

**TARIM ÜRÜNLERİNDE MEKANİK HASAR
UYGULAMALARININ ÜRÜNLERİN SOLUNUM
VE KURU MADDE DÜZEYLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Samet ÖZTÜRK

**Yüksek Lisans Tezi
Tarım Makinaları Anabilim Dalı
Danışman: Doç.Dr. Türkan AKTAŞ**

2010

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM ÜRÜNLERİNDE MEKANİK HASAR UYGULAMALARININ
ÜRÜNLERİN SOLUNUM VE KURU MADDE DÜZEYLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Samet ÖZTÜRK

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ.DR. TÜRKAN AKTAŞ

TEKİRDAĞ-2010

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Türkan AKTAŞ danışmanlığında, Samet ÖZTÜRK tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı
kararıyla onaylanmıştır.

.....

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TARIM ÜRÜNLERİNDE MEKANİK HASAR UYGULAMALARININ ÜRÜNLERİN SOLUNUM VE KURU MADDE DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Samet ÖZTÜRK

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Türkan AKTAŞ

Bu çalışmada seçilen tarımsal ürünlerin hasattan sonraki depolama ve raf ömrüne önemli etkisi olan CO₂ üretim miktarları ve bu değere bağlı olarak solunum oranları ile kuru madde kaybı değerlerinin değişimi, ortam sıcaklığına ve ürünlerdeki zedelenme miktarlarına bağlı olarak saptanmıştır. Araştırmada bitkisel materyal olarak hasat sonrasında solunum hızında yükselme olan (klimakterik) ürünlerden olan domates ve armut meyveleri kullanılmıştır. Denemeler 2 farklı ortam sıcaklığı (2±2, 22±2) ve 5 farklı zedelenme düzeyi (sağlam, 1 cm² alanında kabuğu soyulmuş, 10, 20, 30 cm yükseklikten çarptırılmış örnekler) koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın temel amaçları; statik bir ölçme yöntemi kullanılarak ürünlerde hasat sonrası mekanizasyon işlemlerinde oluşabilecek mekanik hasar düzeylerinin ve ortam sıcaklığının domates ve armutta CO₂ üretim miktarına etkilerini belirlemek, bu sonuçlardan yararlanılarak ürünlerde solunum oranını ve oluşan kuru madde kayıplarını belirlemek ve böylece ürünlerin raf ömrünü tahmin edebilmek amacıyla gerekli olan verileri saptamaktır. Ayrıca denemeler sonucunda üründe oluşan toplam ağırlık kayıpları ve meyve eti sertliğinde oluşan değişimler de saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre çarptırma yüksekliği arttıkça zedelenme hacimleri artmıştır. Hem oda sıcaklığı koşulundaki hem de soğuk hava koşullarındaki hasarsız olan domates ve armut örneklerinin CO₂ üretim miktarlarının, solunum oranlarının ve kuru madde kaybının, diğer örneklerinkine kıyasla oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Ortam sıcaklığının yükselmesi ile bu değerlerde de oldukça büyük bir artış olmuştur. Kabuğu soyulmuş olan örneklerin hem oda koşullarında hem de soğuk ortam koşullarında solunum oranlarının ve kuru madde kayıplarının diğer örneklerinkine kıyasla çok daha yüksek olduğu, bunu sırasıyla 30 cm yükseklikten çarptırılan, 20 cm yükseklikten çarptırılan ve 10 cm yükseklikten çarptırılan örneklerin takip ettiği saptanmıştır. Hem ortam sıcaklığının hem de zedelenme düzeylerinin solunum oranı üzerine etkilerinin 0,01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Mekanik hasar uygulanan ve kabuğu soyulan ürünlerde meyve eti sertliğinin önemli oranda düştüğü saptanmıştır. Bu tez kapsamında hesaplanmış olan kuru madde kaybı verilerinin (g/kg h) kullanılmasıyla ürünlerde depolama sırasında üründe oluşacak olan kuru madde kaybı ve ortalama raf ömrünün tahmin edilebileceği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler : Mekanik zedelenme, Domates, Armut, Solunum oranı, CO₂ üretimi, Kuru madde kaybı.

2010, 54 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF EFFECTS OF MECHANICS DAMAGES ON RESPIRATION RATE AND DRY MATTER LEVELS OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Samet ÖZTÜRK

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Agricultural Machinery

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Türkan AKTAŞ

In this research, changing of CO₂ production amount of selected agricultural products that has very important effect on storage and shelf life; and respiration rate and dry matter loss values that were calculated by using CO₂ production amount were determined taking into account temperature and mechanical damage of those agricultural products. As a plant material tomato and pear fruits that have high respiration rate after harvesting namely climateric fruits were selected. Experiments were performed in conditions that 2 different temperature (2±2, 22±2) and 5 different damage levels (not damaged, peeled of skin into 1 cm² area, impacted from 10, 20 and 30 cm drop heights). Basic aims of this research are determination of effects of medium temperature and mechanical damage that can be occurred due to postharvest mechanisation processes of CO₂ production amount of tomato and pear by using static measurement method and calculation of respiration rate and dry matter loss by using CO₂ production results and finally determination of necessary data to guess shelf life of these products. In addition to these total weight losses and changes in hardness of fruits were also determined. According to results increasing of impact height increased bruising volume values. Either in room condition or in cool air condition CO₂ production amount, respiration rate and dry matter loss values of undamaged tomato and pear samples were found rather lower compared to peeled and damaged samples. Increasing of medium temperature highly increased these values. Either in room condition or in cool air condition respiration rate and dry matter loss of peeled samples were found rather higher compared to others. Samples impacted from 30 cm, 20 cm and 10 cm were followed this samples, respectively. It was determined that effects of either medium temperature or bruising levels on respiration rate were found significant at 0,01 importance level. It was determined that fruit hardness of peeled and impacted from different heights rather decreased after experiments. It was determined that using of calculated dry matter loss data (g/kg h) in this research, dry matter loss values throughout the storage of these products and average shelf life can be guess.

Keywords : Mechanical damage, Tomato, Pear, Respiration Rate, CO₂ production, Dry matter loss.

2010, 54 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel	1
1.2. Biyolojik Materyallerin Yapısı	2
1.3. Hasat Sonrası Mekanik Hasar	4
1.4. Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Solunum	7
1.5. Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Muhafaza Yöntemleri	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
2.1. Tarımsal Ürünlerde Mekanik Zararlara Yönelik Kaynak Özetleri	12
2.2. Tarımsal Ürünlerde Solunum Oranlarına ve Kuru Madde Düzeylerine Yönelik Kaynak Özetleri	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Test Edilen Materyaller (Armut ve Domates)	21
3.1.2. Ölçüm Sistemleri ve Araçları	21
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Sıcaklık, CO ₂ , Nem ve Ağırlık Değerlerinin Saptanması	24
3.2.2. Meyve Sertliklerinin Hesaplanması	27
3.2.3. Mekanik Etkiyle Oluşan Hasar Hacmi Ölçümleri	27
3.2.4. Solunum Oranlarının Saptanması	28
3.2.5. Kuru Madde Kaybının Saptanması	29
3.2.6. İstatistik Analizlerin Gerçekleştirilmesi	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	31
4.1. Örneklerde Zedelenme Hacimlerine İlişkin Sonuçlar	31
4.2. Mekanik Hasar Uygulamalarının Ürünlerde CO ₂ Üretim Miktarı Üzerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar	32
4.3. Mekanik Hasar Uygulamalarının Ürünlerin Solunum Oranı Üzerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar	36

4.4. Mekanik Hasar Uygulamalarının Ürünlerin Kuru Madde Kaybı Üzerindeki Etkilerine İlişkin Sonuçlar	37
4.5. Örneklerde Solunum Denemeleri Sonrasında Oluşan Ağırlık Kaybı ve Meyve Eti Sertliğindeki Değişimlere İlişkin Sonuçlar	39
4.6. Örneklerin CO ₂ Üretim Miktarının Saptanması Sırasında Ortamın Sıcaklık ve Nem Değişimlerine İlişkin Sonuçlar	40
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	44
6. KAYNAKLAR	47
7. TEŞEKKÜR	53
8. ÖZGEÇMİŞ	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa no
Şekil 1.1. Bir elma örneğinde kuvvet-deformasyon eğrisi	3
Şekil 1.2. Bir elma örneğinde hücre bozulmaları	4
Şekil 2.1. Solunum sırasındaki gaz üretim miktarının ölçülmesinde kullanılan sistemlerin şematik şekli	20
Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan çarpıtma düzeneği	22
Şekil 3.2. Oda sıcaklığında ölçüm verilerinin alınması	23
Şekil 3.3. $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşulunda verilerinin alınması	24
Şekil 3.4. Pico TC-08 sıcaklık ölçüm cihazı ve verilerin aktarılması	25
Şekil 3.5. Testo 650 data logger ve CO_2 ölçüm probu	25
Şekil 3.6. Testo Comfort Software CO_2 ölçüm yazılımı	26
Şekil 3.7. Meyve penetrometresi ile meyve sertliklerinin ölçümü	27
Şekil 3.8. Mekanik hasar sonrası materyalde ölçüm için gerekli hesaplama unsurları	28
Şekil 4.1. Oda sıcaklığı koşulunda ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin domatesin CO_2 üretim miktarına etkisi	33
Şekil 4.2. Soğuk hava koşulunda ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin domatesin CO_2 üretim miktarına etkisi	33
Şekil 4.3. Oda sıcaklığı koşulunda ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin armut örneklerinin CO_2 üretim miktarına etkisi	34
Şekil 4.4. Soğuk hava koşulunda ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin armut örneklerinin CO_2 üretim miktarına etkisi	35
Şekil 4.5. Domates örneklerinde solunum oranının ortam sıcaklığı ve mekanik hasar düzeyine bağlı olarak değişimi	37
Şekil 4.6. Armut örneklerinde solunum oranının ortam sıcaklığı ve mekanik hasar düzeyine bağlı olarak değişimi	37
Şekil 4.7. Oda sıcaklığı koşulunda ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) ve soğuk ortam koşulunda ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin domates örneklerinin kuru madde kaybına etkisi	38
Şekil 4.8. Oda sıcaklığı koşulunda ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) ve soğuk ortam koşulunda ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin armut örneklerinin kuru madde kaybına etkisi	38
Şekil 4.9. Oda sıcaklığında yapılan armut örnekleri ile yapılan denemelerde zedelenme düzeylerine bağlı olarak ürün sıcaklığının değişimi	41
Şekil 4.10. Oda sıcaklığında domates örnekleri ile yapılan denemelerde	

zedelenme düzeylerine bağlı olarak ürün sıcaklığının değişimi	42
şekil 4.11. Soğuk hava koşulunda armut örnekleri ile yapılan denemelerde	
zedelenme düzeylerine bağlı olarak ürün sıcaklığının değişimi	42
şekil 4.12. Soğuk hava koşulunda domates örnekleri ile yapılan denemelerde	
zedelenme düzeylerine bağlı olarak ürün sıcaklığının değişimi	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Meyve ve sebzelerde hasat ve hasat sonrasında meydana gelen kayıplar	8
Çizelge 4.1. Farklı Ortam Sıcaklıklarında Yapılan Denemeler İçin Hazırlanmış Olan Örneklerin Zedelenme Hacimleri	31
Çizelge 4.2. Farklı Ortam Sıcaklıklarında Yapılmış Olan Denemeler Sonrasında Örneklerde Oluşan Ağırlık Kaybı ve Meyve Sertliği Değişimi	40

1. GİRİŞ

1.1. Genel

Dünya nüfusundaki hızlı artış, beslenme ve gıda yetersizliği sorunlarını beraberinde getirmektedir. Bu sorunların çözümü için üretim artışı, kalitenin artırılması, çevre ve tüketici sağlığına uygun ürün üretimi ile birlikte, üretim ve tüketim aşamalarında ürün ve kalite kayıplarının en aza indirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Giderek artmakta olan dünya nüfusunun gereksinimlerini karşılayabilmek için yeterli ve kaliteli tarımsal üretimin yapılması bir zorunluluk haline almıştır. Tarımsal ürünlerin ticareti, oluşan talepleri karşılamak için ham, yarı mamul ya da işlenmiş olarak yapılabilmektedir. Hangi şekilde olursa olsun, ülkemiz gibi dış satımı tarıma dayalı ülkeler için pazara istenilen kalitede ürün sunulmaması bir sorun olarak karşımıza çıkmakta ve rekabet şansını azaltmaktadır. Birçok gelişmiş ülke ithal ettiği ürünlerde belirli bir kalitenin sağlanmasını ön koşul olarak getirmektedir. Kaliteli ürün kavramı içerisine koku, tat, temizlik ve dış görünüme ait özellikler girmektedir. Ürünlerin özellikle zedelenmemiş ve sağlam olarak pazara iletilmesi rekabet şansını artırıcı bir unsur olmaktadır (Yurtlu 2003).

Türkiye'nin tarımsal ürün dış satımını artırabilmesi, üretim ve üretim sonrası işlem basamaklarında standartlara uyulmasıyla mümkündür. Üreticiden tüketiciye kadar uzanan zincirde, çeşitli aşamalarda oluşan ürün kayıplarının önlenmesi, bir yandan sınırlı olan tarımsal kaynakların korunmasını sağlarken diğer yandan ihtiyaç fazlası ürünlerin dış pazara sürülmesi ile döviz gelirini artırması bakımından gerekli olmaktadır. Bu bakımdan, tarımsal ürünlerin hasat, taşıma, temizleme, sınıflandırma ve depolama koşullarının geliştirilmesi, ambalajlamaya önem verilmesi ve tüketiciye güven verici niteliklerde ürünün hazırlanması dünya pazarlarında dış satımımızı artırıcı bir rol oynayacaktır (Yurtlu 2003).

Tarım mühendisliğinin temel görevlerinden biri tarımsal üretimin nitelik ve nicelik bakımından geliştirilmesinde kullanılacak en ileri teknikleri ortaya koymak, uygulamak, ekonomik analizler yapmak ve değerlendirmektir. Bu tekniklerin ortaya konulması sırasında göz önüne alınacak ana verilerden biri tarımsal ürünün kendisidir. Bu açıdan tarımsal ürünlerin, bir başka anlatımla biyolojik malzemenin teknik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Biyolojik malzemenin teknik özelliklerinin bilinmesi hasat, taşıma, iletim, sınıflandırma,

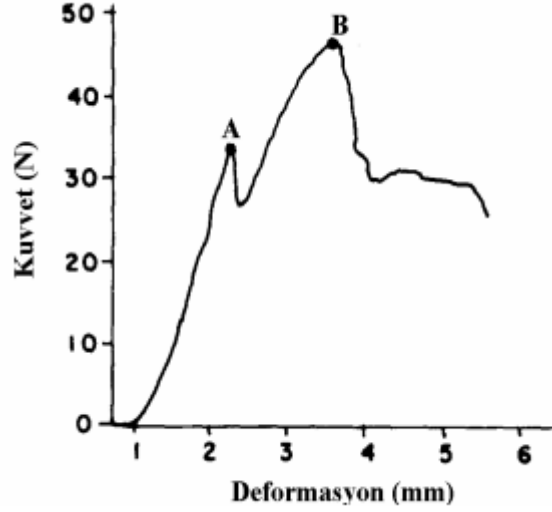
doldurma, boşaltma, paketleme gibi tarımsal araç ve makinelerin tasarımında, iş başarılarının belirlenmesinde, ürün işleme, ürün kalite kontrolü aşamalarında ve son olarak tüketiciye sunulan ürünün kalitesinin iyileştirilmesinde önem taşımakta ve belirleyici olmaktadır (Yurtlu 2003).

Biyolojik materyallerin, çeki ve bası gerilmesi altında çelik, lastik ve plastikle karşılaştırıldığında çok küçük zorlanmalar karşısında daha büyük deformasyonlara maruz kaldığı görülmekte ve uygulanan yük kaldırıldığında materyalde geri dönüşümsüz deformasyon meydana gelmektedir (Vursavuş 1998).

1.2. Biyolojik Materyallerin Yapısı

Biyolojik materyallerin yapısı çok farklıdır. Bu durum, biyolojik materyalin yapısının çok farklı dokulardan oluşmasından kaynaklanmaktadır. Bunlar, asimilasyon hücrelerinin oluşturduğu özümleme, epidermis hücrelerinin oluşturduğu, deri görevi yapan kabuk şeklinde değişik doku hücrelerinden oluşmaktadır. Buna bağlı olarak hücreler eşit olmayan, belirli bir şekle sahip olmayan yapıda bulunmaktadır. Bunlar anizotropik (materyalin farklı yönlerinde aynı özellik göstermeyen) yapı göstermektedirler. Ayrıca, biyolojik materyaller heterojendirler ve viskoelastik bir yapıya sahiptirler (Sinn ve Özgüven 1987).

Materyale kuvvet etkidiğinde, materyalin yapısına ve kuvvetin büyüklüğüne bağlı olarak akma olayı meydana gelmektedir. Biyolojik materyalin kuvvet-deformasyon eğrisinde de akma (A) ve kabuk yırtılma (B) noktaları görülmektedir (Şekil 1.1). 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 (Öğüt ve Aydın 1992).

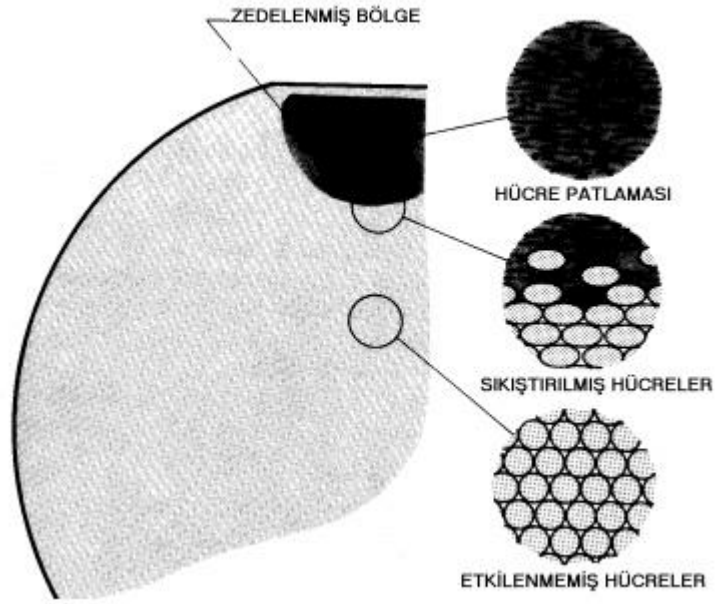


Şekil 1.1. Bir elma örneğinde kuvvet-deformasyon eğrisi

Reolojik anlamda, Mohsenin (1980) tarafından belirtildiği gibi bir meyve dokusu gerçek anlamda materyal biyolojik akma noktasına ulaşana kadar zedelenmemektedir. Bu, kuvvet-deformasyon eğrisi üzerinde belirli bir deformasyon için gereksinim duyulan kuvvetteki ani bir azalma ile hücre kopmasının meydana geldiği noktadır (Vursavuş ve Özgüven 1999).

