

**GOLDEN DELÍCIOUS VE STARKÍNG DELÍCIOUS ELMA
ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN ŞIRALARIN AROMA
BİLEŞİKLERİNE BAZI TEKNOLOJİK
İŞLEMLERİN ETKİSİ
Esra GEZER**

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Fevzi KELEŞ**

2012

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GOLDEN VE STARKİNG ELMA ÇEŞİTLERİNDEN ELDE
EDİLEN ŞIRALARIN AROMA BİLEŞİKLERİNE
BAZI TEKNOLOJİK İŞLEMLERİN ETKİSİ**

Esra GEZER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2012

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

Golden Delicious ve Starking Delicious Elma Çeşitlerinden Elde Edilen Şıraların Aroma Bileşiklerine Bazı Teknolojik İşlemlerin Etkisi

Prof. Dr. Fevzi KELEŞ danışmanlığında, Gıda Mühendisi Esra GEZER tarafından hazırlanan bu çalışma 10/07/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından GIDA MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Fevzi KELEŞ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ

İmza :

Üye : Doç. Dr. Memnune ŞENGÜL

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No:2009/203

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Golden Delicious ve Starking Delicious Elma Çeşitlerinden Elde Edilen Şıraların Aroma Bileşiklerine Bazı Teknolojik İşlemlerin Etkisi

Esra GEZER

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fevzi Keleş

Bu araştırmada organik ve geleneksel şartlarda yetiştirilen Golden Delicious ve Starking Delicious elma çeşitlerinin meyvelerinin kimyasal bileşimi belirlenmiştir. Çalışma özellikle elmaların aroma bileşiklerine odaklanmıştır. Ayrıca, sıcak dolun, mikrodalga ısıtma ve ısı olamayan fotosonifikasyon teknolojik işlemleri ve bir aylık depolama etkisiyle şıraların aroma bileşiklerindeki değişimler saptanmaya çalışılmıştır. Sonuçlara göre, çeşitlerin arasında toplam kurumadde, suda çözünür kurumadde, indirgen şeker ve toplam şeker önemli düzeyde ($p < 0.01$) değişmiştir. Organik şartlarda yetiştirilen elmaların meyvelerinde kurumadde, suda çözünür kuru madde, indirgen ve toplam şeker ile kül içeriklerinin geleneksel şartlarda yetiştirilenlerinkinden daha yüksek ($p < 0.01$) bulunmuştur. Aroma bileşikleri SPME- GC/MS tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Çeşitlerde 15 ester, 6 alkol, 7 aldehid, 1 keton ve 3 kimliklendirilmemiş aroma bileşikleri tespit edilmiştir. Organik şartlarda yetiştirilen elmalar hem aromaca hem de kimyasal bileşimce daha zengin bulunmuştur, ancak sonuçlar düzenli değildir. Teknolojik işlemler ve depolamanın etkisiyle şıra aromalarındaki değişimlerde kararlı bir seyir izlenmemektedir. Bu sebeple, daha kesin sonuçlara ulaşmak için bu alanda daha çok araştırmaya ihtiyaç vardır. Fotosonifikasyon uygulanan şıralar mikrobiyal gelişmeye uğradı ve bunun sonucu olarak etanol kokusu hissedildi. Sonuç olarak, bu araştırmanın ileride bu konuda yapılacak başka çalışmalara yardımcı olacağına inanıyoruz.

2012, 83 sayfa

Anahtar Kelimeler: Organik ve geleneksel şartlarda yetiştirilen elma, aroma bileşikleri, SPME-GC/MS, sıcak dolun, mikrodalga ısıtma, fotosonifikasyon

ABSTRACT

MS Thesis

The Effects of Some Technological Processes to Aroma Volatiles of Ciders From Starking and Golden Apple varieties

Esra GEZER

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Fevzi KELEŞ

In this research, organic and conventional Golden Delicious and Starking Delicious apple varieties were used as material. Chemical composition of the material was determined. The research was especially focused on aroma compounds of the apples. Moreover, changes in aroma compounds of the ciders from the apple material with the effect of technological processes, ie hot filling, microwave heating and nonthermal photosonification and storage of one month were found out. According to the results, total dry matter, water soluble dry matter, reducing sugar and total sugar changed significantly among apple varieties. Dry matter, water soluble dry matter, total sugar and ash contents of organic apples were found statistically higher ($p < 0.01$) than that ones of conventional. Aroma compounds of samples were analysed by use of SPME-GC/MS technique. Total 32 compounds of aroma identified in the apple varieties. 15 esters, 6 alcohols, 7 aldehydes, 1 keton and 3 non identified compounds was determined in apple varieties. It is appeared that organic apples were more rich both in aroma and in compositional componets, but the results were not regular. By the effect of technological processes and storage, changes in aroma of ciders were also inconsistent. Therefore, there is need more researches on the field for reaching more decicive results. Ciders applied photosonification were undergone microbial spoilage and as a result of this ethanol odor was smelt. In conclusion, we believe that this research will contribute other studies related this research will contribute other studies related this topic in future.

2012, 83 sayfa

Keywords: Organic and conventional apple, volatile compound, SPME- GC/MS, hot filling, microwave heating, photosonification

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçiminden araştırmanın yürütülmesi, değerlendirilmesi ve yazımına kadar tüm aşamalarda bana yol gösteren, emeğini, hoşgörüsünü ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Fevzi KELEŞ'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında göstermiş olduğu idari kolaylıklardan dolayı Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'a aroma bileşiklerinin belirlenmesinde bilgi ve deneyimini esirgemeyen, her türlü imkanı ve desteği sağlayan Sayın Yrd. Doç. Dr.Güzin KABAN'a laboratuvar çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım ve çalışmalarım da laboratuvar imkânları sunan Sayın Yrd. Doç. Dr. Hilal YILDIZ'a, Sayın Doç. Dr. Bülent ÇETİN'e ve Sayın Arş. Gör. Mehmet BAŞLAR'a istatistik analizlerin yapılmasında yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Mustafa Yaprak, Sayın Yrd. Doç. Dr. Memiş ÖZDEMİR'e ve Sayın Arş. Gör. Tuba ERKAYA'ya çalışmalarım esnasında manevi desteğini, bilgi ve tecrübesini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Zuhal OKÇU'ya, Sayın Arş. Gör. Tuba ERKAYA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca Atatürk Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı ve çalışanlarına her türlü yardım ve desteklerinden dolayı Gıda Mühendisliği Bölümü değerli Öğretim Elemanları ve çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Son olarak her türlü maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan sevgili ve çok kıymetli aileme sonsuz teşekkürler...

