

**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI MEYVELERDE FİZYOLOJİK BOZUKLUKLARIN
MANYETİK REZONANS (MR) YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA**

İSMAİL BAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA/ 2005

ÖZET

BAZI MEYVELERDE FİZYOLOJİK BOZUKLUKLARIN MANYETİK REZONANS (MR) YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Bu araştırma, 2004 yılında Santa Maria armut (*Pyrus Comminus L.*) çeşidinde depolama aşamasında meydana gelen çekirdek evi kararmasının Manyetik Rezonans (MR) yöntemi ile tespit edilebilirliğini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Hasat edildikten sonra soğuk hava deposuna getirilerek ön soğutulan meyveler 16 hafta süreyle meyve çekirdek evi sıcaklığı 2-3 °C olacak şekilde 18 h içerisinde hedeflenen sıcaklığa düşürülerek soğuk muhafazaya alınmışlardır. Muhafaza süresince iki haftalık periyotlarla meyvelerdeki içsel fizyolojik bozukluklar Manyetik Rezonans (MR) yöntemi ile tespit edilmeye çalışılmıştır. MR'ları çekilen meyvelerin Manyetik Rezonans Görüntüleri ile fiziksel etkilerin arasındaki korelasyon ağırlık kaybı, meyve eti sertliği ve meyve kabuğu renk değişimi ölçümleri ile ortaya konmaya çalışılmıştır. Kimyasal olarak ortaya çıkan değişimler ile olan korelasyon ise toplam suda çözünebilir kuru madde miktarı, pH, titre edilebilir asit kapsamı, toplam şeker kapsamı ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmayla ürünleri kesmeden ve zarar vermeden (non-destructive) içsel kalite özelliklerini saptamaya yarayan görüntüleme yöntemlerinden MR yöntemiyle çekirdek evi kararmasının görüntülenebileceği saptanmıştır. Dijital kamera ve MR görüntülerine göre ilk gözle görülebilir farklılık 105. günde meydana gelmiştir. 135 günlük depolama süresince ağırlık kaybı, meyve eti sertliği ve titre edilebilir asitlik değerlerinde bir azalma gözlenirken pH, toplam şeker ve suda çözünebilir kuru madde miktarlarında artış saptanmıştır. Meyvelerin genel görünüş ve tatlarında 120. gün süresince önemli bir fark saptanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Manyetik Rezonans, armut, fizyolojik bozukluk

ABSTRACT

DETERMINATION OF PHYSIOLOGIC DISORDERS USING MAGNETIC RESONANCE (MR) METHOD IN SOME FRUITS

This research was conducted to determine magnetic resonance method usability for core browning developing in pears cv. "Santa Maria" (*Pyrus Comminus* L.) during storage period in 2004. After harvesting and precooling seed cavity temperature in 18 h to 2-3 °C, fruits were stored at 3 °C for a period of 16 weeks. During storage, fruit images were taken using MR at biweekly intervals to capture any internal disorders. Thereafter, these fruits were subjected to physical analyses, weight loss, fruit flesh firmness, fruit skin color changes evaluated to find if there is any correlation with MR images. Regarding chemical analyses, soluble solid content, pH, acid content, total sugar analyses were carried to find if there is any correlation with MR images.

With this research, it is found that MR being one of the non-destructive methods to imaging interior disorders without cutting the fruits can be used in pears to determine interior disorders. Images of digital camera and MR were discriminative after 105 day of storage. Along the 135 days of storage a significant decrease is noted at weight loss, fruit firmness and titreable acidity value where pH, total sugar content and soluble solid content has increased steadily. No significant differences can be detected on appearance and flavour until the end of 120. days of storage.

Key Words: Magnetic resonance, pear, core browning.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

Özet	i
Abstract	ii
İçindekiler	iii
Simgeler Dizini	v
Şekiller Dizini	vi
Çizelgeler Dizini	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	4
2.1. Hasat Sonrasında Meydana Gelen Bazı Bozukluklar ve Önleme Yolları	11
2.1.1. Fizyolojik Bozukluklar	12
2.1.1.1. Donma	12
2.1.1.2. İç Kararması	12
2.1.1.3. Kabuk yanıklığı	13
2.1.1.4. Acı Benek ve Lentisel Beneği	13
2.1.1.5. İç Sulanması	13
2.1.1.6. Yaşlanma Bozukluğu	14
2.1.2. Hastalıklar	14
2.1.2.1. Mavi ve Yeşil Çürüklük	14
2.1.2.2. Kahverengi Çürüklük	15
2.1.2.3. Acı Çürüklük	15
2.1.2.4. Kurşuni Küf (<i>Botrytis cinerea</i>)	16
2.1.2.5. Kara Leke	16
2.1.2.6. Siyah Çürüklük (<i>Alternaria</i>)	16
2.2. MANYETİK REZONANS (MR) TEKNİĞİ	17
2.2.1. Tarihi, Gelişimi ve Tanımı	17
2.2.2. Doku Manyetizasyonunun Ölçümü	18
2.2.3. MR Sinyallerinden Elde Edilen Bilgiler	19
2.2.3.1. Salınan Sinyallerin Amplitüdü	19
2.2.3.2. Sinyallerin Süre Değişiklikleri	19
2.2.3.3. Kimyasal Şift	20
2.2.3.4. Akım	20
2.2.4. MR İnceleme Yöntemleri	21
2.2.4.1. Spin Eko (SE) Puls Sekansı	21
2.2.4.1.1. T1 Ağırlıklı Görüntüler	22
2.2.4.1.2. T2 Ağırlıklı Görüntüler	23
2.2.4.2. IR (“Invention recovery”) Puls Sekansı	23
2.2.4.3. Gradient Eko (GE) Sekansları	24
3. MATERYAL ve YÖNTEM	25
3.1. Materyal	25
3.2. Yöntem	26
3.2.1. Meyve Örnekleri ve Muhafaza Uygulaması	26
3.2.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi	27
3.2.3. Meyvelerde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler	28
3.2.3.1. Ağırlık Kaybı	28
3.2.3.2. Meyve Eti Sertliği	28
3.2.3.3. Toplam Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı	28

3.2.3.4. pH	28
3.2.3.5. Titre Edilebilir Asit	29
3.2.3.6. Toplam Şeker	29
3.2.3.7. Renk Ölçümleri	29
3.2.4. Deneme Deseni ve Verilerin Analizi	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	31
4.1. Depolama Süresince Meyvelerde Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler	31
4.1.1. Ağırlık Kaybı	31
4.1.2. Meyve Eti Sertliği (MES)	32
4.1.3. Toplam Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM)	33
4.1.4. pH	34
4.1.5. Titre Edilebilir Asit (TEA)	35
4.1.6. Toplam Şeker	36
4.1.7. Renk Ölçümleri	37
4.1.8. MR Görüntüleri	39
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	45
6. KAYNAKLAR	48
7. EKLER	54
8. TEŞEKKÜR	56
9. ÖZGEÇMİŞ	57

SİMGELER ve KISALTMALAR

MR	: Manyetik Rezonans
°C	: Santigrat derece
h	: Saat
Mt	: Metrik Ton
%	: Yüzde
Hg/Ha	: Hektogram/Hektar
Ha	: Hektar
\$: Amerikan Doları
CaCl ₂	: Kalsiyum Klorür
RF	: Radyo Frekans
X-ray	: X ışınları(radyasyon)
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
M	: Net Manyetizasyon
B ₀	: Manyetik Alan
M ₀	: Denge Konumu
+z	: Longitudial Yön
Mn + ²	: Mangan
Cu + ²	: Bakır
SE	: Spin Eko
IR	: Invention Recovery
GE	: Gradient Eko
TR	: Tekrar Süresi
TE	: Eko Süresi
TI	: Buluş süresi
S	: Sinyal
N	: Gürültü
msn	: Milisaniye
CO ₂	: Karbondioksit
AA	: Askorbik Asit
Kg	: Kilogram
T	: Tesla
FOV	: Field of view(görüntü alanı)
NaOH	: Sodyum Hidroksit
ml	: Mililitre
Nm	: Nanometre
MES	: Meyve Eti Sertliği
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde
TEA	: Titre Edilebilir Asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 2.1. Spin Eko (SE) Puls Sekansı	22
Şekil 2.2. İnversiyon Rekoveri (IR) Puls Sekansı	23
Şekil 2.3. Gradient Eko (GE) Puls Sekansı	24
Şekil 3.1. Meyvelerin Hasat Edildiği Armut Bahçesinin Genel Görünüşü	25
Şekil 3.2. Meyvelerin Viyollu Kasalar İçerisinde Soğuk Hava Deposundaki Görünüşü	26
Şekil 3.3. Meyvelerin MR Görüntülerinin Çekildiği Siemens Vision 1.5 T MR aleti (a) ve Meyvelerin Coile Yerleştirilmesi (b)	27
Şekil 4.1. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Ağırlık Kaybı Değişimi (%)	31
Şekil 4.2. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Meyve Eti Sertliği Değişimi (kg)	32
Şekil 4.3. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen SÇKM Değişimi (%)	33
Şekil 4.4. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen pH Değişimi	34
Şekil 4.5. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Titre Edilebilir Asit Değişimi (g / 100 ml)	35
Şekil 4.6. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Toplam Şeker Değişimi (g/100 g)	36
Şekil 4.7. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Kabuk Rengi Değişimi (L, a, b)	38
Şekil 4.8. Meyvelerin 0. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).	39
Şekil 4.9. Meyvelerin 60. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).	40
Şekil 4.10. Meyvelerin 90. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).	41
Şekil 4.11. Meyvelerin 105. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).	42
Şekil 4.12. Meyvelerin 135. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).	43
Şekil 4.13. Kontrol Grubu Olarak Değerlendirilen Meyvelerin 0. Gün (a) 60. Gün (b) 120. Gün (c) ve 135. Gün (d) MR Görüntüleri.	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge No	Sayfa No
Çizelge 1.1. Yıllara Göre Dünya'daki ve Türkiye'deki Toplam Armut Üretimi	2
Çizelge 1.2. Yıllara Göre Dünya'daki ve Türkiye'deki Armut İhracatı Miktarı ve Elde Edilen Toplam Gelir	2
Çizelge 2.1. Dokunun MR Parametrelerinin Sinyal Yoğunlukları ile İlişkisi	21
Çizelge 4.1. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Ağırlık Kaybı Değişimi(%)	31
Çizelge 4.2. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Meyve Eti Sertliği Değişimi(kg)	32
Çizelge 4.3. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Suda Çözünebilir Kuru Madde Değişimi (%)	33
Çizelge 4.4. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen pH Değişimi	34
Çizelge 4.5. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen TEA Değişimi (g /100 ml)	35
Çizelge 4.6. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Toplam Şeker Değişimi (g/100g)	36
Çizelge 4.7. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Kabuk Rengi Değişimi (L, a, b)	37

1. GİRİŞ

Türkiye'nin coğrafi yapısı, iklim özellikleri ve birçok bölgede farklı meyve ve sebze türünün yetiştirilebilmesi ülkemizi, Dünya'nın meyve ve sebze üretim merkezlerinden biri haline getirmiştir (Özbek 1978).

Armut yetiştiriciliği ülkemizde çok eski yıllardan beri yapılmakta olup, hemen hemen bütün bölgelerimize yayılmıştır. Ülkemizde armutların çeşit sayısı 600'ün üzerindedir. Bu çeşitlerin büyük bir kısmı rastlantı çöğürü, doğal mutasyonlar ve tür içerisindeki doğal veya suni melezlemelerle meydana gelmişlerdir. Ancak bunlar arasında kalite ve verimi yüksek yani ticari anlamda yetiştiriciliği yapılanların sayısı azdır. Armut mutedil iklim meyve türleri içerisinde dünyada üretimi elmadan sonra en fazla yapılan meyve türüdür (Özbek 1977).

Ülkemiz açısından bahçe ürünleri arasında armut yetiştiriciliği ve ihracatının önemli bir yeri olmasına rağmen ihracat kapasitesinin düşük olması önemli bir sorundur. 2004 yılı verilerine göre ülkemizdeki armut üretimi 330.000 Mt ve 2003 yılı verilerine göre ihracat kapasitemiz 10.797 Mt'dur.

Ülkemiz, sahip olduğu uygun ekolojik koşullar nedeniyle yüksek miktarlarda yaş meyve ve sebze üretmekte ve Dünya'da sayılı ülkeler arasında yer almaktadır. Ancak bu üretim değişik nedenlerle ihracata yansıyamamaktadır. Ürettiğimiz yaş meyve ve sebzelerde derimden sonra % 30'lara varan kayıplar meydana gelmektedir. Bu durumda yaklaşık 12 milyon ton meyve ve sebze, derim ve derim sonrası ile tüketici arasındaki zincirde yapılan çok önemli hatalar nedeniyle kayıp olmaktadır. Kayıpların azaltılması, milli servet kaybını azaltacak, daha fazla ürün ihraç etme olanağı yaratacak ve ülkemizin yurtdışındaki imajını olumlu yönde etkileyecektir (Ağar 2002).

Çizelge 1.1. incelendiğinde 2001 yılından sonra üretim alanıyla birlikte Dünya armut üretiminde bir artış olurken ülkemizde ise armut üretim alanı ve üretiminde bir azalma olmuştur. Çizelge 1.2.'e bakıldığında ise Dünya armut ihracat miktarları ve ihracattan elde edilen gelir birlikte artarken, ülkemizde ihracat miktarlarındaki dalgalanmalara (artış ve azalış) rağmen ihracattan elde edilen gelirden bir artış olmuştur.

Çizelge 1.1. Yıllara Göre Dünya'daki ve Türkiye'deki Toplam Armut Üretimi

Yıllar	Dünya	Türkiye
--------	-------	---------

	Üretim (Mt)	Verim (Hg/Ha)	Üretim Alanı (Ha)	Üretim (Mt)	Verim (Hg/Ha)	Üretim Alanı (Ha)
2004	17.909.496	101.875	1.757.985	330.000	94.380	34.965
2003	17.676.315	106.921	1.653.205	360.000	102.960	34.965
2002	17.365.174	108.658	1.598.150	340.000	97.240	34.965
2001	16.647.628	104.812	1.588.333	360.000	101.606	35.431
2000	16.810.189	105.698	1.590.403	380.000	106.053	35.831

Kaynak: <http://www.fao.org/statistics/agri>. "FAO İstatistikî Verileri"

Toplam meyve üretimimizin yaklaşık % 25'ini yumuşak çekirdekli meyve türleri (elma, armut, ayva), yumuşak çekirdekli meyve üretimimizin yaklaşık % 16'sını ise armut oluşturmaktadır (Anonymous 1993a). Diğer yandan son yılların verilerine göre dünya armut üretimi 17.909.496 Mt olup, ülkemiz 330.000 Mt üretim değeri ile dünyada 8. sırada yer almaktadır (Anonymous 1993b).

Çizelge 1.2.'de görüldüğü gibi ülkemiz 2003 yılı itibariyle Dünya genelindeki 1.887.403 tonluk armut ihracatında 10.797 tonluk bir paya sahip olmuştur. Bir başka deyişle 1.165.537.000 \$'lık pazardan 6.930.000 \$'lık bir pay olarak dünya armut ihracatının % 0.5'ini tek başına karşılamıştır.

Çizelge 1.2. Yıllara Göre Dünya'daki ve Türkiye'deki Armut İhracatı Miktarı ve Elde Edilen Toplam Gelir

Yıllar	Dünya		Türkiye	
	İhracat Miktarı (Mt)	Elde Edilen Gelir (1000\$)	İhracat Miktarı (Mt)	Elde Edilen Gelir (1000\$)
2003	1.887.403	1.165.537	10.797	6.930
2002	1.759.393	996.747	12.821	5.711
2001	1.724.753	929.100	9.614	3.622
2000	1.580.997	892.601	11.841	4.604

Kaynak: <http://www.fao.org/statistics/agri>. "FAO İstatistikî Verileri"

Yumuşak çekirdekli meyvelerde (elma, armut, ayva) gözlenen derim sonrası kayıplar ya mikro-makrobiyolojik kökenli ya da fizyolojik kökenli bozulmalar olarak iki grup altında toplanmaktadır. Basit bir tanımla, meyvenin etkiye karşı tepkisi olarak bilinen fizyolojik bozulmalar kökenleri nedeniyle ya bahçe ya da depolama ile yakından ilgilidirler. Kökeni

nedeniyle fizyolojik olmasa da meyvenin normal fizyolojik proseslerini etkileyici bozulmalar da (örneğin; güneş yanıklığı, berelenme, vb.) fizyolojik bozulmalar olarak kabul edilmektedir (Eksteen ve Combrink 1994).

Ürünlerin derim ve sonrasında başta depolama olmak üzere taşıma ve pazarlama aşamalarında oluşan kayıplar, derim öncesi ve sonrasındaki kalite kayıplarına neden olan fiziksel ve mekanik zararlanmalar, bazı fizyolojik bozukluklar dışında başlıca çürüme (fungal kökenli), bozulma (fizyolojik) olmak üzere iki şekilde oluşmaktadır. Özellikle depolanabilen ürünlerde kayıpların büyük bölümünün nedeni fungal etmenli çürümelerdir. Bugün derim sonrasında çürümeye neden olan 40 çeşit fungusun varlığı bilinmektedir (Snowden 1990).

Soğuk muhafazaya alınacak bahçe ürünlerinde fiziksel ve kimyasal analizlerin yapılmasının yanı sıra bahçe ürünlerinde meydana gelmesi muhtemel bazı içsel bozukluklarının da tespit edilmesi muhafaza süresi ve kalitesini belirlemek açısından oldukça önemlidir. Ekonomik değeri yüksek meyvelerde oluşması muhtemel fizyolojik bozuklukların meyvelere zarar verilmeden yani kesmeden manyetik rezonans(MR) yöntemiyle önceden belirlenebilmesi ve derim sonrası sürecin buna göre yönlendirilmesi ülke ekonomisine çok büyük bir katkı sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

2.1. Hasat Sonrasında Meydana Gelen Bazı Bozukluklar ve Önleme Yolları

Depolama esnasında meyvelerde meydana gelen kayıplar genel olarak su kaybı ve buruşma, fizyolojik ve patolojik kökenli bozulmalar ve aşırı olgunlaşma olmak üzere üç grupta incelenir (Karaçalı 1992).

Su Kaybı ve Buruşma: Depolanan ürün depo koşulları ve çeşit özelliklerine göre hızlı su kaybeder. Bu, üründe ağırlık kaybına yol açar. % 5 ağırlık kaybında ise gözle görülür derecede buruşma belirir. Buruşma, ciddi bir kalite düşmesine neden olduğundan, ağırlık kaybından daha önemlidir.