Vursavuş (1998) un bildirdiğine göre, Fletcher ve ark., (1965) kuvvet-deformasyon arasındaki ilişkinin malzemenin mekanik özellikleri açısından çok anlamlı bir kriter olduğunu bu ilişkinin yükleme miktarı, sıcaklık ve diğer fiziksel özelliklere bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Önceden de belirtildiği gibi, 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.



Şekil 1.2. Bir elma örneğinde hücre bozulmaları

1.3. Hasat Sonrası Mekanik Hasar

Tarımsal ürünlerdeki mekanik zarar hem statik ve dinamik dış kuvvetlerden hem de iç kuvvetlerden dolayı meydana gelmektedir. Mekanik zararın nasıl meydana geldiği konusu henüz aydınlanmamış ve üzerinde yeterince çalışma yapılmamış bir konudur. Tarımsal ürünlerde mekanik zararın boyutlarını belirlemek için uygun bir kriter bulunmamaktadır (Kayısoğlu ve Aktaş 2010).

Endüstriyel malzemelerde bozulma materyalin kopması, inelastik ya da aşırı elastik deformasyon şeklinde gerçekleşmektedir. Bu bozulmanın boyutlarını tahmin etmek bilinen kanunlarla mümkün olmaktadır. Ancak, tarımsal ürünlerde bozulma iç ve dış hüresel yapıdaki kopma şeklinde olmaktadır (Kayısoğlu ve Aktaş 2010).

Modern tarımsal üretimde, ürünlerin sadece küçük bir kısmı direkt olarak üreticiden tüketiciye ulaşmaktadır. Tarımsal ürünlerin üreticiden tüketiciye ulaşmadan önceki aşaması Dağıtım Sistemi aşamasıdır. Dağıtımda geçerli olan işlemler; paketleme, taşıma, depolama, pazarlama ve perakende satışır (Özgüven ve Vursavuş 1998).

Tarımsal ürünlerde mekanik hasar; ürünün fiziksel ve biyolojik yapısına ve dış kuvvetlerin tipine bağlı olarak değişiklik gösterir. Tarımsal ürünler hasat ve hasat sonrası

işlemler sırasında zedelenmelere maruz kalırlar. Ürünlerde meydana gelen zararların büyük çoğunluğu materyalin taşınması ya da işlenmesi sırasında bir yüzeye ya da birbirlerine çarpma şeklinde meydana gelmektedir (Kayaşoğlu ve Aktaş 2010). Genellikle hasar, çarpma sırasında oluşan kuvvetlerin ve aşırı deformasyonun etkisiyle ezilme ve parçalanma biçiminde ortaya çıkar.

Meyve ve sebzelerin hassas yapılarından dolayı mekanik zararın sonucunda genellikle zedelenme meydana gelmektedir. Zedelenme sonucunda meyve kabuğundan etli kısma doğru renk pigmentlerinde bozulma olur ve meyvenin çürüyen kısımları haşlanmış gibi görünür. Ürünün meyve bahçesinden işleme hattına kadar olan süreçte meydana gelen zararlar kalite üzerinde etkili olmaktadır. Bu zararın fazla olması zedelenme oranının artmasına neden olmaktadır (Kayaşoğlu ve Aktaş 2010).

Kesme, soyma gibi mekanik zararlardan sonra sebze ve meyvelerin dokularında bozulma sonucu esmerleşme meydana gelmektedir. Bunun nedeni birçok araştırma yapılmasına rağmen henüz açıklığa kavuşmamıştır. Ancak, bunların bazılarını enzimlerin neden olduğu sanılmaktadır. Enzimatik esmerleşme dokunun doğrudan hava ile teması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bazen hücre boşluklarında bulunan hava da enzimatik esmerleşmeye neden olmaktadır. Enzimatik olmayan esmerleşme kurtulmuş meyvelerde ya da meyve suyu gibi işlenmiş besinlerde meydana gelmektedir (Kayaşoğlu ve Aktaş 2010).

Mekanik zedelenmeler söz konusu ürünün kullanılma yeri ve şekline göre az veya çok ekonomik kayıplara yol açar. Mekanik zedelenmeleri önlemek için aktif veya pasif önlemler düşünülebilir (Alayunt 2000).

- Aktif Önlemler; daha dayanıklı çeşit yetiştirmek, gübreleme ve sulama gibi işlemlerin dozunu amaca göre ayarlamak ve ıslah işlemleri yapmak olarak sıralanabilir.
- Pasif Önlemler; mekanik hasarın meydana geldiği yerlerde daha az hasar yapacak önlemlerin sağlanmasıdır.

Mekanik zedelenmeye neden olan etmenler başlıca iki grup altında toplanabilir:

1. Dış kuvvetlerin etkisi (statik, dinamik, darbe yükleri gibi)

2. İç kuvvetlerin etkisi (sıcaklık ve nem değişimi gibi fiziksel ve çeşitli kimyasal, biyolojik değişimlerden doğan iç kuvvetler).

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 söz konusu olabilir. Bu tür ürünler özellikle meyve bahçelerinde yığın kasalarda ve özellikle depolama süresince uzun süre statik yüklenmelere maruz kalmaktadır (Nelson ve Mohsenin 1968). Bu nedenle hem statik hem de dinamik yüklenme durumunu içeren çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Çünkü özellikle statik denemeler (sıkıştırma denemeleri); materyallerin birçok önemli mekanik özelliklerinin belirlenmesinde yararlı olmaktadır.

Tarımsal ürünler, canlı bir organizma olduğundan mekanik zedelenmelere karşı çok duyarlıdır. Bu nedenle, tarımsal ürünlerin hasadı, depoya taşınması, depolanması, ambalajlanması ve pazara iletilmesi süresince ürünlerde oluşan zedelenme, ürünlerin pazar değerini düşürmekte, depolama süresince hastalık ve bozulmaya karşı dayanıksız yapmaktadır (Kara ve Turgut 1988). Bunun için tarımsal ürünlerin mekanik özelliklerinin bilinmesi ve bu özellikler göz önüne alınarak yukarıda belirtilmiş olan hususların en aza indirilmesi yoluna gidilmelidir.

Mekanik özellikler, bir taraftan makine ve ekipman tasarımında gereksinim duyulan temel mühendislik verilerini oluştururken, diğer yandan tarımsal ürün çeşitlerinin mekanik yüke karşı gösterdikleri direncin belirlenmesine ve buna göre gereken önlemlerin alınmasına yardımcı olmaktadır.

Tarımsal ürünler hasat edildikten tüketiciye ulaşana kadarki zaman içerisinde, mekanik hasarın oluşumuna neden olan bir seri hasat sonrası işlemlere uğramaktadır. Meyve yüzeyinde oluşan renk koyulaşması, aşınma, kesilme veya delinme gibi mekanik hasarlar geri dönüşü mümkün olmayan hasar tipleridir ve hasat sonrası işlemler ile artan bir etkiye sahiptir.

Hasat ve sonrasında yapılan uygulamalar sırasında gereken özenin gösterilmemesi üründe çeşitli yaralanmaların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Başlıca mekanik zedelenme yolları sarsıntı, çarpma, düşme, sürtünme ve sıkışmadır. En fazla görülen yaralanma

şekilleri ise delinme ve çizilme (kesilme, yarılma) ile ezilme ve yırtılma (yaprak sebzelerde) şeklinde görülmektedir (Anonim 2008).

1.4. Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Solunum

Meyve ve sebzeler dalında iken, solunumda kullandığı besin maddelerini bir taraftan fotosentez yaparak üretmektedir. Ancak, dalından koptuktan sonra artık besin kaynağı kesilmiş olmaktadır. Bu nedenle, solunum sırasında bünyesinde depo ettiği besin maddelerini kullanmaktadır. Bitkinin bu şekilde giderek kendi kendini tüketmesi söz konusu olmaktadır. Sonuç olarak, bitki metabolizması yani solunumu ne kadar hızlı ise, bitki o kadar çabuk yaşlanarak ölmektedir. Hasat işleminden sonra üründeki solunum faaliyetlerinin sürmesi, taze meyve ve sebzelerde hasattan sonra oluşan bozulmaların başlıca nedenidir (Işık 2002). Bu nedenle ürünün hasattan sonraki ömrünü (depolama ya da raf ömrü) uzatmak için en başta solunumunun yavaşlatılması gerekmektedir (Anonim 2008).

Meyve ve sebzeler hasat sonrasında canlılıklarını devam ettirmektedirler. Solunum ile glukoz parçalanması devam etmekte, oksijen alınarak karbondioksit, su, enerji ve örneğin etilen gibi uçucu parçalanma ürünleri açığa çıkması olayı ve bir dizi yapı değişikliği gözlenmektedir. Bir oksidasyon olayı olan solunumda, karbonhidratlar havanın oksijeni ile parçalanarak karbondioksit ve suya dönüşmektedir ve enerji açığa çıkmaktadır. Bunların yapılarındaki maddelerin harcanması sonucu, mekanik dirençleri ve mikroorganizmalara dayanıklılıkları azalmakta ve bozulma başlamaktadır. Bozulmaya solunum, hasat zamanı, zedelenme, su kaybı, kimyasal bozulmalar, fizyolojik bozulmalar, mikrobiyolojik bozulmalar gibi faktörler neden olmaktadır. Meyve kabuğunun yaralanması ya da çarpma-düşme sonucu oluşan zedelenmeler kısa zamanda bu şekilde ortaya çıkmakta ve ürünün hızla bozulup çürümesine yol açmaktadır. Bu durum, hasat sonrasında ürün ve kalite kayıplarının artmasına neden olmaktadır (Anonim 2005).

Bazı meyvelerde (örneğin elma) meyve dalından koparıldıktan sonra solunum oranı hızla artarken; bazı meyvelerde (narenciye, kiraz, ananas vb), dalından koparıldıktan sonra solunum oranı değişmez.

Meyveler hasat sonrası solunum biçimleri ve olgunlaşma kabiliyetlerine göre klimakterik ve nonklimakterik olarak iki gruba ayrılırlar. Klimakterik meyveler hasat sonrası

olgunlaşmaları ile ilişkili olarak, solunum hızında ani bir yükselmeye maruz kalırlar. Bu artan solunum, meyvenin kendisinin ürettiği etilen tarafından başlatılır. Klimakterik meyveler, etilene karşı olan bu tepkiden dolayı ergin olduğu zaman hasat edilebilirler. Klimakterik meyveler domates, muz, elma, armut, şeftali, avokado, kivi ve erik gibi meyveleri içermektedirler (Lund ve ark. 2000). Bu bitkilerde;

- Genel olarak belirli sınırlar içerisinde sıcaklığın artışı solunumu artırmaktadır.
- Her bitki türü için belirli sıcaklıkların altında ve üstünde solunum azalmaktadır.
- Sıcaklık 0 °C'ye doğru yaklaştıkça solunum çok azalmakta ve durma noktasına gelmektedir.

Nonklimakterik meyveler çok az etilen üretirler. Solunum hızları belli bir sıcaklıkta sabit kalır ve hasat edildikten sonra düşebilir. Bu meyveler etilen ile muameledeki tepkide olgunlaşmazlar ve bitkiden kopartıldıktan sonra olgunlaşmaya devam edemezler. Bundan dolayı hasat edilmeden önce bitki üzerinde olgunlaştırılmalıdırlar. Bu meyveler turunçgiller, üzüm, kiraz, vişne, çilek, zeytin, salatalık, ananas ve biber gibi bitkileri içermektedirler (Lund ve ark. 2000).

Hasat sonrasında depolama sırasında solunumun azaltılması için genelde düşük sıcaklık uygulamaları kullanılmaktadır (Çalışkan 2004).

Ülkemizde, hasat sonrasında meydana gelen ortalama ürün kayıpları % 15-50 arasında değişmektedir. Özellikle hasat ve pazarlama aşamalarında önemli kayıplar olmaktadır (Çizelge 1.1). Bu rakam ülke ekonomisi açısından da önemli bir maddi kaybı ifade etmektedir (Özcan 2009).

Çizelge 1.1. Meyve ve sebzelerde hasat ve hasat sonrasında meydana gelen kayıplar

Aşama	Kayıp Oranı (%)
Hasat	4-12
Pazara Hazırlık Aşaması	5-15
Muhafaza	8
Taşıma	3-10
Tüketici Aşaması	1-5
Toplam	15-50

Modern tarımsal üretimde, ürünlerin sadece belirli bir miktarı doğrudan üreticiden tüketiciye ulaşmaktadır. Tarımsal ürünlerin üreticiden tüketiciye ulaşmadan önceki aşaması dağıtım sistemi aşamasıdır. Dağıtımda söz konusu işlemler; paketlenme, taşıma, depolama, pazarlama ve perakende satıştır. Bu ürünler, dağıtım sistemleri içerisinde yer alan paketlenme öncesi ve sonrası işlemler sırasında oluşan çarpma, sıkıştırma ve titreşim durumuna bağlı olarak zedelenmeye maruz kalmaktadır. Bu nedenle, hasat sonrası işlemlerde meyve kalitesini korumaya yönelik çalışmalara yer verilmelidir.

Hasat sonrasında ortaya çıkan kayıpların nedenleri genel olarak aşağıda sıralanmıştır;

- Hasadın erken veya geç yapılması,
- Hasadın ürün yapısına uygun şekilde yapılmaması,
- Hasatta uygun araç ve gereçlerin kullanılmaması,
- Hasatta bilgili ve deneyimli işgücünün kullanılmaması,
- Ürün yapısına uygun nitelikte ve büyüklükte ambalajların kullanılmaması,
- Taşımanın ürün isteklerine uygun koşullarda yapılmaması,
- Bahçeden depolara ürün taşıma süresinin uzun olması,
- Depolarda ürün isteklerine uygun koşulların sağlanmaması,
- Pazara sunma tekniklerinde eksiklikler,
- Pazara aşırı ürün yığılması,
- Standardizasyona uyulmaması,
- Seçmece ürün satışı.

Yukarıda sıralanan sorunların yaşanmaması için hasat, taşıma, muhafaza ve pazara hazırlama konularında azami özenin gösterilmesi gerekmektedir (Özcan 2009).

1.5. Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Muhafaza Yöntemleri

Meyve-sebze muhafazası, ürünün daha sonra pazarlanması amacıyla kalitesinin korunacağı veya kalite kayıplarının en aza indirileceği ortamlarda bekletilmesi işlemidir. Muhafaza düşük sıcaklık derecelerinde yapıldığından muhafaza yerine soğukta muhafaza kavramı da kullanılmaktadır.

Meyve muhafazası, özellikle pazarda arz/talep dengesinin kurulması açısından önem taşımakla birlikte, pazarlama süresinin uzatılmasını sağlayarak, tüketicinin aynı ürünü pazarda daha uzun süre ve kaliteli olarak bulabilmesini, meyvelerin satış değerlerinin üretici ve tüketici

açısından uygun olmasını, dış pazara ürün hazırlama sürecinde kalitenin korunarak dış pazar bağlantılarının genişletilmesini, meyveleri işleyen sanayi kuruluşlarında çalışma sürecinin uzatılmasını ve mamul ürünlerin benzer kalitede olmasını sağlayabilmektedir. Gelişmiş ülkelerde meyve-sebze üretimlerinin en az % 5' ini depolayabilecek bir kapasite söz konusu iken, bu kapasite ülkemizde % 3 dolayındadır. Ülkemizde muhafaza kapasitesinin yetersizliği yanında mevcut kapasitenin de tam kullanılmamasına yönelik sorunlar da bulunmaktadır (Özcan 2009).

Sebze ve meyvelerde hasat işleminden sonra oluşan bozulmanın engellenmesi için, ürünlerin hasattan hemen sonra soğutulmaları gerekmektedir (Türk ve ark. 1998).

Son zamanlarda ürünlerin su ile taşınması mekanik zarar oranının azalmasını sağlamıştır (Kayıoğlu ve Aktaş 2010).

Meyvelerin hasat sonrası bozulmalarını geciktirmek için solunum azaltılmalı, yapısındaki suyun kaybı önlenmeli, mikroorganizmaların üreme ve faaliyet hızları düşürülmelidir. Bu amaçla kullanılan belli başlı yöntemler erken hasat, kurutma, derin dondurma, kontrollü atmosferde depolama, ışınlama (radyasyon) ile koruma ve plastik ambalaj içinde depolamadır (Anonim 2005).

Meyvelerin muhafazasında kalitenin korunması, muhafaza süresinin uzatılabilmesi ve ürün kayıplarının azaltılabilmesi için dikkat edilmesi gereken konular aşağıda sıralanmıştır;

- Hasat muhafazaya uygun bir dönemde yapılmalıdır.
- Hasat sırasında meyvelerde yaralanmaların olmamasına dikkat edilmelidir.
- Ambalajlanan meyveler en kısa zamanda depoya getirilmelidir.
- Aşırı sıcak dönemlerde ve bazı türlerde muhafaza öncesinde ön soğutma uygulaması yapılmalıdır.
- Depo koşulları (sıcaklık, oransal nem, hava hareketi ve atmosfer bileşimi) depo özelliklerine ve ürün (çeşit) isteklerine uygun olarak ayarlanmalı ve muhafaza süresince sabit tutulmalıdır.
- Farklı olgunluk düzeyindeki meyveler aynı odada muhafaza edilmemelidir.
- Farklı türler aynı odada muhafaza edilmemelidir.

- Uzun süreli muhafazası hedeflenen meyveler ile kısa süreli muhafazası hedeflenen meyveler aynı odaya yerleştirilmemelidir. Aksi halde sık giriş ve çıkışlar depo faktörlerinde oynamalara neden olacaktır.
- Su ve ağırlık kayıpları ile çürümelerin artmaya başladığı dönemden sonra muhafazaya son verilerek meyveler hemen tüketime sunulmalıdır.
- Meyvelerin muhafaza kabiliyetleri üzerine kullanılan anaçlar ile hasat öncesindeki çevre faktörlerinin de etkili olduğu dikkate alınarak, aynı çeşit için, farklı yöreler ve farklı anaçlara göre muhafazada sıcaklık ve oransal nem istekleri belirlenmelidir (Anonim 2008).