Esra GEZER

Haziran 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALARIN DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM	26
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. Elma şırasının hazırlanması	26
3.1.2. Sıcak dolum işlemi	27
3.1.3. Mikrodalga işlemi	27
3.1.4. Fotosonifikasyon işlemi.....	28
3.2. Yöntem	29
3.2.1. Denemenin düzenlenmesi	29
3.2.2. Aroma analizi.....	30
3.2.3. Toplam kuru madde tayini.....	31
3.2.4. Suda Çözünür kuru madde (SÇKM) tayini	31
3.2.5. Kül tayini	31
3.2.6. pH tayini	31
3.2.7. Titrasyon asitliği tayini.....	32
3.2.8. Toplam şeker, invert şeker ve sakaroz tayini.....	32
3.2.9. Mikrobiyolojik ön çalışma.....	33
3.2.10. Mikrobiyolojik çalışma.....	33
3.2.11. Duyusal özellik belirlenmesi.....	34
3.2.12. İstatistiksel analiz	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	35
4.1. Araştırmada Kullanılan Elma Çeşitlerinin Kimyasal Bileşimleri.....	35

4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	35
4.2.1. Kurumadde ve SÇKM.....	36
4.2.2. pH ve Titrasyon asitliği.....	38
4.2.3. İndirgen şeker, sakaroz ve toplam şeker miktarları.....	39
4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	40
4.4. Duyusal Değerlendirme Sonuçları.....	41
4.5. Uçucu Aroma Bileşikleri.....	42
4.5.1. Esterler.....	42
4.5.2. Alkoller.....	58
4.5.3. Aldehitler.....	61
4.5.4. Diğer uçucu bileşikler.....	65
5. SONUÇ.....	72
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	84

SİMGELER VE KISALTMALARIN DİZİNİ

A	Alfa
β	Beta
dak.	Dakika
$^{\circ}$	Derece
g	Gram
Hz	Helz
kg	Kilogram
K	Kelvin
kPa	Kilo paskal
ml	Mililitre
mg	Miligram
ppm	Milyonda bir kısım
ppb	Milyarda bir kısım
μ	Mikron
nm	Nanometre
sn	Saniye
cm	Santimetre
W	Vat

Kısaltmalar

GC/MS	Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi
UV	Ultraviyole
US	Ultrases
PEF	Vurgulu Elektriksel Alan

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan elmalardan elde edilen şıralar.....	27
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan mikrodalga fırını.....	28
Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan ultrases sistemi.....	29
Şekil 3.4. Katı Faz mikro ekstraksiyonu.....	30
Şekil 3.5. Mikrobiyolojik Çalışma Sonuçları.....	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Duyusal değerlendirilmede kullanılan puan cetveli	34
Çizelge 4.1. Elma çeşitlerinin kimyasal bileşimleri	35
Çizelge 4.2. Elma çeşitlerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonucu ..	37
Çizelge 4.3. Elma çeşitlerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	37
Çizelge 4.4. Elma çeşitlerine ait ester bileşiklerinin oranları ile uygulanan teknolojik işlemlerin ve depolamanın etkileri	45
Çizelge 4.5. Elma çeşitlerinin aroma bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları	54
Çizelge 4.6. Elma çeşitlerinde belirlenen alkol bileşikleri ile uygulanan teknolojik işlemler ve depolamanın bileşikler üzerindeki etkileri.....	59
Çizelge 4.7. Elma çeşitlerinde belirlenen aldehit bileşiklerinin oranları ile uygulanan teknolojik işlemler ve depolamanın bileşikler üzerindeki etkileri	64
Çizelge 4.8. Elma çeşitlerinde belirlenen diğer bileşikler ile uygulanan teknolojik işlemler ve depolamanın bileşikler üzerindeki etkileri.....	66

1. GİRİŞ

Beslenme, bireyin büyümesi, gelişmesi, sağlıklı ve üretken olarak yaşamını sürdürmesi için gerekli olan besin öğelerini yeterli ve dengeli miktarda alması ve vücudunda kullanmasıdır. Bu gıda öğelerinin eksik veya fazla alınmasında çeşitli sağlık problemleri ortaya çıkmaktadır.

Beslenme ve sağlık arasında sıkı bir bağ vardır. Doğru beslenme yaşam kalitesinin artmasında en önemli faktörlerden biridir. Kanser ve kalp damar hastalıkları gibi oksidatif strese bağlı dejeneratif hastalıkların ortaya çıkmasında dengesiz beslenmenin payı büyüktür. Süper oksit, hidrojen peroksit, hidroksil radikali ve singlet oksijen oksijenden türeyen ve oksidatif stresi yaratan en önemli serbest radikallerdir. Serbest oksijen radikalleri hücre membranı proteinlerini yıkarak hücreleri öldürmekte, nükleik asit ve DNA zedelenmeleriyle mutasyonlara yol açmakta, bağışıklık sistemi hücrelerini etkileyerek zayıflatmaktadır. Devam eden hücre ve doku hasarları kanser, koroner hastalıklar, diyabet, katarakt ve karaciğer tahribatı gibi pek çok hastalığa yol açmaktadır (Okçu and Keleş 2009). Serbest radikallerin oluşturduğu oksidatif stresi önlemek ve etkisini en aza indirmek için gıdalarla yeterli miktarda antioksidan tüketilmelidir. Antioksidan maddeler; singlet oksijeni bağlayarak, metallerin katalizlediği oksidasyon reaksiyonlarında metali saf dışı ederek, oksidasyonun sebep olduğu zararlanmaları hücresel bakımdan engelleyerek, serbest radikallerin oluşturduğu reaksiyonları durdurarak dejeneratif hastalıkları önlemektedir (Velioğlu 2000; Tosun and Yüksel 2003; Collins 2005). Antioksidan maddeler eksojen (karoten, C,A,E vitamini), endojen (melatonin, süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz), protein (melatonin), vitamin (C vitamini), iz elementler (Mg, Se), kompleks bileşikler (kateşinler, epigallokateşinler), hidrofobik (β -karoten, α -tokoferol), hidrofilik (askorbik asit, flavonoidler), doğrudan etkili (süperoksit dismutaz, katalaz), dolaylı etkili (E vitamini) olanlar şeklinde sınıflandırılabilirdiği gibi, membran (C vitamini, amino asitler ve polifenoller), sitosol (ko-enzim Q₁₀) ve sistem (Se, Zn) şeklinde de sınıflandırılmaktadır (Yılmaz 2010).

Meyve ve sebzelerde bulunan mineral ve vitamin maddeler, folat, A vitamininin ön maddesi beta-karoten, E, C, B₂ vitamini, kalsiyum, demir, magnezyum ve güçlü antioksidan etkinlik gösteren fenolik bileşikler, terpenoidler ile vucutta oluşan serbest radikallerin hasarlarını en aza indirirler (Okçu and Keleş 2009). Ayrıca meyve ve sebzelerde gıda lifi olarak selüloz ve pektik maddeler bulunur. Bu maddeler bağırsak faaliyetine yardımcı olarak kolon kanserini engellerler. Çoğu sebze ve meyve; yok denecek kadar az yağ ve protein, yüksek oranda su ve selüloz içerdiklerinden, sağlıklı zayıflama rejimlerinin temel gıdalarındandır (Cemeroğlu and Acar 1986; Kökosmanlı and Keleş 1996; Baysal 1995).