Fizyolojik ve Patolojik Kökenli Bozulmalar: Bu tür bozulmaların meydana getirdiği depodaki kayıplarda; yıl, çeşit, çevre koşulları ve bakım işlerine göre değişmekle birlikte önemli ölçüde pay alır.

Aşırı Olgunlaşma: Elmalar ve bazı armut çeşitleri, depoda gelişmelerini sürdürerek yeme olumuna gelirler. Bu meyveler depoda daha uzun süre bekletilirse, kaliteleri düşer. Aşırı derecede yumuşar ve tadları bozulur.

2.1.1. Fizyolojik Bozukluklar

2.1.1.1. Donma

Elma ve armutlarda donma sıcaklığı çeşit, mevsim ve ağaç verimine bağlıdır. Ancak genellikle -2 ile -3 °C' de donarlar. Donan meyvede buz hücre arasına birikir ve hücre susuzluktan ölür. Buz çözülünce önce doku pelteleşir. Gri-sulu camsı bir görünüş kazanır. Görünüş ve şekil bozulur. Bastırılınca suyu akar. Haftalar sonra bu meyveler kurur, süngerimsi bir yapı kazanır ve kararır. Hafif zarar gören meyveler çözülünce kararmaz, normal görünürler; ancak hızlı olgunlaşır ve unsulaşır. Bu nedenle hemen tüketilmelidirler. Ayrıca donma armut içerisinde yer yer boşlukların oluşmasına neden olur.

Meyvelerde ilk don zararı iletim demetleri yakınında ve kabuk altında görülür. Donmuş meyveler 0 ile +4 °C arasında sıcaklıklarda çözündürüldükten sonra, dışarı alınırlar. Korunma için, meyveler –1.1 °C üstündeki sıcaklıklarda depolanmalıdırlar ¹⁾).

2.1.1.2. İç Kararması

Bazı elma çeşitleri (Jonthan, Amasya) bazı bölge ve yıllarda donma noktası üzerindeki sıcaklıklarda bile zarar görürler. Zarar genellikle yüksek depo neminde artar. Zarar gören meyveler dıştan belirti göstermez. Yalnızca kabuk rengi parlaklığını kaybetmiştir. Enine kesitte iletim demetleri halkasının dış tarafında özellikle kabuğa yakın 3-5 mm'lik tabakada hafif kahverengileşme görülür. Bu bölgedeki iletim demetleri uçları karararak belirginleşmiştir.

Zarar gören bölge başlangıçta unluşma belirtilerinin aksine sulu olarak görünür.

Kurak geçen erken yazlarda, bol yağışlı ve kapalı mevsimlerde , duyarlılık artar. Geç ve aşırı azotlu gübreleme ve verim düşüklüğü de bozukluğu arttırır.

Korunmak için, duyarlı bölgelerin meyveleri zarar yapabilecek sıcaklık derecesi üzerinde depolanır. Elmalar için en güvenilir sıcaklık 1.5 ile 2.0 °C' dir ¹⁾).

2.1.1.3. Kabuk Yanıklığı

Bazı elma çeşitleri, bazı bölge ve yıllarda bir süre (6-8 hafta) depolandıktan ve normal koşullara alındıktan birkaç gün sonra, kabukta mat, cansız bir tabaka ve kahverengileşme meydana gelir. Bozukluk kabukta kalır, derine işlemez.

İki tiptir ve pratikte birinci tipi sorun olur.

1. Ham meyvelerde görülen tip, örneğin; Starking Delicious, Amasya.
2. Aşırı olgun meyvelerde görülen tip, örneğin; Golden Delicious

Genellikle sıcak ve kuru geçen mevsimlerde, erken hasat edilmiş iri meyvelerde görülür. İyi güneş alan serin yaylalarda bozukluk azalır. Korunma için, aşırı azotlu gübrelerden kaçınılmalı ve depolama kurallarına uyulmalıdır. Duyarlı meyveler depolanırken, havalandırılma yapılmalıdır ¹⁾).

2.1.1.4. Acı Benek ve Lentisel Beneği

Bazı elma çeşitleri ve bazı bölgelerin meyveleri depolamadan 6-8 hafta sonra, özellikle meyvenin çiçek çukuru ve kabuk altında, 3-4 mm çapında kahverengi benekler şeklinde görülürler. İleriki aşamalarda bunlar kabuk üstünde görülür duruma gelirler.

Sıcak ve kuru havalar bozukluğu artırır. Erken hasat edilmiş ve iri meyvelerde sık görülür.

Korunmak için dengeli verim alınmalı, aşırı gübrelemeden kaçınılmalıdır. Zorunlu hallerde yazın ağaçlarda 3-4 defa % 0.8'lik Kalsiyum Klorür (CaCl₂) atmak yararlıdır ¹⁾.

2.1.1.5. İç Sulanması

Elmada meyvenin ana iletim demetleri bölgesinde ve iletim demetinin uç taraflarında sulu-camsı görünüşlü, düzgün olmayan bölgeler oluşur.

Meyvenin iç tarafında daha fazla bulunurlar. Hasar devresinde bile, meyve enine kesilerek, saptanabilir.

Hafif bozukluklar depolamadan sonra kaybolabilir. Ama ciddi durumlarda meyve eti bozulur.

Sert budama, aşırı gübreleme ve yakıcı güneşli mevsimlerde bozukluk artar. Genç ağaçlarda ve Starking Delicious çeşidinde daha fazla görülür.

Meyveler, iç sulanması başlamadan önce hasat edilmelidir. Bu bozukluğun görüldüğü meyvelerin depolanmasından kaçınılmalıdır ¹⁾.

2.1.1.6. Yaşlanma Bozukluğu

Starking Delicious çeşidinde depolanma sonuna doğru görülür. Amasya ve Jonathan çeşitleri de bu bozukluğa duyarlıdır. Meyve eti öncelikle olgun taraftan kurur, kolay ufalanır hale gelir ve yumuşar. Hücreleri birbirine bağlayan maddeler (pektinler) parçalanıp ayrılmıştır. İleri devrelerde doku kahverengileşir ve birçok çeşitte çatlar, yarılr. Bazı çeşitlerde bozulma, ezik ve bereler altında başlar ve gelişir. Bu meyveler çatlamaz, ancak meyve eti hafif bastırılınca çöker.

Armutlarda meyve içi kahverengileşmesi, sulu yumuşak görünüş ve kötü bir koku belirir. Özellikle Williams çeşidi duyarlıdır.

Yaşlanma armutlarda kabuk yanıklığına da neden olabilir. Depoda uzun süre kaldığında sararan, fakat olgunlaşma yeteneğini kaybeden meyvenin kabuğunda kahve-koyu kahve renkli bozulmalar belirir. Kabuk kolayca soyulur. Meyvenin tadı bozulur. Genç

ağaçların meyveleri ve iri meyveler duyarlıdır. Aşırı gübreleme, geç hasat, geç ve uzun süre depolama bozukluğu arttırır.

Korunma için en uygun zamanda hasat yapılmalı ve depolama kurallarına uyulmalıdır¹⁾.

2.1.2. Hastalıklar

2.1.2.1. Mavi ve Yeşil Çürüklük

Penicillium italicum ve *Penicillium digitatum* türleri ezik, çatlak ve yaralardan girer; meyve üzerinde düzgün yuvarlak, önce açık kahverengi yumuşak bir bölge oluşturur ve giderek kötüleşir. Nemli koşullarda önce beyaz miseller, sonra mavi-yeşil konidi taşıyıcılar oluşur. Böyle meyveler küflü kokar.

Bahçede ve depoda bulunan hastalık etmenleri, hasattan önce veya hasattan sonra meydana gelen çeşitli yaralardan girerek enfeksiyon yapar. Ancak zararın meydana gelmesi, depolama sonuna doğru meyvelerin olgunlaşması ve hastalığa dirençlerinin azalmasından sonra olur. Mavi küf temas sonucu hızla yayılır ve özellikle armutlarda zarar yapar.

Zararın azaltılması için, depo ve sandıkların dezenfeksiyonu (mikroplardan temizlenmesi), özenli hasat, taşıma ve depolama kurallarına uymak ve yaralı meyveleri ayıklamak gereklidir¹⁾.

¹⁾ (<http://www.ebkae.gov.tr>). Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü

2.1.2.2. Kahverengi Çürüklük

Etmeni *Monilia fructina* (*Sclerotonia fructigena*)' dır. Etmeni, kışı ılık geçen bölgelerde ağaçta ve yerde kalan bulaşık meyvelerde geçirir. Meyveler henüz ağaç üzerinde gelişirken, uygun ve yağışlı havalarda enfeksiyon (bulaşma) yapar. Böcek ve kuş yaraları önemli, her türlü mekanik yollarla açılan epidermis yaraları ve bazende lentiseller diğer giriş yerleridir.

Zarar öncelikle açık kahverengi bir yüzey oluşturur. Daha sonra bunun üzerinde sarımtırak beyaz renkli çember şeklinde spor taşıyıcılar gelişir. Meyve mor-siyah renge döner. Etrafa hoş bir meyve kokusu yayılır. Kuvvetli protein olduğundan zarar ağaçta bile görülür. Depoda ise özellikle depolama mevsimi başında rastlanan başlıca hastalıktır.

2.1.2.3. Acı Çürüklük

Çeşitli *Gloesporium (Glomerella)* türleri acı çürüklük yapar. Olgunlaşma hastalığı olduğundan, zararı özellikle depolama mevsimi sonuna doğru , aniden belirir ve hızla gelişir. Etmen, bahçede hasta meyveler, kuru dal ve kabuklarda yaşar. Özellikle hasat öncesi yağışlı havalarda çeşitli yara ve lentisellerden girerek enfeksiyon yapar. Enfeksiyon yeri nemli olduğu için havadan bulaşmaz, temasla bulaşır ve yayılır. Etmen sıfır derecede bile sıcaklığa göre 1/3 hızla gelişir ve zarar yapar.

Zarar, ortasında genellikle lentisel bulunan kahverengi, yuvarlak halkalı ve sağlam dokudan belirgin şekilde ayrılmış durumdadır. Ete doğru konik şekilde gelişir. Hastalıklı doku acıdır. Bu nedenle hastalığa yakalanan elmalar meyve suyu sanayisinde de istenmez.

Golden Delicicious ve Williams armudu çok duyarlıdır ¹⁾).

2.1.2.4. Kurşuni Küf (*Botrytis cinerea*)

Botrytis cinerea elma ve armutlarda başlangıçta sert, kahverengi, düzgün olmayan lekeler yapar. Bunlar elmada açık, armutta koyu renklidir. Belirgin olan keskin ve ekşi bir kokusu vardır. Leke gelişerek tüm meyveye yayılır ve üzerini gri pamuksu bir örtü sarar. Temasla hızla yayılır ve sandık içinde 6-8 meyvelik kümeler oluşur. Meyve, özellikle armutta çok yumuşar ve suyu akar.

Düşük sıcaklıklardan pek etkilenmez. Bu nedenle -1 °C'de bile önemli kayıplar yapar.

Enfeksiyon (bulaşma) meyveler ağaçtayken olur. Çeşitli yaralar, önemli giriş yeridir. Ancak yüksek nemli koşullarda epidermisi deler. Toprak paraziti olduğundan, toprağa yakın meyveler öncelikle bulaşır. Serin ve nemli havalarda meyveye çiçek ve sap tarafından girer.

Koruma için bahçe bakımlı olmalı, ağaçlar iyi budanmalı ve havadar olmalı, hasat öncesi ilaçlama yapılmalıdır. Özellikle erken soğutma ve düşük sıcaklıkta depolama önemli bir önlemdir ¹⁾).

2.1.2.5. Kara Leke

Etmeni *Venturia inaegualis*'tir. Bahçede yayılır. Çok büyük enfeksiyonlar sonucu depoda da ortaya çıkabilirler. Meyve üzerinde yuvarlak, yer yer çatlak benekler şeklinde görülür.

Önlem bahçede yapılmalı ve depolamada problem olmaması için kötü meyveler depoya alınmamalıdır¹⁾).

2.1.2.6. Siyah Çürüklük (*Alternaria*)

Etmeni toprakta yaşayan *Alternaria tenuis*'dir. Lentisellerden ve özellikle yaralardan girer. Özellikle bahçede bulaşır ve çiçek ucu açık çeşitlerde zarar yapar. Zarar depolama mevsimi sonundaki olgun meyvelerde öz bölgesindeki kararmalarla belirir. Bu durumda yüzeysel koyu kahverengi-siyah misellerden oluşmuş lekeler yapar¹⁾).

¹⁾ (<http://www.ebkae.gov.tr>). Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü

2.2. MANYETİK REZONANS (MR) TEKNİĞİ

2.2.1. Tarihi, Gelişimi ve Tanımı

1938'de keşfedilip, 1980'lerin başında klinik uygulamaya giren Manyetik Rezonans (MR) tekniği, 1990'larda teknolojiye paralel hızlı bir evrimleşme sürecinden sonra kendini kabul ettirerek yaygınlaşmıştır (Tuncel 1994).

Manyetik Rezonans ilk defa 1946 yılında birbirinden ayrı olarak çalışan Bloch ve Purcell isimli bilim adamları tarafından tanımlanmış ve buluş iki araştırmacıya fizik dalında 1951 yılı Nobel ödülünü kazandırmıştır. Keşfinden bu yana laboratuvar yöntemi olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. MR spektroskopları ile yapılan bu çalışmalarda kompleks moleküller analiz edilir ve dinamik kimyasal süreçler incelenir. MR spektroskopisinde stimüle edilen çekirdeklerden alınan sinyallerin yeri saptanamaz. Görüntünün oluşturulabilmesi için alınan sinyallerin yerlerinin saptanması gerekir.

Çekim sürelerinde belirgin kısalma, yüksek çözünürlük, çoklu taramalı yüzeysel anten ve hızlı gradient sistemleri gibi son yıllarda ki teknolojik ve bilimsel gelişmeler ülkemize de yansımıştır. Bununla birlikte yüksek teknolojiye miknatıslar ve gelişmiş yazılımlar MR tekniğini, klinik uygulamaya sokmuştur.

Manyetik bir alan içerisinde (büyük bir mıknatıs) incelenmek istenen bölgeye gönderilen radyo dalgalarının uyardığı hücrelerdeki hidrojen atomlarının enerji sayılarına dönüştürülmesi ile alınan sinyallerin bir bilgisayar tarafından işlendikten sonra bir görüntü elde edilmesidir.

Manyetik Rezonans (MR) iyonizem olmayan radyo frekans (RF) radyasyonu kullanan yeni bir görüntüleme yöntemidir. Bu yöntemle dikkatle kontrol edilen bir manyetik alan içerisinde yerleştirilen cismin herhangi bir düzleminin görüntüsü elde edilebilir. Yöntem, görüntü elde etmek için hücre sıvısı ve lipitler içerisindeki hidrojen çekirdeğinin yoğunluğunun dağılımını ve çekirdeğin hareketleri ile ilgili parametreleri kullanılır. Başlıca yumuşak dokuları inceleyen bir yöntemdir. Bozuklukları daha iyi göstermek amacıyla RF pulsunun uygulama şekli değiştirilerek farklı dokular arasındaki kontrastın artırılabilmesi gibi bir avantajı vardır. Yumuşak doku çözünürlük çözümüleme gücü en yüksek olan radyolojik tanı yöntemidir.

Kullanılan makine çok yönlü hareket edebildiğinden elde edilen görüntü sadece yatay kesitlerle sınırlı kalmayıp üç boyutlu görüntülerde elde edilebilir.

Bu işlem yapılırken diğer radyolojik görüntüleme yöntemlerinden farklı olarak radyasyon (x ışınları) kullanılmaz.

Bir radyolojist için radyo gamlarda çözülmesi gereken sorun siyah kesimlerin neden siyah, beyaz kesimlerin neden beyaz olduğudur. Röntgen omlarda bunu açıklamak kolaydır; beyazlık ve siyahlık röntgen filmi üzerine düşen X-ışını miktarına, bu da X-ışınının geçtiği dokunun kalınlığı, yoğunluğu ve atom numarasına bağlıdır. Bu değerler ne kadar yüksekse röntgen filmi üzerine düşen X-ışını o kadar az olacak ve görüntü beyaz tonlarda oluşacaktır. BT' de ise ölçülen, dokunun elektron yoğunluğu tarafından belirlenen X-ışınlarını daha az geçireceklerinden karşılıkları olan pikseller gri skalanın beyaz tarafı ile boyanacaklardır.

MR görüntülemeyi güçleştiren neden görüntülerdeki beyazlık ve siyahlığın bu kadar kolay açıklanamamasıdır. Aynı lezyon bazı MR görüntülerinde siyah görülürken diğerlerinde beyaz görülebilir. Beyazlık ve siyahlık sadece dokuya ait özelliklere göre değil görüntüleme tekniklerine göre de değişir. Dahası dokuya ait özellikler aygıtın manyetik alanının gücü ile de değişiklik gösterirler. Fizik prensiplerinin de diğerlerinininkinden çok karmaşık olması MR'ı anlaşılması en güç radyolojik yöntem haline getirmiştir.

2.2.2. Doku Manyetizasyonunun Ölçümü

Bir volüm dokudaki tüm hidrojen çekirdeklerinin manyetik dipollerinin vektör toplamı dokunun net manyetizasyonudur (M) ve şiddeti ve yönü olan bir vektörü vardır. Bir manyetik alan içerisinde olmayan bir dokunun net manyetizasyonu sıfırdır. Doku bir manyetik alan (B_0) içine konur ve 5-10 sn bekletilirse net manyetizasyonu (M), denge konumuna (M_0) gelir. M_0 , B_0 ile doğru orantılıdır ve bu vektörlerin gösterdikleri longitudinal yön (+z) aks, olarak isimlendirilir. Ana manyetik alan gücünün kendisinden milyonlarca defa daha güçlü olması nedeniyle net manyetizasyonu bu yönde iken ölçmek zordur. Dokunun manyetizasyonu, ancak B_0 yönünde dik bir düzleme (x-y düzlemi) yatırılarak ölçülebilir. Bunun için spinlerin presesyon frekansındaki bir RF pulsu Larmor frekansındaki radyo dalgasının bir atımıdır ve M_0 'ı yatıracak güç ve sürededir.