Ürünlerin depoya alınmadan önce ayıklanması, yaralı bereli çürük ve hastalıkla bulaşık olanların atılması gerekir. Yığın veya ambalaj içinde çürük ve yaralı olanlar ayıklanmalı, ayrıca temiz ambalaj ve taşıma kapları kullanılmalıdır. Aksi halde bulaşmalar depoda hızla yayılır ve sağlam meyveleri de bulaştırır. Bunun için hasat sırasında ve sonrasında her aşamada büyük özen gösterilmeli, ürün yüzeylerinde yara bere oluşturulmaması gerekir. Çizik vb. yaralanmalar ürünün direncini düşürür ve hastalıkların kolaylıkla gelişip yayılmasına yol açar. Hasatta alttan boşaltılan kaplar ve toplama önlüklerinin kullanılması, hasat sırasında oluşan yaralanmaları en aza indirir. Çarpma ve düşme zararlarını önlemek için, bahçe sandıklarına aktarma işleminin dikkatlice ve yavaş bir şekilde yakın mesafeden yapılması gerekir (Anonim 2008).

Bu çalışma kapsamında seçilen tarımsal ürünlerin hasattan sonraki depolama ve raf ömrüne önemli etkisi olan solunum oranlarının ortam sıcaklığına ve üründeki zedelenme miktarlarına bağlı olarak değişimleri saptanmıştır. Araştırmada bitkisel materyal olarak dünyada ve ülkemizde üretim ve tüketimi oldukça yaygın olan domates ve armut ürünleri kullanılmıştır. Domates ve armudun bitkisel materyal olarak seçilmesinin bir diğer sebebi de hasat sonrasında solunum hızında yükselme olan (klimakterik) ürünlerden olmalarıdır. Bu araştırmanın temel amaçları; statik bir ölçme yöntemi kullanılarak ürünlerde hasat sonrası mekanizasyon işlemlerinde oluşabilecek mekanik hasar düzeylerinin ve ortam sıcaklığının domates ve armutta CO₂ üretim miktarı üzerine etkilerini belirlemek, bu sonuçlardan yararlanılarak ürünlerde solunum oranlarını ve oluşan kuru madde kayıplarını belirlemek ve böylece ürünlerin raf ömrünü tahmin edebilmek amacıyla gerekli olan verileri (solunum oranlarını ve kuru madde kayıplarını) saptamaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Farklı araştırmacıların çeşitli biyolojik malzemelerde mekanik hasarlarla ilgili yaptıkları araştırmalar, genel olarak ürünlerde farklı düzeylerde ve çeşitli sıkıştırma ve çarpıtırma düzenleri kullanılarak zedelenme oluşturulması ve bu sırada ürünün absorbe ettiği enerji miktarının ve özellikle zedelenme direncinin ve depolama özelliklerinin değişiminin saptanmasına yönelik olmuştur. Bu sebeple bu çalışmadaki literatürler ürünlerde mekanik zararlara yönelik kaynak özetleri ve ürünlerde solunum oranı ile ilgili kaynak özetleri olarak iki başlık altında toplanmıştır.

2.1. Tarımsal Ürünlerde Mekanik Zararlara Yönelik Kaynak Özetleri

Ürünün hasadından tüketiciye sunulduğu ana kadar oluşan zedelenmeler kalite ve pazar değeri kaybının temel sebebidir. Meyve ve sebzeler toplama, paketleme, taşıma ve diğer iletim aşamalarında birbirlerine ya da sert bir yüzeye çarparak zedelenirler. Biyolojik malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar meyveler üzerinde yoğunlaşmıştır (Chen ve ark. 1987, Garcia ve ark. 1995, Abbott ve Lu 1996, Aydın ve Çarman 1998, Vursavuş ve Özgüven 1999).

Holt ve Schoorl (1977), elmada zedelenmeyi belirlemek için, çarpma ve düşük hızda sıkıştırma denemelerinin her ikisinde de absorbe edilen enerjinin iyi bir ölçü olduğunu ortaya koymuşlardır. Zedelenme hacmi ile zedelenme enerjisi arasındaki ilişkiyi her iki koşul için de araştırmışlardır. Çarpma testinde, bir çelik küre, elmaya çarpıtırılmıştır. Çarpışmadan sonra, tekrar eden çarpışmaları engellemek için mermi yakalanmıştır. Elma tarafından absorbe edilen enerjiyi, çelik kürenin kütlesi, çarpma hızı ve sıçrama hızından hesaplanmıştır. Statik testlerde ise Instron universal test makinesinde sabit düşük hızda (0.004 m/s), geniş bir düz plakayla bir yüklenme hücreesine (load cell) monte edilmiş yarım elma sıkıştırılmıştır.

Schoorl ve Holt (1978), Jonathan, Delicious ve Granny Smith elma çeşitlerinin zedelenme dayanımı üzerinde, depolama süresi ve sıcaklığının etkisini araştırmak için, zedelenme hacmi-absorbe edilen enerji ilişkisini kullanmıştır. Bu çalışmayla, absorbe edilen enerji-zedelenme hacmi ile ölçülen zedelenme direncinin, iletim ve paketleme sistemleri hesaplamalarında yararlı bir parametre olduğunu ortaya koymuşlardır.

Schoorl ve Holt (1980), elmanın zedelenme direncini ölçmede kullanılabilecek kolay ve basit bir yöntem tanımlamışlardır. Yöntem, ml/J birimli zedelenme direnç katsayısının hesaplamasında absorbe edilen enerji ile zedelenme hacmi arasındaki kuvvetli doğrusal korelasyona dayanmaktadır. Zedelenme direnç katsayısının doğru bir şekilde hesaplanması için 10 adet elma belirli bir yükseklikten düşürülmüştür. Her düşme sonucu absorbe edilen enerjiyi; ölçülen düşme yüksekliği, sıçrama yüksekliği (gözlemlenerek belirlenmektedir) ve elmanın kütlelerinden hesaplamışlardır. Her elma üzerindeki zedelenme hacmi; elmanın çapı, zedelenme çapı ve zedelenme derinliğinden hesaplanmıştır. Makalelerinde zedelenme direnç katsayısının; paketlenme, hasat sonrası iletim ve dağıtım sistemlerinin değerlendirilmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Granny Smith elma çeşidi için yapılan test ve ölçümler sonucunda; 12 test ortalaması olarak zedelenme direnç katsayısı 9,02 ml/J, standart sapma 1,62 ve standart hata 0,47 bulunmuştur.

Topping ve Luton (1986), elmaların çarpma zedelenmesine olan duyarlılıklarını karşılaştırmaya çalışmışlardır. İngiliz elma çeşitlerinden 19 adedinin duyarlılıklarını karşılaştırmışlardır. Zedelenen bölgenin çap ve hacminin çarpışma enerjisiyle arttığını, fakat bu artışın çeşide bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında, çeşit ve işlem farklılıklarıyla yıldan yıla değişen zedelenme duyarlılığını ölçmek için, hızlı fakat gerçekçi, tekrarlanabilir bir yöntem geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çarpma testini bir sarkaç ile gerçekleştirmişlerdir. Çarpma ünitesi 22 mm çaplı 95,5 g ağırlığında düz bir başlıktan oluşmaktadır. Denemeler sonunda test edilen elma çeşitlerini duyarlı, orta duyarlı ve dayanıklı olmak üzere üç grup altında toplamışlardır.

Chen ve ark. (1987), çalışmalarında, Chojuro, Twentieth Century, Tsu Li ve Ya Li Asya armudu çeşitlerine sıkıştırma ve çarpma testleri uygulamışlardır. Armutları 0 °C'de depolayarak aylık periyotlarla 5 ay süreyle ölçüm yapmışlardır. Ayrıca, her ölçüm alma döneminde belirli sayıda armut 20 °C sıcaklığındaki olgunlaştırma odasına alınarak 2. ve 4. günlerde de ölçüm yapmışlardır. Sıkıştırma testini Instron Üniversal test makinesinde (model 1122), 19 mm çaplı küresel uç ile 10 mm/dk ilerleme hızında gerçekleştirmişlerdir. Bu test ile ölçülen maksimum sıkıştırma kuvveti değeri (1,5 mm deformasyonda) en yüksek Chojuro çeşidi için belirlenmiş olup hasat edilen günde 32 N dolayındadır. En düşük değer Twentieth Century çeşidi için ölçülmüştür. Aynı koşullar için bu değer yaklaşık 24 N'dur. Çarpma testi 43,2 g ağırlığında 19 mm çaplı küresel ucun 6 cm ve 10 cm düşme yüksekliklerinden meyve

üzerine bırakılmasıyla yürütülmüştür. Yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda Chojuro çeşidinin en sert ve mekanik zedelenmeye en dayanıklı çeşit olduğu belirlenmiştir. Hasat döneminde Tsu Li ve Ya Li armut çeşitleri mekanik zedelenmeye karşı Chojuro çeşidi kadar dayanıklı iken depolama süresiyle birlikte zedelenmeye daha duyarlı hale gelmişlerdir. Twentieth Century armudu sıkıştırma ve çarpma zedelenmesine en hassas olan çeşittir. Chojuro ve Twentieth Century çeşitleri Tsu Li ve Ya Li çeşitlerine göre olgunlaştırma odasında artan bekletme süresiyle daha yumuşak ve zedelenmeye karşı daha dayanıklı hale gelmişlerdir.

Chen ve Ark. (1987), düşürme testlerinde, ortaya çıkabilecek zedelenmenin belirlenmesi için Srivastava ve arkadaşlarının hazırladıkları deney cihazında çelik yüzeyler üzerine farklı yüksekliklerden elmalar düşürmüşlerdir. Elma üzerindeki sıkıştırma alanını belirlemek amacı ile de elmalar tebeşir tozu üzerine düşürülmüş, 24 saat bekletildikten sonra çürüklük çapı ve derinliği belirlenmiştir. Boyut analizi ve regresyon denklemleri yardımı ile eşitlikler ortaya konulmuştur. Zedelenme oranını süreye, hıza ve meyve çeşidine bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Böylelikle meyvelerde oluşan farklı zedelenmenin ise meyve çeşidine, olgunluğa bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Meyve sertliği ile zedelenme ters orantılıdır.

Hung ve Prussia (1989), çalışmalarında, olgunluk ve depolama süresinin şeftalinin zedelenme duyarlılığına olan etkilerini araştırmışlardır. Çeşit olarak Red Globe üzerinde çalışmışlardır. Şeftalileri üç olgunluk grubuna ayırmışlar ve üç enerji seviyesinde sarkaç çarpma düzeneğinde denemeye almadan önce 4 C'de depolamışlardır. Zedelenme hacmini ve duyarlılığı zedelenen şeftali üzerinden ölçmüşlerdir. Mekanik özellik ölçümlerini ise Instron universal test makinesini (model 1122) kullanarak yapmışlardır. Depolanan şeftalilerden 0, 4, 7, 11, 14, 21 ve 28. günlerde çarpma testleri sonucunda zedelenme hacmi ve zedelenme duyarlılığı değerlerinde 14. güne kadar belirgin bir değişim görülmezken, bu günden sonraki depolama süresiyle her iki değerinde artış olduğunu belirlemişlerdir. En olgun durumdaki şeftalilerin en az olgun olanlara göre zedelenmeye karşı daha duyarlı olduğunu ve zedelenme hacimlerinin de daha büyük olduğunu ortaya koymuşlardır. Buna karşın az ve orta derecede olgun şeftaliler arasında bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Pang ve ark. (1992), çalışmalarında, Granny Smith elma çeşidini materyal olarak seçmişlerdir. Elma çiftleri arasında serbest çarpışma gerçekleştirmek suretiyle denemeleri yürütmüşlerdir. Zedelenme genellikle iki meyvenin birinde daha çok miktarda ortaya çıkmıştır.

Bazı durumlarda sadece bir elmada, nadiren iki elmada eşit zedelenme görülmüştür. Sonuçta iki meyvede oluşan toplam zedelenme hacminin absorbe edilen enerjiyle doğrusal bir ilişkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Abbott ve Lu (1996), elmanın anizotropik mekanik özellikleri üzerinde bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada; Delicious, Golden Delicious ve Rome Beauty çeşitlerinde kabuk yırtılma noktasındaki gerilim, deformasyon, şekil değiştirme enerjisi ve elastiklik modülü gibi mekanik özellikleri ölçmeyi ve bu özellikler üzerinde olgunluk, örnek yön ve pozisyonunun etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla test elmalarını iç bölgelerden de olmak üzere değişik yerlerinden denemelere tabi tutmuşlardır. Sıkıştırma testi için başlık hızı 25,4 mm/dk'ya ayarlanmış Instron üniversal test makinesini kullanmışlardır. Sonuçta, ele alınan faktörlerin ölçülen mekanik özellikleri belirgin bir şekilde etkilendiğini bulmuşlardır. Elmaların anizotropik özelliklerinin (hücrel dağılımların simetrik olmaması durumlarının) orta bölgede, baş ve dip kısımlarına göre daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir. Elastiklik modülünü, denemeye alınan çeşitlere ve bölgelere göre yaklaşık 3,5-6,3 N/mm² değerleri arasında bulmuşlardır.

Vursavuş ve Özgüven (2000), çoklu doğrusal regresyon analizi yöntemini kullanarak Golden Delicious ve Granny Smith 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 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.

Alayunt (2000) adlı araştırmacının belirttiğine göre, çarpmanın yarattığı gerilim dalgaları temas bölgesinden etrafa yayılır. Bu yöntem gelişmiş çarpma teorisidir. Bu teorinin temelleri St. Venant tarafından dalga teorisi olarak ortaya konulmuştur. Hertz de olaya elastik cisimlerin temasını eklemiştir. Bowden ve Tabor çarpışmayı 4 safhaya ayırmışlardır.

1. İlk elastik deformasyon sırasında temas bölgesinde elastik deformasyon meydana gelecek herhangi bir kalıcı deformasyon oluşmadan eski haline dönecektir.

2. Plastik deformasyonun başlangıında, materyalin dinamik basıncı etkili olmaktadır.

3. Deformasyon sonucunda materyal eski haline gelemeyecektir.

4. Elastik geri dönme sırasında, her iki cisimde elastik gerilim depolanır.

Tam plastik deformasyon sırasında deformasyon elastoplastikten tam plastiğe geçinceye kadar devam eder. Plastik arpışma, çarpışma elastik değilse kinetik enerji, materyalde sürekli deformasyona dönüşür. Bu enerji en son ısı enerjisi olarak yayılır.

Yurtlu (2003) adlı araştırmacının bildirdiğine göre, Garcia ve ark. (1995), elma ve armut türleri için sulamanın, nem içeriğinin, hasat zamanı ve depolamanın meyve sertliği, kabuk özellikleri ve zedelenme duyarlılığına etkilerini belirlemeye ve meyvenin fiziksel özellikleri ile zedelenme arasındaki ilişkileri ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu amaçla kullandıkları örnek eşitleri ile deneme planlarına göre farklı kombinasyonlar oluşturmuşlardır. Tüm meyvelere Instron niversal test makinesi ile penetrasyon testi (kabuk soyulmuş durumdayken 8 mm çaplı batıcı u ile 20 mm/dk hızda uygulanan standart Magness-Taylor yöntemi) , aynı test cihazı ile kabuk delme testi (0,5 mm çaplı batıcı çubuk, 20 mm/dk hız), çarpma testi(zel bir düzenekle, 50,8 g. 20 mm çaplı kürenin 8 cm düşme yksekliliğinden meyvelere çarpması ile gerçekleştirilmiştir) uygulanmıştır. Sonuçta sulama takviminin meyve sertliğini etkilediğini bulmuşlardır, normal olarak sulanan ağaçlar sulanmayan ağaçlardan daha sert meyve vermektedir. Testten 16 saat önceki meyve etrafındaki nem oranı, meyvenin fiziksel özelliklerini ve zedelenme duyarlılığını etkilemekte, turgor basıncı yüksek meyveler zedelenmeye daha duyarlı olmaktadır. Meyveler hasat zamanında, depoda bekletildikten sonraki hallerine göre zedelenmeye karşı daha duyarlıdırlar. Bu durum meyve turgor basıncıdaki azalma ile açıklanabilmektedir. Erken toplanan meyveler, daha sonra toplanan meyvelere göre zedelenmeye daha az duyarlıdırlar. Bu durum meyve sertliğindeki azalma ile açıklanabilir. Araştırma sonuçları meyvenin turgor hali ile sertliğinin meyve zedelenme

duyarlılığını bağımsız olarak etkilediğini göstermektedir. Bunların etkileri meyvenin olgunlaşması sırasında birleşmektedir.

Bitkilerde zedelenme, ezilme, kopma anlamına gelen mekanik hasar, meyvelerin sınıflandırılmalarında en önemli etmenlerdendir. Standartlara göre meyvelerde, ağırlıksal ya da bölgesel olarak belirli düzeylerde olması gerekir (FAO 2004; USDA 1983).

Vursavuş (2004) adlı araştırmacının belirttiğine göre, Mohsenin (1980) ve Sitkei (1986) adlı araştırmacılar statik ve dinamik kuvvetlerin etkisi neticesinde oluşabilecek dış zedelenme şekillerini aşağıdaki şekilde tanımlamışlardır:

- Aşınma şeklindeki zedelenme,
- Renk koyulaşması şeklindeki zedelenme,
- Meyve ve sebzelerin fiziksel görünümünde meydana gelen şekilsel bozukluk,
- Çatlama, yarık; parçaların tamamı ayrılmaksızın yüzeyde oluşan bir çatlama,
- Kesilme; keskin uçlu bir cisim ile yüzeyde oluşan derin bir kesinti,
- Delik; meyvenin yüzeyinde meyve sapı ya da temas etmiş bir cismin meyve yüzeyinde yapmış olduğu küçük bir delik veya yara, bere,
- Peridermin çatlaması, yarılması ya da meyve yüzeyine yakın bir yarık,
- Meyveden sapın ayrılması ile oluşan kabuk bozulması. Özellikle etherel gibi olgunluk düzenleyici kimyasal uygulamalarında görülmektedir.

Meyve ve sebzelerde kalite sınırlamasında en önemli faktör zedelenmedir. Meyve ve sebzeler, sert yüzeylerle temas ettiklerinde ya da delindiklerine zedelenmeye oldukça elverişli hale gelirler. Bu durum, özellikle hasat sonrasında paketleme, taşıma, sınıflandırma, depolama gibi aşamalarda görülür. Özellikle taze market ürünleri çokça sınıflandırılır ve elle seçilip ayrılır. Tüketiciye ulaşıncaya dek ürünler üzerine uygulanan mekanik hasar gittikçe artar. Sınıflandırma ve paketleme aşamasında en çok sıyrık, patlak, zedelenme, titreme, sıkışma ve meyve etinde değişim görülür. Sonuçta tüm bu etkiler, hasat edilmiş tarım ürünlerinde kalite kaybına sebep olur (Blahovec ve Paprstein 2005).