Ülkemiz sahip olduğu iklim ve ekolojik özellikler bakımından bazı tropik meyveler dışında birçok meyvenin yetişmesine elverişlidir. Türkiye'nin toplam meyve üretimi 17,194,626 tondur. En çok üretilen meyvelerin başında 4,296,351 ton ile üzüm gelip bunu 3,613,766 tonla turunçgiller, 3,300,447 tonla sert çekirdekli meyveler, 3,117,562 tonla yumuşak çekirdekli meyveler ve 1,021,569 tonla sert kabuklu meyveler takip etmektedir. Yumuşak çekirdekli meyvelerin arasında elma üretim miktarı 2,600,000 ton ile üzüm üretiminden sonra ikinci sıradadır. Türkiye elma üretiminde dünyada dördüncü sırada yer almaktadır. Elma botanikte, Rosales takımı, Rosaceau familyası, Pomoidea alt familyası ve *Malus* cinsine girmektedir. Elmanın ana vatani, Anadolu'yu da içine alan Güney Kafkaslardır. Ekolojik şartların uygunluğu ve gen merkezi olması nedeniyle elma, yurdumuzun hemen hemen her yerinde yetiştirilebilmekte olup en uygun kültür merkezleri, yabanisinin yayılma alanlarına paralel olarak, Kuzey Anadolu'da bulunmaktadır. Kuzey Anadolu, Karadeniz kıyı bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki, geçit bölgeleri de elmanın önemli yetiştiricilik alanlarını kapsamaktadır (Anonim 2001).

Elma meyvesinin ortalama gıda bileşimi 100 g ağırlık olmak üzere 85 g su, 0,3 g protein, 0,6 g yağ, 11,4 g karbonhidrat, 2 g lif, 0,5 g pektin, 144 mg potasyum, 7 mg kalsiyum, 6 mg magnezyum, 12 mg fosfor, 12 mg C vitamini ve 0,5 g organik meyve asitlerinden oluşmaktadır (Gerhauser 2008).

Yapılan çalışmalarda elma meyvesinin quersetin-3-galaktosit, quersetin-3-glukosit, quersetin-3-ramnoist, kateşin, epikateşin, prosiyanidin, siyanidin-3-galaktosit, ve kumarik, gallik, klorjenik asit gibi bir çok antioksidan madde içerdiği tespit edilmiştir. Yapılan *invivo* çalışmalarda prosiyanidin, epikateşin ve kateşin flavonoidlerin LDL'nin oksidasyonunu önlediği elma kabuğunda bulunan yüksek oranda guarsetin tip-2 diyabet riskini düşürdüğü bildirilmiştir (Boyer and Liu 2004).

Elmanın ve elma suyunun antimutajenik ve antioksidan etkilerine ek olarak, kanser, diyabet, obezite, kardiyovasküler hastalıklar, astım ve diğer akciğer hastalıklarında koruyucu olduğu yapılan *invivo* çalışmalarından elde edilen önemli sonuçlardır (Gerhauser 2008).

Ayrıca elmada bulunan urosik asit gibi terpenoidlerin elastaz enzimini inhibe edip kolojen aktivitesini uyararak derideki yaşlanmayı önler böylece ciltte kırışık oluşumunu geciktirir (Yılmaz 2010).

Bir meyvenin kendine has lezzeti içerdiği asit ve şekerin yanında birçoğu uçucu nitelikte olan aroma maddeleri denen çeşitli bileşiklerden kaynaklanır (Cemeroğlu 1982). Aroma, varlığında yeteri kadar algılanamayan, esas değeri yokluğunda anlaşılan en önemli kalite öğelerindedir. Elma ve elma suyunun eşsiz tat ve lezzeti içerdiği aroma bileşiklerinden kaynaklanmaktadır. Aroma maddeleri iklim, çeşit, depolama, hasat zamanı, uygulanan teknolojik işlemler gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir. Bu sebeple bir meyvenin aroma bileşiklerini kesin hatlarıyla belirlemek zordur. Genel olarak meyvelerin aromasını hidrokarbonlar, alkoller, asitler, esterler, aldehitler ve ketonlar oluşturur (Cemeroğlu 1982). Elma aromasını uçucu bileşikler oluşturur (Dimicik and Hoskin 1982; Acree and McLellan 1988; Berger 1991). Elma aroma bileşikleri esterler, aldehitler, alkoller ve eter, yağ asitleri, laktonlar, terpenler, ketonlardan ibarettir. Uçucu bileşiklerin toplam miktarı yaklaşık olarak 200 ppm'dir. Her bir grup aroma bileşiği elmaya tipik kendine has olan çeşniyi verir (Morton and Macleod 1990; Dimicik and Hoskin 1981; Simpson 1979).

Esterler; meyvedeki uçucu bileşiklerin büyük kısmını oluşturarak meyvenin karakteristik özelliğini tayin ederler ve meyveye tatlı, olgun aroma verirler (Bayrak 2006). Özellikle esterlerin aromaya katkısı Golden ve Starking elmalarında sırasıyla %80 ve %98'dir (Lopez *et al.* 1998). Uçucu esterler amino asit ve yağ asidi metabolizmasından oluşan açıl CoA, alkol ve karboksilik asidin esterifikasyonu ile oluşurlar. Bu reaksiyon *o*-açıltransferaz (AAT) enzimi ile katalizlenir (Sanz *et al.* 1997). Meyvelerdeki ester ürünlerinin karışımı AAT enziminin substrat spesifikliği ve aktivitesine bağlı olarak değişir (Perez *et al.* 1993). AAT enziminin substrat spesifikliği meyveden meyveye farklılık gösterir ve dallanmış zincirli alkollere nazaran düz zincirli alkollere etkisi daha çoktur (Olias *et al.* 1995; Rowan *et al.* 1996). Örneğin Jonagold elmaları hekzenal buharında bırakılınca hekzan -1-ol sentezlenir ve uçucu bileşik olarak hekzil asetat, butil hekzenoat, hekzil hekzenoat olduğu gözlemlenmiştir (Song *et al.* 1996). AAT enziminin aktivitesi aşırı olgun meyvede artarken %0,5-1 oranında oksijen içeren depo şartlarında baskılanır (Fellman *et al.* 1993). AAT enzimine ek olarak meyvede esterlerin alkollere ve karboksilik aside dönüşümünü sağlayan esteraz enzimi bulunur (Bartley and Stevens 1981; Sanz *et al.* 1997). Bu nedenle meyvedeki toplam ester konsantrasyonu AAT enzimiyle katalizlenen ester oluşumu ve esteraz enziminin katalizlediği ester hidroliz reaksiyonlarının oluşumuna bağlıdır (Knee and Hatfield 1981).