90° pulsu ile x-y düzlemine yatırılan M_0 vektörü puls kesildikten sonra transvers planda Larmor frekansında presesyona devam eder. Faradayın indüksiyon yasası gereğince dönen bir manyetik çubuk elektrik akımı oluşturur. Uygun bir yere bir sargı yerleştirilirse manyetizasyon, Larmor frekansında alternasyon yapan bir akım şeklinde ölçülebilir. x-y düzleminde başka bir manyetizasyonun olmaması bu ölçümü kolaylaştıran önemli bir etkidir.

2.2.3. MR Sinyallerinden Elde Edilen Bilgiler

MR günümüzde hidrojen çekirdeği (proton) stimüle edilerek oluşturulmaktadır. Çekirdekten salınan RF sinyalleri önemli bilgiler taşımaktadır. Bunlar;

2.2.3.1. Salınan Sinyallerin Amplitüdü: Çekirdekten salınan sinyallerin amplitüdü (kuvveti) dokudaki proton sayısı ile ilgilidir. Organizmadaki yumuşak dokuların yapısının % 75'i sudur. Normal yumuşak dokuların su içeriği % 15 oranında değişiklik gösterir. MR görüntüleme bu farklılıklar saptanarak yumuşak dokular ayrı ayrı görüntülenebilir.

2.2.3.2. Sinyallerin Süre Değişiklikleri: Sinyallerin değişiklikleri biyolojik yönden önemlidir. Relaksasyon zamanı adı verilir. T1 ve T2 adıyla iki relaksasyon zamanı vardır.

a- T1 Relaksasyon Zamanı: RF pulsu ile başlangıçtaki denge durumundan sapan ağ manyetizasyon vektörünün başlangıç noktasına dönmesi için gerekli olan zamandır. "Spin-lattice" relaksasyon zamanı adı da verilir.

b- T2 Relaksasyon Zamanı: RF impulsu kesildikten sonra ağ manyetizasyon vektörü başlangıç konumuna, gittikçe küçülen daireler çizerek döner. Bu hareket başlarken tüm çekirdeklerin aksları paraleldir. Ancak bazı çekirdeklerin dönüş hızı, manyetik alandaki çok küçük değişikliklerden etkilenecek, değişebilir. Bu durumda incelenen örnekteki çekirdeklerin aksları paralellikini kaybeder ve bir çan oluşturacak şekilde dağılır. Bu çanın oluşması için geçen zamana T2 relaksasyon zamanı adı verilir. Çekirdeklerin birbirleriyle ilişkisinden dolayı bu olaya” spin-spin” relaksasyon zamanı da denir. T2, incelenen madenin yapısı ile ilgili sinyal kaybolma zamanıdır.

T1 ve T2 sürelerini birçok faktör etkiler. En önemlisi moleküler hareketin derecesidir. Katı maddelerle ve düşük ısıda moleküler hareket azdır ve T1 birkaç saniye, T2 ise birkaç mikro saniyedir. Yüksek ısıdaki sıvılarda T1 ve T2 hemen hemen birbirine eşittir. Bu süre, suda yaklaşık iki saniyedir. T2, T1’den daima daha kısadır. T2/T1 oranı bire yakınsa incelenen örnek sıvıya; çok küçükse, katıya benzer yapıdadır. Değişik dokular arasındaki T1 relaksasyon zamanı farklılıkları genellikle dokuların serbest su içerikleri ile ilgilidir. Dokuların T1 süreleri Mn^{+2} , Cu^{+2} gibi paramanyetik iyonlarla değiştirilebilir. Bu nedenlerle bu iyonlar çözünürlüğü arttırıcı madde olarak kullanılabilirler.

2.2.3.3. Kimyasal Şift: Homojen bir manyetik alan içerisindeki bir elementin çekirdekleri aynı rezonans frekansına sahiptir. Bu kural saf su içerisindeki hidrojen çekirdekleri için doğrudur. Ancak çok daha karmaşık moleküller içerisinde bulunan hidrojen çekirdeklerinin rezonans frekansları, çevredeki elektronlar tarafından değiştirilir. Buna kimyasal şift adı verilmektedir. Bu değişiklik MR görüntülemeyi etkileyecek boyuta ulaşmaz. Bu nedenle görüntülemede kullanılan bir parametre değildir. Ancak in vivo yüzeysel biyokimyasal proseslerin incelenmesinde kullanılabilir.

2.2.3.4. Akım: MR sinyallerinde değişikliğe neden olan diğer bir parametrede akımdır. İncelenen bölgedeki manyetize çekirdeklerin hareketleri, sinyal şiddetinde değişikliklere neden olur.

Çizelge 2.1. Dokunun MR Parametrelerinin Sinyal Yoğunlukları ile İlişkisi

Parametreler	Yüksek Sinyal (Beyaz)	Düşük Sinyal (Siyah)
Proton Yoğunluğu	Yüksek	Düşük
T1	Kısa	Uzun

T2	Uzun	Kısa
Akım	Durgun/Yavaş	Türbülans/Hızlı

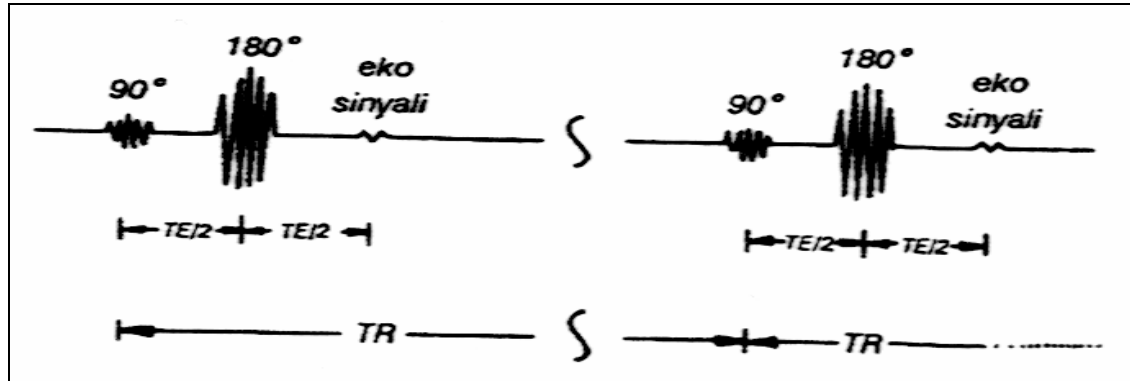
MR görüntüleme aygıtı dokuda ölçülebilen manyetizasyon oluşturan, ana mıknatıs, sinyal lokalizasyonu yapabilmek amacıyla manyetik alanı her üç düzlemde de kontrollü olarak değiştiren gradiyent sargıları, RF yayan ve saptayan sargılar ve bilgileri depolayan, işleyen ve görüntüleyen bilgisayarlardan oluşmuştur.

2.2.4. MR İnceleme Yöntemleri

MR'daki görüntü kontrastı büyük oranda RF enerjisinin nasıl salındığına ve nasıl alındığına bağlıdır. Kesit seçmek ve seçilen kesitten gelen sinyalleri lokalize etmekte kullanılan gradiyent uygulamaları da görüntü kontrastında etkilidir. Tüm bu faktörler görüntü elde etmekte kullandığımız puls sekanslarını oluşturur. MR görüntülemeye Spin Eko (SE), Invention Recovery (IR) ve Gradient Eko (GE) olmak üzere sinyal gönderme ve alma şekillerinin farklı olduğu, başlıca 3 temel puls sekansı, yani inceleme yöntemi vardır.

2.2.4.1. Spin Eko (SE) Puls Sekansı

MR görüntülemeye en çok kullanılan puls sekansıdır. Önce longitudinal manyetizasyonu, ölçümünün yapılabildiği transvers plana yatıran 90° 'lik bir RF puls uygulanır. Bundan kısa bir süre sonra transvers plana yatırılmış ve defaze olmaya başlamış spinleri refaze etmek için 180° 'lik ikinci bir puls gönderilir. İki puls arasındaki süre kadar sonra spinler refaze olarak bir sinyal (eko) oluşturur. Görüntü, bu ekoların ölçülmesiyle üretilir. Bir görüntünün oluşturulmasında 90° ve 180° pulslardan oluşan puls treni birçok defa tekrarlanır (Şekil 3.1.).



Şekil 2.1. Spin Eko (SE) Puls Sekansı

SE puls sekansında operatörün değiştirebileceği TR (“time to repetition”) ve TE (“time to echo”) olmak üzere iki önemli zaman parametresi vardır. TR, 90°'lik pulslar arasındaki, TE ise, 90°'lik pulsun ortası ile eko sinyalinin maksimum noktası arasındaki süredir.

SE yönteminde, TR ve TE değerleri değiştirilerek T1 ve T2 veya proton ağırlıklı görüntüler elde edilebilir. T1 ağırlıklı görüntülerde anatomik detay yüksektir. T2 ağırlıklı görüntüler dokuların karakterizasyonunda ve dolayısıyla bozuklukların saptanmasında daha duyarlıdır.

TR ne kadar uzunsa (veya dokunun T1 değeri ne kadar kısaysa) transvers düzleme yatırılacak o kadar çok manyetizasyon olacaktır. Bu nedenle TR uzarsa S/N oranı artar. TE'nin uzatılması ise tersine S/N oranını düşürür.

2.2.4.1.1. T1 Ağırlıklı Görüntüler

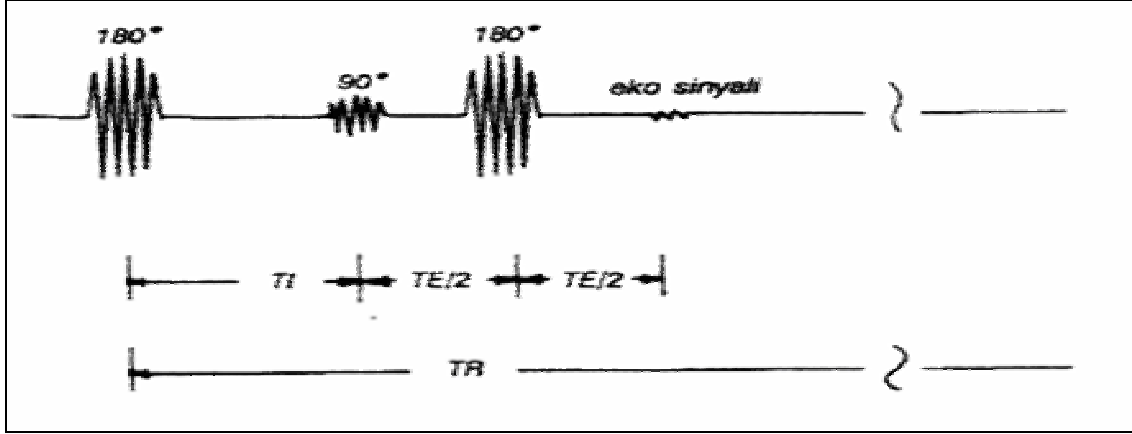
- Kısa TR (<700 msn) ve kısa TE (<20 msn) kullanılır.
- BOS koyu, T1'i kısa dokular parlak görülür.
- Anatomik detayı en iyi gösteren yöntemdir.

2.2.4.1.2. T2 Ağırlıklı Görüntüler

- Uzun TR (>2000 msn) ve uzun TE (>70-80 msn) kullanılır.
- BOS'u ve birçok lezyonu koyu gösterir.
- Bozuklukları saptamada en duyarlı puls sekansıdır.

2.2.4.2. IR (“Invention recovery”) Puls Sekansı

IR görüntülemeye, manyetizasyon başlangıçta 180°'lik puls ile tersine çevrilir. “Time to Invention” (TI) denilen bir süre sonra, 90°'lik bir puls bu sürede kazanılan longitudinal manyetizasyonu transvers düzleme yatırır. Daha sonra SE görüntülemeye olduğu gibi TE/2 süresinde 180°'lik puls uygulanır ve sinyal ölçülür (Şekil 3.2.).

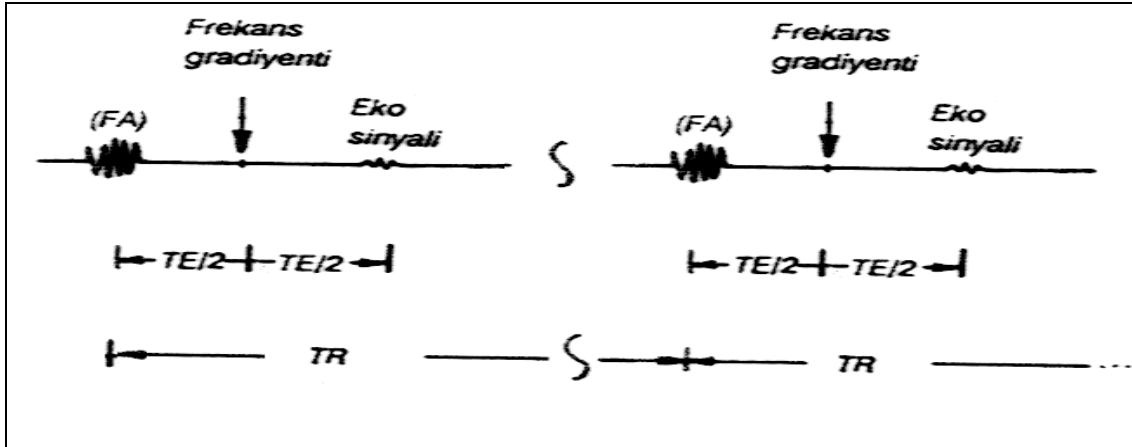


Şekil 2.2. İncersiyon Rekoveri (IR) Puls Sekansı

2.2.4.3. Gradient Eko (GE) Puls Sekansı

GE veya diğer adıyla alan-eko sekansları hızlı görüntü elde etmek amacıyla geliştirilmiştir. Görüntü alma süresi saniyeler ve on saniyelerle ölçülecek kadar kısaltılmıştır. GE puls sekansının temel fikri, SE sekanslarındaki 180° pulsunun yerine gradiyent çeviricilerinin konmasıdır. Böylece transvers manyetizasyonda eko oluşturulurken longitudinal manyetizasyona dokunulmaz.

GE görüntülemeye, ilk puls, longitudinal manyetizasyonu 90°'den daha küçük açılarda eğecek şekilde uygulanır (Şekil 3.3.).



Şekil 2.3. Gradient Eko (GE) Puls Sekansı

Kontrollü atmosfer, armutlarda depolama süresini uzatma yanında fizyolojik bozukluklar gibi zararlı etkileri ortadan kaldırması gibi nedenlerle önemli bir yer tutmaktadır (Richardson ve ark. 1997). Fakat yinede kontrollü atmosferde armutlarda çekirdek evi kararması gibi fizyolojik bozukluklar oluşabilmektedir. Bu istenmeyen fizyolojik

bozuklukların şiddeti kontrollü atmosfer koşullarına ve depolamanın süresine bağlıdır. Ne kadar yüksek CO₂ ve ne kadar uzun süreli depolama olursa istenmeyen bu fizyolojik bozuklukların olma olasılığı ve şiddeti de artmaktadır (Pintõ ve ark. 2001).

Armutlardaki çekirdek evi kararması önce çekirdekte kahverengileşme sonrasında ise meyve etindeki yumuşama ve kahverengileşme ile tanımlanabilmektedir (Lammertyn ve ark. 2001). İlerlemiş safhadaki lezyonlar tüm meyveyi kaplayabilmektedir (Hall ve Scott 1977).

Armutlarda depolama sırasında çekirdek evi kararması ve olgunlaşma yeteneği kaybı gibi bazı fizyolojik bozukluklar meydana gelmektedir. Bu fizyolojik bozuklukların oluşumunu hava, bahçe faktörleri, hasat tarihi, hasat sonu uygulamaları ve koşulları ile depolama süresi etkilemektedir (Roelofs ve De Jager 1997).

Grant ve ark."a (1996), göre içsel kararma ileri derecede meyve olgunluğu ile bağlantılı olması ve dolayısıyla geç hasat edilen meyvelerin meyve etlerinin gaz girişini engellemesi bu istenmeyen fizyolojik bozuklukların artmasına neden olmaktadır.

Çekirdek evi kararması belirtilerinin içsel olup dıştan görülememesi gibi olumsuzluklar nedeniyle çok büyük oranda ekonomik kayıplar olabilmektedir. Çünkü tüketiciler dış görünüşü güzel olan armutları tercih edip alıyor fakat daha sonra yeme aşamasında içinin bozuk olduğunu görerek olumsuz etkilenip meyveyi tüketmemektedir. Bu tür içsel fizyolojik bozuklukları olan ve olmayan meyvelerin ayırt edilmesi için yeni metotlar geliştirmek amacıyla daha fazla araştırmalar yapılmalıdır. Yeni geliştirilecek metot meyvelere zarar vermeden içsel fizyolojik bozukluklarını tespit etmelidir (Pintõ ve ark. 2001).

Öz çökmesi kontrollü atmosferli depolama sırasında armutlarda sıkça görülen fizyolojik bir bozukluktur. Bu fizyolojik bozuklukta ilk önce meyvede çizgi halinde kahverengi bölgeler oluşurken daha sonraki aşamada meyvenin özüne yayılır. İri ve daha olgun meyveler daha hassastır (Lammertyn ve ark. 2000). Bu fizyolojik bozukluğun gelişimi meyvedeki vitamin C eksikliği ile ilişkilendirildi (Lentheric ve ark 1999, Veltman ve ark 2000).

İçsel fizyolojik bozuklukları meyveleri kesmeden görebilmek için birçok teknik geliştirildi. Örneğin Askorbik asit (AA) seviyesi Conference armut çeşidinde çekirdek evi çürüklüğünü tespit etmede güzel bir araç olabilmektedir (Veltman ve ark 1999). Bu çeşitte kararma, Askorbik asit (AA) seviyesinin belli bir eşikten aşağı olduğu zaman başlamaktadır (Eccher Zerbini ve ark 2002). Yine uçucu maddelerden etanol, asetaldehid ve etilen donma zararlarına, sıcaklık stresi ve su stresine karşı kullanılabilir (Kimmerer ve Kozlowski 1982).

Etanolün yükselen konsantrasyonu örneğin sıcaklığa maruz bırakılmış taze brokolide fizyolojik zararı belirtmektedir (Forney ve Jordan 1998). Bunların potansiyel kullanımı çekirdek evi kararmasında henüz kesinleşmedi. Klorofil florasan yeşil biberlerde üşüme zararının belirlenmesinde kullanıldı (Lurie ve ark 1994). Klorofil florasan hıyarlarda üşüme zararının belirlenmesinde kullanıldı (Van Kooten ve ark 1992). Klorofil florasan muz ve mangoda üşüme zararının belirlenmesinde kullanıldı (Smillie ve ark 1987).