Eraltan isimli araştırmacının (2005) yaptığı araştırmada; şeftali için hasat sonrasında mekanik hasarı azaltmaya yönelik olarak yapılan çalışmada, ölçümler sonucunda, depolama süresindeki artış ile kabuk yırtılma kuvveti, elastisite modülü ve deformasyon enerjisi değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu nedenle, Dixired şeftali çeşidinin 0°C ve %90 nispi nem

düzeyinde depolanması durumunda 14. günün kritik gün olduğu ve bundan sonraki günlerde seftalilerin çarpma zedelenmelerine karşı daha duyarlı hale geldiği bulunmuştur.

Domatesin zedelenme duyarlılığının mekanik araçlarla belirlendiği bir çalışmada 20, 30, 40 ve 50 cm yüksekliklerden sarkaç kullanılarak mekanik etki uygulanmış ve buna bağlı olarak domateslerde zedelenme düzeyleri ve zedelenme duyarlılıkları hesaplanmıştır. Testlerde domateslerin alt yüzeylerine ve yan yüzeylerine farklı yüksekliklerden sarkaçla sıkıştırma uygulanmıştır. Ortalama deformasyon enerjisi, bitkinin yan yüzeyinde 148,5 Nmm ve alt yüzeyinde 98,33 Nmm olarak hesaplanmıştır. Maksimum absorbe edilen enerji, 50 cm yükseklikten kuvvet uygulandığında bitki yan yüzeyinde 611 Nmm olarak; minimum absorbe edilen enerji düzeyi ise 20 cm yükseklikten üst yüzeyde 209,8 Nmm olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre domateslerde yan yüzeylerden sıkışma ile oluşan zedelenme düzeyi, alt yüzeylerden çarparak oluşan zedelenme düzeylerinden daha fazla bulunmuştur (Aktas ve ark. 2008).

2.2. Tarımsal Ürünlerde Solunum Oranlarına ve Kuru Madde Düzeylerine Yönelik Kaynak Özetleri

Yaralanan bitkilerde solunum genellikle daha fazladır. Bu durum, kesilen veya yaralanan yerdeki hücrelerin, açılan yarayı kapatmak için enzim çıkarmaları ve bu enzimlerle de hücrede suda çözülebilir durumdaki şekerlerin çoğaldığı şeklinde açıklanmaktadır (Çalışkan 2004).

Batu (1999) tarafından domateste solunum hızı ve ortam sıcaklığı üzerine yapılan bir araştırmada, domateslerin uzun süreli depolanmasından sonra oluşan solunum hızı üzerine depolama süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. Depolama süresinin uzamasıyla domates meyvelerinin CO₂ üretimi azalmış fakat O₂ tüketimleri artmıştır. Depolama süresi uzarken domatesin CO₂ üretimi üzerine meyve olum düzeyleri pek etkili olmamıştır. Ancak meyve olumunun artmasıyla O₂ tüketim miktarının arttığı gözlenmiştir.

Meyvelerde sıcaklık arttıkça solunumun arttığı ve böylelikle olgunlaşmanın yavaşlayarak bitki kalitesinin azaldığı bilinmektedir. Ürünlerin hasat sonrasında çiftliklerde portatif soğutucularda korunmasının, tazeliği korumak için etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Tetteh ve ark. 2004).

Mavi yemiş olarak da bilinen çay üzümü bitkisinde (*Vaccinium sp.*) hasat sonrasında soğukta bekletme ve depolama boyunca dayanıklılık üzerine yapılan bir araştırmaya göre, deneye alınan meyvelerde hasat sonrasında ürünlerin soğukta bekletildikçe tazeliklerinin muhafaza edildiği tespit edilmiştir. Bu araştırmada görülmüştür ki ürünlerin bekleme süreleri ile sıcaklık dereceleri arasında karşılıklı güçlü bir ilişki bulunmaktadır (Boyette ve ark. 1993).

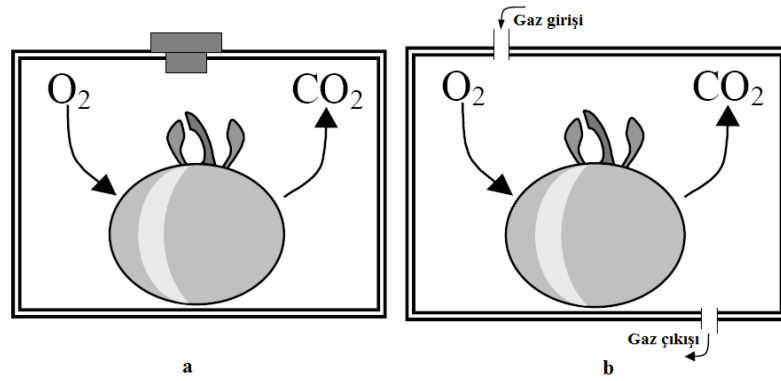
Kaba yemin solunumuna zedelenmenin etkisi üzerine yapılan bir araştırmada; mekanik etki altında bitkilerin solunum oranlarında artış gözlenmesi; bitkilerde karbonhidrat kaybıyla ilişkili bulunmuştur. Zedelenme sonrasında ise bitkilerin muhafaza edildiği sıcaklığın 31°C'den 11°C'ye düşürülmesi, kontrol örneklerinin solunum oranlarını yaklaşık %50 azaltmıştır. Kontrol grubun örneklerinin 48 saat süre boyunca gözlemlenmesi sürecinde solunum oranlarının çeşitlilik gösterdiği gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin, meyve bünyesinde depolanmış karbonhidratların tüketilmesi olduğu tespit edilmiştir. Ölçümler yapılmaya başlandıktan 5-10 saatten sonra deney örneklerinin solunum oranları azalmıştır. Bunun nedeni olarak; mikroorganizmaların bütün ulaşılabilir şekerleri tüketerek çoğalmaya devam etmeleri tahmin edilmektedir. Bu enerji kaynakları azalınca mikroorganizmalar öldüğünden solunum oranında azalma meydana gelmektedir (Muck ve Pitt 1994). 12 saatin sonunda, deney grubunun kümülatif kuru madde kaybı kontrol örneklerinde gözlemlenen kayıpların yaklaşık 2 katı kadar artmış ve solunumdan dolayı kaybolan toplam kuru madde miktarı tüm deneylerde 48 saatin sonunda %3'ten daha bulunmuştur (Kraus ve ark. 1999).

Kaba yemde solunum farklılıklarına ilişkin olarak yapılan bir diğer araştırmada ise Rotz ve ark. (1990), normal koşullardaki kaba yem ile zedelenmiş kaba yemin solunum kayıplarını karşılaştırmışlardır. Yaptıkları bu araştırmada bu iki durumdaki kaba yemin toplam solunum kayıplarında önemli bir fark gözlemleyememişlerdir.

Yasunaga ve ark. 2002 taze kuşkonmaz sebzesinin solunum oranına ortam sıcaklığının etkisini araştırdıkları çalışmada 0-50°C sıcaklık aralığında depolanan kuşkonmazlarda solunum oranlarının depolama sıcaklığından nasıl etkilendiğini araştırmışlardır. Sonuçlar farklı sıcaklıklarda depolama süresi ile solunum oranı arasında eksponansiyal (üstel) bir ilişki olduğunu göstermiştir. Başlangıç solunum oranının oldukça yüksek olduğu ve bunun sıcaklığa bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. 3 saatlik depolama sonunda solunum oranının üstel olarak düştüğü ve belli bir oranda sabitlendiği saptanmıştır. 50°C sıcaklıkta solunum oranı dengeye

ulaşma olmadan yüksek sıcaklık koşullarında enzimlerin aktive olmamalarından ve hasat stresinden dolayı belli bir değere kadar düşmüştür.

Saltveit (2010) tarımsal ürünlerde solunum sırasında üretilen CO₂ miktarının ölçülmesi amacıyla statik ve dinamik sistemlerin kullanılabilceğini belirtmiştir (Şekil 2.1). Şematik şekilde de görüldüğü gibi statik sistemde ürün hava geçirmez kapalı bir kaptaki tutulmakta ve ortamdaki CO₂ üretimi veya O₂ tüketiminin zamana bağlı olarak değişimi ölçülmektedir. Bu yöntem daha çok saatlerle sınırlanmış kısa süreli ölçümler için ve küçük miktarda örnek için kullanılmaktadır. Statik sistemin dezavantajlarından birisi ürünün içerisine yerleştirildiği kabın kesinlikle sızdırmaz olmasının gerekliliği ve kap içerisindeki O₂ azalmasının, CO₂ artmasının veya etilen gibi diğer gazların miktarlarındaki değişim ürünün solunumu önemli miktarda etkilemektedir. Bu sakıncaların giderilmesi açısından bu yöntemin uygulanması sırasında ölçümler oldukça kısa zamanda gerçekleştirilir. Daha uzun süreli ölçümler gerçekleştirilecekse Şekil 2.1’de basitçe gösterilmiş olan dinamik sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerde ise ürün hava akış oranı bilinen kapalı sızdırmaz bir kaba koyulmaktadır. Bu sistemlerde solunum oranı kabın hava giriş ve hava çıkış noktaları arasındaki konsantrasyon farkından hesaplanmaktadır.



Şekil 2.1. Solunum sırasında gaz üretim miktarının ölçülmesinde kullanılan sistemlerin şematik şekli (a: statik sistem, b: dinamik sistem)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel Materyal

Çalışma kapsamında değerlendirilecek meyvelerin seçiminde ön denemeler yapılmış, bu süreçte elma, armut ve domates meyveleri oda sıcaklığında, buzdolabında ve kapalı kavanoz içerisinde iki hafta süreyle bekletilerek meyvelerin dış görünüşlerinde zamanla deformasyonların görülmesi beklenmiştir. İki haftalık sürenin sonucunda en hızlı değişimin her üç koşulda da domates ve armut meyvelerinde olduğu gözlenmiş ve denemeler sürecinde bu meyvelerin deneme materyali olarak seçilmesine karar verilmiştir.

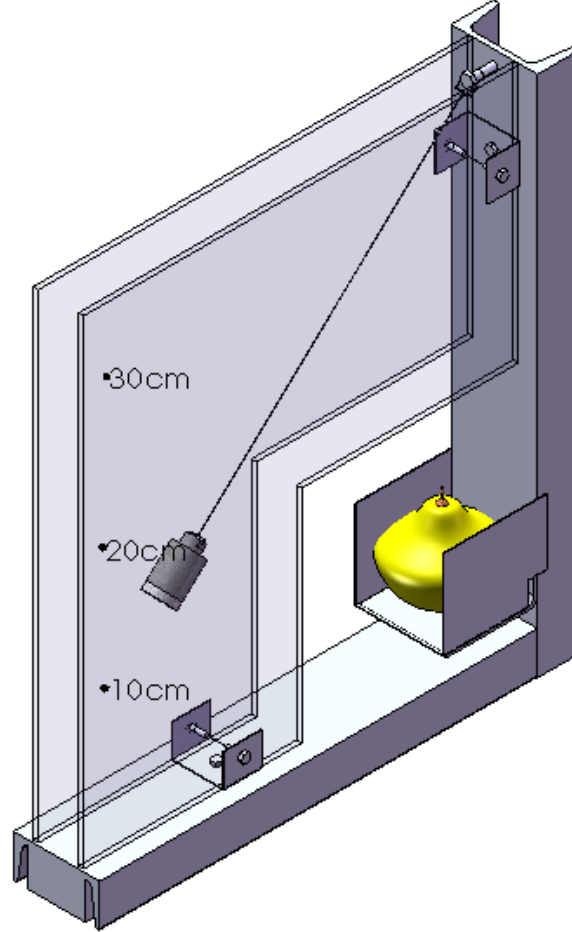
Denemelerin uygulanacağı süreçte kolaylıkla ve kesintisiz süreçte erişilebilecek varyeteler kullanılmasının daha uygun olduğuna karar verilmiş; bu noktada armut (*Pirus communis*) denemeleri için Deveci çeşidi, domates (*Lycopersicon esculentum*) denemeleri için Salkım çeşidi tercih edilmiştir. Yapılacak olan toplam 20 deneme için ağırlıkları 188,46-206,36 g arasında değişen 10 adet armut ve ağırlıkları 148,39-160,08 g arasında değişen 10 adet domates alınarak, denemelerin yapılacağı uygun koşullar için muhafaza edilmiştir. Kontrol numunesi olarak herhangi bir etkiye maruz bırakılmayan sağlam meyveler kullanılmıştır.

Denemelerde meyve çeşidi olarak iki farklı çeşit ürün (domates ve armut), oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığı olmak üzere iki farklı sıcaklık; kontrol örneği olarak kullanılan hasarsız ürünlerin yanı sıra, 1 cm²'lik kısımda dairesel şekilde kabuğu soyulmuş örnek ile 10 cm'den, 20 cm'den ve 30 cm'den çarptırılarak mekanik zedelenme oluşturulmuş ve böylelikle 5 farklı mekanik hasar düzeyi değişken olarak alınmıştır. Araştırmada 2 farklı tarımsal ürünün karbondioksit salınımı ve kuru madde miktarı arasındaki ilişkilerinin belirlenmesi için toplam 20 deneme uygulanmıştır.

3.1.2. Ölçüm Sistemleri ve Araçları

Bu çalışmada, denemede kullanılacak tarım ürünlerinin yanı sıra çarptırma düzeneği, hava geçirmeyen cam kaplar, sıcaklık ölçer, dijital karbondioksit ölçüm cihazı, nemölçer, meyve penetrometresi, buzdolabı ve klima da diğer materyaller olarak kullanılmıştır.

Ürönlere mekanik hasar uygulayabilmek amacıyla farklı yüksekliklerden çarpma etkisi oluşturulabilecek çarpma düzeneği imal edilmiş ve bu düzeneğe sabitlenen ürönlere 10, 20 ve 30 cm yüksekliklerden silindir şeklindeki paslanmaz çelikten imal edilmiş olan 300 g ağırlığındaki sabit bir kütle çarptırılmıştır (şekil 3.1).



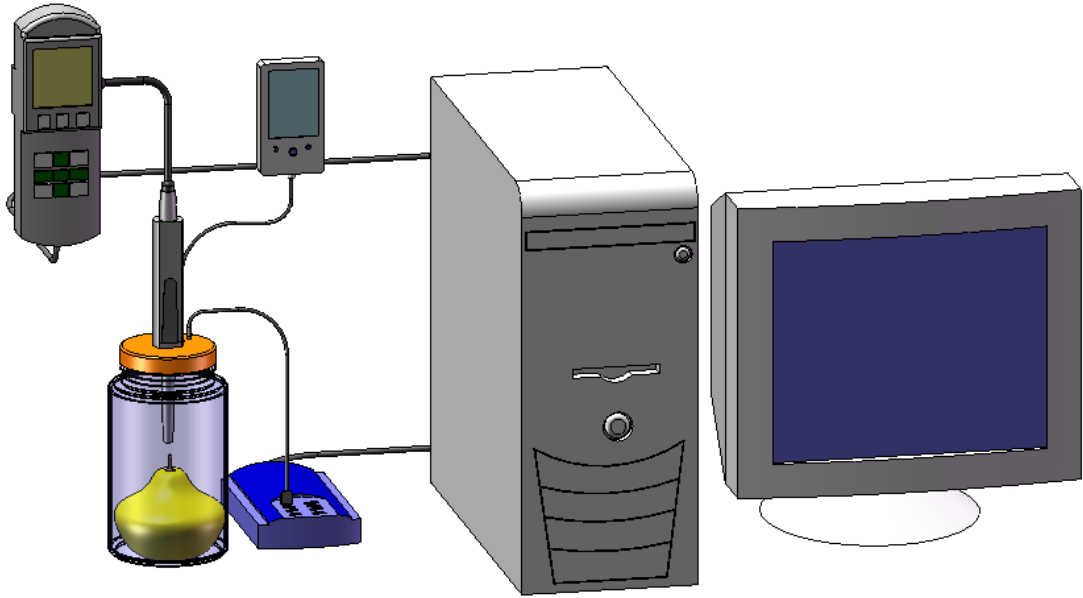
şekil 3.1. Denemelerde kullanılan çarptırma düzeneği

Tarım ürönlерinin hasat sonrasında solunumlarını devam ettirmelerinden yararlanarak açığa çıkan CO₂ düzeyinde görölen değişimler, ölçümlerimizin temelini oluşturmaktadır. Çarptırma düzeneğinde farklı yüksekliklerden ürönlерin vurulması ile açığa çıkan farklı miktarlardaki CO₂, maksimum 11500 ppm CO₂ düzeyine kadar ölçüm yapabilen Testo 650 model CO₂ ölçme cihazıyla ölçölmüştür.

Üröünün solunumu sırasında ortamda oluşan sıcaklık değerinin zamanla değerimini saptamak amacıyla Pico TC-08 sıcaklık ölçme cihazı kullanılmıştır. El tipi dijital nem ölçme cihazıyla nem düzeyinde artış olup olmadığı gözlenmiş, sonuçta ağırlık düzeyindeki değerim

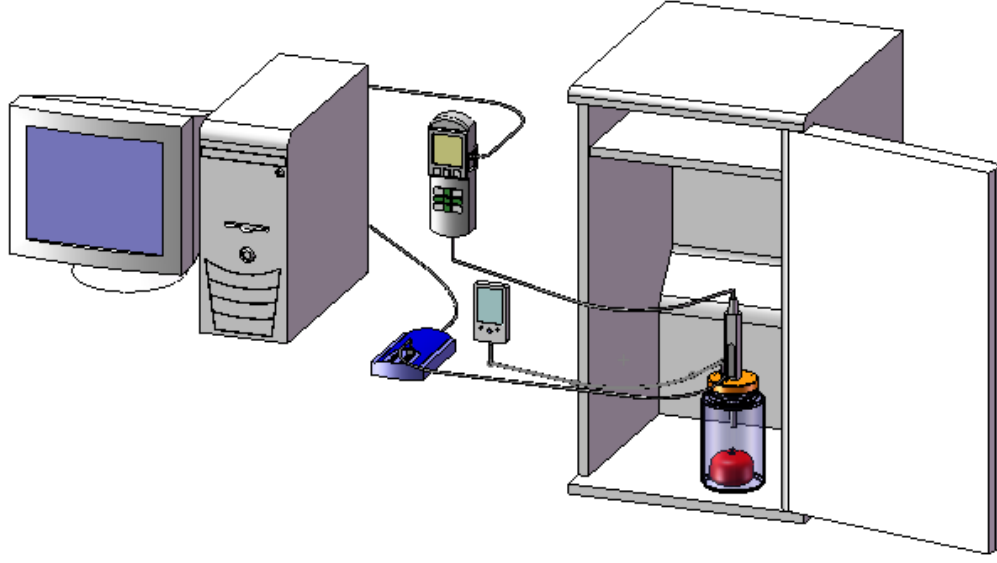
AND marka GX-4000 model 0.01 g ölçüm hassasiyetine sahip dijital hassas terazi kullanılarak ölçülmüştür. Oda sıcaklığındaki ölçümler sırasında ortam sıcaklığının $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabitlenmesi, klima kullanılarak sağlanmıştır. Domates ve armut için en uygun depolama sıcaklığı olan $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de gerçekleştirilen denemelerde ise depolama ortamı olarak bir buzdolabından yararlanılmıştır.