Yağ asitleri; birçok meyvede aroma uçucu bileşikleri ön maddelerinin büyük bir bölümünü oluşturur (Sanz *et al.* 1997). Meyvedeki lipitlerden uçucu aroma bileşikleri; uzun zincirli yağ asitlerinin β -oksidasyonu sonucu, hidroksi asit molekülünün ayrılması veya lakton oluşumu, laktonun lipoksigenaz enzimiyle oksidasyonu ile oluşur (Bayrak 2003). Dokusunda bozulma olmamış ve olgunluğa erişmemiş elmada yağ asitlerinden uçucu bileşikler β -oksidasyon ile oluşurken, zedelenmiş meyve dokusunda lipoksigenaz yolu ile oluşmaktadır (Schreier 1984). Elmada aroma ve tat özellikleri hasattan sonraki olgunluk süresince gelişir (Tressl *et al.* 1975). Meyve dokusunda doymamış yağ asitleri enzimatik yolla parçalanmakta ve bu yolla olgun meyvelerde, zedelenmiş dokularda çeşitli aroma maddeleri oluşmaktadır (Bayrak 2006). Meyve homojenize edildiği zaman linoleik ve linolenik asitler çeşitli C6 ve C9 aldehitlere oksitlenir (Drawert 1975;

Gaillard and Mathew 1977; Lea 1995). Bu uçucu bileşikler homojenizasyondan sonraki ilk 10-30 dakikalarda maksimum konsantrasyona ulaşır (Drawert *et al.* 1986). Oluşan C6 aldehitleri meyveye otsu bir aroma verir (Hatanaka 1993). Böyle reaksiyonların oluşması için enzimlerin buldukları yerlerden dışarıya çıkması gerekir (Bayrak 2006). Dokusu parçalanmamış tam elma hücresinde lipoksigenaz enziminin substrat maddeleri uçucu bileşiklerin oluşumunu engelleyen farklı organellerde bulunur. Elmanın olgunlaşma süresince hücre duvarı ve hücre membranı geçirgenlik kazandığı için lipoksigenaz enziminin hücre içine girmesine izin verir. Böylece zedelenme olmaksızın da olgunlaşmış tam elmada lipooksigenaz metabolik yolu aktif hale gelir (Sanz *et al.* 1997).

Amino asitler; meyve aroması için önemli uçucu bileşiklerden olan dallanmış zincirli alkoller, karboniller ve esterler; aspartik asit, alanin, lösin, izolösin ve valin amino asitlerinin metabolizması ile oluşurlar (Heath and Reineccius 1986; Sanz *et al.* 1997). Dallanmış zincirli uçucu bileşiklerin konsantrasyonu meyvede bulunan serbest amino asitlerin miktarına bağlı olarak değişir (Tressl and Drawert 1973). Muz ve elma aromaları amino asitlerden meydana gelen uçucu bileşiklere en tipik örnektir (Bayrak 2003). Seçilmiş amino asitlerin ilavesinden sonra muz ve elma dokusunda uçucu bileşikler olduğu yapılan çalışmalarda ispatlamıştır. L-lösin amino asidinden muzda 3-metil-1-butan-1-ol, 3-metilbutil ester, 3-metilbutanoat, 2-ketoisokaproate, L-valin amino asidinden muzda 2-metil-1-propan-1-ol, elmada 2-metilpropil asetat, 2-metilpropionik asit, L-fenilalanin amino asidinden muzda fenolik ester, elmada 2-feniletanol ve L-izolösin amino asidinden ise elmada 2-metil butan-1-ol, 2-metil butil ester uçucu bileşikleri olduğu tespit edilmiştir (Tress and Drawert 1973; Hansen and Poll 1993; Rowan *et al.* 1997). Amino asitlerden uçucu aromatik bileşikler enzim varlığında aminotransferaz, dekarboksilaz ve alkol dehidrogenaz (ADH) olmak üzere üç metabolik yoldan oluşur. Meyvenin aroma fraksiyonunun önemli kısmını oluşturan aldehit ve ketonlar amino asitlerden meydana gelir (Bayrak 2006). Aldehitler elmaya olgunlaşmamış elmanın tadı olan taze otsu tat verirken alkoller hem meyvemsi hem de olgunlaşmamış tat sağlar (Morton and Macleod 1990; Dimicik and Hoskin 1981).

Elma klimakterik bir meyvedir. Klimakterik meyvelerde içsel etilen konsantrasyonu belli bir düzeyi aşınca solunum hızlanır ve meyve olgunlaşır. Olgunlaşmanın başlamasıyla aromatik maddelerin salınımı hızla artar. Belli bir süre sonra bu salınım yavaşlar. Bu sebepten dolayı bu tür klimakterik meyvelerin hasadında olgunlaşmanın başlaması gerekmektedir. Erken hasat aroma maddelerinde eksiklikle sonuçlanır (Karaçalı 2006). Nitekim yapılan bir çalışmada klimakterik pikten yaklaşık üç hafta önce hasat edilen ve iki hafta boyunca uygun depolarda depolanan elmaların aroma gelişiminde, uygun hasat zamanında hasat edilen elmalardaki aroma gelişimine göre fark edilebilir bir eksiklik olduğu tespit edilmiştir (Song and Bangerth 1996).

Tarımsal ürünler mevsimlidir ve mevsiminde hasat edilen ürünlerin çok az kısmı hasat edildikten sonra satışa sunulurken, büyük bir kısmı da ilerleyen zamanlarda pazarlanması ve ürünlere işlenmesi amacıyla depolanmaktadır. Meyveler canlıdır ve hasat sonrası da canlılıklarını sürdürürler. Ürün, kalıtsal olarak sahip olduğu ve bitki üzerinde gelişme döneminde elde ettiği yeteneklerle hasat sonrası ortam koşullarına karşı tepkisini ayarlayarak belli bir süre kalitesini korur ve daha sonra ortam koşullarının mutlak etkisine girerek olgunlaşma ve yaşlanma yavaşlar veya hızlanır. Buna göre pazarlanabilir kalitede kalma süresi uzar veya kısalmıştır (Karaçalı 1990). Meyve aromasında gerek depolama süresince, gerekse işleme süresince değişme ve azalma olmaktadır. Meyve sularının aroması elde edildiği meyveninkine yakın olmakla birlikte uygulanan işlemlerin etkisiyle aromada azalma veya değişme olabilir (Cemeroğlu *et al.* 2009).

Dünyada 1960 yıllarına kadar çevre koruyucu olarak kabul edilen tarım sektörünün bu özelliği 1970'li yıllarda sorgulanmaya başlanmıştır. Tarım sektöründe başta toprak işleme teknikleri ile kullanılan girdiler, bu girdilerin ürün, çevre, insan ve hayvan sağlığına etkileri araştırılmış ve alınan sonuçlarda tarım sektörünün öngörülenden daha fazla çevre kirliliğine sebep olduğu ortaya konulmuştur. Sektörde kullanımı artan kimyasal gübre ve ilaçların çevre, insan ve hayvan sağlığına olumsuz etkilerinin yok edilmesi veya en aza indirgenmesi için alternatif bir yöntem olarak organik tarım kavramı doğmuştur (Sürmeli 2003).