Klorofil florasan tekniği depodaki elmaların düşük oksijen ve yüksek CO₂ zararını belirlemede çok dar bir alanda da olsa kullanılmaktadır (DeEll ve ark 1995, Mir ve ark 1998). Benzer şekilde florasan görüntüleme elmalarda erken stres ve hastalıkların belirlenmesinde ümit var bir araç olarak gözükmektedir. Florasan görüntüleme kullanılarak Jonagold elmasında içsel kararma belirtileri dıştan görülmeden önce içsel kararmayı görüntülemek mümkün olmaktadır (Ciscato ve ark 2001).

İçsel fizyolojik bozuklukları meyveleri kesmeden görebilmek için geliştirilen en son teknikler yani iyi teşhis etme araçları, depolama süresince meyvelerde meydana gelebilecek fizyolojik bozuklukları saptamak için kullanılmaktadır. Fakat bu tekniklerin ambalajlama evinde kullanılmaları çok karmaşık, pahalı ve zordur. Bu nedenle çekirdek evi kararması gibi fizyolojik bozuklukları saptamak için daha pratik metotlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Crisosta ve ark'a (1994) göre Chinese armudunda meyve kabuk rengi içsel kararmanın belirlenmesinde kullanılabilir.

Song ve ark'a (2000) göre sıcak ve soğuk nedeniyle meydana gelen meyve eti kararması, meyve yüzey rengi ve çözülebilir maddeler ile ilişkili olmayıp sadece titre edilebilir meyve asidini etkilemektedir.

Manyetik Rezonans görüntüleme yöntemi elmalarda saydamlaşma bozukluğunu saptamada kullanılan ve yeni ufuklar açan yeni bir metottur (Wang ve ark 1988).

Bahçe bitkileri ürünlerinde MR görüntüleme uygulamaları, kaliteyi etkileyen fizyolojik bozuklukları içeren örnek resimlerinin basit tanımlamasından dokusal yapıların üç boyutlu verilerin detaylı açıklamalarına kadar uzanmaktadır (McFall ve Johnson 1994).

İç sulanması (watercore), elma ve armut meyvelerinin hücrelerarası boşluklarını sıvıyla doldurarak etkileyen fizyolojik bir bozukluktur. Meyve ağaçta olgunlaştıkça bozukluğun şiddeti artar ve bu süreçte meydana geldiği kısmen anlaşılmaktadır (Marlow ve Loescher 1984). Meyve hasat esnasında saydamlaşma bozukluğu içeriyor olsa bile tüketime uygundur. Fakat depolama sırasında saydamlaşma bozukluğu içeren bazı elma çeşitlerinde (Red Delicious) anaerobiosis'e maruz kalma ve alkolik tadlar oluşabilmektedir. Ya da çekirdek evi kararması (core browning) ve öz çökmesi (core breakdown) bozukluğu gibi

fizyolojik bozukluklar oluşarak pazarlanabilirliği olumsuz etkilenmektedir (Bramlage ve Shipway 1967). Fakat Fuji çeşidinde depolama sırasında fizyolojik bozukluğun belirtileri kademe kademe yayılmakta ve meyvenin iç görünümünü ve tadını fazla etkilememektedir (O'Loughlin ve Graham 1993, Watkins ve ark 1993). Bu durumda Fuji çeşidinin saydamlaşma bozukluğuna dayanıklı olduğunu göstermektedir.

İleri derecedeki yani meyve kabuğuna yakın bölgelerde meydana gelen fizyolojik bozukluklar haricindeki bozukluklarda dış belirtiler aslında bütün çeşitlerde görülmemektedir. İç sulanması (watercore) bozukluğu olan elmaların ayırt edilebilir özellikleri vardır. Bu özellikler saydamlaşma olan ve olmayan elmaların manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve X-ray yöntemi ile karşılaştırılmasıyla daha iyi anlaşılabilir (Birth ve Olsen 1964, Tollner ve ark. 1992, Wang ve ark 1988).

Manyetik rezonans görüntüleme teknolojisinin, diğer görüntüleme teknolojilerine göre; saydamlaşma bozukluğu olan elmanın dokularını ve bozukluğun şiddetini yüksek çözünürlük ile belirlemesi gibi bazı avantajları vardır. Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi meyvelerdeki özellikle zamana bağlı değişimleri araştırmak için çok uygundur.

Red Delicious elma çeşidinde fizyolojik saydamlaşma bozukluğu gelişiminin incelenmesi, Manyetik Rezonans görüntüleme yönteminin klinik uygulamalar dışında bahçe bitkileri ürünlerinde uygulanmasının ilk örneklerinden birisidir (Wang ve ark 1988).

İçsel Kararma olan elmalar dış belirti göstermemektedir. Bu da bozukluğun ortaya çıkarılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle sonuç olarak meyvenin dışından gözükmeyip meyvenin içerisinde var olan içsel fizyolojik bozukluklar ya alıcı tarafından fiyatın düşürülmesi ya da bütün bir parti malın reddedilmesiyle sonuçlanmaktadır (Grant ve ark 1996).

Volz ve ark."a (1997) göre içsel kararmanın gelişimi artan ethanol, asetaldehid ve tuz konsantrasyonu ile ilişkilidir. Fakat yinede içsel kararmanın gelişiminin fizyolojik mekanizmaları anlaşılmamaktadır.

Bir bütün halinde parçalamadan yani zarar vermeden işlem yapan görüntüleme tekniklerinden X-ray görüntüleme (Schatzki ve ark 1997), yakın kızıl ötesi ve görülebilir spektroskopy (Upchurch ve ark 1994), manyetik rezonans görüntüleme (Wang ve ark 1988, Chen ve ark 1989, McCarthy ve ark 1995, Clark ve Burmeister 1999) elmalardaki içsel bozuklukları ortaya çıkarmak ve kalitesini belirlemek için uygun teknikler olarak belirtilmektedir.

Manyetik Rezonans (MR) görüntüleme tekniği ile ürünlerin içsel yapı özellikleri görüntülenerek iç biyolojik dokuların araştırılmasına izin vermektedir. Manyetik Rezonans

(MR) görüntüleme tekniği, su hareketi ve çekirdek hareketini ölçmede kullanılabilir (McCarthy 1994).

McCarthy ve ark. (1995) yılında elmalardaki içsel bozuklukları spin-echo skansını kullanarak incelediler ve bozukluk olan ve olmayan elmaların manyetik rezonans görüntülerinin farklı olmasının nedeni olarak diamanyetik hassasiyetin fark içermesi olduğu sonucuna vardılar.

Wang ve ark (1988) yılında Red Delicious çeşidi elmalarındaki saydamlaşma fizyolojik bozukluğunu tespit etmek, yerini saptamak ve miktarını hesaplamak için manyetik rezonans görüntüleme tekniğini kullandılar.

Breaburn çeşidi elmaların fizyolojik bir bozukluk olan içsel kararmaya (internal browning) hassas oldukları Manyetik rezonans tekniği ile ispatlandı (Clark ve Burmeister 1999).

Manyetik rezonans görüntüleme yönteminin kullanımını kısıtlayıcı faktörlerden birisi görüntünün elde edildiği sürenin uzun olması diğer bir kısıtlayıcı faktör ise hızlı görüntü analizi yapabilmek için gelişmiş ekipmanlara ihtiyaç duyulmasıdır (Clark ve ark. 1997).

McCarthy ve ark. (2000) 'de kontrollü atmosferde depolanan Fuji çeşidi elmalardaki içsel kararmayı ortaya çıkarmak amacıyla manyetik rezonans görüntüleme yöntemini kullandılar. Bu çalışmanın ilk amacı elmalardaki içsel kararmayı erken ortaya çıkarabilmek için manyetik rezonans yönteminin uygulanabilirliğini belirlemektir. İkinci amaç ise iki farklı kontrollü atmosfer ortamında (a) 18% CO₂ 20°C'de ve (b) 3% CO₂ 0°C'de. depolanan elmalardaki fizyolojik içsel kararma bozukluğunun gelişmesini görüntülemektir. İlk depolama atmosferi (a) içsel kararma bozukluğunun gelişmesini hızlandırmak için ikinci depolama atmosferi ise normal depolama koşullarını sağlamak için oluşturuldu. Çalışmanın üçüncü amacı ise normal depolama koşullarında elmalardaki içsel kararmayı daha hızlı ortaya çıkarmak için görüntüleme süresini en aza indirebilmek için en uygun görüntüleme sekansını tespit edebilmektir.

Meyve dokusunda bulunan suyun özelliklerindeki değişimler büyüme ve depolama süresince meyve dokusunun yapısındaki ve kimyasal bileşimindeki değişimlere yansımaktadır. Manyetik rezonans görüntüleme tekniği biyolojik materyallerde bulunan suyun fiziksel özelliklerini tanımlayan bir araç olarak bilinmektedir. Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi diğer görüntüleme tekniklerine göre belirgin önemli avantajlara sahiptir (Clark ve ark 1998).

Manyetik rezonans görüntüleme doku parametreleri ve spin-spin T2 relaksasyon zamanı elmalardaki bulunan suyun moleküllerinin fiziksel özellikleri ile ilişkilendirilen önemli değerlerdir. Elmalardaki temel iç bozukluklardan birisi iç kararması olması nedeniyle bir çok araştırma bütün haldeki meyvelerin iç kalitesini test etmek için manyetik rezonans görüntüleme tekniğinden faydalanmaya odaklanmış gözükmemektedir (Clark ve ark. 1998, Jung ve ark. 1998, Keener ve ark. 1999).

Karaçalı 'a (1992), göre fizyolojik yaşlanma bozukluğunun mekanizmasını; meyvelerde ilerleyen olgunlaşmayla birlikte pektine bağlanan kalsiyumun yapıdan ayrılması ve organik asitle çökmesi ile oluşur şeklinde açıklamaktadır. Böylece hücre zarı direncini yitirerek meyve etinde yumuşama meydana gelmektedir. Yumuşamanın başlaması ve metabolizmanın bozulmasıyla birlikte asetaldehit oluşmakta ve dokuya zehir etkisi yaparak kahverengileşmeyi başlatmaktadır.

Birçok fizyolojik bozukluğu engelleyici etkisi bulunan bitki besin elementlerinden kalsiyum yaşlanma bozukluğunu azaltıcı etkisi bulunmaktadır. Hücre çeperinin oluşumu sırasında yoğun olarak kalsiyumun tüketilmesiyle besin olarak gelişmenin birkaç haftasında kullanılmasıyla ilişkilidir. Olgunlaşma ile birlikte kalsiyum, suda eriyebilir hale gelmekte son olgunlaşma aşamasında ise hücre çeperinden ayrılmaktadır. Schumacher ve ark. meyvedeki kalsiyum ve magnezyum miktarının az olmasının meyve eti kahverengileşmesine etkili olduğunu belirlediler. Perring elmada yaptığı bir araştırmada, fizyolojik yaşlanma bozukluğu nedeniyle bozulmuş meyvelerin çekirdek evlerindeki kalsiyum miktarının sağlam meyvelerdeki kalsiyum miktarına göre daha düşük olduğunu buldu (Memiçoğlu 1994).

Taze sebze ve meyveler kolay bozulabilir özellikte olmaları nedeniyle fiziksel zararlanmalara ve doku bozulmalarına karşı hassastırlar. Bu nedenle taze sebze ve meyvelerin depolanmaları sırasında daha dikkatli olunmalıdır. Fizyolojik bozukluklardan özellikle meyve eti kahverengileşmesi depolanan meyvelerde büyük kayıplara neden olmaktadır. Enzimatik kahverengileşme inhibitörlerinin kullanılması, modifiye atmosfer uygulamaları ve düşük sıcaklık derecelerinde depolama yöntemleri bu fizyolojik bozukluğun kontrol edilmesinde önemlidir (Watada 1999).

Renk bozulmaları, enzimatik olan veya olmayan kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır. Enzimatik renk kararmalarının çoğu oksijen varlığında polifenol oksidaz enziminin özellikle o-difenol grubu polifenolik maddelerin renkli bileşiklere yükseltilmesi ile ilişkilidir. Keleş, (1987)'e göre bu üç faktörden birinin ortamdan uzaklaştırılması veya

durumunun değiştirilmesi ile enzimatik renk bozulmaları azaltılabilmekte veya durdurulabilmektedir (Keleş 1987).

pH'nın düşürülmesi meyvelerin kahverengileşmesinde rol oynayan polifenol oksidaz aktivitelerinin azaltılmasında etkili olduğu belirtilmektedir. pH'nın yükselmesiyle meyvelerdeki kahverengileşme hızlanmaktadır. pH'nın 4.5'in üzerine çıkmasıyla hızlanma başlamakta ve pH 5-7 arasında iken de maksimuma ulaşmaktadır. Oksijen alımının yüksek pH'ta hızlı olması, reaksiyon hızının artışında temel etkidir. Kahverengileşmenin şiddetini azaltmak açısından pH değeri ve kahverengileşme derecesini takip etmek önemli olabilmektedir (Bro ve Heimdal 1998 , Router ve ark. 1990).

Geç hasat edilen ve uzun süre kontrollü atmosfer koşullarında muhafaza edilen elmaların önemli oranda meyve eti kahverengileşmesi gösterdikleri belirlenmiştir (McLellan ve ark. 1991). Elmalarda % 34' varan meyve eti kahverengileşmesinin nedenlerinden birisi geç yapılan hasat olduğu belirtilmektedir (Schouten 1987).

Hasat tarihinin ve depolama sırasındaki CO₂ konsantrasyonunun, meyve eti kahverengileşmesi üzerindeki etkisini saptamak amacıyla Fuji elma çeşidinde yapılan bir çalışmada, çiçeklenmeden 180 gün sonra hasat edilen ve düşük CO₂ (<0.5) konsantrasyonunda depolanan meyvelerde, meyve eti kahverengileşmesinin gözükme derecesi düşük bulundu (Biasi ve ark. 1996).

Armutlardaki kahverengileşme ile polifenol oksidaz enzimi aktivitesi arasındaki ilişkiyi saptayabilmek amacıyla yapılan bir çalışmada, meyveler kontrollü atmosfer ve ultra düşük oksijenli atmosferde depolandılar. Hasat tarihine bağlı olarak erken hasat çekirdek evi ve meyve eti kahverengileşmesini arttırdı. Depolama periyodu süresince kahverengileşme potansiyeli düzenli bir şekilde azalırken polifenol oksidaz aktivitesi arttı. Armut meyvelerinin ultra düşük oksijenli atmosferde depolanması ile kontrollü atmosferde depolanmaları arasında bir farklılık bulunamadı (Vendrel ve ark. 1998).

Kader'e (1989), göre Barlett armut çeşidinde yaptığı bir çalışmada, meyve eti sertliği, kabuk rengi ve meyve bileşimi üzerine, artan CO₂ ve azalan O₂ konsantrasyonlarının etkilerini araştırdı. Artan CO₂ ve azalan O₂ konsantrasyonları glikolitik oluşum ve krebs çemberindeki bazı enzimlerin aktivitesini kısmen engelleyerek solunum oranını azalttığını belirtti. % 5'in üzerindeki CO₂ konsantrasyonu meyve eti kahverengileşmesine neden olmaktadır. Sertlik ise hasat olgunluğuna, O₂ ve CO₂ konsantrasyonları ve depolama yapılan süreye bağlıdır.

Dokuların biyolojik durumlarını tanımlamak için genellikle T2 değeri kullanılmaktadır. Bahçe bitkileri uygulamalarında T2 değeri ile elde edilen görüntülerde serbest su içeren dokular daha parlak gözükmektedir. Bu nedenle saydamlaşma, öz çökmesi,

soğuk zararı, buruşma, vb. su dağılımı içeren fizyolojik bozukluklar T2 değerleri kullanılarak görüntülenebilmektedir (Faust ve ark. 1997).

Son yıllarda manyetik rezonans görüntüleme tekniğinin bahçe bitkilerindeki uygulamaları Clark ve ark. (1997), Faust ve ark. (1997) ve Abbott ve ark. (1997) tarafından yapıldı.

Hinshaw ve ark. (1979) manyetik rezonans görüntüleme tekniği kullanarak Satsuma portakalındaki 0.5 mm kalınlığındaki dilimleri ayıran ince zarları görüntüledi.

Manyetik rezonans görüntüleme tekniği bahçe bitkilerinin morfolojisi, tohumlar, benekler, boşluklar, kurt zararları, çürümeler, olgunlaşma, sıcaklık, soğuk ve donmadan kaynaklanan değişimleri görüntülemede kullanıldı (Chen ve ark. 1989, Saltveit 1991, MacFall ve Johnson 1994, Akimoto ve ark. 1995, Clark ve ark. 1997, Faust ve ark. 1997).

Akimoto (1984) meyveleri dereceleme için meyvelerin şeker ve organik asitlerini temel alarak bir manyetik rezonans görüntüleme tekniğini kullandı.

Manyetik rezonans görüntüleme tekniği kirazlarda beneklenmeyi ortaya çıkarmak için kullanıldı ve birçok meyvede sağlamlık, kuru madde, suda çözünür katı madde içeriği, toplam asit oranları ile ilişkilendirildi (Chen ve ark. 1996, Cho ve ark. 1993, Strohshine ve ark. 1994).

Manyetik rezonans görüntüleme tekniğinin işlevini yerine getirirken görüntüsü elde edilecek meyveye zarar vermeden (parçalama ve kesme yapılmadan) içsel yapı görüntülerini elde edebilme yeteneği ve moleküler hareketleri kodlayarak farkı görebilmek için karşılaştırma yapılmasına izin vermesi manyetik rezonans görüntüleme tekniğinin tıp alanı dışındaki alternatif uygulamalarındaki gelişimini hızlandırmaktadır (Johnson ve ark. 1992, Sarafis ve ark. 1992, Schrader ve ark. 1992).

Manyetik rezonans görüntüleme tekniği protonaceous türlerinin hareketliliğini ve uzaysal dağılımını mikroskobik çözünürlükte belirlemek için yoğun bir şekilde kullanıldı (Morris 1986, Callaghan 1991).