Oda sıcaklığı koşullarında yani $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ koşulunda verilerin alınması amacıyla oluşturulan statik bir ölçüm düzeneği, Şekil 3.2'deki gibi kurulmuş ve aynı anda hem sıcaklık, hem CO_2 hem de nem düzeyine ilişkin ölçümler yapılmıştır.



Şekil 3.2. Oda sıcaklığında ölçüm verilerinin alınması

$2\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de verilerin elde edilmesi aşamasında ise kullanılan bu düzenek Şekil 3.3'teki şekle dönüştürülerek kullanılmıştır. Burada farklı olarak hasar uygulanmış deneme materyalinin içerisinde olduğu kavanoz, buzdolabı içerisine kapatılmış, buzdolabının da kapağı kapatılarak veriler kablolar vasıtasıyla bilgisayara aktarılmıştır.

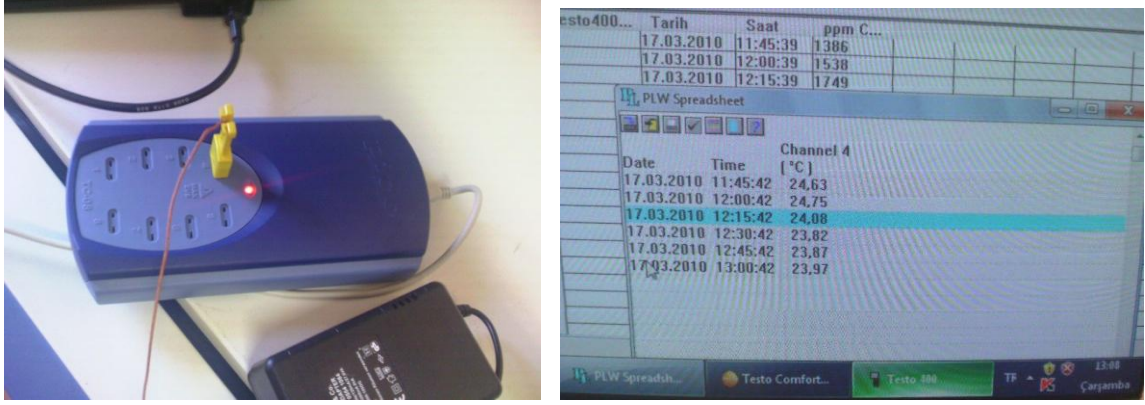


Şekil 3.3. $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşulunda verilerinin alınması

3.2. Yöntem

3.2.1. Sıcaklık, CO_2 Üretim Miktarı, Nem ve Ağırlık Değerlerinin Saptanması

Bu çalışmada oda sıcaklığında ve buzdolabında sıcaklık değerlerindeki değişimlerin tespit edilmesi amacıyla Pico marka TC-08 model sıcaklık ölçme cihazı kullanılmıştır. Verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve istenen ölçüm aralığının belirlenmesi için cihazın yazılımı olan PicoLog Recorder programı bilgisayara yüklenmiştir. Program içerisinde bulunan veri ölçüm aralığı 15 dakika olarak belirlendikten sonra, çarpıtma düzeneğinden alınan ürün, hava geçirmez cam kap içerisine konulduktan sonra her 15 dakikada bir sıcaklık değerleri kaydedilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Pico TC-08 sıcaklık ölçüm cihazı ve verilerin aktarılması

Hava geçirmez cam kaplardaki örnekler tarafından üretilen CO₂ değerlerinin değişiminin zamana bağlı olarak saptanması amacıyla Testo 650 model data logger'a sahip olan bir CO₂ ölçüm probundan yararlanılmıştır (Şekil 3.5). Şekil 3.5.'de de görüldüğü gibi bu prob, ölçümler boyunca tamamen cam kap içerisinde tutulmuş ve kap içerisine hava girişi olmayacak şekilde sabitlenmiştir.



Şekil 3.5. Testo 650 data logger ve CO₂ ölçüm probu

Probtan alınan veriler Testo 650 cihazı vasıtasıyla bilgisayara aktarılmış ve bilgisayar ortamındaki Testo Comfort Software programı vasıtasıyla ölçüm aralığı 15 dakika olarak

belirlenerek oda sıcaklığında 48, buzdolabı sıcaklığında 24 saat olmak üzere ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6). Cihaz, maksimum 11500 ppm CO₂ düzeyine kadar ölçüm yapabildiği için, ölçümlerin maksimum düzeyi aşp cihazın ölçüme devam edemediği durumlarda, ölçüm değerleri cihazın ölçebildiği düzeye kadar alınmış, bu gibi durumlarda ölçümlerin 24 saat ya da 48 saat sürmesi beklenmemiştir.

testo400...	Tarih	Saat	ppm C...
101	25.03.2010	09:32:13	4921
102	25.03.2010	09:47:13	4932
103	25.03.2010	10:02:13	4944
104	25.03.2010	10:17:13	4981
105	25.03.2010	10:32:13	5010
106	25.03.2010	10:47:13	5020
107	25.03.2010	11:02:13	5037
108	25.03.2010	11:17:13	5045
109	25.03.2010	11:32:13	5101
110	25.03.2010	11:47:13	5091
111	25.03.2010	12:02:13	5109
112	25.03.2010	12:17:13	5110
113	25.03.2010	12:32:13	5133
114	25.03.2010	12:47:13	5159
115	25.03.2010	13:02:13	5194
116	25.03.2010	13:17:13	5203
117	25.03.2010	13:32:13	5204
118	25.03.2010	13:47:13	5236
119	25.03.2010	14:02:13	5252
120	25.03.2010	14:17:13	5277
121	25.03.2010	14:32:13	5303
122	25.03.2010	14:47:13	5310
123	25.03.2010	15:02:13	5329
124	25.03.2010	15:17:13	5350
125	25.03.2010	15:32:13	5352
126	25.03.2010	15:47:13	5378
127	25.03.2010	16:02:13	5402
128	25.03.2010	16:17:13	5426
129	25.03.2010	16:32:13	5435

Şekil 3.6. Testo Comfort Software CO₂ ölçüm yazılımı

Sıcaklık ve CO₂ ölçümlerine paralel olarak ölçümler boyunca örneklerin bulunduğu ortam nemi değerinde değişim olup olmadığının da takip edilebilmesi amacıyla dijital bir nemölçer kullanılmış ve nem düzeyindeki değişim belli aralıklarla okunarak kaydedilmiştir.

Örneklerde solunumdan kaynaklanan ağırlık kaybının belirlenmesi amacıyla tüm ürünler CO₂ ölçümleri öncesinde ve sonrasında AND marka GX-4000 model 0.01 g ölçüm hassasiyetine sahip dijital terazi kullanılarak tartılmıştır.

3.2.2. Meyve Sertliklerinin Saptanması

Deneme materyallerinin sertlikleri, CO₂ ve sıcaklık ölçümlerinin tamamlanmasının ardından tartıldıktan ve salınan CO₂'ye bağlı olarak ağırlık değişimleri saptandıktan sonra meyve penetrometresi kullanılarak Şekil 3.7'de görüldüğü gibi ölçülmüştür. Ölçümler, her bir meyvenin çapı boyunca eşit aralıklarla 3 farklı noktasından yapılmıştır ve bu değerlerin ortalaması belirlenmiştir.



Şekil 3.7. Meyve penetrometresi ile meyve sertliklerinin ölçümü

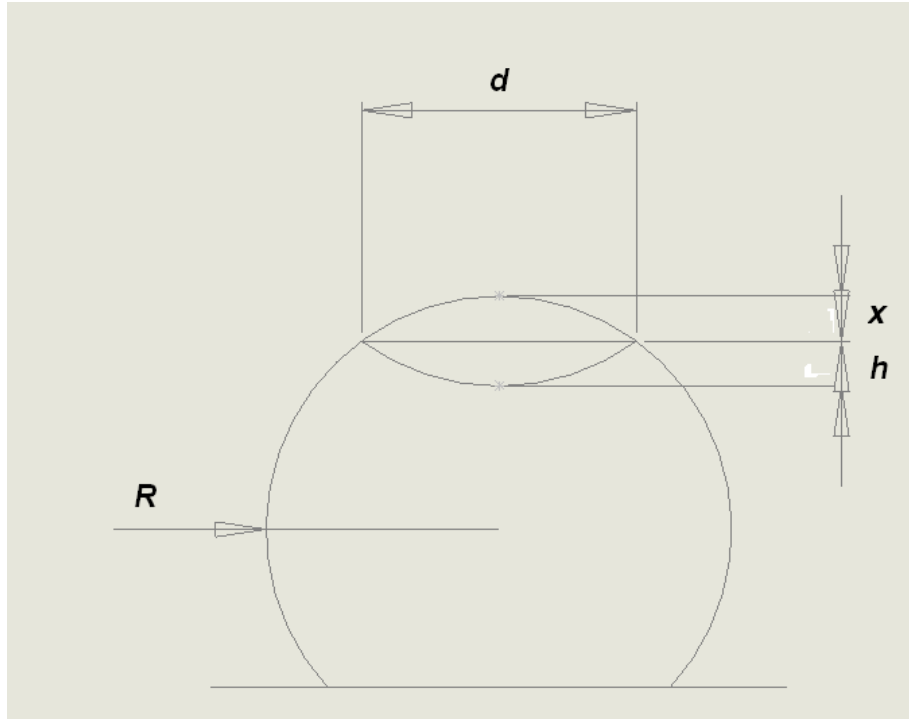
3.2.3. Ürünlerde Oluşan Zedelenme Hacimlerinin Saptanması

Biyolojik materyallere mekanik hasar uygulandıktan sonra oluşan zedelenme Şekil 1.2'de statik ve dinamik koşullarda elma örneği için verilmiştir. Elmada olduğu gibi aynı şekilde domates ve armutta da çeşitli mekanik etkiler sonrasında zedelenen bölgelerde hücre patlaması gerçekleşmektedir. Hücre patlaması olan bölgenin altında kalan kısımdaki hücrelerde ise sıkışma oluşmaktadır. Meyve ve sebzelerde hasardan etkilenen yani hücre patlaması olan zedelenmiş bölgenin hacmi 3.1 numaralı eşitlik ve ürün yüzeyinden hasar merkezine kadar etkilenmiş hasar derinliği ise 3.2 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$v = \frac{\pi h}{24} (3d^2 + 4h^2) + \frac{\pi x}{24} (3d^2 + 4x^2) \quad (3.1)$$

$$x = R - \sqrt{R^2 - \frac{d^2}{4}} \quad (3.2)$$

Zedelenme hacminin saptanmasında kullanılmış olan parametreler ise Şekil 3.8 üzerinde gösterilmiştir (Aktas ve ark. 2008, Yurtlu ve Erdoğan 2005).



Şekil 3.8. Mekanik hasar sonrası materyalde ölçüm için gerekli hesaplama unsurları

Burada;

d = Hasar genişliği (mm),

R = Meyve yarıçapı (mm),

x = Etkilenen bölgenin etki merkezi yukarısında kalan kısmının yüksekliği (mm),

h = Etkilenen bölgenin etki merkezi aşağısında kalan kısmının derinliğidir (mm),

v = Mekanik hasardan etkilenen toplam bölge hacmi (mm^3).

3.2.4. Solunum Oranlarının Saptanması

Solunum oranı genel olarak 1 kg taze ürünün 1 saatte ürettiği gaz miktarını (kütle veya hacim olarak) tanımlamaktadır. Statik sistemlerde solunum oranlarının saptanması için temel beş faktörün bilinmesi gerekmektedir (Saltveit 2010). Bunlar;

- Kullanılan sızdırmaz kabın hacmi (2000 ml),
- Örnek ağırlığı,
- Deneme başlangıcındaki ($t=0$ anında) CO_2 konsantrasyonu,
- Deneme süresi,
- Son CO_2 konsantrasyonudur.

Bu sebeple deneme süresince ppm (Parts per million) olarak ölçülmüş olan CO₂ değerleri aşağıdaki orantı denklemi (Eşitlik 3.3) kullanılarak yüzde değerlerine (%) çevrilmiştir.

$$A=(B*100)/1.000.000 \quad (3.3)$$

Bu eşitlikte;

A: CO₂ miktarı (%),

B: CO₂ miktarıdır (ppm).

CO₂ gazı üretim oranı olarak da tanımlayabileceğimiz solunum oranı (SO) ise 3.4 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Saltveit 2010).

$$SO = \frac{SM - \dot{I}M}{M * t} * V \quad (3.4)$$

Burada;

SO: CO₂ gazı cinsinden ürünlerin solunum oranı (ml CO₂/kg h),

SM: Son CO₂ gazı konsantrasyonu (%),

İM: İlk CO₂ gazı konsantrasyonu (%),

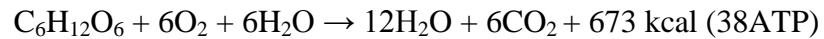
V: Kap hacmi (ml),

M: Ürün ağırlığı (kg),

T: Zamandır (saat).

3.2.5. Kuru Madde Kaybının Saptanması

Bitki solunumu, 6 karbonlu şekerin karbondioksit ve suya tamamen oksidasyonu olarak kabul edilir. Bitki solunumunun kimyasal denklemi şu şekilde ifade edilir (Saltveit 2010):



Bu kimyasal denklem (stokiometrik) ifadesi, CO₂ üretiminin toplam miktarının yanında kuru madde kaybı için kullanılabilir (Greenhill 1959, Melvin ve Simpson, 1963, Simpson 1961). Solunum sırasında 264 g CO₂ üretilirken 180 g şeker kaybolmaktadır (Saltveit 2010). Buradan 1 saatteki 1 kg üründe oluşan kuru madde ağırlık kaybı 3.5 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$KMK = SO * 10^{-3} * 68 / 100 \quad (3.5)$$

Bu eşitlikte:

KMK: Kuru madde kaybı (g/kg h),

SO: Ürünlerin solunum oranı (ml CO₂/kg h),

Hesaplanan saatlik kuru madde kaybı kullanılarak depolama periyodu boyunca üründe oluşabilecek kuru madde kaybı (günlük, haftalık vs.) hesaplanabilmektedir.

3.2.6. İstatistik Analizlerin Gerçekleştirilmesi

İki farklı sıcaklıkta saptanmış olan solunum oranları ile mekanik zedelenme, kuru madde kaybı, meyve sertliği arasındaki ilişki ve bu ilişkinin önemli olup olmadığını saptamak amacıyla varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz yönteminde CO₂ üretim miktarı (%), solunum oranı (ml CO₂/kg h) ve ürünlerde solunum sonrasında oluşan kuru madde kaybı (g/kg h) bağımlı değişken; zedelenme hacmi, sıcaklık, meyve sertlik değerleri ise bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır. İstatistik hesaplamaların gerçekleştirilmesinde SPSS 13.0 istatistik programından yararlanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Örneklerde Zedelenme Hacimlerine İlişkin Sonuçlar

Çizelge 4.1’de domates ve armut örneklerine uygulanan mekanik hasar uygulamaları sonucunda solunum oranlarının saptanmasına yönelik denemelerde kullanılacak olan örneklerde oluşan hasar oranları zedelenme hacmi olarak verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı Ortam Sıcaklıklarında Yapılan Denemeler İçin Hazırlanmış Olan Örneklerin Zedelenme Hacimleri

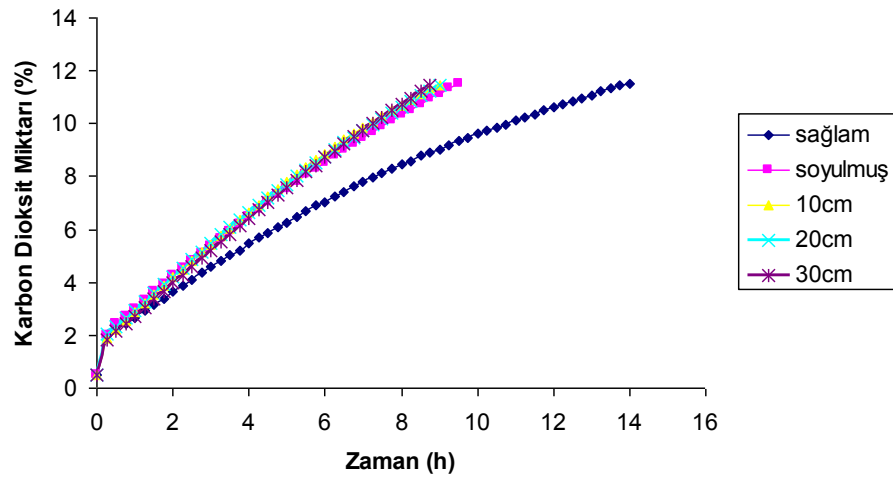
Örnek	Sıcaklık (°C)	Hasar düzeyi	Zedelenme hacimleri (mm ³)	Çarpıtma yüksekliğine bağlı olarak zedelenme hacminin değişimi
Armut	22±2 (oda koşulu)	Sağlam	-----	
		Kabuğu soyulmuş	1000	
		10 cm'den çarpıtılmış	4628	
		20 cm'den çarpıtılmış	4839	
		30 cm'den çarpıtılmış	5398	
	2±2 (soğuk hava koşulu)	Sağlam	-----	
		Kabuğu soyulmuş	1000	
		10 cm'den çarpıtılmış	4579	
		20 cm'den çarpıtılmış	4703	
		30 cm'den çarpıtılmış	5252	
Domates	22±2 (oda koşulu)	Sağlam domates	-----	
		Kabuğu soyulmuş	1000	
		10 cm'den çarpıtılmış	1538	
		20 cm'den çarpıtılmış	4498	
		30 cm'den çarpıtılmış	4390	
	2±2 (soğuk hava koşulu)	Sağlam Domates	-----	
		Kabuğu soyulmuş	1000	
		10 cm'den çarpıtılmış	1912	
		20 cm'den çarpıtılmış	2222	
		30 cm'den çarpıtılmış	4162	

Çizelge 4.1 incelendiğinde çarpıtma yüksekliğine bağlı olarak armut örneklerinde domates örneklerine kıyasla daha büyük zedelenme hacminin oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu da hasat sonrası mekanizasyon uygulamalarında çarpmalara karşı armut meyvesinin domatese göre çok daha hassas olduğunu göstermektedir. Ayrıca her iki üründe de çarpıtma yüksekliklerinin artışının, ürünlerde oluşan zedelenme hacmini genel olarak arttırdığı belirlenmiştir. Çarpıtma yüksekliklerinin zedelenme hacmi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitli tarımsal ürünler için yapılan araştırma sonuçları da bu sonucu desteklemektedir. Örneğin Vursavuş ve Özgüven (2000) farklı elma çeşitleri (Golden Delicious ve Granny Smith) için yaptıkları bir araştırmada pek çok faktör yanında meyve çarpıtma yüksekliğinin maksimum zedelenme çapı ve maksimum zedelenme derinliği üzerinde etkilerinin olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışmada ürünleri 30 ve 60 cm'den metal yüzey üzerine düşürerek çarpma testlerini gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda her iki çeşit için de meyve düşme yüksekliğinin zedelenme parametreleri üzerine etkisinin önemli olduğunu saptamışlardır. Aktaş ve ark. (2008) tarafından gerçekleştirilen ve domatesin zedelenme hassasiyetinin mekanik araçlarla belirlendiği bir başka çalışmada ise 20, 30, 40 ve 50 cm yüksekliklerden çarpma etkisi uygulanmış olan domateslerin alt ve yan taraflarında oluşan zedelenme düzeyleri ve zedelenme duyarlılıkları hesaplanmıştır. Zedelenme hacminin de bir göstergesi olan maksimum absorbe edilen enerji değerlerinin, düşme yüksekliği ve ürün çarpıtma yönüne bağlı olarak önemli oranda değiştiği saptanmıştır. Yine Topping ve Luton (1986) elmaların çarpma zedelenmesine olan duyarlılıklarını karşılaştırmışlar, zedelenen bölgelerin çap ve hacimlerinin çarpışma enerjisiyle arttığını, fakat bu artışın çeşide bağlı olarak değiştiğini saptamışlardır.