Organik tarım, çevre, insan ve hayvan sağlığını etkilemeden bitki koruma ve zararlı mücadelesinde doğal yöntemleri kullanmak suretiyle toprağın biyolojik yapısını koruyup genetik çeşitliliği devam ettirerek doğal dengeyi bozmadan sağlıklı ürünler üretmektir (Gök 2008).

Son zamanlarda tüketici tercihi organik ürünler yönünde olduğu bildirilmektedir. Bu eğilimin sebepleri sağlıklı beslenme, duyuşal ve besinsel kalitesi yüksek ürün tüketme isteği, çevre koruma bilinci gibi faktörlerdir (Gök 2008). Sentetik kimyasal kullanılmadan üretilen organik ürünlerin albenisi geleneksel olarak üretilen ürünlerinkinden daha az olsa da bu ürünlerin hem besin değeri hem de vitamin, mineral ve aroma içerikleri daha yüksektir (Gök 2008).

Organik ürün tüketicilerinin %43'ünün, daha iyi tat ve aromaya sahip olduklarına kanaat getirerek bu ürünleri satın aldıkları bildirilmiştir. Kırmızı üzüme ve belli meyvelere eşşiz bir tat veren fenolik bileşikler organik meyvelerde daha fazla bulunmaktadır. Fenolik bileşikler bitkinin savunma sisteminde böcek, yabancı ot ve diğer yırtıcılara karşı sentezlenen bileşiklerdir. Geleneksel tarımda kullanılan pestisit gibi kimyasallar bitkinin yeterli düzeyde fenolik sentezleme ihtiyacını ortadan kaldırırlar. Bu durum ürünün lezzetinde ve aromasında eksiklik oluşturmaktadır (Theuer 2006).

Organik havuç ve patates ile geleneksel havuç ve patatesin besleyici özellikleriyle, duyuşal ve depolama kaliteleri karşılaştırılmıştır. Organik ürünlerin miktarının az olmasına rağmen, besleyici özelliklerinin duyuşal ve depolama niteliklerinin daha iyi olduğu bildirilmiştir (Theuer 2006).

Yapılan araştırmalarda tüketicilerin organik ürünlere rağbet etmesinin sebeplerinden birinin de bu ürünlerin aroma içeriğinin daha fazla olduğuna inanmalarından kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu doğrultuda mandalina suyunun aroma bileşikleri ve mineral içeriğine organik tarımın etkisi incelenmiş ve organik mandalina suyunun hem mineral madde hem de aroma içeriği yönünden geleneksel üründen daha zengin olduğu saptanmıştır (Lopez *et al.* 2006).

Organik çilek ile geleneksel çileğin renk, şeker içeriği, kurumadde içeriği ve organoleptik özellikleri karşılaştırılmıştır. Organik çileğin renginin daha yoğun, kurumadde ve şeker içeriğinin daha fazla, organoleptik özelliğinin ise daha iyi olduğu bildirilmiştir (Theuer 2006).

Aroma maddeleri gıdalarda ppm ve ppb seviyelerinde bulunduğu için bunların tayini için özel ekipmanlar geliştirilmiştir. Son zamanlarda geliştirilen, çözücü kullanımı gerektirmeyen, duyarlılığı yüksek Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME), Gaz Kromatografisi (GC), Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS), Gaz kromatografisi-Olfaktometri (GCO) gibi kromatografik yöntemler ve Elektronik Burun tekniği aroma maddeleri gibi eser miktardaki gıda bileşenlerinin tayininde başarılı sonuçlar vermiştir.

Kromatografik yöntemlerde, örneğin biri sabit diğeri hareketli olan ve birbiriyle karışmayan iki fazlı bir ortamdan geçirilerek bileşenlerine ayrılması ve bileşenlerinin saflaştırılması olayıdır. Hareketli faz sıvı veya gazdan oluşur. Sabit faz ise katı veya bir katı desteğe emdirilmiş sıvıdan oluşur. Örnek, taşıyıcı gaz ile sabit fazın bulunduğu kolonda yürütülür. Bu esnada örnekteki bileşenler sabit faza ilgilerinin farklılığından ötürü kolonun farklı yerlerinden tutunur. Böylece örnekteki bileşenler birbirinden ayrılır. Bütün kromatografik yöntemlerde esas budur (Yetim 2002).

GCO tekniği; insan burnunu bir dedektör olarak kullanan bu teknik ilk olarak 1964 yılında Fuller ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır. İnsan burnu 10^{-19} düzeyinde bir aroma belirleme limitine sahipken, bazı kimyasal dedektörler bu kadar hasas olmamaktadır. Buna dayanarak aroma tayini için GCO metodu geliştirilmiştir. GCO'da üç parametre kullanılır: Aroma maddesinin hissedilen kalitesi, aroma maddesinin yoğunluğu, ve aroma maddesinin alıkonma indeksidir. Aroma maddesinin alıkonma indeksi aroma maddesinin kromatogram üzerindeki yeridir. Aroma maddesinin yoğunluğu 9-10 puanlı skala ile belirlenir. GCO'da verilerin toplanması için dilüsyon analiz metodu, belirtme sıklığı metodu, zaman yoğunluk metodu, koklama sonrası

yoğunluk belirtme metodu olmak üzere 4 farklı metot kullanılır (Güneşer and Yüceer 2010).

Elektronik burun; bu sistem insan burnu düşünülerek dizayn edilmiştir. Elektronik burunda koku algılayıcıların yerini kimyasal sensörler, koklama soğanının yerini yapay sinir ağları almaktadır. Kimyasal sensörler algılama birimi, transduser birim, elektronik birim ve örüntü tanıma birimi olmak üzere 4 birimden oluşur. Çeşitli yollarla koku molekülleri kimyasal sensör dizisine gönderilir. Sensörler çevreden topladıkları sinyalleri elektronik sistemler ile ikili kod olarak bilgisayara gönderir. Bu kodlar örüntü tanıma yöntemleriyle işlenerek koku tanısı gerçekleştirilir. Elektronik burunla koku tanımlanmasının yanında her bir kokunun oranını ve hangi sınıfa dahil olduğu da bulunmaktadır (Saraoğlu 2008).

SPME; son yıllarda uçucu bileşiklerin analizi için kullanılan bu yöntem hem hızlı hem ekonomiktir; hem de hassas ve güvenilir sonuç vermektedir. Bu yöntem ile analiz edilecek numune viallere konularak ağızları teflon kapaklar ile kapatılır. SPME fiber daldırmalı veya tepe boşluğu olarak viallere monte edilir. SPME fiber sıvı veya gaz örneklerinden istenilen maddeyi çok küçük partiküllü silika veya elyaf yapısı yardımıyla doğrudan kendi içine çeker. Çözücüye ihtiyaç duymadan bütün aşamaların bir arada yapıldığı bir işlemdir. Fiberde absorbe olan uçucular GC veya GC-MS'de tespit edilir (Yavuz and Aksoy 2006).