Manyetik rezonans tekniği taze ve işlenmiş bahçe ürünlerinin iç yapısını ve kalitesini belirlemede çoğunlukla öz çökmesi, buruşmalar, boşluklar ve meyve ve sebzelerin hasat sonrası çalışmalarında kullanıldı (Chen ve ark. 1989, McCarthy ve ark. 1995, Clark ve ark. 1997).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma 2003 yılında, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Soğuk Muhafaza Araştırma ve Uygulama Ünitesi'nde yürütülmüştür. Meyveler soğutmalı bir araç ile soğuk depoya taşınmış ve burada denemeye alınacak meyveler seçilerek muhafazaya alınmıştır. Meyvelerin kalite kriterlerine ait ölçümler Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonu Fizyolojisi Laboratuvarında MR çekimleri ise Tıp Fakültesi Radyoloji Bölümü MR1 ünitesinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Meyvelerin Hasat Edildiği Bahçenin Genel Görünüşü (Gürsu, Bursa 2005).

İklim koşullarına bağlı olarak derimin Temmuz sonu Ağustos başında yapıldığı Marmara Bölgesi Gürsu yöresinden derimi yapılan “ Santa Maria” armut çeşidinden yaklaşık 120 kg meyve çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Williams X Coscia melezi olarak 1951’de İtalya’da bulunmuş olan Santa Maria armut çeşidinin meyvesi iri – orta iri, boyun kısmı uzunca, alta doğru genişler, armut biçimindedir. Meyve zemin rengi yeme olumunda çok açık sarı olup bazen güneş gören tarafı pembe – kırmızıdır. Meyve eti beyaz, orta suludur. Yeme kalitesi iyi olmakla beraber yeme olumundaki rengi ve görünüşü caziptir. Uzun süre depolanabilir (<http://ebkae.gov.tr>).

3.2. Yöntem

3.2.1. Meyve Örnekleri ve Muhafaza Uygulaması

10.08.2004 tarihinde sabah erken saatlerde bir üreticinin bahçesinden derilen meyveler aynı gün Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Soğuk Muhafaza Araştırma ve Uygulama Ünitesi'ne getirilmiştir. Meyveler Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Soğuk Muhafaza Araştırma ve Uygulama Ünite'ne geldiğinde meyve çekirdek evi sıcaklığı 25°C olarak ölçülmüştür. 3 kg'lık viyollü kasalar içerisinde bulunan meyveler hızla 3°C'lik bir soğuk odaya alınarak çekirdek evi sıcaklığı 2-3°C olacak şekilde ön soğutma yapılmıştır. Ön soğutma yapılan meyveler örnekleme hatasını en aza indirebilmek amacıyla 3 gruba ayrılmıştır. Bu üç gruptan da birer kasa ağırlık kaybı ölçümlerinde kullanılmak üzere ayrılmıştır. İçsel fizyolojik bozuklukların daha çabuk gözlenmesi için meyveler viyollü ahşap kasa ambalajlarla + 3°C'lik bir soğuk hava deposuna yerleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Meyvelerin Viyollü Kasalar İçerisinde Soğuk Hava Deposundaki Görünüşü

Muhafaza süresince meyvelerin kalite değişimlerini belirlemek üzere 15 gün aralıklarla her bir gruptan örnekler alınarak MR görüntüleri elde edilmiş MR görüntüleri elde edilen meyveler hızla laboratuara taşınarak kimyasal analiz örneklerine dahil edilmiş ve analizleri yapılmıştır. Meyveler MR çekimlerinin yapıldığı U.Ü. Tıp Fakültesi Radyoloji Bölümüne buz kutusuyla taşınmıştır. Her 15 günde bir yapılan MR çekiminde rastgele seçilen yeni meyveler kullanılmıştır. Denemenin başından sonuna kadar aynı meyvelerin MR görüntülerinin takibi için ise 2 adet meyve kontrol meyveleri olarak kabul edilerek her MR çekiminde bu iki meyve kullanılmıştır. MR çekimleri yapılan meyvelerin MR görüntüleri ile fotoğraf görüntülerini kıyaslamayabilmek için Samsung Digimax UC-A model 3.2 megapiksel kamera özellikli dijital fotoğraf makinesi ile görüntülenmiştir.

3.2.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi

+ 3°C'lik soğuk hava deposuna konulan meyvelerin MR görüntüleri 135 günlük periyot boyunca 15 günde bir kez Siemens Vision 1.5 T MR aleti kullanılarak çekilmiştir. Çekim yapılacak meyveler beyin MR'ı çekilen coil'e her çekimde 2 adet meyve biri yatay biri dikey konumda olacak şekilde yerleştirilmiştir. Meyvelerin korenal MR görüntülerini elde etmek için Sella T2 ağırlıklı Turbo Spin Echo MR sekansı kullanılmıştır.



(a)

(b)

Şekil 3.3. Meyvelerin MR Görüntülerinin Çekildiği Siemens Vision 1.5 T MR aleti (a) ve Meyvelerin Coile Yerleştirilmesi (b)

T2 ağırlıklı MR görüntüleri elde etmek için TR: 4186 ms, TE:99 ms FOV: 200 mm Dilim Kalınlığı: 3 mm Dilim Sayısı: 21 Çözünürlük : 256 x 256 pixel olan görüntüleme parametreleri kullanılarak MR çekimleri yapılmıştır. Meyvelerden ham data halinde MR görüntüleri 2 dk. sürede elde edilmiştir.

3.2.3. Meyvelerde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Ağırlık Kaybı

Muhafaza süresince meyvelerde meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri soğuk muhafaza odasında bulunan Densi marka AC-100 model bir terazi ile g cinsinden her bir grup için her analiz gününde başlangıç ağırlık değerlerine göre (%) olarak bulunmuştur.

3.2.3.2. Meyve Eti Sertliği

Meyve eti sertliği değişimini tespit etmek için Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Soğuk Muhafaza Araştırma ve Uygulama Ünitesi'nde bulunan FT 327 marka penetrometre ölçüm aleti kullanılmıştır. Penetrometrenin 7.8 mm'lik ince uçlu başlığı her bir gruptan alınan 4 adet meyvenin ekvator çizgisi üzerinden 2 yönlü olarak yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak sonuçlar (kg) olarak belirlenmiştir.

3.2.3.3. Toplam Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı

Her bir gruptan alınan 4 adet meyve, blender yardımıyla parçalandıktan sonra süzülerek elde edilen meyve suyunda N.O.W (%0-32) tip el refraktometresi ile % olarak ölçülmüştür.

3.2.3.4. pH

Blenderden alınan meyve numunelerin pH değerleri cam elektrotlu, digital NEL 890 model pH metre yardımı ile ölçülmüştür.

3.2.3.5. Titre Edilebilir Asit

Blenderde parçalanan meyvelerden alınan 20ml meyve suyu 100ml'ye tamamlanmış ve 20ml seyreltik meyve suyu bir erlenmayere alınarak 3-4 damla fenolfitaleyn indikatörü

damlatılmıştır. Karışım pembe renk alıncaya kadar 0.1N NaOH ile titre edilmiştir. Sonuçlar kirazda hakim asit olan malik asit cinsinden hesaplanmıştır. (Cemeroğlu 1992).

3.2.3.6. Toplam Şeker

Şeker analizinde dinitrofenol yönteminden yararlanılmıştır. Toplam şeker kapsamı Shimadzu UV-120-01 spektrofotometresi kullanılarak belirlenmiş; sonuçlar g/100g olarak verilmiştir. Yöntemin esası, konsantrasyona bağlı olarak indirgen şekerlerle dinitrofenolün oluşturduğu kırmızı-kahverengi çözeltilinin 600nm dalga boyundaki absorpsiyon değerinin tespit edilmesine dayanmaktadır (Ross 1959).

3.2.3.7. Renk Ölçümleri

Her bir gruptan alınan 4 adet meyvede ölçümler, meyve kabuğunda 2 yönlü olarak Minolta Renk Ölçüm Cihazı ile yapılmış ve sonuçlar L*a*b renk düzlemi ile ifade edilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken L değeri meyve parlaklığını simgelemekte ve 0-100 arasında siyahtan beyaza doğru değişimi vermektedir. a değerinin + ekseninde değişimi kırmızıdan mora olan geçişi; – ekseninde değişimi ise maviden yeşile olan değişimi simgelemektedir. b değerinin + ekseninde değişimi sarı ve – ekseninde değişimi ise mavi rengi temsil etmektedir (McGuire 1992).

3.2.4. Deneme Deseni ve Verilerin Analizi

Araştırma, 15 günlük periyotlarda çekilen MR görüntüleri ile içsel fizyolojik bozuklukları tespit etmek amacı ile her bir muhafaza süresi için 12 meyve 3 gruba ayrılmış ve her gruptan 4 ölçüm yapılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemede, tesadüf örneklemeyle ölçümler yapılmış ve araştırmadan elde edilen sonuçlar, ANOVA testine göre değerlendirilmiştir. Daha sonra MSTAT istatistik programı kullanılarak, ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önemlilik düzeyinde LSD testine göre harflendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Depolama Süresince Meyvelerde Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler

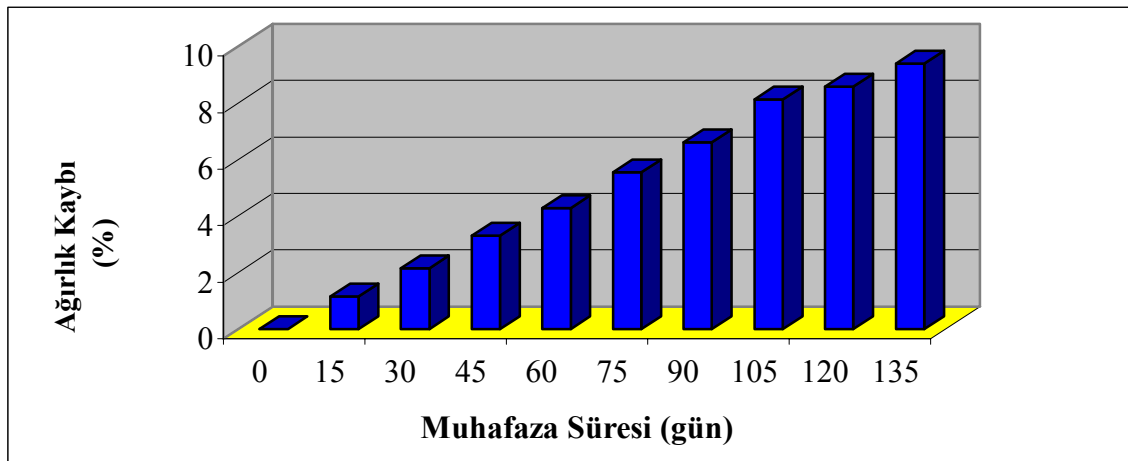
4.1.1. Ağırlık Kaybı

Günlere göre soğukta muhafaza edilen armutlarda meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. incelendiğinde muhafaza edilen üç grup armut meyvelerinden sırasıyla ağırlık kayıpları birinci grupta % 10.01 ikinci grup meyvelerde % 9.30 üçüncü grup meyvelerde % 8.79 iken ortalama ağırlık kaybı % 9.40 olarak belirlenmiştir. Genel olarak muhafaza süresinin ilerlemesi meyvelerde ağırlık kaybı artışına neden olmuştur.

Çizelge 4.1. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Ağırlık Kaybı Değişimi (%)

Muhafaza Süresi (gün)	I. Grup	II. Grup	III. Grup	Ortalama
0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.32	1.06	1.09	1.16
30	2.38	2.12	1.92	2.14
45	3.70	3.19	3.02	3.30
60	4.76	4.25	3.84	4.28
75	6.08	5.58	4.94	5.53
90	7.14	6.64	6.04	6.61
105	8.73	7.97	7.69	8.13
120	9.25	8.51	7.96	8.57
135	10.10	9.30	8.79	9.40



Şekil 4.1. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Ağırlık Kaybı Değişimi (%)

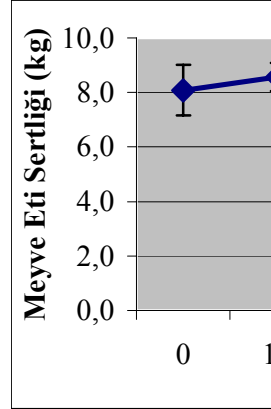
4.1.2. Meyve Eti Sertliği (MES)

Muhafaza süresince meyvelerde meydana gelen meyve eti sertliği değişimlerine ilişkin değerler Çizelge 4.2. ve Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.'e bakıldığında muhafaza süresinin ilerlemesi meyve eti sertliğinin azalmasına neden olmuştur. Muhafazanın başlangıcında meyvelerin meyve eti sertliği 8.08 kg iken muhafaza periyodu sonunda 6.13 kg'a düşmüştür. Meyve eti sertliği bakımından 0.-60. günler arasında 15. gün hariç olmak üzere değerler arasındaki farklılığın 0.05 güven aralığında önemli olmadığı saptanmıştır. 15. günde (8.75) ortaya çıkan en yüksek meyve eti sertliği değeri örnekleme hatasından kaynaklanmıştır. 75. günden itibaren meyvelerdeki meyve eti sertliği bakımından farklılaşma başlamıştır. Meyve eti sertliği değerleri içinde en düşük değer 135. günde (6.13) saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Meyve Eti Sertliği Değişimi (kg)

Muhafaza Süresi (gün)	I. Grup	II. Grup	III. Grup	Ortalama
0	7.50	8.90	7.80	8.08 ab
15	8.30	8.70	8.80	8.57 a
30	7.80	7.50	8.20	7.83 bc
45	7.60	8.50	8.10	8.06 ab
60	7.60	7.90	8.60	8.02 ab
75	7.00	7.60	7.20	7.25 cd
90	7.20	7.80	7.70	7.75 bcd
105	7.50	7.60	5.90	6.99 de
120	6.10	6.90	6.40	6.46 ef
135	5.10	7.30	6.00	6.13 f



Şekil 4.2. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Meyve Eti Sertliği Değişimi (kg)

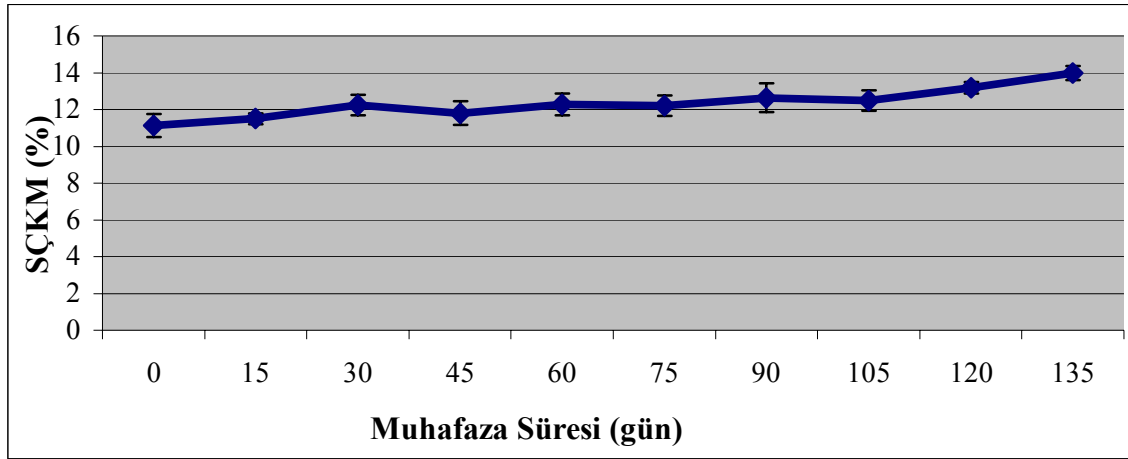
4.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM)

Muhafaza süresince günlere göre meyvelerde meydana gelen suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) değişimleri Çizelge 4.3. ve Şekil 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3'e bakıldığında meyvelerde kuru madde bakımından 0-15. günlerde değerler arasındaki farklılığın yapılan değerlendirmede 0.05 güven aralığında önemli olmadığı saptanmıştır. 30 –105. günler arasında da 45. gün hariç olmak üzere değerler arasındaki farklılığın 0.05 güven aralığında önemli olmadığı saptanmıştır. 120. gün ve 135. gün birbirlerinden ve diğer günlerden farklı bulunmuştur. Dolayısıyla en yüksek kuru madde değeri 135. günde (13.98) daha sonra ise 120. günde (13.18) bulunmuştur. En küçük değer ise 0. günde (11.12) bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Suda

Çözünebilir Kuru Madde Değişimi (%)



Şekil 4.3. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen SÇKM Değişimi (%)

Muhafaza Süresi (gün)	I. Grup	II. Grup	III. Grup	Ortalama
0	11.20	10.80	11.40	11.12 f
15	11.70	11.20	11.60	11.51 ef
30	12.40	12.60	11.70	12.25 c
45	12.10	11.60	11.70	11.80 de
60	12.70	12.40	11.80	12.27 c
75	12.30	12.00	12.40	12.22 cd
90	13.00	12.70	12.20	12.64 c
105	12.40	12.60	12.50	12.49 c
120	13.10	13.20	13.20	13.18 b
135	13.80	14.20	14.00	13.98 a

4.1.4. pH

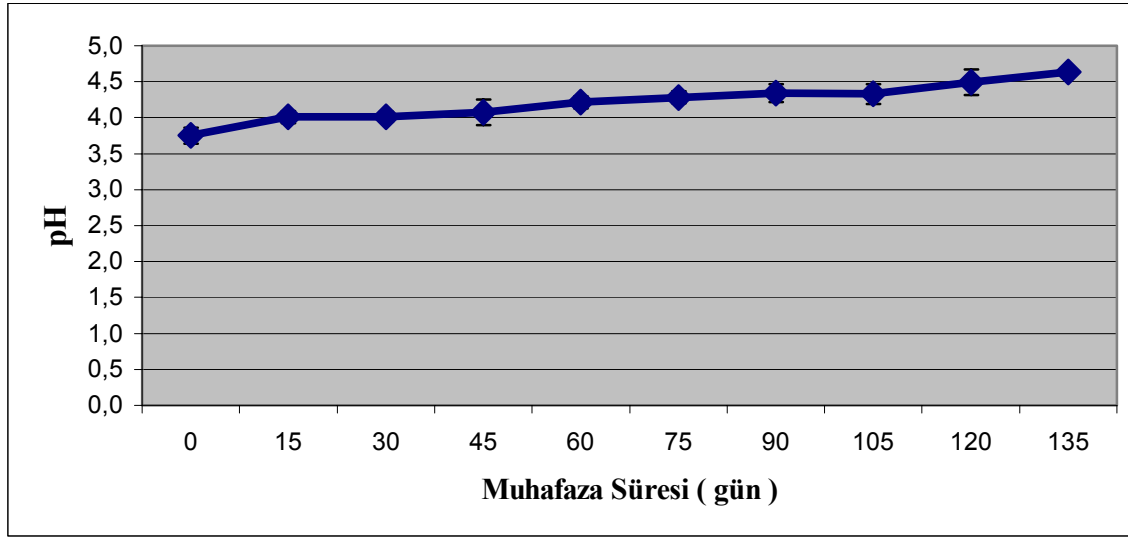
Muhafaza süresince günlere göre meyvelerde meydana gelen pH değişimleri Çizelge 6.4. ve Şekil 6.4.'te verilmiştir.