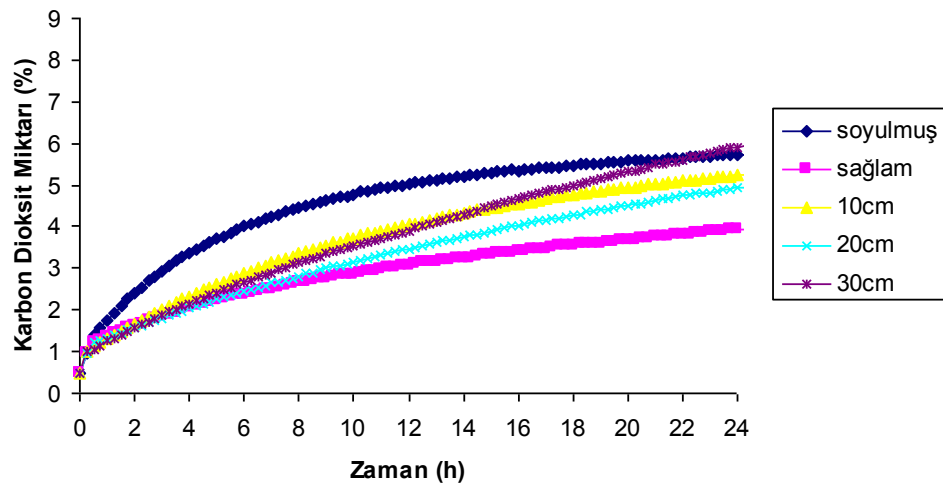
4.2. Mekanik Hasar Uygulamalarının Ürünlerde CO₂ Üretim Miktarı Üzerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar

Şekil 4.1'de oda sıcaklığı koşulunda ve 4.2'de de soğuk koşulda farklı mekanik hasar düzeyleri uygulanmış olan domates örneklerinin CO₂ üretim miktarlarının değişimi görülmektedir. Şekiller incelendiğinde her iki sıcaklık koşullarında da kontrol örneği olarak alınmış olan hasarsız olan domates örneğinin CO₂ üretim miktarlarının diğer örneklerinkine kıyasla oldukça düşük olduğu görülmektedir. Şekil 4.1 ve 4.2'den de anlaşıldığı gibi ortam sıcaklığının yükselmesi ile ürünün ürettiği CO₂ miktarında oldukça büyük bir artış olmuştur. Ayrıca oda sıcaklığı koşullarında bu artışın çok daha kısa sürede gerçekleştiği saptanmıştır. Ortam sıcaklığı 2±2°C iken ortamdaki CO₂ oranı sağlam domates örnekleri için 24 saatin

sonunda %0,49'dan %3,95'e yükselmiştir. Bu oran $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de tutulan domates örnekleri için %0,49'dan sadece 14 saat sonunda %11,53'e yükselmiştir. $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ortam sıcaklığı koşulunda bütün hasarlı örneklerde CO_2 üretim miktarı sağlam örneklerinkine göre oldukça yüksektir fakat mekanik hasardan dolayı CO_2 üretimindeki artış hemen hemen aynı düzeyde olmuştur (Şekil 4.1). Oda sıcaklığı koşulunda domates örneklerinin CO_2 üretimi üzerine farklı mekanik hasar düzeylerinin etkisinin istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde, soğuk hava koşulundaki örneklerin CO_2 üretimi üzerine farklı mekanik hasar düzeylerinin etkisi ise istatistiksel olarak 0,01 önemli bulunmuştur. Ortam sıcaklığının CO_2 üretim miktarı üzerine etkisinin ise 0,01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

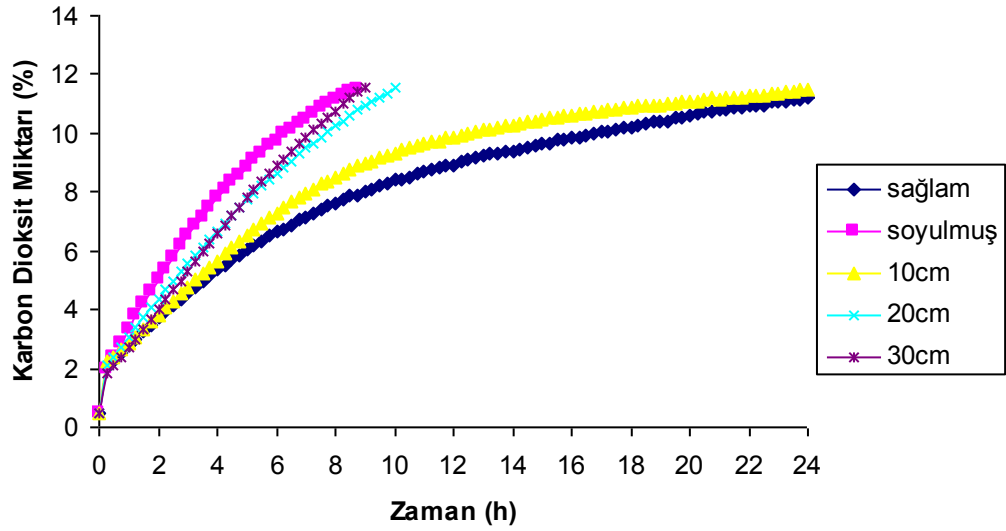


Şekil 4.1. Oda sıcaklığı koşulunda ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin domatesin CO_2 üretim miktarına etkisi

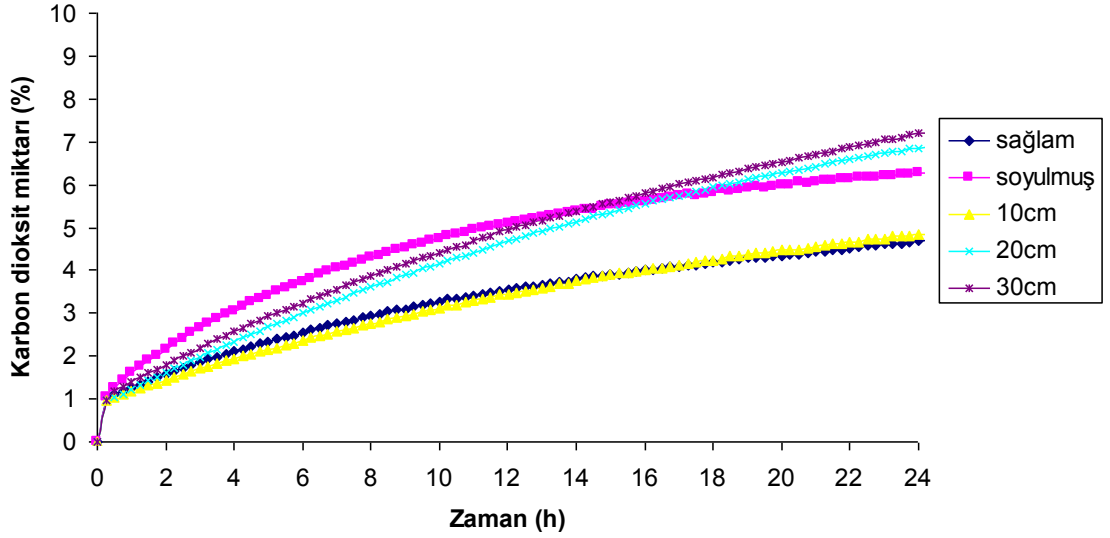


Şekil 4.2. Soğuk hava koşulunda ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin domatesin CO_2 üretim miktarına etkisi

Şekil 4.3’de oda sıcaklığı koşulunda ve 4.4’da da soğuk koşulda farklı mekanik hasar düzeyleri uygulanmış olan armut örneklerinin CO₂ üretim miktarlarındaki değişim görülmektedir. Şekiller incelendiğinde domates örneklerinde olduğu gibi her iki sıcaklık koşullarında da kontrol örneği olarak alınmış olan hasarsız olan armut örneğinin CO₂ üretim miktarlarının diğer örneklerinkine kıyasla oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca oda sıcaklığında yapılan ölçümlerde açığa çıkan CO₂ değerlerinin, soğuk hava koşulundaki ölçümlere kıyasla daha yüksek olduğu ve bu yüksek değerlere daha hızlı ulaşıldığı görülmektedir. Bunların yanı sıra her iki sıcaklık düzeylerinde de armutlarda mekanik hasar uygulandıkça CO₂ düzeylerinde artış daha fazla gözlemlenmiş; meyve kabukları soyulduğunda ise oda sıcaklığında maksimum CO₂ miktarının üretildiği saptanmıştır. Domates örneklerinde olduğu gibi armut örneklerinde de soğuk hava koşullarında yapılan denemelerde belli bir düzeye kadar üzerinde 1 cm²’lik bir alanı soyulmuş olan örneklerde CO₂ üretim oranı maksimum iken 14. saat sonunda 30 cm yükseklikten çarptırılan ürünlerin CO₂ üretim oranıyla aynı düzeyde olmakta (%5,37) daha sonraki periyotta ise bu değer 30 cm yükseklikten çarptırılan armut örneklerinde daha yüksek olmaktadır. 24 saat sonunda bu değer soyulmuş örneklerde %6,25 iken 30 cm yükseklikten çarptırılan armut örneklerinde %7,2’ye ulaşmıştır.



Şekil 4.3. Oda sıcaklığı koşulunda (22±2°C) mekanik hasar düzeyinin armut örneklerinin CO₂ üretim miktarına etkisi



Şekil 4.4. Soğuk hava koşulunda ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin armut örneklerinin CO_2 üretim miktarına etkisi

Elde edilen bu sonuçlara göre genel olarak, her iki ürün için de sıcaklık ve mekanik hasar düzeyi arttıkça solunumun hızlandığı ve solunum sonucunda açığa çıkan CO_2 düzeylerinde artış olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Tetteh ve ark. (2004) da meyvelerde sıcaklık arttıkça solunumun arttığını ve böylelikle olgunlaşmanın yavaşlayarak bitki kalitesinin azaldığını belirtmiş, buna bağlı olarak ürünlerin hasat sonrasında çiftliklerde portatif soğutucularda korunmasının, tazeliği korumak için etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Bu araştırmada da sıcaklık ve solunum ilişkisi, Tetteh ve ark. (2004)'nin bu sonucuyla örtüşmektedir. Aynı durumu destekleyen bir diğer araştırma ise Kraus ve ark. (1999) tarafından kaba yemin solunumu üzerine zedelenmenin etkisi üzerine yapılmıştır. Mekanik etki altında kaba yem örneklerinin muhafaza edildiği sıcaklığın 31°C 'den 11°C 'ye düşürülmesi, kontrol örneklerinin solunum oranlarını yaklaşık %50 azaltmış ve solunumdan dolayı kaybolan toplam kuru madde miktarı tüm deneylerde 48 saatin sonunda %3'ten daha az olarak tespit edilmişti.

Ürünlerde solunumun buzdolabı ortamında daha düşük CO_2 düzeylerine çıkabildiği tespit edilmiş ve bu durum Boyette ve ark. (1993)'nin çayüzümü bitkisinde (*Vaccinium sp.*) hasat sonrasında soğukta bekletme ve depolama boyunca dayanıklılık üzerine yaptıkları araştırmayla da uyumlu bulunmuştur. Araştırmaya göre, deneye alınan meyvelerin hasat sonrasında soğukta bekletildikçe tazeliklerinin muhafaza edildiği tespit edilmiştir. CO_2

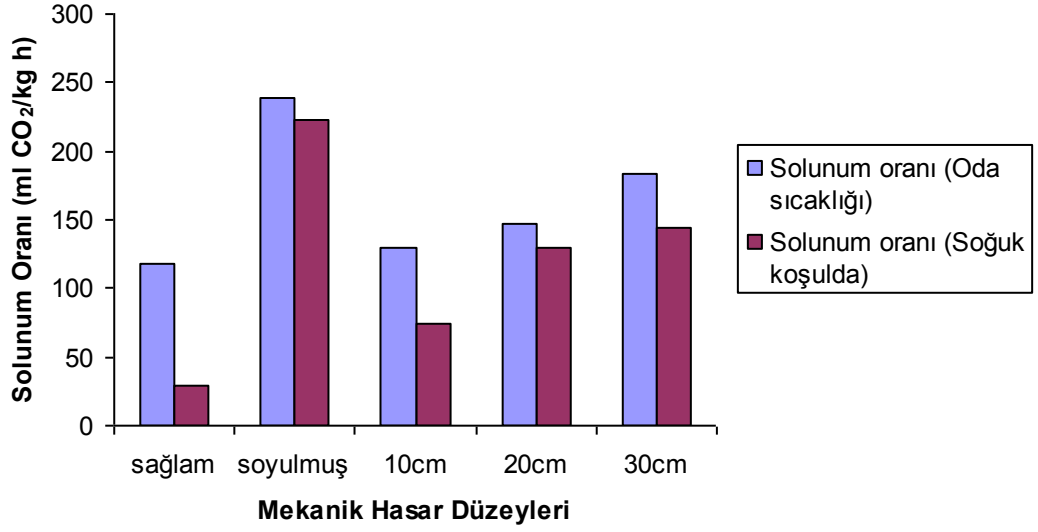
üretiminin tazeliğe yönelik olarak etken bir faktör olması açısından çalışmamız bu sonuçla paralellik arz etmektedir.

Buzdolabı sıcaklığında yapılan ölçümlerde her iki üründe de uygulanan etki sonucunda CO₂ düzeylerine ilişkin artış açık şekilde gözlemlenmekte iken, oda sıcaklığında iki farklı üründeki solunum dağılımlarındaki fark gözlemlenebilmekte; bunun sonucunda ise domates ölçümlerindeki dağılımın farklı hasar düzeylerinde ve kabuğun soyulması durumunda önemsenebilecek düzeyde birbirine yakın olduğu sonucuna varılmaktadır.

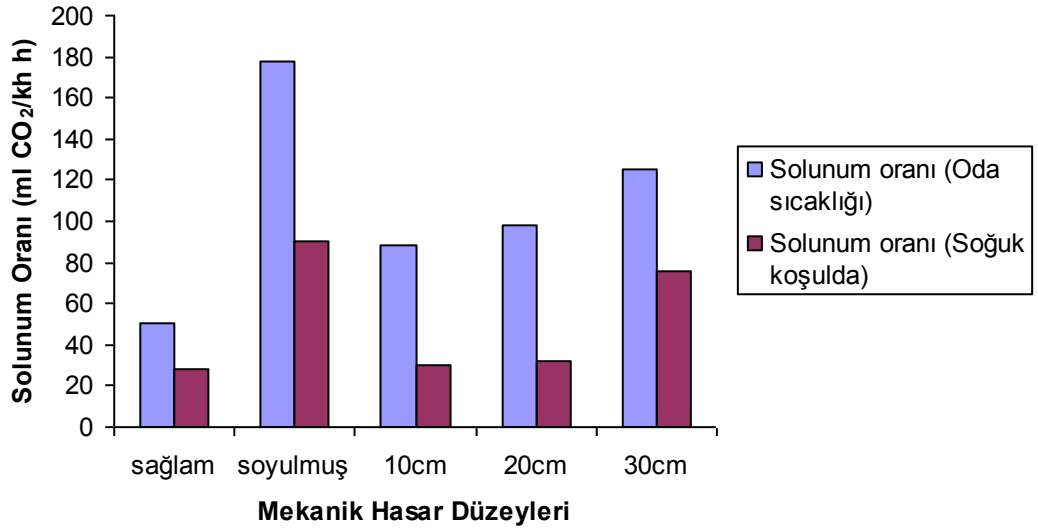
4.3. Mekanik Hasar Uygulamalarının Ürünlerin Solunum Oranı Üzerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar

Örneklerin solunum oranları Bölüm 2.2’de anlatılan statik koşul ölçüm metotlarına uygun olarak ilk 15 dakikalık periyot için hesaplanmıştır. Oda koşullarında ve soğuk koşulda domates örneklerinin solunum oranlarının (CO₂ üretim oranları) üründe oluşturulan hasar düzeylerine bağlı olarak değişimi Şekil 4.5’te görülmektedir. Oda koşullarında ve soğuk koşulda armut örneklerinin solunum oranlarının (CO₂ üretim oranları) üründe oluşturulan hasar düzeylerine bağlı olarak değişimi ise Şekil 4.6’da görülmektedir.

