticultural Science*, 29(9):1052-1055.
- Sitkei G., 1986. *Mechanics of Agricultural Materials*, Akademiai Kiado, Budapest-Hungary.
- Siyami S., Brown G. K., Burgess G. J., Gerrish J. B., Tennes B. R., Burton C. L., Zapp R. H., 1988. Apple impact bruise prediction models, *Transactions of the ASAE*, 31(4):1038-1046.
- Sober S. S., Zapp H. R., Brown G. K., 1990. Simulated packing line impacts for apple bruise prediction, *Transactions of the ASAE*, 33(2):629-639.
- Söyler O., 2009. Hatay bölgesindeki turunçgil paketlenme tesislerinin teknik özelliklerinin tespiti, karşılaşılan sorunlar ve çözüm yollarının belirlenmesi üzerine

- bir araştırma, Çukurova Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 144218.
- Timm E. J., Brown G. K., Brook R. C., Schulte N. L., Burton C. L., 1991. Impact bruise estimate for onion packing lines, *Applied Engineering in Agriculture*, 7(5):571-576.
- Timm E. J., Brown G. K., 1991. Impacts recorded on avocado, papaya, and pineapple packing lines, *Applied Engineering in Agriculture*. 7(4):418-422.
- URL-1:[http://www.tzob.org.tr/Portals/0/Dokumanlar/FaaliyetRaporlari/docs/Yas\\_Sebze\\_Meyve\\_Raporu.pdf](http://www.tzob.org.tr/Portals/0/Dokumanlar/FaaliyetRaporlari/docs/Yas_Sebze_Meyve_Raporu.pdf) ( Ziyaret Tarihi: 04.11.2014/ 20.06).
- URL-2: [http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/master\\_plan.pdf](http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/master_plan.pdf) (Ziyaret Tarihi: 02.11.2014 /21:00)
- URL-3: <http://www.karamanziraatodasi.org.tr> (Ziyaret Tarihi: 02.11.2014 /19.13).
- URL-4:[http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.d\\_o?id=1\\_365\\_6](http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.d_o?id=1_365_6) (Ziyaret Tarihi:04.11.2014/ 20.06)
- URL-5:[http://www.tarimkutuphanesi.com/SEFTALİYETİSTİRİCİLİĞİ\\_00004.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/SEFTALİYETİSTİRİCİLİĞİ_00004.html) (Ziyaret Tarihi: 04.11.2014/ 20.06).
- URL-6:[http://rapory.tuik.gov.tr/16-12-2014-13:58:54\\_1097224083\\_1711624897\\_1587772\\_886.html](http://rapory.tuik.gov.tr/16-12-2014-13:58:54_1097224083_1711624897_1587772_886.html) (Ziyaret Tarihi : 05.12.2012/ 13.00).
- URL-7: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> ( Ziyaret Tarihi: 04.11.2014/ 20.06).
- URL-8:[http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?bitkisel\\_uretimdb2=&report=BAR\\_POR85.RDF&pyil=2013&p\\_kod=3&p\\_duz1=0&p\\_mad1=113230602&p\\_dil=1&p\\_bolum=113&desformat=html&ENVID=bitkisel\\_uretimdb2Env](http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?bitkisel_uretimdb2=&report=BAR_POR85.RDF&pyil=2013&p_kod=3&p_duz1=0&p_mad1=113230602&p_dil=1&p_bolum=113&desformat=html&ENVID=bitkisel_uretimdb2Env) (Ziyaret Tarihi: 04.11.2014/ 21.06).
- URL-9:<http://www.akib.org.tr/files/downloads/ArastirmaRaporlari/YSM/Ocak-Ekim-2014.pdf> (Ziyaret Tarihi: 04.11.2014/ 20.06).
- URL-10: <http://mskfuarcilik.com.tr/v2/frutech/> (Ziyaret Tarihi: 03.11.2014 / 20.19).
- URL-11:[http://www.tarimkutuphanesi.com/SEFTALI\\_YETİSTİRİCİLİĞİ\\_00004.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/SEFTALI_YETİSTİRİCİLİĞİ_00004.html) (Ziyaret Tarihi: 03.11.2014 / 20.19).
- URL-12: <http://www.meyed.org.tr/tarim/index.php?p=2> (Ziyaret Tarihi: 03.11.2014 / 20.19).
- Vergano P. J., Testin R. F., Newall J. R., 1991. Peach bruising: susceptibility to impact, vibration and compression abus, *Transactions of the ASAE*, 34(5):2110-2116.
- Vursavuş K., Özgüven F., 1999. Determination of the some mechanical properties and susceptibility to bruising damage of apples, *7th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy*, 26-27 Mayıs, Adana.
- Vursavuş K., Özgüven F., 2000. Çarpma durumunda elmanın fiziko-geometrik özelliklerinin mekanik zedelenme üzerindeki etkisinin araştırılması. *Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 1-2 Haziran, Erzurum.
- 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.

- Vursavuş, 2004. Elma taşımacılığı sırasında oluşan mekanik zedelenme üzerine etkili bazı faktörlerin belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 151743.
- Vursavuş K., Özgüven F., 2003. Determining the strength properties of the dixired peach variety, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27:155-160.
- Yurdakul O., 2002. *Tarım Ürünleri Pazarlaması*, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları No-39, Adana.
- Yurtlu Y. B., Erdoğan D., 1994. Hasat ve sonrasında meyvelerin mekanik zedelenmeleri, *Tarım Makinaları Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 3(1):54-60.
- Yurtlu Y. B., 2003. Meyve ve sebzelerde bazı mekanik özelliklerin ve zedelenmeye karşı duyarlılığın belirlenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 131403.
- Zapp H. R., Ehlert S. H., Brown G. K., Armstrong P. R., Sober S. S., 1990. Advanced instrumented sphere (IS) for impact measurements, *Transaction of the ASAE*, 33(3):0955-0960.



## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Büşra USTA

**Doğum Yeri ve Tarihi:** KDZ. Ereğli, 25/11/1988

**E-Posta:** usta5355@hotmail.com

**Lisans:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 2012.

**Yayın Listesi:** YURTLU Y. B., VURSAVUŞ K. K., YEŞİLOĞLU E., ÖZTÜRK B., USTA B., 2012. Hayward Kivi Meyvesinin Statik Yük Altındaki Zedelenme Hassasiyetinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, s.418-431.