Çizelge 6.4'e bakıldığında pH bakımından 0. gün diğer günlerden tek yönlü varyans analizi ile yapılan değerlendirmede farklı bulunmuştur. 15. gün, 30. gün ve 45. günler arasında istatistiki açıdan bir fark bulunamamıştır. 60. gün ile 75. gün arasında ve 75. gün 90. gün ve 105. günler arasında da 0.05 güven aralığında istatistiki açıdan bir fark bulunmamıştır. 120. gün ve 135. günler birbirlerinden ve diğerlerinden farklı bulunmuştur. pH değerleri içinde en büyük değer 135. günde (4.63) bulunmuşken en düşük değer ise 0. günde (3.75) bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen pH Değişimi

Muhafaza	I. Grup	II. Grup	III. Grup	Ortalama
----------	---------	----------	-----------	----------

Süresi (gün)				
0	3.61	3.79	3.85	3.75 f
15	3.91	4.03	4.09	4.01 e
30	4.02	3.96	4.06	4.01 e
45	4.08	4.16	3.98	4.07 e
60	4.22	4.18	4.25	4.21 d
75	4.30	4.27	4.29	4.28 cd
90	4.33	4.34	4.36	4.34 c
105	4.41	4.23	4.36	4.33 c
120	4.67	4.46	4.35	4.49 b
135	4.67	4.61	4.62	4.63 a



Şekil 4.4. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen pH Değişimi

4.1.5. Titre Edilebilir Asit (TEA)

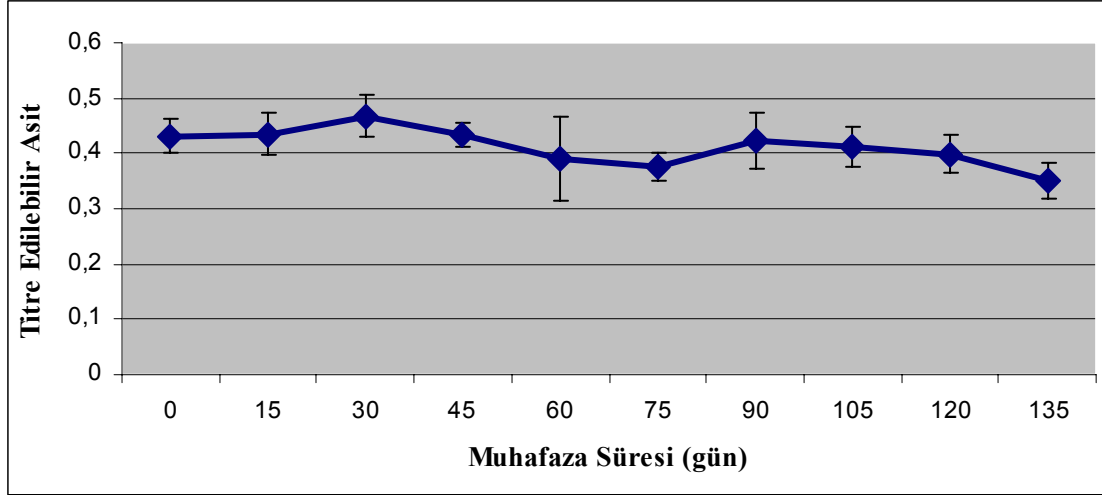
Muhafaza periyodu süresince günlere göre meyvelerde meydana gelen titre edilebilir asit (TEA) değişimleri Çizelge 4.5. ve Şekil 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.5.'e bakıldığında TEA bakımından 0. gün, 15. gün 30. gün ve 45. günler arasında tek yönlü varyans analizi ile yapılan değerlendirmede 0.05 güven aralığında bir fark bulunamazken 60. ve 135. günler ise istatistiki açıdan farklı bulunmuştur. TEA değerleri içinde en yüksek malik asit değeri 30. günde (0.467 g/100 ml) bulunmuşken en düşük malik asit değeri ise 135. günde (0.351 g/100 ml) olarak bulunmuştur. Meyvelerde TEA miktarı günlere bağlı olarak giderek azalırken 30. gündeki göstermiş olduğu artış örnekleme hatasından kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.5. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen TEA Değişimi (g / 100 ml)

Muhafaza Süresi (gün)	I. Grup	II. Grup	III. Grup	Ortalama
0				
15				
30				
45				
60				
75				
90				
105				
120				
135				

0	0.43	0.45	0.40	0.43 ab
15	0.47	0.44	0.38	0.43 ab
30	0.50	0.47	0.42	0.46 a
45	0.44	0.41	0.43	0.43 ab
60	0.45	0.36	0.35	0.39 cd
75	0.38	0.37	0.36	0.37 de
90	0.39	0.46	0.41	0.42 bc
105	0.39	0.42	0.41	0.41 bc
120	0.40	0.37	0.42	0.39 cd
135	0.33	0.38	0.33	0.35 e



Şekil 4.5. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Titre Edilebilir Asit Değişimi (g / 100 ml)

4.1.6. Toplam Şeker

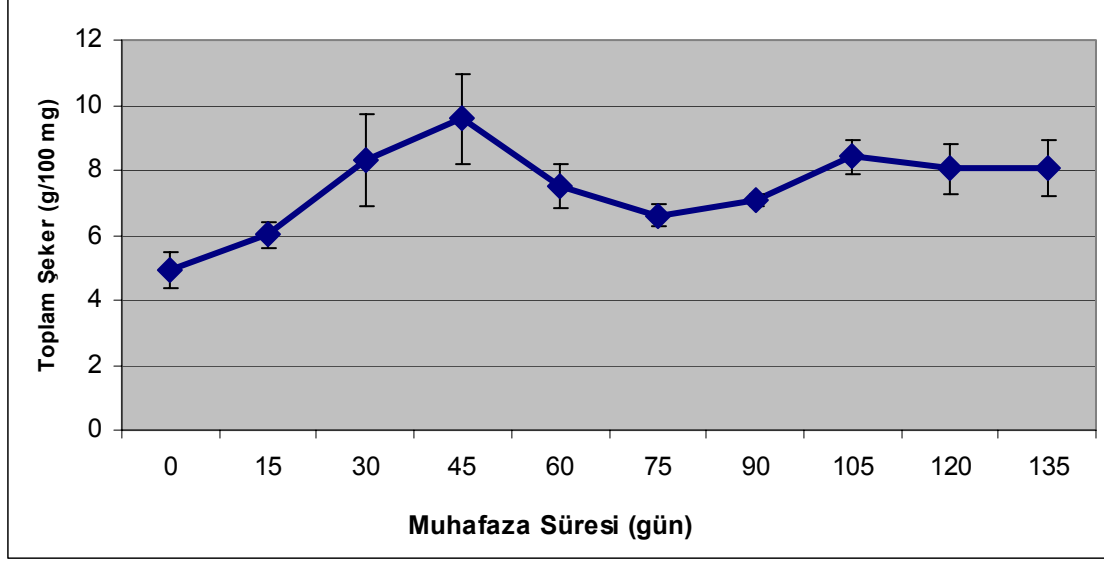
Muhafaza süresince günlere göre meyvelerde meydana gelen toplam şeker değişimleri Çizelge 4.6. ve Şekil 4.6.'da verilmiştir.

Genel olarak muhafaza süresi ilerledikçe toplam şeker kapsamında bir artış tespit edilmiştir (Şekil 4.6.). Muhafaza süresince meyvelerde meydana gelen toplam şeker kapsamı bakımından 0. ve 60. günler arasında fark bulunmuştur. 105 ve 135. günler arasında fark bulunamamıştır. En yüksek değer 45. gün bulunmuştur. 30. 105. 120 ve 135. günler ikinci en yüksek değer olarak bulunmuştur. En düşük değer ise 0. gün bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Toplam Şeker Değişimi (g/100 g)

Muhafaza Süresi(Gün)	I. Grup	II. Grup	III. Grup	Ortalama
0	4.45	5.26	5.12	4.95 g
15	5.62	6.45	5.96	6.01 f
30	7.43	9.84	7.57	8.28 b
45	7.82	10.99	9.92	9.58 a
60	8.39	6.86	7.24	7.50 cd
75	6.55	6.78	6.51	6.61 ef

90	7.02	7.33	6.93	7.09 de
105	8.28	7.89	9.05	8.41 b
120	8.24	7.91	7.95	8.03 bc
135	8.38	7.84	7.97	8.06 bc



Şekil

4.6. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Toplam Şeker Değişimi (g/100 g)

4.1.7. Renk Ölçümleri

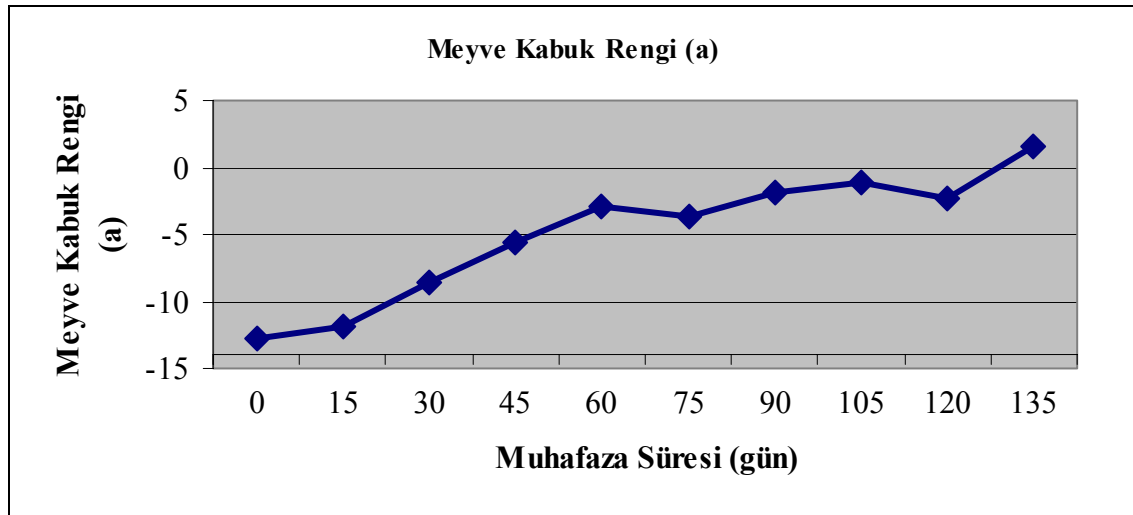
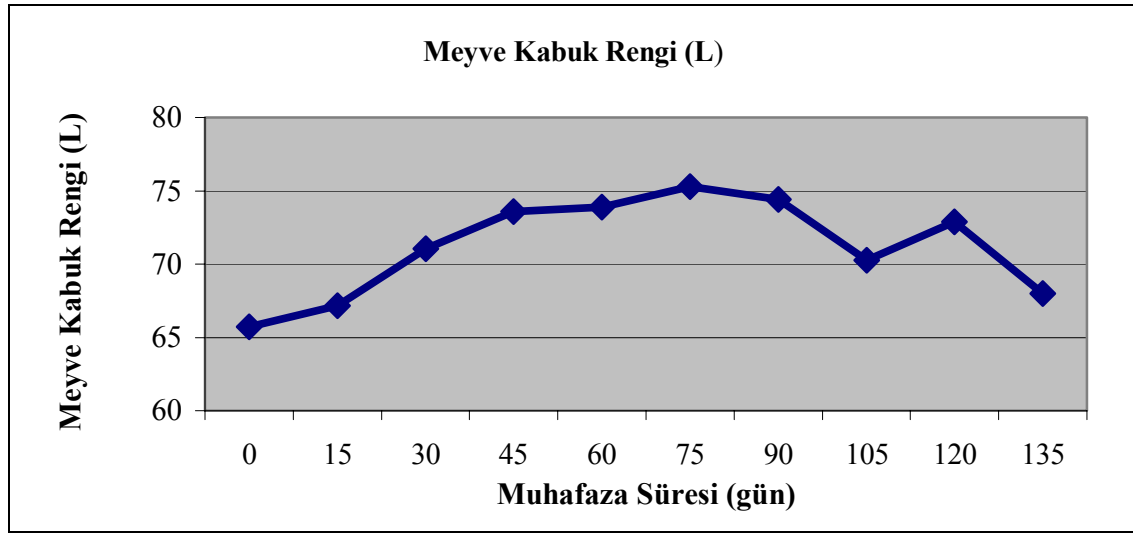
Muhafaza süresince günlere göre meyvelerde meydana gelen meyve kabuğu renk değişimleri Çizelge 4.7. ve Şekil 4.7.'de verilmiştir.

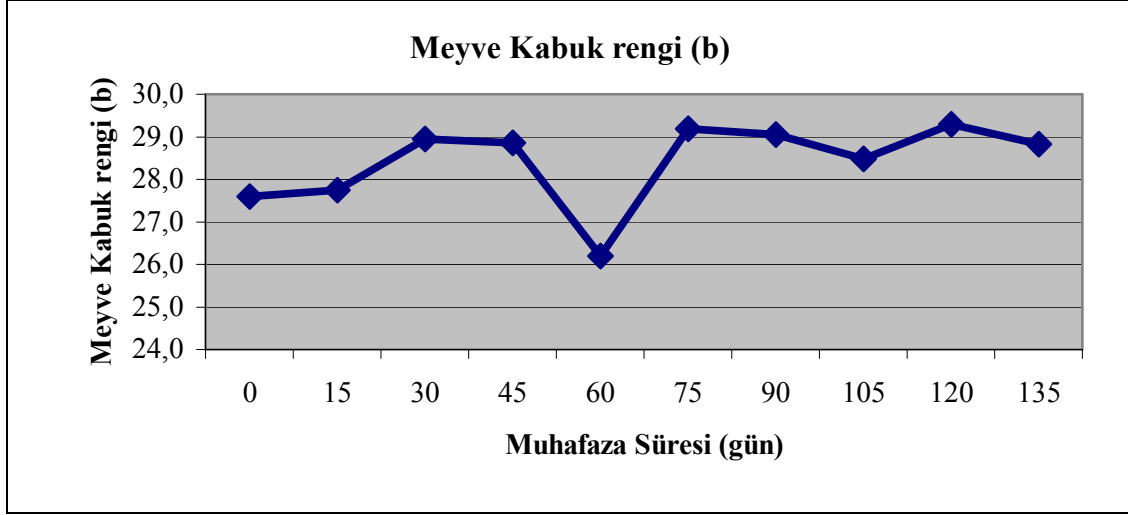
Çizelge 4.7. incelendiğinde 0. gün ve 15. gün meyvelerin kabuk rengindeki parlaklık bakımından fark yok iken 15. günden sonra 75. güne kadar meyve kabuk renginde parlaklık artmıştır. 75. günden sonra ise meyvelerin kabuk renginde parlaklık azalmıştır. Muhafaza başlangıcında – değer göstererek yeşil rengi ifade eden a değeri muhafaza periyodunun 135. gününde + değere dönüşerek meyvelerdeki yeşil renk kaybolmuştur. Meyvelerdeki sarı rengi ifade eden b değeri muhafaza periyodu süresince dalgalanmalarla birlikte muhafaza periyodunun sonuna doğru azalmıştır.

Çizelge 4.7. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Kabuk Rengi Değişimi (L, a, b)

Süre (gün)	I. Grup			II. Grup			III. Grup			Ortalama		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
0	64.13	-10.41	+26.62	65.98	-14.34	+27.67	67.10	-13.63	+28.48	66.50	-13.99	28.08
15	68.45	-10.67	+28.00	65.70	-12.81	+27.31	67.35	-12.17	+27.91	66.50	-12.49	27.61
30	71.43	- 8.23	+29.39	71.55	- 8.01	+28.49	70.12	- 9.36	+28.98	70.80	-8.69	28.74
45	74.88	- 4.65	+28.80	74.93	- 4.76	+28.43	70.92	- 7.54	+29.34	72.90	-6.15	28.89

60	73.30	- 4.57	+30.30	71.77	- 0.28	+19.02	76.61	- 3.84	+29.26	74.20	-2.06	24.14
75	75.17	- 3.30	+29.06	74.43	- 4.68	+29.11	76.21	- 3.17	+29.40	75.30	-3.93	29.26
90	74.59	- 2.09	+29.11	74.45	-1.47	+29.44	74.25	- 2.19	+28.61	74.40	-1.83	29.03
105	68.89	+ 0.21	+27.51	69.19	-1.33	+29.09	72.67	- 2.23	+28.84	70.90	-1.78	28.97
120	72.22	-1.89	+28.83	73.36	- 2.71	+29.24	73.02	- 2.19	+29.82	73.20	-2.45	29.53
135	69.39	+ 0.31	+30.96	67.33	+3.78	+27.23	67.27	+ 0.62	+28.30	67.30	2.20	27.77