Son yıllarda yüksek kalitede gıda ürünlerine karşı artan tüketici taleplerinden dolayı ısı olmayan yeni teknolojilere olan ilgi sürekli olarak artmaktadır. Bu sebeple gıda endüstrisinde, geleneksel işleme tekniklerine göre genellikle daha düşük sıcaklıklarda yürütülen ve böylece ısı işleminin gıda kalitesi üzerine olumsuz etkisini azaltan ısı olmayan teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır. Yeni teknolojiler iki grupta halinde sınıflandırılabilir. Bunlardan biri geliştirilmiş ısı işlemler olan mikrodalga, ohmik ısıtma ve radyo frekansı ile ısıtma, diğeri ise Ultrases (US), ultraviyole (UV), vurgulu elektriksel alan (PEF), yüksek hidrostatik basınç gibi gıda işleme teknolojilerinde yeni kullanılmaya başlanan ısı işleme alternatif proseslerdir.

PEF; bu uygulamada elektrotlar arasına yerleştirilen gıdaya, yüksek voltaj ile 1-100 μ s arasında değişen sürede elektrik vurgulaması prensibine dayanır. Sıcaklık yükselmesi olmadığı için gıdada sıcaklıktan kaynaklanan kalite kaybı görülmez. Bu yöntem katı ve sıvı maddeler için kullanılır (Kaletunç 2009). Hücre zarının içinde ve dışındaki zıt yüklerin çekiminden dolayı hücre içindeki basınç artar bu da hücre membranı kalınlığını azaltır. Elektrik alan gücü belli bir seviyeyi geçtikten sonra membranda porlar oluşur. Elektrik seviyesi belli bir seviyenin altında olunca hücre yaralanmalarının iyileştiği, hücre içine dışardan molekül transferinin ve hücrenin büyümesi olduğu saptanmıştır. Yüksek şiddette elektriksel alana bırakılan canlı hücrede membranının geçirgenliği artar belli bir süre sonra hücre membranı parçalanır. Bu olaya elektroporasyon denir. Elektriksel alanın şiddetine göre membranda oluşan porlar açılıp kapanabilir ki buna dönüşümlü elektroporasyon adı verilir. Kritik seviyenin üstünde ise dönüşümsüz elektroporasyon denilen geri dönüşümü olmayan hücre hasarları oluşur. PEF uygulaması sadece mikrobiyal inaktivasyonu değil, aynı zamanda enzimlerin inaktivasyonunu da sağlar. Vejetatif hücrelerin duyarlılığı enzimlere göre daha fazladır. Mikrobiyal hücreleri inaktive etmek için yeterli olan elektriksel şiddet; lipaz, polifenoloksidaz, glukoz oksidaz gibi enzimler için yeterli olmadığı yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Gıda sanayiinde yüksek şiddetli PEF; sıvı ürünlerin pastörizasyonu, mikrobiyal yükün azaltılması, enzim inaktivasyonu için kullanılırken; düşük şiddetli PEF; hücre içi metabolit ekstraksiyonu (elektroplazmoliz), kurutma verimliliğinin artırılması, enzim inaktivasyonu ve ingredientlerin korunması için uygulanır. PEF meyve suyu, süt, soslar, meyve ve sebze püreleri, sıvı yumurta pastörizasyonunda, meyve suyunun ekstraksiyonunda, atık su temizlemesinde kullanılmaktadır. Meyve suyu üretiminde mayşeleme yerini alarak yüksek verim elde edildiği gözlenmiştir (Bilek 2010).

Yüksek hidrostatik basınç; bu sistemde sıvı veya katı gıdaya 3000 ila 7000 atmosfer arasında basınç uygulanabilmektedir. Gıda maddesini bakteri, küf, maya ve virüslerden arındıran ısıl olmayan bir işlemdir. Basıç uygulaması oda sıcaklığında gerçekleştirildiği için yüksek sıcaklıktan kaynaklanan kalite ve besin kayıpları da oluşmaz. Böylece gıda maddesinin besin değerini düşürmediği gibi koku, aroma, tat özelliklerini de

etkilememektedir (Kaletunç 2009). Sistemde basıncın uygulandığı bir hazne, yüksek basınç uygulama mekanizması, sıcaklık kontrol mekanizması, yükleme ve boşaltım sistemi bulunur. Basıncın uygulandığı hazne uygulanan basınca dayanıklı ve çeliktendir. Uygulama sırasında gıda maddesi, basıncı ileten bir ortamda bulunmaktadır. Genellikle soğuk ve ılık isostatik pres uygulamalarında basınç ortamı sudur (İbanoğlu 2002). Basınç uygulaması ambalajlı veya ambalajsız gıdaya uygulanabilir. Ürün ambalajsız ise uygulamanın ardından aseptik ambalajlama işlemi yapılır. Ambalaj malzemesi basınca karşı esnek olabilen materyalden seçilir. Basınç gıdanın her tarafına eşit uygulandığı için gıdanın şekli bozulmadan kalır (Kaletunç 2009). İlk uygulama çiğ süt üzerine yapılmış ve oda sıcaklığında bir saat 600 MPa'lık basınç uygulanan sütün raf ömrü 4 gün uzatılmıştır. Sütteki asitlik artışı da 200 MPa'lık basınçla 24 saat geciktirilmiştir (Arıcı 2006). Yüksek basınç organizmanın hücre zarı ile hücre duvarını ayırır, hücre zarının geçirgenliğini etkileyerek hücre içinin hücre dışına çıkmasına yol açar. Çekirdekte ve organellerde değişikliğe yol açar, olay hayati enzimlerin denatürasyonu ile sonuçlanır. Yüksek basınçtan en fazla küf ve mayalar etkilenir. Gram negatif bakterileri, gram pozitif bakterilere nazaran yüksek basınca daha duyarlıdır. En dayalıklı organizmalar ise sporlardır (İbanoğlu 2002). Yüksek hidrostatik basınç molekül ağırlığı yüksek olan nişasta ve proteinleri etkiler. Nişastayı kısmen veya tamamen jelatinize eder, proteinlerin yapısında değişikliklere yol açar. Yüksek hidrostatik basınç uygulanmış meyve suları, avokado ürünleri, domates salçası, elma püresi, şarküteri et ürünleri ABD'de, Yeni Zelanda'da ve Japonya'da satılmaktadır. Bu ürünler işlemden sonra buzdolabında muhafaza edilmektedir (Kaletunç 2009).