Domates örneklerine ilişkin olan Şekil 4.5 ve armut örneklerine ilişkin Şekil 4.6 incelendiğinde kabuğu soyulmuş olan örneklerin hem oda koşullarında hem de soğuk ortam koşullarında solunum oranlarının diğer örneklerinkine kıyasla çok daha yüksek olduğu bunu 30 cm yüksekten çarptırılan örneklerin izlediği anlaşılmıştır. Hem ortam sıcaklığının hem de zedelenme düzeylerinin solunum oranı üzerine etkilerinin 0,01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Domates ve armuda ilişkin grafikler genel olarak armut örneklerinde solunum oranlarının domates örneklerinkine göre daha düşük olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.5. Domates örneklerinde solunum oranının ortam sıcaklığı ve mekanik hasar düzeyine bağlı olarak değişimi

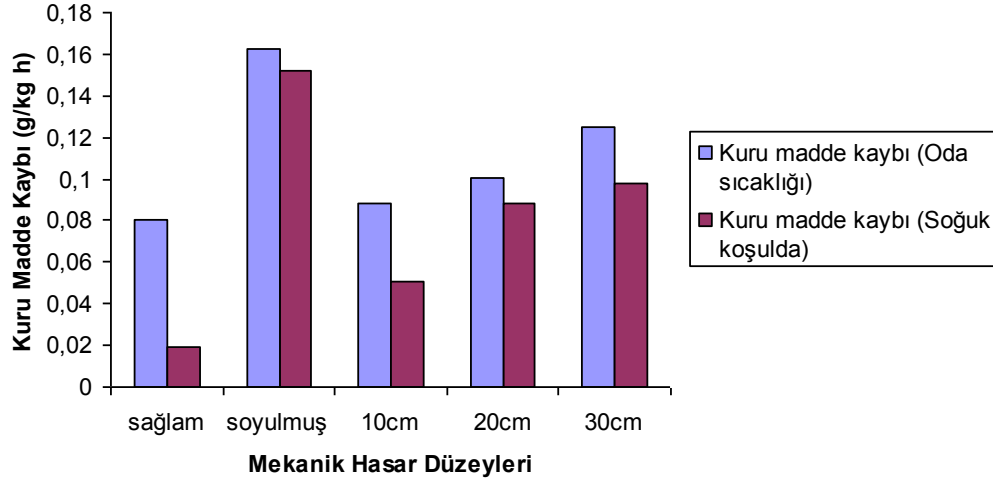


Şekil 4.6. Armut örneklerinde solunum oranının ortam sıcaklığı ve mekanik hasar düzeyine bağlı olarak değişimi

4.4. Mekanik Hasar Uygulamalarının Ürünlerin Kuru Madde Kaybı Üzerindeki Etkilerine İlişkin Sonuçlar

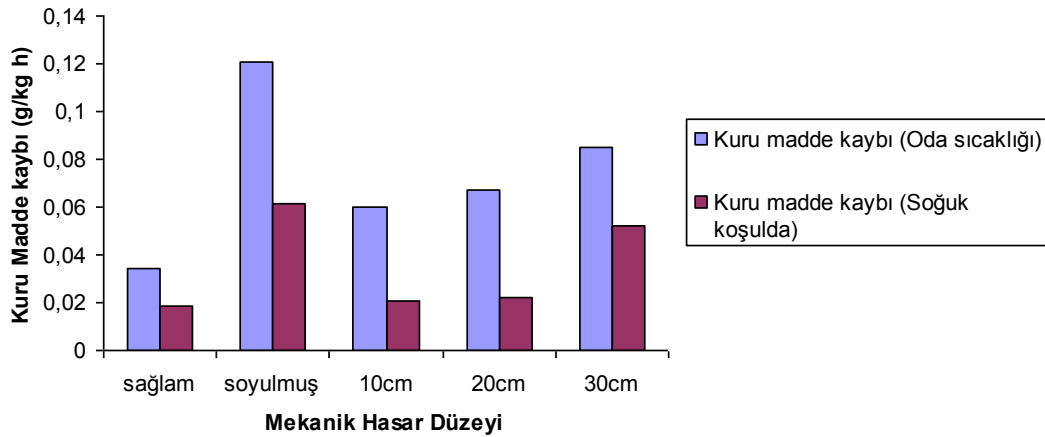
Solunum oranlarına bağlı olarak hesaplanmış olan kuru madde kayıplarının (g/kg h) iki farklı sıcaklık koşulunda mekanik hasar düzeyine bağlı olarak nasıl değiştiği, domates için Şekil 4.7'de ve armut örnekleri için de Şekil 4.8'de görülmektedir. Solunum oranlarına paralel

olarak en yüksek kuru madde kaybının kabuğu soyulmuş olan örneklerde olduğu ve bunu sırasıyla 30 cm yükseklikten çarptırılan, 20 cm yükseklikten çarptırılan ve 10 cm yükseklikten çarptırılan örneklerin takip ettiği saptanmıştır. En düşük kuru madde kaybı ise herhangi bir mekanik zarara uğramamış olan örneklerde olmuştur. En yüksek kuru madde kaybının domates örneklerinde olduğu ve bu kayıpların domatestes soğuk hava koşulunda dahi oldukça yüksek değerlerde gerçekleştiği anlaşılmıştır.



Şekil 4.7. Oda sıcaklığı koşulunda ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) ve soğuk ortam koşulunda ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin domates örneklerinin kuru madde kaybına etkisi

Zedelenme düzeyi, ortam sıcaklığının solunum sırasında ürünlerde oluşan kuru madde kaybı üzerine etkisi 0,01 düzeyinde önemli bulunurken ürün çeşidinin kuru madde kaybı üzerine etkisi 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 4.8. Oda sıcaklığı koşulunda ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) ve soğuk ortam koşulunda ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$) mekanik hasar düzeyinin armut örneklerinin kuru madde kaybına etkisi

4.5. Örneklerde Solunum Denemeleri Sonrasında Oluşan Ağırlık Kaybı ve Meyve Eti Sertliğindeki Değişimlere İlişkin Sonuçlar

Çizelge 4.2’de domates ve armut örneklerine uygulanan mekanik hasar uygulamaları sonucunda solunum oranları saptanmış olan örneklerde oluşan ağırlık kaybı ve meyve eti sertliğinde oluşan değişimler görülmektedir.

Ağırlık kayıpları göz önünde bulundurulduğunda, tüm deneme materyallerinde ölçümler öncesi ve sonrası arasında en büyük ağırlık kayıplarının da diğer tüm sonuçlara paralel olarak kabuğu soyulan meyvelerde olduğu görülmektedir. Soğuk hava koşulundaki armut örneklerinde mekanik hasar düzeyi arttırıldıkça kütle kayıplarında da artış olduğu gözlemlenmiştir. En büyük ağırlık kaybının ürün ağırlığına kıyasla %0.2 düzeye kadar yükselebildiği tespit edilmiştir. Ağırlık kayıpları, genel olarak tüm ürünlerde solunum devam ettikçe açık bir şekilde gözlemlenmiştir.

Sertlik ölçümleri ve hasarla ortaya çıkan deformasyonla ilgili olarak, Chen ve Ark. (1987), düşürme testlerinde ortaya çıkabilecek zedelenmenin belirlenmesi için Srivastava ve arkadaşlarının hazırladıkları deney cihazını kullanmış ve çelik yüzeyler üzerine farklı yüksekliklerden elmalar düşürmüşlerdi. Meyvelerde oluşan farklı zedelenme düzeylerinin meyve çeşidine ve olgunluğa bağlı olarak değiştiğini, meyve sertliği ile zedelenmenin ters orantılı olduğunu tespit etmişlerdi. Bu sonuçlara paralel olarak Çizelge 4.2 incelendiğinde oda sıcaklığındaki meyvelerde en yüksek sertliğin sağlam armut ve sağlam domateste olduğu gözlemlenmiştir. Mekanik hasar uygulanan ve kabuğu soyulan ürünlerde ise bariz bir sertlik kaybı olduğu gözlenmektedir fakat bu kayıplar, uygulanan hasar düzeyine oranla düzenli bir dağılım sergilememektedir. Soğuk hava koşulunda ölçümleri yapılan ürünlerde ise sertlik ölçümlerinin düzenli bir dağılım arz etmediği, oda sıcaklıklarında yapılan ölçümlere göre daha kararsız olduğu saptanmıştır.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda ürünlerdeki ağırlık kaybı-solunum oranı ve meyve eti sertliği-solunum oranı arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0,01$).

Çizelge 4.2. Farklı Ortam Sıcaklıklarında Yapılmış Olan Denemeler Sonrasında Örneklerde Oluşan Ağırlık Kaybı ve Meyve Sertliği Değişimi (Deneme öncesinde sağlam örneklerin sertlik değerleri domates için ortalama 5,8 kgf, armut için ortalama 6,137 kgf olarak ölçülmüştür.)

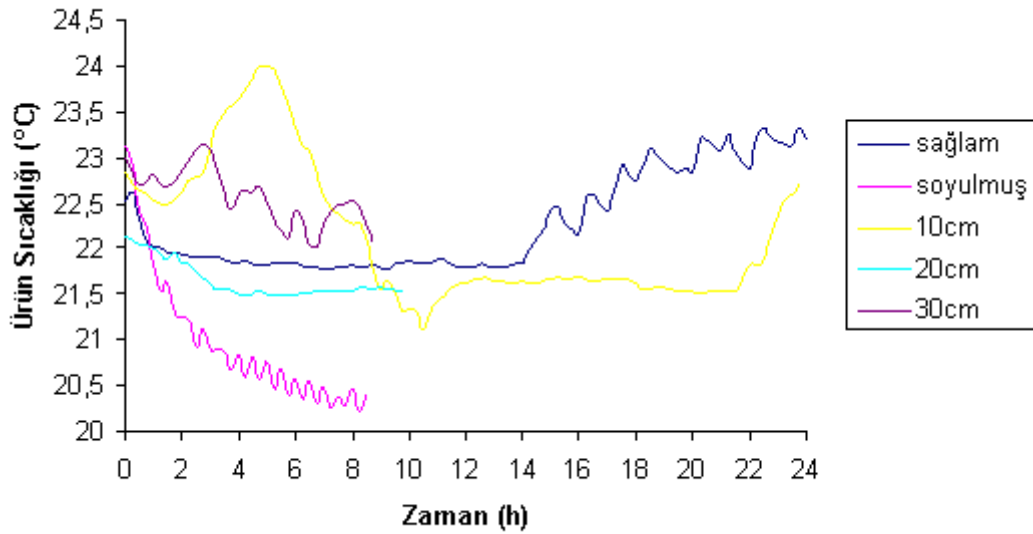
Örnek	Sıcaklık	Hasar düzeyi	Ağırlık kaybı (g)	Meyve eti sertliği (kgf)
Armut	22±2 (oda koşulu)	Sağlam	0,02	7,865
		Kabuğu soyulmuş	0,42	5,794
		10 cm'den çarptırılmış	0,13	6,153
		20 cm'den çarptırılmış	0,11	5,55
		30 cm'den çarptırılmış	0,09	4,029
	2±2 (soğuk hava koşulu)	Sağlam	0,43	3,997
		Kabuğu soyulmuş	0,08	9,514
		10 cm'den çarptırılmış	0,19	3,796
		20 cm'den çarptırılmış	0,23	5465
		30 cm'den çarptırılmış	0,09	9,642
Domates	22±2 (oda koşulu)	Sağlam domates	0,06	11,484
		Kabuğu soyulmuş	0,36	5,393
		10 cm'den çarptırılmış	0,14	5,57
		20 cm'den çarptırılmış	0,15	4,32
		30 cm'den çarptırılmış	0,12	8,668
	2±2 (soğuk hava koşulu)	Sağlam Domates	0,08	7,954
		Kabuğu soyulmuş	0,28	4,654
		10 cm'den çarptırılmış	0,09	5,353
		20 cm'den çarptırılmış	0,8	9,11
		30 cm'den çarptırılmış	0,5	7,255

4.6. Örneklerin CO₂ Üretim Miktarının Saptanması Sırasında Ortamın Sıcaklık ve Nem Değişimlerine İlişkin Sonuçlar

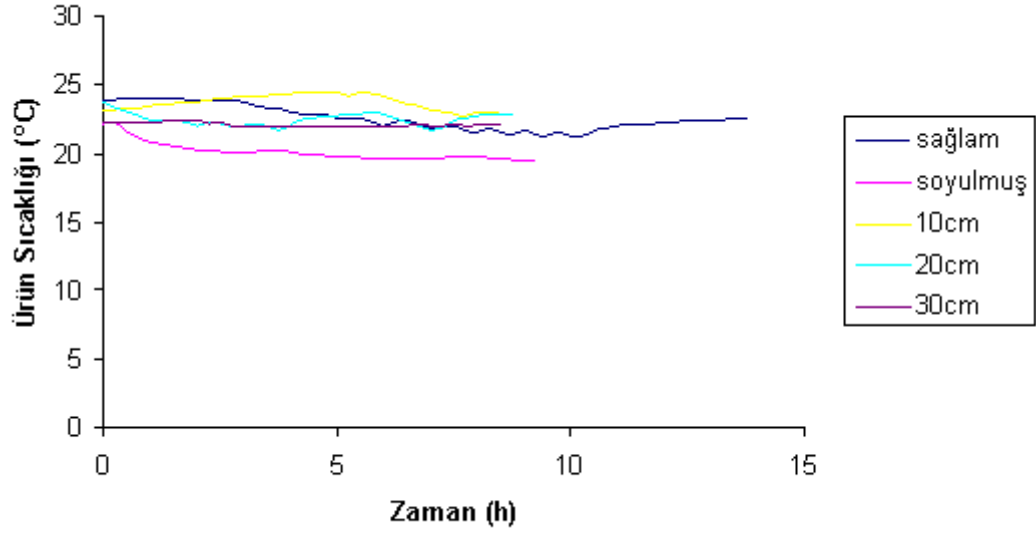
Şekil 4.9 ve 4.10'da her iki ürünün oda sıcaklığındaki sıcaklık değişimleri gösterilmiştir. Oda sıcaklığındaki ölçümlerde, her iki ürün için de sıcaklık değişimlerinin 19°C-24°C arasında olduğu, bununla birlikte domateslerdeki sıcaklık değişimlerinin armutlardaki değişimlere göre çok daha kararlı olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 4.11 ve 4.12’de ise soğuk hava koşulunda domates ve armutlara ilişkin sıcaklık değişimleri gösterilmiştir. Meyvelerin, gerekli hasar uygulamaları, kabuk soyulması ve ölçüme hazırlanması aşamalarından sonra buzdolabı sıcaklığına bırakıldığı andan itibaren ölçüm yapılan kavanoz içerisindeki sıcaklık ilk önce hızlıca düşmüş, 15. ölçüm sonrasında ise her bir deneme materyali için 1°C-4°C aralığında seyretmiştir. Buzdolabındaki sıcaklığın, oda sıcaklığına göre daha kararlı olduğu saptanırken bu durumun her iki ürün için de aynı olduğu gözlemlenmiştir.

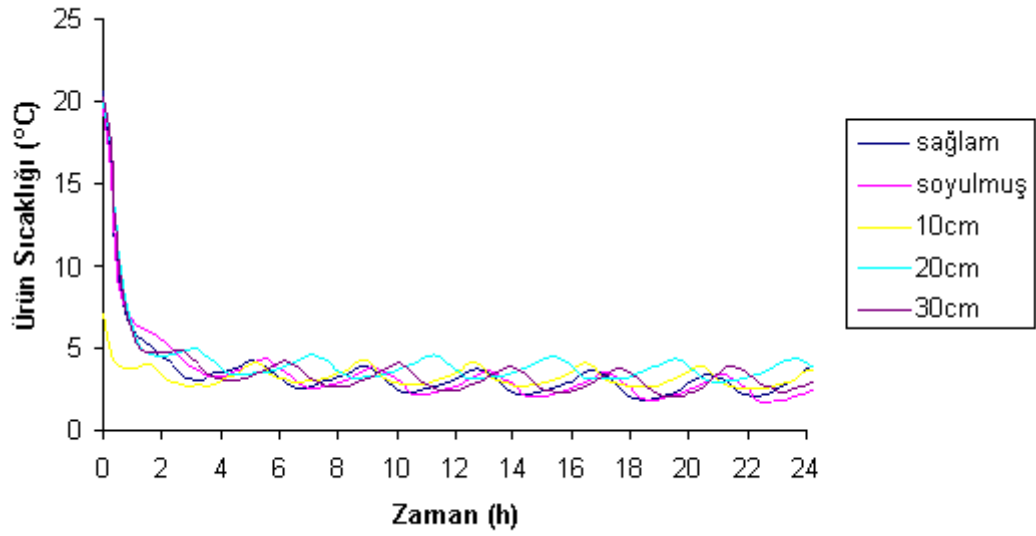
Daha önce yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde ortam sıcaklığı ile CO₂ üretim miktarları arasında ilişkinin önemli olduğu saptanmakla beraber bu araştırma sonuçları irdelendiğinde ortam sıcaklığı ve ile solunum oranı arasında herhangi bir istatistiksel ilişki bulunmamıştır ($p>0,01$). Ayrıca zedelenme düzeyi ile ortam sıcaklığı arasındaki ilişkinin de istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,01$). Bunların da sebebinin deneme yapılan örnek büyüklüğünün küçük ve deneme süresinin kısa olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



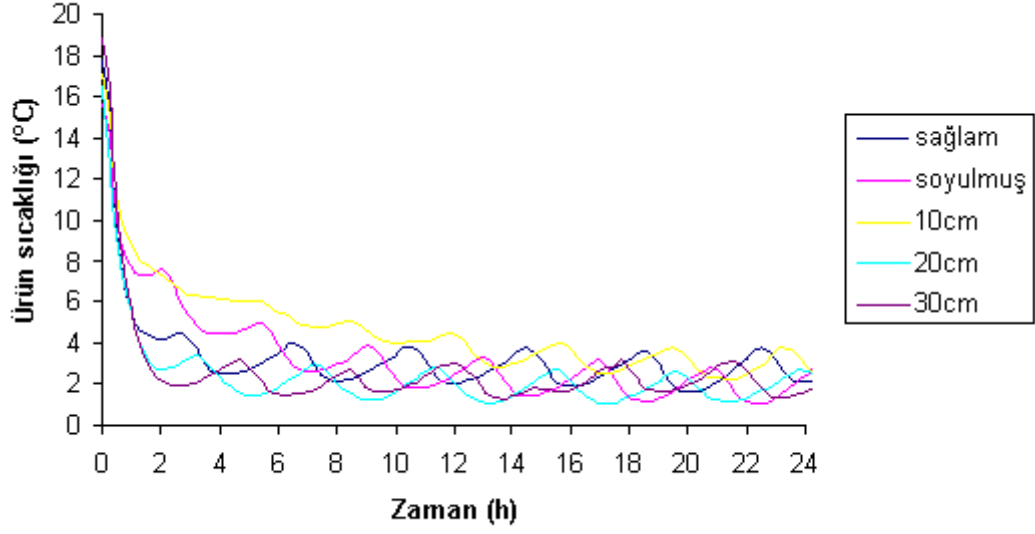
Şekil 4.9. Oda sıcaklığında yapılan armut örnekleri ile yapılan denemelerde zedelenme düzeylerine bağlı olarak ürün sıcaklığının değişimi