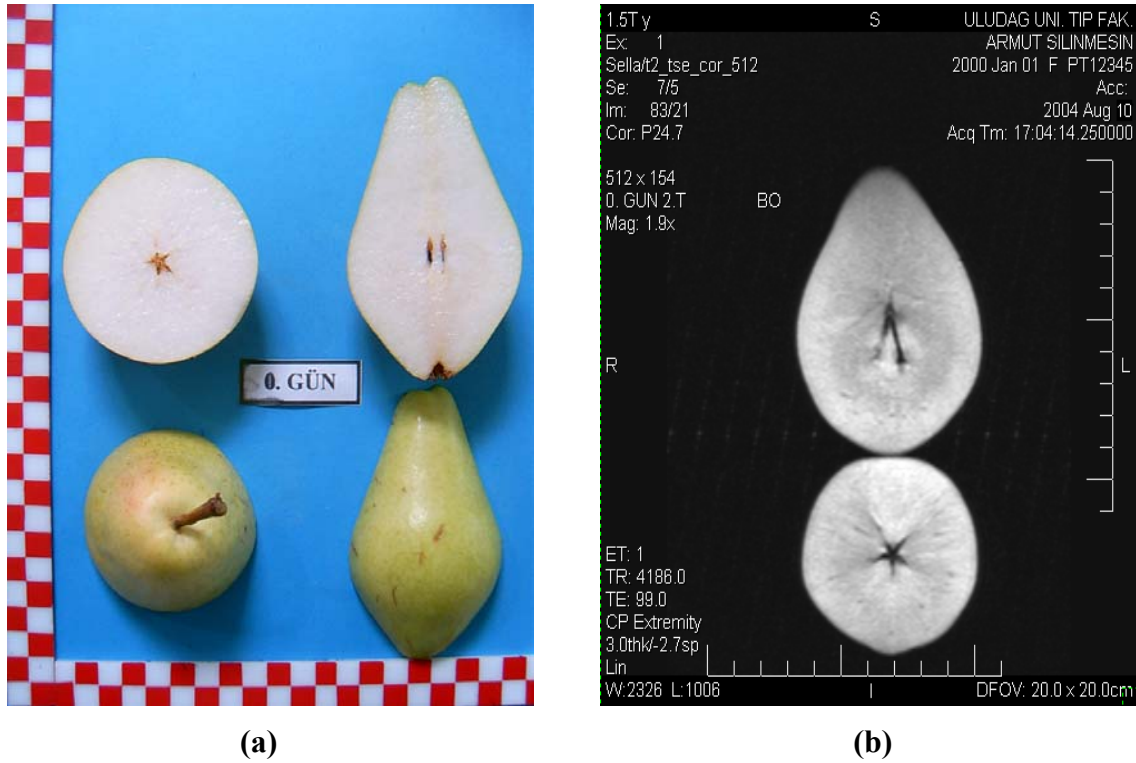




Şekil 4.7. Muhafaza Süresince Günlere Göre Meyvelerde Meydana Gelen Kabuk Rengi Değişimi (L, a, b)

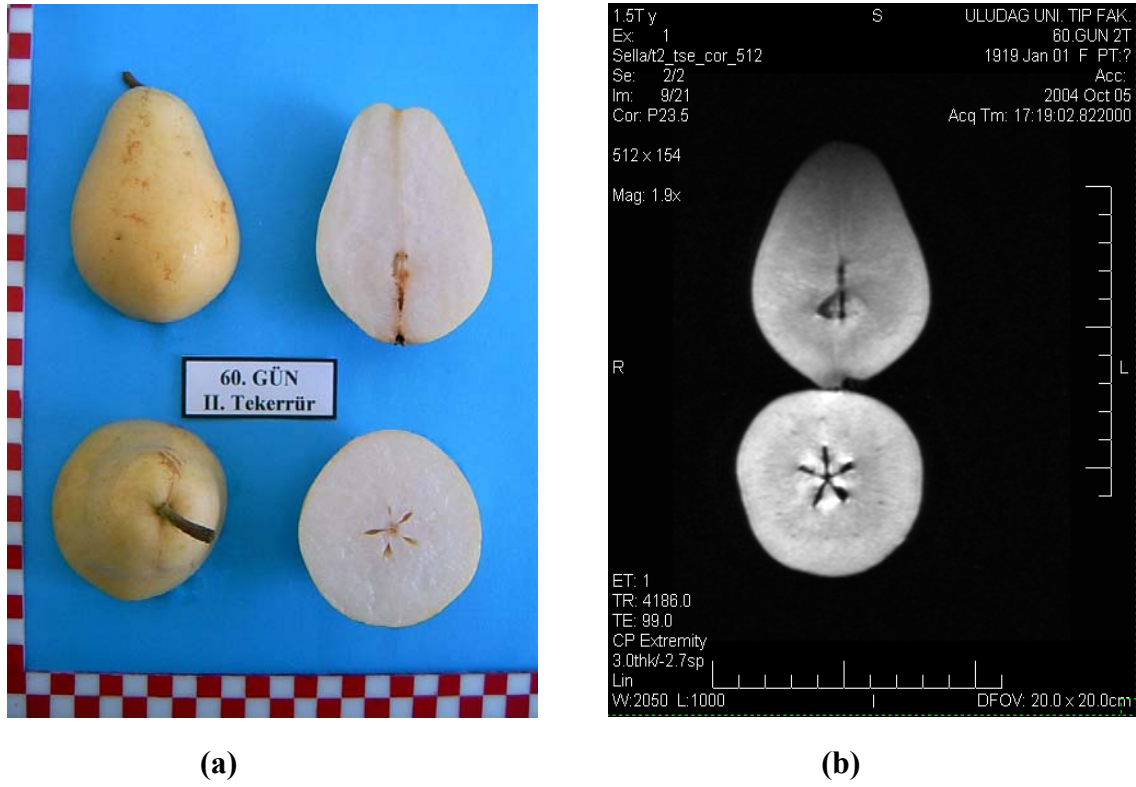
4.1.8. Muhafaza Süresince Meyvelerin Digital Kamera ve MR Görüntüleri

0. Günde meyvelerin digital kamera ve MR görüntüleri birbirine benzemektedir. 0. günde meyvelerin digital makine ve MR görüntülerinde herhangi bir fizyolojik bozukluk gözükmemektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Meyvelerin 0. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).

Meyvelerin digital kamera ve MR görüntüleri 60. günde de benzerlik göstermekte ve çekirdek evi bölgesinde herhangi bir fizyolojik bozukluk gözükmemektedir (Şekil 4.9).

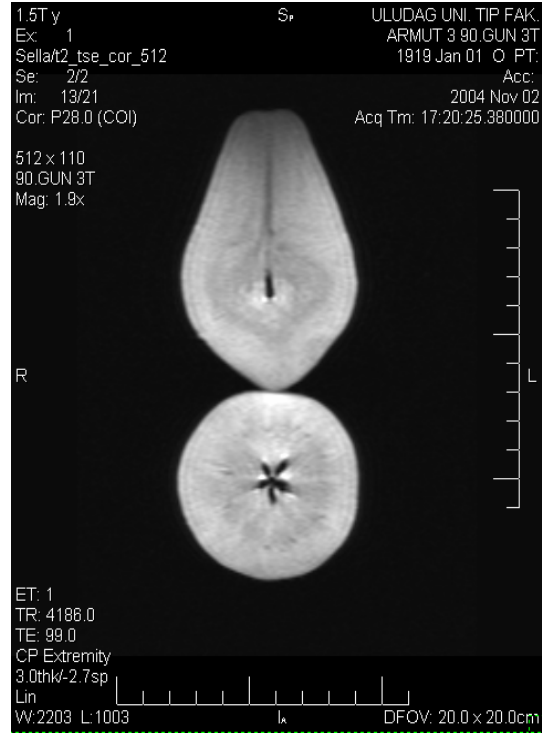


Şekil 4.9. Meyvelerin 60. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).

Muhafaza periyodunun 90. günündeki digital kamera ve MR görüntülerinde çekirdek evi bölgesinde herhangi bir fizyolojik bozukluk gözükmemektedir (Şekil 4.10).



(a)



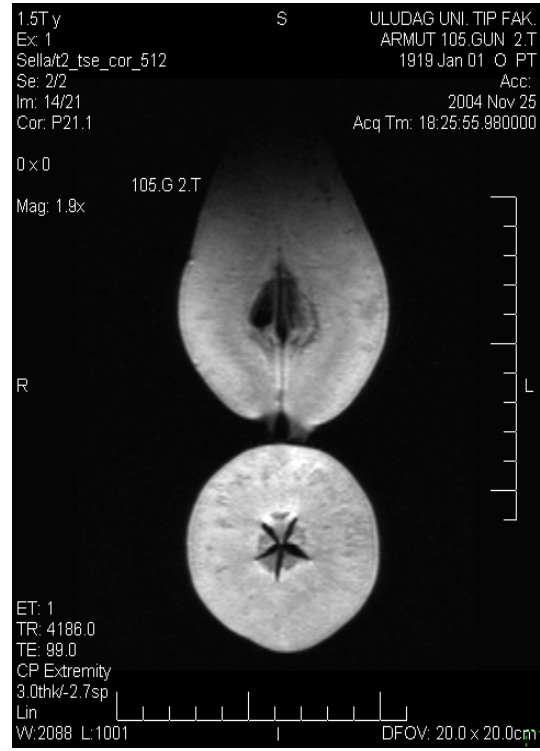
(b)

Şekil 4.10. Meyvelerin 90. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).

Muhafaza periyodunun 105. gününde meyvelerin çekirdek evi bölgesinde fizyolojik bir bozukluk olan çekirdek evi kararması meydana gelmiştir. Çekirdek evi bölgesindeki bu kararma digital kamera ve MR görüntülerinde net bir şekilde gözükmemektedir (Şekil 4.11).



(a)



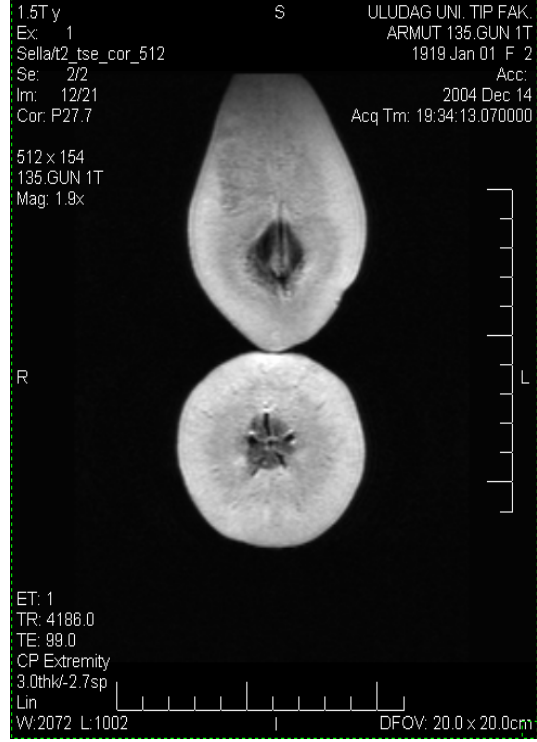
(b)

Şekil 4.11. Meyvelerin 105. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).

Muhafaza periyodunun son günü olan 135. günde meyvelerin çekirdek evi bölgesinde meydana gelen çekirdek evi kararması digital kamera ve MR görüntülerinde daha net bir şekilde gözükmemektedir (Şekil 4.12).



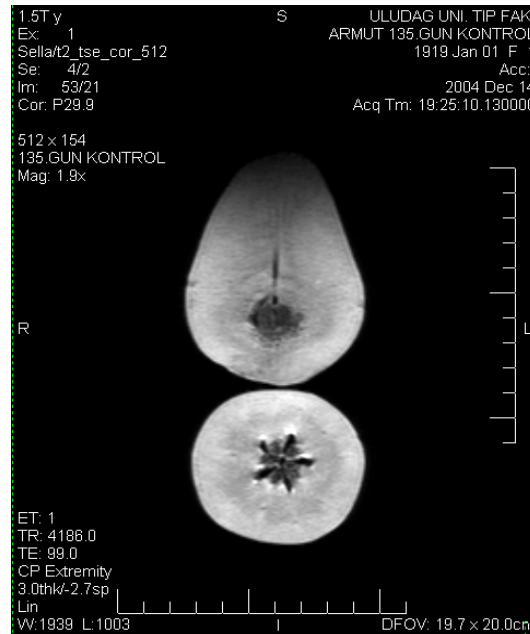
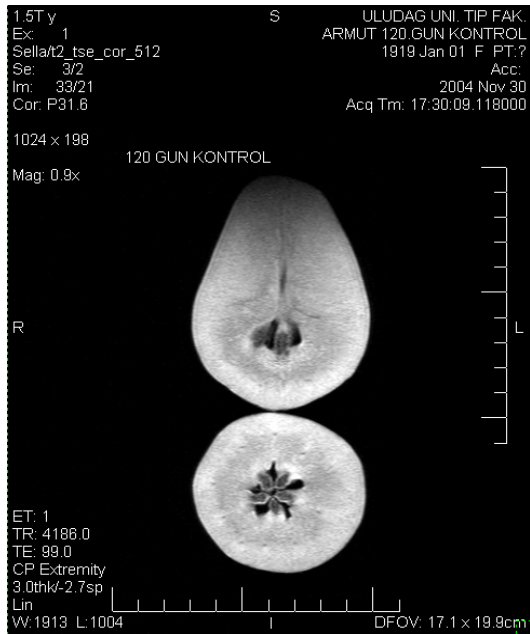
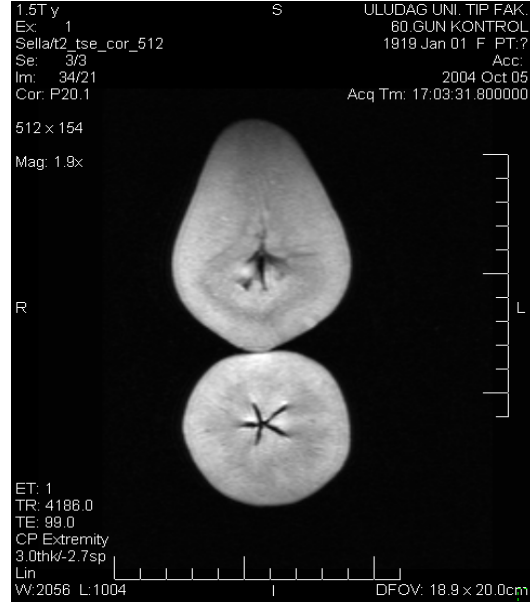
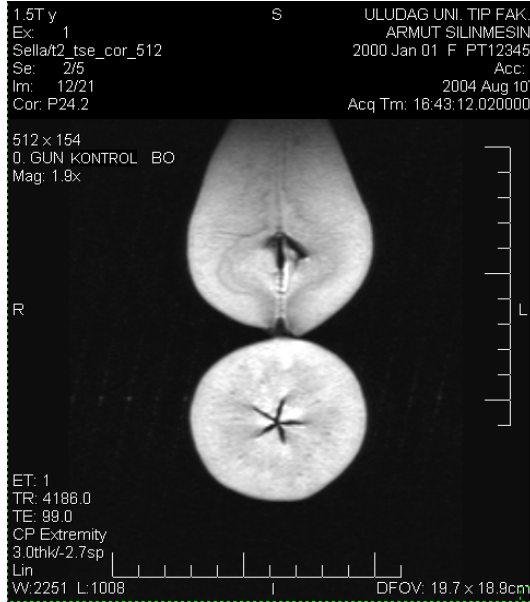
(a)



(b)

Şekil 4.12. Meyvelerin 135. Gün Digital Kamera (a) ve MR Görüntüleri (b).

Muhafaza periyodunun başından sonuna kadar hep aynı meyvelerin MR görüntülerini gözlemleyebilmek için kontrol grubu olarak değerlendirilen meyvelerin MR görüntüleri muhafaza periyodunun ilerlemesiyle çekirdek evi bölgesinde meydana gelen kararmanın gelişme sürecini net bir şekilde göstermektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Kontrol Grubu Olarak Değerlendirilen Meyvelerin 0. Gün (a) 60. Gün (b) 120. Gün (c) ve 135. Gün (d) MR Görüntüleri.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Hasat sonrasında armutlarda depolama esnasında çekirdek evi kararması, kabuk yanığı ve olgunlaşma yeteneği kaybı gibi bazı fizyolojik bozukluklar meydana gelmektedir. Meydana gelen bu fizyolojik bozuklukların oluşumunu hava, bahçe faktörleri, hasat tarihi, depolama süresi, hasat sonu uygulamaları ve koşulları etkilemektedir (Roelofs ve De Jager, 1997).

Grant ve ark., (1996), fizyolojik bozuklukların ileri derecede meyve olgunluğu ile bağlantılı olduğunu ve dolayısıyla geç hasat edilen meyvelerin meyve etlerinin gaz girişini engellemesi bu istenmeyen fizyolojik bozuklukların artmasına neden olmaktadır.

Armutlardaki çekirdek evi kararması önce çekirdekte kahverengileşme sonra ise meyve etindeki yumuşama ve kahverengileşme ile tanımlanabilmektedir (Lammertyn ve ark., 2001). İlerlemiş safhadaki lezyonlar tüm meyveyi kaplayabilmektedir (Hall ve Scott, 1977).

Çekirdek evi kararması gibi fizyolojik bozukluklarının belirtisi içsel olup dıştan görülememektedir. Tüketicilerde dış görünüşü güzel olan armutları tercih edip almakta daha sonra yeme aşamasında içinin bozuk olduğunu görerek olumsuz etkilenip meyveyi tüketmemektedir. Bu olumsuzluklar da büyük oranda ekonomik kayıpların meydana gelmesine neden olabilmektedir (Pintõ ve ark., 2001).