UV; radyasyon yaklaşık 10-400 nm dalga boyuna sahip bir elektromanyetik radyasyondur. UV ışınları, D vitaminin sentezlenmesi ve cildin bronzlaşmasını sağlayan 315-400 nm dalga boyuna sahip UV-A ışınları, cilt kanserine yol açan 280-315 nm dalga boyuna sahip UV-B ışınları, germisidal etkili 280-200 nm dalga boyuna sahip UV-C ışınları ve tüm maddeler tarafından absorbe edilen sadece vakum altında yayılan 100-200 nm dalga boyuna sahip vakum UV olarak sınıflandırılır (Pala ve Toklucu 2010). UV ışınlarının en büyük antimikrobik etkisi ve DNA tarafından en çok absorbe edilen 250-260 nm dalga boyudur. UV ışık aynı DNA dizisindeki timin bağlarına

kovalent bağ ile bağlanarak timin dimerleri oluşturur. Oluşan timin dimerleri DNA iplikçiklerinde katlanmalara sebep olur. Bu durum DNA'nın helikal yapısını bozarak replikasyonu g¼çleřtirir veya engeller. Replikasyon olsa bile ¼reyemeyen mutant h¼creler oluşur. Eğer timin dimerleri hayati fonksiyonu olan genlerde olursa h¼cre ¼l¼r. Bazı h¼crelerde ışııkla harekete geçen fotoreaktivasyon ve ışııkta gereksinim duymayan h¼crelerde ise karanlık reaktivasyon denilen savunma sistemleri bulunur. H¼creler bu sistemlerle UV'nin DNA da meydana getirdiği hasarı onarabilir. Ancak UV'nin çok yoğun olarak uygulandığı durumlarda bu hasar onarılamaz. UV radyasyonunun ortamda ozon ve hidrojen peroksit gibi serbest radikaller oluşturarak dolaylı antimikrobik etki yaptığı da d¼ř¼n¼lmektedir. G¼n¼m¼zde germisidal amaçlı kullanılan UV-C lambaları cam bir t¼p içinde d¼ř¼k basınçlı civa buharı içinden akan elektrik akımıyla UV ışıık ¼retilir. Y¼ksek yoğunlukta çeşitli dalga boylarında UV yayan ve d¼zenli atım yapan civasız flaş lambalara pulsed UV lambaları denir. Bu lambalar y¼ksek enerjili atımlar yayarak mikroorganizma içinde aşırı bir ısınmaya sebebiyet verir ve belli bir s¼re sonra h¼cre parçalanır. Bu lambalar etkili kullanımı ve etkin enerji t¼ketimi nedeniyle giderek yaygınlaşmıştır (¼zk¼t¼k 2007). UV işlemi, suların dejenfeksiyonunda, meyve ve sebzelerin y¼zey mikroflorasının azaltılmasında, kapalı alanların dejenfeksiyonunda, ambalaj malzemelerinin sterilizasyonunda ve başka pek çok alanda uygulanmaktadır.

Ultrases; katı sıvı ve gazlardan geçebilen, saniyede 20,000'den fazla titreşim gerçekteştiren ses dalgalarıyla enerji meydana getirilmesi olayıdır. Genellikle 20 kHz'den 10 MHz'e kadar değişen frekanslar kullanılır. Ses, enerjisi belli bir ortamda boylamsal dalgalar oluşturarak ortamdaki partik¼ller ¼zerine sıkışma ve genleşme yapar. Dalgaların oluşumu uygulanan ultrases'in şiddetine bağlı olarak değişir. Y¼ksek şiddet ultrases uygulamalarında d¼ř¼k ve y¼ksek basınçlı dalgalar oluşur. D¼ř¼k basınçlı dalgalar sıvıda k¼ç¼k baloncuklar oluşturur. Bu baloncuklar belli bir zaman sonra daha fazla enerji absorplayamaz hale gelince içe doğru siddetli bir biçimde patlar. Bu olaya kavitasyon denir. Kavitasyon sonucu lokal olarak sıcaklık 5000K ve basınç 50 MPa'a çıkar. Ultrases ile mikroorganizmaların inaktivasyonu kavitasyon sonucu açıkta çıkan basınç ve sıcaklık ile olur. Ani sıcaklık ve basınç değişimleri h¼cre duvarının yapısında bozukluklara yol açar. Ayrıca ultrases uygulamasıyla ortamda OH⁻ ve

hidrojen peroksit gibi bakteriosidal bileşenler oluşmaktadır. Genellikle yüzey alanı büyük olan büyük hücrelere basınç daha çok etki ettiği için büyük hücreler daha fazla etkilenir. Gram pozitif hücrelerin hücre duvarları gram negatif hücrelere göre daha kalın olduğu için bu hücreler daha dayanıklıdır. Sporlar ise en dayanıklı türlerdir. Ultrasesin etkinliğini ultrasonik dalgaların büyüklüğü, uygulama süresi, ortamın sıcaklığı, gıdanın hacmi, bileşimi ve viskozitesi gibi faktörler etkiler. Ultrases mikrobiyal inaktivasyonunun yanında enzim inaktivasyonunu da sağlamaktadır. Ancak ultrases ile güvenli gıda oluşturmak için uzun süre ultrases işlemi uygulamak gerekir. Bu durum hem zamandan hem de enerjiden kayıplara yol açar. Bu yüzden ultrases uygulamaları basınç, ısı, basınç+ısı ve UV kombinasyonlarıyla birlikte kullanılır. Ayrıca ekstrem pH, ısıtma ve klorlama gibi dekontaminasyon yöntemleriyle kullanılmaktadır (Raviyan *et al.* 2005).

Mikrodalga ve radyo frekansı ile ısıtma; elektromanyetik spektrumda frekansları 100 Hz ile 300 MHz arasında değişen dalgalara radyo dalgaları, frekansları 300 MHz ile 300 GHz arasında değişen dalgalara ise mikrodalgalar denilmektedir. Radyo dalgaları ve mikro dalgalar haberleşme, radar gibi işlemlerde kullanıldığı için Uluslararası Telekomünikasyon tarafından kullanımına sınırlamalar getirilerek radyo dalgalarının bilimsel, medikal ve endüstriyel amaçlı kullanımı 13,56, 27,12 ve 40,68 MHz dalga boyları arasında; mikrodalgaların ise 915, 2450, 5800 ve 24225 MHz dalga boyları arasında kısıtlanmıştır. Mikrodalgalar magnetron veya klystron gibi özel elektron tüpleriyle, yüksek frekanslı radyo dalgaları ise yüksek voltajlı iki elektrot arasında elektrik enerjisini elektromanyetik enerjiye dönüşümü ile üretilirler. Dönüşen bu enerji gıdalar tarafından absorbe edilerek iç enerjiye dönüştürülür. Radyo frekansının dalga boyu materyalin boyutundan büyük olduğu için derinlemesine nüfuz ederken mikrodalgaın boyu örnek boyutuna yakın olduğu için derinlere yeterince nüfuz edemez. Bu yüzden radyo dalgaları örneği homojen biçimde ısıtır. Mikrodalgalar ise bölgesel ısınmalar yapar. Mikrodalga veya radyo frekansı ile ısıtma gıdadaki moleküllerin dipol dönmesi ve iyonik polarizasyonu ile oluşur. Gıda içerisinde başta su olmak üzere gelişmiş güzel dağılmış polar moleküller bulunur. Gıdaya elektrik alanı uygulandığında gıdada frekansa bağlı olarak polaritesi hızla değişen elektrik alanı