Şekil 4.10. Oda sıcaklığında domates örnekleri ile yapılan denemelerde zedelenme düzeylerine bağlı olarak ürün sıcaklığının değişimi



Şekil 4.11. Soğuk hava koşulunda armut örnekleri ile yapılan denemelerde zedelenme düzeylerine bağlı olarak ürün sıcaklığının değişimi



Şekil 4.12. Soğuk hava koşulunda domates örnekleri ile yapılan denemelerde zedelenme düzeylerine bağlı olarak ürün sıcaklığının değişimi

Sıcaklıklarla paralel olarak alınan nem ölçümlerinde, nem değerlerinde önem arz edecek düzeyde bir artış olmadığı gözlemlenmiş; tüm ölçümlerde nem düzeyinin genelde sabit %35 civarında olup %1 artıp azalma gösterdiği saptanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; ülkemizde ve tüm dünyada önemli bir üretim ve tüketim potansiyeli olan tarımsal ürünlerden domates ve armut meyveleri için iki farklı ortam sıcaklığında (oda sıcaklığı koşulu: $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve soğuk ortam koşulu: $2\pm 2^{\circ}\text{C}$) ve hasat sonrası uygulamalar sırasında oluşabilecek 5 farklı mekanik zarar düzeyinde (sağlam, 1 cm² lik kabuğu dairesel olarak soyulmuş, 10, 20 ve 30 cm yükseklikten düşürülen bir kütle ile çarptırılmış) bu ürünlerin solunumları sırasında ürettikleri CO₂ miktarındaki ve bu veriye bağlı olarak hesaplanan solunum oranları ile kuru madde kayıplarındaki değişimler saptanmıştır. Ayrıca üründe oluşan ağırlık kaybı ve sertlik gibi bazı özelliklerin de değişiminin incelendiği bu çalışmadan elde edilen sonuçlar bu bölümde aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Genel olarak çarptırma yüksekliğine bağlı olarak armut örneklerinde domates örneklerine kıyasla daha büyük zedelenme hacminin olduğu anlaşılmaktadır. Bu da hasat sonrası mekanizasyon uygulamalarında çarpmalara karşı armut meyvesinin domatese göre çok daha hassas olduğunu göstermektedir. Ayrıca her iki üründe de çarptırma yüksekliklerinin artışının ürünlerde oluşan zedelenme hacmini genel olarak arttırdığı belirlenmiştir.

- Hem oda sıcaklığı koşulundaki hem de soğuk hava koşulundaki hasarsız olan domates örneğinin CO₂ üretim miktarlarının diğer örneklerinkine kıyasla oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Ortam sıcaklığının yükselmesi ile ürünün ürettiği CO₂ miktarında oldukça büyük bir artış olmuştur. $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ortam sıcaklığı koşulunda bütün hasarlı örneklerde CO₂ üretim miktarı, sağlam örneklerinkine göre oldukça yüksektir fakat mekanik hasardan dolayı CO₂ üretimindeki artış hemen hemen aynı düzeyde olmuştur. Bu sonuç ise soğuk hava koşullarında depolama yapmanın üründe oluşan hasar düzeyinin solunum hızına etkisini azaltmak açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Her iki ürün için de sıcaklık ve mekanik hasar düzeyi arttıkça solunumun hızlandığı ve solunum sonucunda açığa çıkan CO₂ düzeylerinde artış olduğu saptanmıştır.

- Oda koşullarında ve soğuk koşulda her iki ürünün solunum oranları incelendiğinde kabuğu soyulmuş olan örneklerin hem oda koşullarında hem de soğuk ortam koşullarında solunum oranlarının diğer örneklerinkine kıyasla çok daha yüksek olduğu ve bunu 30 cm yüksekten çarptırılan örneklerin izlediği anlaşılmıştır. Hem ortam sıcaklığının hem de

zedelenme düzeylerinin solunum oranı üzerine etkilerinin 0,01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Çarpma testleri sonucunda armut örneklerinde daha yüksek zedelenme hacimleri oluşmuş olmasına rağmen armut örneklerinin solunum oranlarının genel olarak domates örneklerine göre daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun armut ve domatesin hücre yapısındaki ve tekstüründeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

- Solunum oranlarına bağlı olarak hesaplanmış olan kuru madde kayıplarının (g/kg h) solunum oranlarına paralel olarak en yüksek kabuğu soyulmuş olan örneklerde olduğu ve bunu sırasıyla 30 cm yükseklikten çarptırılan, 20 cm yükseklikten çarptırılan ve 10 cm yükseklikten çarptırılan örneklerin takip ettiği saptanmıştır. En düşük kuru madde kaybı ise herhangi bir mekanik zarara uğramamış olan örneklerde olmuştur. Domates örneklerinde oluşan kuru madde kaybının armut örneklerinden daha yüksek olduğu ve soğuk hava koşulunda dahi solunumun domateslerde oldukça yüksek değerlerde gerçekleştiği anlaşılmıştır. Kuru madde kaybının domateste soğuk hava koşullarında dahi armut örneklerine kıyasla oldukça yüksek olması, domatesin raf ömrünün çok daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu tez kapsamında hesaplanmış olan kuru madde kaybı verilerinin (g/kg h) kullanılmasıyla, ürünlerde depolama sırasında oluşacak olan kuru madde kaybı tahmin edilebilecektir ve depolanan üründe zamanla oluşacak olan bozulmalar (yumuşama, küflenme vb.) sırasındaki kuru madde düzeyleri deneysel olarak saptanarak o ürünlerin raf ömrünün ampirik olarak tahmin edilebileceği modeller oluşturulabilecektir.

- Ağırlık kayıpları göz önünde bulundurulduğunda, tüm deneme materyallerinde ölçümler öncesi ve sonrası arasında en büyük ağırlık kayıplarının da diğer tüm sonuçlara paralel olarak kabuğu soyulan meyvelerde olduğu görülmüştür.

- Oda sıcaklığında denemeye alınan meyvelerde en yüksek sertliğin sağlam armut ve sağlam domateste olduğu saptanmıştır. Mekanik hasar uygulanan ve kabuğu soyulan ürünlerde ise önemli oranda sertlik kaybı olduğu gözlenmiştir.

- Solunum denemeleri boyunca ortam sıcaklığında oluşan değişim ile solunum oranı arasında herhangi bir istatistiksel ilişki bulunmamıştır ($p>0,01$). Ayrıca zedelenme düzeyi ile ortam sıcaklığı arasındaki ilişkinin de istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,01$).

Sonuç olarak, tarımsal ürünün metabolizması yani solunumu ne kadar hızlı ise raf ömrünün de o kadar kısa olması nedeniyle ürünün hasattan sonraki depolama ömrünü uzatmak için en başta solunumunun yavaşlatılması gerekmektedir. Özellikle depolama sırasında solunumdan kaynaklanan kuru madde kaybının, üründe oluşan zedelenme düzeyi ve ortam sıcaklığına bağlı olarak saptandığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar; ürünlerin farklı ortam koşullarındaki depolama ömürlerinin tahmin edilebilmesine kaynak sağlaması açısından yararlı olacaktır. Bunun yanı sıra hasat sonrası işlemler, özellikle de depolama işlemi ve hasat sonrasında mekanizasyon uygulamaları sırasında üründe oluşabilecek mekanik zedelenmelerin bu kayıplar üzerine etkisi üzerine de veri tabanı oluşturması yönünden yararlı olacaktır. Ayrıca ileride yapılabilecek olan ve depolanan üründe zamanla oluşacak olan bozulmalar (yumuşama, küflenme vb.) sırasındaki kuru madde düzeylerinin deneysel olarak saptanarak o ürünlerin raf ömrünün ampirik olarak tahmin edilebileceği modellerin geliştirilmesine de temel olacaktır.

6. KAYNAKLAR

Abbott J. A, Lu R (1996). Anisotropic mechanical properties of apples. Transactions of the ASAE 39 (4): 1451-1459.

Aktas T, Polat R, Atay U (2008). Mechanical Properties and Bruise Susceptibility of Tomatoes Related to Impact Direction and Drop-Height. The Philippine Agricultural Scientist Vol.91 No.2, 180-186.

Alayunt F, (2000). Biyolojik Malzeme Bilgisi I. Basım. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 541, Bornova-İzmir.

Anonim (2005). Meyvelerin Bozulmasını Önleyici Bir Artık: Şeker Pancarı KÜspesti.
<http://web.firat.edu.tr/firathaber/sayilar/180/6.pdf>
(erişim tarihi, 10.01.2010).

Anonim (2008). Ürün Kalitesi Ve Depolama Ömrü Üzerine Etkili Hasat Sonrası Faktörler.
<http://www.bahcesel.com/forumsel/taze-meyve-ve-sebzelerin-muhafazasi/20387-urun-kalitesi-ve-depolama-omru-uzerine/>
(erişim tarihi, 12.01.2010).

Aydın C, Çarman K (1998). Elmalar Arasında Çarpışma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Saptanması. 18. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi Bildiri Kitabı: 773-778, Tekirdağ.

Batu A (1999). Domatesin Solunum Hızı Üzerine Ortam Sıcaklığı ve Hasat Olgunluğunun Etkileri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) 473-481.

Blahovec J, Paprstein F (2005). Susceptibility Of Pear Varieties To Bruising. Postharvest Biol Technol 38-231.

Boyette MD, Estes EA, Mainland CM, Cline WO (1993). Postharvest Handling and Cooling of Blueberries. Publication No. AG 413-7. Raleigh, N.C.: North Carolina State University, Cooperative Extension Service.

Chen P, Ruiz M, Lu F, Kader AA (1987). Study of Impact and Compression Damage on Asian Pears. Transaction of the ASAE, Vol:30(4), p:1193-1197.

Çalışkan ME (2004). Bitki Fizyolojisi, Solunum Sunusu, M.K.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Hatay.

Eraltan FM (2005). Şeftalinin Mekanik Özellikleri Üzerine Çeşit Ve Depolama Süresi Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

FAO (2004). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Joint Fao/Who Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission Report. Twenty-seventh Session, 28 June – 2 July. Rome, Italy.

Fletcher SW, Mohsenin NN, Hammerle JR, Tukey L (1965). Mechanical Behavior of Selected Fruits and Vegetables Under Fast Rates of Loading. Transactions of the ASAE Vol: 8(3):324-326.

Garcia JL, Ruiz-Altisent M, Barreiro P (1995). Factors Influencing Mechanical Properties And Bruise Susceptibility Of Apples And Pears. J. Agric. Engng Res. 61: 11-17.

Greenhill WL (1959). The Respiration Drift On Harvested Pasture Plants During Drying. J.Sci.Food Agric. 10: 495-501.

Holt JE, School D (1977). Bruising and Energy Dissipation in Apples. Journal of Textures Studies, 7: 421-432, Australia.

Hung YC, Prussia SE (1989). Effect of Maturity and Storage Time on the Bruise Susceptibility of Peaches (CV. Red Globe). Transactions of the ASAE. Vol:32(4): 1377-1382.

Işık E (2002). Ürün İşleme Makinaları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No: 92, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Bursa. s. 50-56.

Kara M, Turgut N (1988). Erzurum Yöresinde Yetiştirilen Patates Çeşitlerinin Önemli Bazı Mekanik Özelliklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı: 302-313, Erzurum.

Kayışoğlu B, Aktaş T (2010). Biyolojik Malzemelerin Mühendislik Özellikleri. Basılmamış Ders Notları, Tekirdağ, 153-154.

Kraus TJ, Muck RE, Koegel RG (1999). Effect of Maceration on Respiration of Alfalfa Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers) Vol. 42(1): 5-10.

Lund BM, Baird-Parker TC, Gould GW (2000). The Microbiological Safety And Quality of Food. Volume I. An Aspen Publications, Maryland.

<http://www.yenifrm.com/archive/taze-tuketilen-sebze-ve-meyvelerde-urun-guvenligi-ve-kalite-korunumunun-mikrobiyoloji-t61061.html>
(erişim tarihi, 07.01.2010).

Melvin JF, Simpson B (1963). Chemical changes and respiratory drift during the air drying of ryegrass. J.Food Agric. 14: 228-234.

Mohsenin NN (1980). Physical Properties of Plant and Animal Materials (Third Printing). Gordon and Breach Publ., New York.

Muck RE, Pitt RE (1994). Aerobic Deterioration In Corn Silage Relative To The Silo Face. Transactions of the ASAE 37(3); 735-743.

Nelson CW, Mohsenin NN (1968). Maximum Allowable Static and Dynamic Loads and Effect of Temperature for Mechanical Injury in Apples. J. Agric. Engng Res. 13(4): 305-317.

Ögüt 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, Konya.

Özcan M (2009). Bahçe Ürünlerinde Hasat Ve Hasat Sonrası İşlemlerin Kalite Ve Dayanıklılık Üzerine Etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun.

<http://www.bahcesel.com/forumsel/tarimsal-uyari-ikaz-ve-hatirlatmalar/19710-bahce-urunlerinde-hasat-ve-hasat-sonrasi/>
(erişim tarihi, 16.01.2010).

Özgüven F, Vursavuş K (1998). Çok Tabakalı Meyve Paketlerinde Oluşan Zedelenmenin Belirlenmesinde Enerji Modelinin Kullanılması. Ç.Ü. Z.F. Dergisi. 13(4): 137-146, Adana.

Pang W, Studman CJ, Ward GT (1992). Bruising Damage in Apple to Apple Impact. Journal of Agric. Engng. Res. 52: 229-240.

Rotz CA, Koegel RG, Shinnors KJ, Straub RJ (1990). Economics of Maceration and Mat Drying of Alfalfa on Dairy Farms. Transactions of the ASAE, Vol: 6(3): 248-256.

Saltveit ME (2010). Measuring Respiration. Unpublished Notes of Vegetable Crops Department, University of California, Davis, USA, 1-5.

Schoorl D, Holt JE (1978). The Effects Of Storage Time And Temperature On The Bruising Of Jonathen, Delicious And Granny Smith Apples. J. Texture Studies 8: 409-416

Schoorl D, Holt JE (1980). Bruise Resistance Measurement in Apples. Journal of Texture Studies, 11: 389-394, Australia.

Simpson B (1961). Effect Of Crushing On The Respiratory Drift Of Pasture Plants During. J.Sci. Food Agric. 12: 706-712.

Sinn H, Özgüven F (1987). Biyolojik Malzemenin Teknik Özellikleri I. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 27, Adana.

Sitkei G (1986). Mechanics of agricultural materials. Akademiai Kiado, 487 p., Budapest, Hungary.

Tetteh MK, Prussia SE, NeSmith DS, Verma BP, Aggarwal D (2004). Modeling Blueberry Firmness and Mass Loss During Cooling Delays and Storage. Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers) ISSN 0001-2351 Vol. 47(4): 1121-1127.

Topping AJ, Luton MT (1986). Cultivar Differences In The Bruising Of English Apples. Journal Of Horticultural Science 61 (1):9-13.

Türk R, Eriş A, Akbudak B (1998). Modifiye Atmosferde Muhafaza Edilen Narlarda (Punica Granatum Cv. Devediş) Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler. 5. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Kongresi (2-3 Nisan 1998), Adana, 85-95.

USDA (1983). United States Department of Agriculture. United States Standards for Grades of Tomatoes for Processing. <http://www.ams.usda.gov/standards/vptom.pdf> (erişim tarihi, 12.01.2010).

Vursavuş K (1998). Elmaların Bazı Mekanik Özellikleri Üzerine Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü. Seminer No: 98-19.

Vursavuş K, Özgüven F (1999). Determination Of The Some Mechanical Properties And Susceptibility To Bruising Damage Of Apples. 7 th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy: 570-575, Adana.

Vursavuş K, Özgüven F (2000). Çarpma Durumunda Elmanın Fiziko-Geometrik Özelliklerinin Mekanik Zedelenme Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı:489-494, Erzurum.

Vursavuş K (2004). Elma Taşımacılığı Sırasında Oluşan Mekanik Zedelenme Üzerine Etkili Bazı Faktörlerin Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana. ss:148.

Yasunaga E, Uchino T, Hu W, Hussain S, Hamanaka D (2002). The Relationship between Temperature and Respiration Rate of Green Asparagus. ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth World Congress. Paper Number: 026062.

Yurtlu YB (2003). Meyve ve Sebzelerde Bazı Mekanik Özelliklerin ve Zedelenmeye Karşı Duyarlılığın Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara. ss: 97.

Yurtlu YB, Erdoğan D (2005). Domates Çeşitlerinde Depolama Süresinin Bazı Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 11(2) 201-206.

7. TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde başlangıcından sonuna kadar gerekli tüm yardım, tavsiye ve yönlendirmeleri yapan, karşılaştığım problemlerin çözümünde deneyimlerinden yararlandığım sayın danışman hocam Doç. Dr. Türkan AKTAŞ'a, laboratuvar denemelerim boyunca Tekirdağ'daki mütevazı evini benimle paylaşan değerli Ziraat Mühendisi dostum Ali KAYHAN'a, manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli eşim Sevda ÖZTÜRK'e ve Tarım Makinaları Bölümündeki tüm öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine teşekkürlerimi sunarım.

8. ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İstanbul Bayrampaşa'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Bayrampaşa'da tamamladı. 2004 yılında Bayrampaşa Sabit Büyükbayrak Lisesi'nden mezun oldu. 2008 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Mühendisliği bölümünden mezun oldu ve aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2009 yılında Anadolu Üniversitesi İlahiyat bölümünden mezun oldu. 2010 yılında Sosyal Doku Derneği'nde sekreter olarak göreve başladı. Halen Sosyal Doku Derneği'nde sekreter olarak çalışmaya ve çeşitli yazarların kitaplarının dizgi ve tashihlerini yapmaya devam etmektedir. Aylık yayın yapan Genç Doku dergisinde yazıları yayınlanmaktadır.