Taze ürünlerin hasat sonrası ömürlerini sınırlandıran en önemli faktörlerden birisi ağırlık kaybıdır. Meyvelerde meydana gelen ağırlık kaybı transpirasyon ve solunuma bağlıdır. Ağırlık kaybı üzerinde en büyük etkiye sahip olan transpirasyonun temelinde meyve yüzeyi ve ortam atmosferi arasındaki su buharı basıncı farkı yatmaktadır. Su buharı basıncı, sıcaklık, basınç ve bağıl nem gibi faktörlerin etkisi altındadır. Diğer yandan solunum yoluyla da ağırlık kaybı oluşmaktadır; çünkü solunum süresince meyveden su buharı ve C atomu kaybolmaktadır (Fincan 1997). Muhafaza periyodunun başından sonuna kadar Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1.'e göre meyveler ağırlık kaybı göstermişlerdir. Muhafaza süresi ilerledikçe artış gösteren ağırlık kayıpları, oran olarak da artış göstermiş olup 135. gün sonunda armutlarda ortalama % 9.4 oranında bir ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Çalışmamızda elde edilen bu sonuç Crisosto (1992)'nin ve Amarante (2001)'nin yapmış olduğu çalışmalardaki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Meyvenin fiziksel direncini gösteren meyve eti sertlik değerleri muhafaza süresi ilerledikçe azalma göstermiştir (Şekil 4.2). Muhafazanın başlangıcında meyvelerin meyve eti sertliği 8.08 kg iken muhafaza periyodu sonunda 6.13 kg'a düşmüştür (Çizelge 4.2). Meyve eti sertliği öncelikle hücre dokularında bulunan pektin maddelerinin yapısal oluşumuna

bağlıdır. Meyvelerin olgunlaşmasıyla birlikte yumuşaması protopektinin enzimatik olarak daha küçük parçalara ayrılması ile gerçekleşmektedir. Pektinlerin parçalanması hücre zarının direncini yitirmesine ve sonuç olarak da meyvelerin yumuşamasına neden olmaktadır (Köksal 1982). Çalışmamızda elde edilen bu sonuç Özelkök (1992)'nin yapmış olduğu çalışmadaki sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Meyvelerin SÇKM miktarı muhafazanın başında ortalama % 11.12 iken 135 günlük muhafaza periyodu sonunda dalgalanmalarla (azalış ve artış) birlikte % 25.7'lik bir artış göstererek % 13.98'e kadar artmıştır (Çizelge 4.3). Muhafazanın başında solunuma bağlı olarak SÇKM miktarında genel olarak bir azalma gözlenirken daha sonra ise su kaybına bağlı olarak artış gözlenmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuç Özelkök (1992)'ün elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Meyvelerin pH değerlerinde muhafaza periyodu süresince muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte artışlar meydana gelmiştir (Şekil 4.4). pH değerleri içinde en büyük değer 135. günde (4.63) bulunmuşken en düşük değer ise 0. günde (3.75) bulunmuştur (Çizelge 4.4). Çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuç Özelkök (1992)'ün elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Denemede, yapılan ölçümlerde meyvelerin titre edilebilir asit değişimleri dalgalı bir seyir gösterirken genel olarak muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak azalmalar meydana gelmiştir (Şekil 4.5). Muhafazanın başında % 0.451 olan ortalama titre edilebilir asit miktarı muhafaza periyodu süresince dalgalı bir seyirle birlikte azalarak 135. gün süren muhafaza sonunda % 0.351'e kadar düşmüştür (Çizelge 4.5). Çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuç Elgar (1997)'in elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Meyvelerin toplam şeker içeriklerinin muhafaza periyodu süresince genel olarak arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.6). Meyvelerin toplam şeker miktarındaki bu artış meyvelerin hücre çeperinde bulunan polisakkaritlerin şekerlere dönüşmesi ve su miktarındaki azalmanın doğal bir sonucu olarak meydana gelmektedir. Toplam şeker miktarında zaman zaman azalmalarında meydana geldiği gözlenmiştir. Bu durum da şekerlerin solunumda kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Meyvelerin meyve kabuğundaki parlaklık (L) ve sarı rengi ifade eden (b) değeri muhafaza periyodu süresinin uzamasıyla birlikte azalmıştır (Çizelge 6.7). Muhafaza başlangıcında – değer göstererek yeşil rengi ifade eden a değeri muhafaza periyodunun 135. gününde + değere dönüşerek meyvelerdeki yeşil renk kaybolmuştur (Şekil 4.7).

Çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuç Ju (2000) 'nun elde ettiği sonuç ile benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmayla ürünleri kesmeden içsel kalite özelliklerini saptamaya yarayan non-destructive görüntüleme yöntemlerinden MR yöntemiyle çekirdek evi kararmasının görüntülenebileceği saptanmıştır. Digital kamera ve MR görüntülerine göre ilk gözle görülebilir farklılık 105. günde meydana gelmiştir. 135 günlük depolama süresince ağırlık kaybı, meyve eti sertliği ve titre edilebilir asitlik değerlerinde bir azalma gözlenirken pH, toplam şeker ve suda çözünebilir kuru madde miktarlarında artış saptanmıştır. Meyvelerin genel görünüş ve tatlarında 120. gün süresince istatistiki açıdan önemli bir fark saptanmamıştır. MR görüntüleri ve kimyasal analizler arasında net bir korelasyon bulunamamıştır. Sadece en belirgin kararmaların gözlendiği 120. ve 135. günler diğer günlerden farklı bulunmuşlardır. Bu nedenle kimyasal analizler yanında doku analizleri de yapılarak daha net bir korelasyon aranmalı ve fizyolojik bozukluklar erken tespit edilmeye çalışılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abbott, J.A., Lu, R., Upchurch, B.L., Stroshine, R.L., 1997. Technologies for non-destructive quality evaluation of fruits and vegetables. *Hortic. Rev.* 20, 1–120.
- Ağar, İ.T. 2002. Bahçe ürünlerini AB standartlarına ulaştırmak için derim sonrasında alınması gereken önlemler. II. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu (24-27 Eylül 2002), Çanakkale, 325 s.
- Amarante, C., Banks H., ve Ganesh S., 2001. Relationship between character of skin cover of coated pears and permeance to water vapour and gases. *Postharvest Biology and Tecnology.* 21 (2001), pp. 291-301.
- Anonymous, 1993a. Türkiye İstatistik Yıllığı. DİE Yayınları Ankara.
- Anonymous, 1993b. FAO Production Yearbook. Rome.

- Anonymous, 2004. <http://www.fao.org/statistics/agri>. "FAO İstatistiki Verileri"
- Akimoto, K., 1984. A method for non-destructively grading fruits and other foodstuffs. UK patent application GB2135059 A.
- Akimoto, K., McClure, W.F., Shimizu, K., 1995. Non-destructive evaluation of vegetable and fruit quality by visible light and MRI. In: Proceedings Automation and Robotics in Bioproduction and Processing, 3-6 November 1995, Kobe. Japan 1, 117–124.
- Biasi, B., Grant, J., Mitcham, B. ve Chinchio, S. 1996. Late Harvest, High CO₂ Storage Increase Internal browning of Fuji Apples. California. *Agricultere*. 26-28.
- Bro, R. ve Heimdal, H. 1998. Enzymatic Browning of vegetables. Calibration and analysis of Variance by Multyway Methods. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 34: (1), 85-102.
- Birth, G.S. ve Olsen, K.L. 1964. Nondestructive detection of watercore in Delicious apples. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 85 (1964), pp. 74-84.
- Bramlage, W.J. and Shipway, M.R., 1967. , Loss of watercore and development of internal breakdown during storage of 'Delicious' apples, as determined by repeated light transmittance measurements of intact apples. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 90, pp. 475–483.
- Chen, P., McCarthy, M.J., Kim, S.M., Zion, B., 1996. Development of a high-speed NMR technique for sensing maturity of avocados. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 39, 2205–2209.
- Cho, S.I., Stroshine, R.L., Baianu, I.C., Krutz, G.W., 1993. Nondestructive sugar content measurements of intact fruit using spin-spin relaxation times (*T*₂) measurements by pulsed 1H magnetic resonance. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 36, 1217–1221.
- Ciscato, M., Sowiska, M., M. Vande Ven., Heisel, F., Deckers, T., Banany, J., ve Valcke, R., 2001). Fluorescence imaging as a diagnostic tool to detect physiological disorders during storage of apples. *Proc. 4th. Int. Conf. On Postharvest. Acta Hort.* 553, 507-509.
- Crisosta, C., Garner, D., Crisosto, G., Sibbett, G., ve Day, K., 1994). Early harvest prevents internal browning in asian pears. *California agric.* 740, 17-19.
- Chen, P., McCarthy, M.J., Kauten, R., 1989. NMR for internal quality evaluation of fruits and vegetables. *Trans. ASAE* 32 (5), 1747–1753.
- Clark, C.J., Burmeister, D.M., 1999. Magnetic resonance imaging of browning development in 'Braeburn' apple during controlled-atmosphere storage under high CO₂. *HortScience* 34 (5), 915–919.

- Clark, C.J., Hockings, P.D., Joyce, D.C., Mazucco, R.A., 1997. Application of magnetic resonance imaging to preand post-harvest studies of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 11, 1–21.
- Clark, C. J., MacFall, J. S., & Bielecki, R. L. (1998). Loss of watercore from ‘Fuji’ apple observed by magnetic resonance imaging. *Scientia-Horticulturae*, 73(4), 213–227.
- Cemeroğlu, B. 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları. BilTav Üniv. Kitapları Serisi. No:02-2, Ankara, 381s.
- DeEll, J.R., Prange, R.K., ve Murr, D.P., 1995. Chlorophyll fluorescence as an indicator of low O₂ and high CO₂ stress in apples during storage. *Hort. Sci.* 30, 1058-1059.
- Eccher Zerbini, P., Rizzolo, A., Brambilla, A., Cambiaghi, P., ve Grassi, M., 2002. Loss of ascorbic acid during storage of Conference pears in relation to the appearance of Brown heart. *J. Sci. Food Agric.* 82, 1007-1013.
- Eksteen, G. J., J.C. Combrink, 1994. Manual for the Identification of post-Harvest Disorders of Pome and Stone Fruits. Stellenbosch Institute for Fruit technology. Agr. Res. Council. South Africa. 25 p. 16 plates.
- Elgar, H., Watkins, B., Murray, H., ve Gunson, F., 1997. quality of ‘Buerre Bosc’ and ‘Doyenne du Comice’ pears in relation to harvest date and storage period. *Postharvest Biology and Tecnonolgy*, 10 (1997) 29-37.
- Forney, C.F., ve Jordan, M.A., 1998. Induction of volatile compounds in broccoli by postharvest hotwater dips. *J. Agric. Food Chem.* 46, 5295-5301.
- Faust, M., Wang, P.C., Maas, J., 1997. The use of magnetic resonance imaging in plant science. *Hortic. Rev.* 20, 225–266.
- Fincan, M. 1997. Suitability of Some Polymeric Materials to Establish Desired MAP Systems for Minimally Processed Sweet Cherry. Ortadoğu Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 63s.
- Grant, J., Mitcham, B., Biasi, B., Chinchio, S., 1996. Late harvest, high CO₂ storage increase internal browning of Fuji apples. *Calif. Agric.* 50 (3), 26–29.
- Hall, E., ve Scott, J., 1977. Storage and Market Diseases of Fruit. CSIRO, Food Research Labrotory, North Ryde, NSW.
- Hinshaw, W.S., Bottomley, P.A., Holland, G.N., 1979. A demonstration of the resolution of NMR imaging in biological systems. *Experientia* 35, 1268–1269.
- Ju, Z., ve Duan, Y., 2000. Plant oil emulsion modifies internal atmosphere, delays fruit ripening, and inhibits internal browning in Chinese pears. *Postharvest Biology and Tecnonolgy*, 20 (2000) 243-250.

- Jung, K. H., Stroshine, R., Cornillon, P., & Hirst, P. M. (1998). Low field proton magnetic resonance sensing of water core and internal browning in whole apples. ASAE Annual international meeting, Orlando, FL, USA (20pp.); ASAE Paper no. 986020, 12–16 July.
- Keener, K. M., Stroshine, R. L., & Nyenhuis, J. A. (1999). Evaluation of low field (5.40- of MHz) proton magnetic resonance measurements D_w and T_2 as methods of nondestructive quality evaluation of apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(3), 289–295.
- Karaçalı, İ. 1992. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 494, İzmir. 413 s.
- Kader, A. 1989. Mode of Action of Oxygen and Carbon Dioxide on Postharvest Physiology Of “Barlett” Pears. *Acta Horticulture*. No: 258. 161-167. international Symposium on Postharvest handling of Fruits and Vegetables. Leuven, Belgium, 29 Aug-2 sem, 1988.
- Keleş, F. 1987. Gıdalarda Enzimatik Esmerleşme ve Kontrolü. *Doğa Tarım ve Ormancılık Dergisi*. 11(1). 105-121.
- Kimmerer, T.W., ve Kozlowski, T.T., 1982. Ethylene, ethane, acetaldehyde and ethanol production by plants under stres. *Plant Physiol*. 69, 840-847.
- Köksal, İ., 1982. Bazı Elma Çeşitlerinde Pektin Esteraz Aktivitesi İle Meyve Eti Sertliği Arasındaki İlişkiler Üzerinde Bir Araştırma. *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi*. Vol: 11, Sayı: 2, 51-58.
- Lammertyn, J., Dresselaers, T., Van Hecke, P., Wevers, m., Verlinden, B.E., Jancsok, P., Frank, C., Schotsman, W., ve Nicolai, B., 2001. Core breakdown in Conference pears: respiration diffusion model for disks and intact pears. *Acta Hort*. 553, 279-280.
- Lammertyn, J., Jancso'k, P., Dresselaers, T., Van Hecke, P., Wevers, M., De Baerdemaeker, J., Nicolai, B.M., 2001. Xray CT and magnetic resonance imaging to study the development of core breakdown in ‘Conference’ pears. ASAE annual international meeting, Sacramento, California, July 29_ August 1, 2001. Paper No. 016037. p. 11.
- Lurie, S., Ronen, R., ve Meir, S., 1994. Determining chilling injury induction in green pepers using nondestructive pulse amplitude modulated (PAM) fluorometry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 119, 59-62.
- McCarthy, M.J., Zion, B., Chen, P., Ablett, S., Darke, A.H., Lillford, P.J., 1995. Diamagnetic susceptibility changes in apple tissue after bruising. *J. Sci. Food Agric*. 67, 13–20.
- McCarthy, M.J., 1994. *Magnetic Resonance Imaging in Foods*. Chapman & Hall, New York, NY.
- McCarthy, M.J., Zion, B., Chen, P., Ablett, S., Darke, A.H., Lillford, P.J., 1995. Diamagnetic susceptibility changes in apple tissue after bruising. *J. Sci. Food Agric*. 67, 13–20.

- MacFall, J.S. and Johnson, G.A., 1994. The architecture of plant vasculature and transport as seen with magnetic resonance microscopy. *Can. J. Bot.* 72, pp. 1561–1573.
- Mir, N., Wendorf, M., Perez, R. and Beaudry, R.M., 1998. Chlorophyll fluorescence in relation to superficial scald development in apple. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 123, pp. 887–892.
- O'Loughlin, J.B. and Graham, B.R., 1993. , Loss of watercore from Fuji apples. *Plant Protection Q.* 8, pp. 47–48.
- Özbek, S. 1978. Özel Meyvecilik Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:128. Ders Kitabı(11)486s.
- Özbek, 1977. Genel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 111. Adana. 386 s.
- Özelkök, S., Büyükyılmaz, M., ve Ertan, Ü., 1992. Üretimi Öngörülen Bazı armut Çeşitlerinin Derim sonrası Fizyolojisi Üzerinde Araştırmalar III. *Santa Maria. Bahçe* 21, (1-2): 91-101.
- Pintô, E., Lenthéric, L., Vendrell, M., ve Larrigaudière, C., 2001. Role of fermentative and antioksidant metabolism in the induction of core browning in controlled-atmosphere stored pears. *J. Sci. Food Agric.* 81, 364-370.
- Roelofs, F.P., de Jager, A., 1997. Reduction of Brownheart in 'Conference' Pears. In: Mitcham E. (Ed.), *Proceedings Volume 2: Apples and Pears, Controlled Atmosphere Research Conference, July 13_ 18, 1997.* Davis, USA: University of California. pp. 138-144.
- Richardson, D., ve Kupperman, E., 1997. Controlled atmosphere storage of pears. *Proceeding 7th International Controlled Atmosphere Research Conference.* Davis, California, 31-35.
- Ross, F.A. 1959. Dinitrophenol Method for Reducing Sugars. "W.F. Talburt, O. Smith (Editors), *Patato Processing* AVI Publishing Comp. Connecticut. p469-470.
- Router, M.A., Ralambooa., J. ve Philippon, J. 1990. Roles of O-Quinones and Their Polimes in the Enzymatic Browning of Apples. *Phytochemistry*, Vol: 29, No: 2, 335-340.
- Schouten, Ş.B. 1987. Notes on the Occurence in 1985/86 of Internal Browning in Apples. *Hort. Abst.* Vol: 57: 6843.
- Schatzki, T.F., Haff, R.P., Young, R., Can, I., Le, L.-C., Toyofuku, N., 1997. Defect detection in apples by means of X-ray imaging. *Trans. ASAE* 40 (5), 1407–1415.
- Smillie, R.M., Hetherington, S.E., Nott, R., Chaplin, G.R., ve Wade, N.L., 1987. Application of chlorophyll fluorescence to the postharvest physiology and storage of mango and banana fruit and the chilling tolerance of mango cultivars. *Asian Food. J.* 3, 55-59.

- Snowden, A.L., 1990. A color atlas of post-harvest diseases and disorders of fruit and vegetables. Vol.1. General Introduction and Fruits. CRC Pres Inc. Florida. USA. 291p.
- Song, J., Fan, L., Charles, F., Forney ve Jordan, M., 2000. Using volatile emissions and chlorophyll fluorescence as an indicators and freezing injury in apple fruits. Proc 4th. Int. Conf on Postharvest. Acta Hort. 553, 245-248.
- Stroshine, R.L., Wai, W.K., Keener, K.M., Krutz, G.W., 1994. New developments in fruit ripeness sensing using magnetic resonance. Am. Soc. Agric. Eng. Paper 94-6539.
- Tollner, E.W., Hung, Y.C., Upchurch, B.L. and Prussia, S.E., 1992. Relating X-ray absorption to density and water content in apples. Trans. ASAE 35, pp. 1921-1928. Abstract-Compendex.
- Upchurch, B.L., Throop, J.A., Aneshansley, D.J., 1994. Influence of time, bruise-type and severity on near-infrared reflectance from apple surfaces for automatic bruise detection. Trans. ASAE 37 (5), 1571–1575.
- Van Kooten, O., Mensink, M.G.J., Otma, E.C., Van Schaik, A.C.R., ve Souten, S.P., 1992. Chilling damage of dark stored cucumbers (*Cucumis sativus* L.) affects the maximum quantum yield of photosystem 2. In: N. Murata (ed.), Progress in Photosynthesis research, vol.IV. Kluwer Academic, Dordrecht. The Netherlands, pp. 161-164.
- Veltman, R.H., Sanders M.G., Persjin, S.T., Peppenlenbos, H.W., ve Oosterhaven, J., 1999. Decreased ascorbic acid levels and Brown core development in pears. *Physiol. Plantarum*. 107, 39-45.
- Vendrell, M., Larrigaudiere, C. ve Lenthalic, I. 1998. Relationship Between Enzymatic Browning and Internal Disorders in Controlled Atmosphere Stored Pears. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 78(2): 232-236.
- Volz, R.K., Biasi, W.V., Grant, J.A., Mitcham, E.J., 1997. Prediction of controlled in ‘Fuji’ atmosphere-induced flesh browning apple. *Postharvest Biol. Technol.* 13, 97–107.
- Wang, S.Y., Wang, P.C., Faust, M., 1988. Non-destructive detection of watercore in apple with nuclear magnetic resonance imaging. *Sci. Hortic.* 35, 227–234.
- Watada, A.E. 1999. Quality of Fresh-cut Produce. *Postharvest Biology and Tecnology*. 15 : (3), 201-205.
- Watkins, C.B., Brookfield, P.L. ve Harker, F.R., 1993. Development of maturity indices for the ‘fuji’ apple cultivar in relation to watercore incidence. *Acta Hort.* 326, pp. 267-275.