oluşur. Bu alan içerisinde polar moleküller elektrik alanın polaritesine uyum göstermek için dönme eğilimi gösterir. Buna dipol dönme denir. Dönen moleküller dönerken birbirlerine ve etrafındaki moleküllere sürtünerek ısı açığa çıkarırlar. Ayrıca gıdada çözülmüş tuzların iyonik bileşenleri üzerlerindeki yük nedeniyle uygulanan elektriksel alanın polaritesine zıt yönde hareket etmeye başlarlar. Hareket eden iyonların kinetik enerjisi birbirleriyle çarpışma sonucu termal enerjiye dönüşür. Bu olaya iyonik polarizasyon denir (Uslu and Certel 2006). Bu teknolojilerin uygulanmasında gıdanın şekli, boyutu, su ve tuz içeriği, katı veya sıvı fazda oluşu, diğer bileşenleri; ambalajlama malzemesinin özelliği; güç seviyesi, döngü sayısı, dengeye ulaşma süresi, sıcak hava kullanılıp kullanılmaması; ekipman boyutları, şekli, dalga yayıcıların bulunup bulunmaması, frekans gibi çok çeşitli kritik proses faktörleri olup, bu durum standart bir uygulama oluşturulmasını güçleştirmektedir (Anonim 2000). Her iki teknoloji de ısıtma, kurutma, çözme, pişirme, haşlama, pastörizasyon ve sterilizasyon işlemlerinde kullanılmaktadır. Mikrodalga ile pastörizasyon işleminde pastörizasyon sıcaklığına 3-5 dakikada ulaşılmaktadır. Bu kısa süreli işlemde ürünün rengi, tadı, aroması gibi kalite öğeleri çok az etkilenmektedir. Ancak mikrodalga ile pastörizasyon işleminde gıda içindeki her noktada sıcaklığın homojen dağılımını sağlamak zordur. Bu yüzden ürünlerdeki soğuk noktanın bilinmesi ve kontrol edilmesi gerekir (Konak *et al.*2009).

Ohmik ısıtma; bu ısıtmada gıda elektrik akımına maruz bırakılır. Gıdanın içinden elektrik akımı geçirilerek yapılır. Oluşan ısı gıdanın elektriğe karşı göstermiş olduğu dirençten kaynaklanır. Gıda ile elektrotlar temas eder ve gıda direnç vazifesi görür. Bu ısıtma hacimsel bir ısıtma olduğu için sıcaklık gıdanın her yerinde eşittir. Burada önemli olan elektrik iletkenliğidir. Gıdada mevcut iyonik bileşenlere, sıcaklığa ve elektrik alanının gücüne bağlı olarak elektrik iletkenliği değişmektedir. Sıcaklığın eşit olarak dağılması için sıvı ve katı fazın benzer oranda iletkenliğe sahip olması gerekir (Kaletunç 2009). Ohmik ısıtma ile mikroorganizmaların inaktivasyonunun temelinde ısı inaktivasyon olsa da 50-60 Hz gibi düşük frekansların da hücre duvarında elektroporasyon yapabilme ihtimalini de düşündürmektedir (Konak *et al.*2009). Ohmik ısıtma ile protein içeren gıdaların proteinleri denatürasyona uğratılmadan pastörize edilebilir. Sıvı yumurta pıhtılaştırılmadan pastörizasyonu yapılmakla birlikte kurtma

işleminde, donmuş ürünlerin açılmasında, meyve sebzelerin kabuklarının soyulmasında kullanılmaktadır.

Sıcak dolum; pastörizasyon ünitesinde 80⁰C-90⁰C arasında pastörize edilen ürün plakalı pastörizatörün soğutma kısmında 85⁰C'ye soğutularak sterile yakın temiz sıcak şişelere silme dolum yapılarak doldurulur. Bu işlemin hemen arkasından steril edilmiş kapaklar ile kapatılır. Kapama esnasında veya kapakların kapatma makinasına alımı sırasında herhangi bir kontaminasyon olsa bile 85⁰C'deki ürünün sıcaklığıyla bu kontaminasyonlar giderilmiş olur. Şişeler ağzına kadar doldurulduğu için çok az oksijen kalır bu yüzden herhangi bir oksidasyon riski olmaz. Dolum yapılan şişeler hemen soğutulur. Bunun için şişeler bir soğutma tünelinden geçirilerek 35⁰C'nin altına soğutulur. Aksi takdirde uzun süre ısı etkisiyle üründe vitamin kaybı, tat ve renk bozuklukları gibi olumsuz değişimler olur (Cemeroğlu 1982).

Bu çalışmada organik ve organik olmayan Golden ve Starking elma türlerinin genel bileşim öğeleriyle ısı olan sıcak dolum, mikrodalga işlemleri ve ısı olmayan fotosonifikasyon işleminin parametreleri ile meyvenin aroması üzerindeki etkileri, depolama ile meydana gelen değişimleri incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Keleş (1979) Erzurum, Kars, Erzincan ve Gümüşhane illerinde yetiştirilen önemli elma çeşitlerinden askorbik asit katılarak elde edilen elma sularının depolaması sırasında meydana gelen kimyasal ve fiziksel değişimleri incelemiştir. Araştırmada Amasya, Golden, Cam, Karadacık, Ak Sakı, Göbek, Sinan elma çeşitleri incelenmiştir. Elma çeşitlerinden elde edilmiş ham şıraların pH değerlerinin 3,18-4,10, titrasyon asitliklerinin %0,16-0,70 SÇKM içeriklerinin %12,15-15,45, indirgen şeker miktarlarının %7,97-8,82, sakaroz miktarlarının %2,07-2,81, toplam şeker miktarlarının ise %10,62-12,63 değerleri arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada Erzincan ovasında yetiştirilen elma çeşitlerinin meyve gelişim dönemlerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimleri incelenmiştir. Seçilen Starking ve Golden elmalarının SÇKM (suda çözünen kuru madde miktarı) içeriklerinin sırasıyla %14.28, %13.76 olarak tespit edilmiştir. Elma çeşitlerinde toplam şeker, indirgen şeker ve sakaroz içerikleri incelenmiş ve Golden elmada toplam şeker miktarın %11.78, indirgen şeker miktarının %8.97 ve sakaroz miktarının %2.68, Starking elmada ise bu değerler sırasıyla %11.15, %8.73 ve %2.30 olarak ölçülmüştür. Golden elma çeşidinde pH 3.35, asitlik %0.397 olarak belirlenmişken Starking elma çeşidinde pH 3,47 asitlik %0,235 olarak ölçülmüştür (Güleryüz *et al.* 2001).

Yapılan diğer bir çalışmada Erzurum'un Tortum ilçesindeki elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özellikleri incelenmiştir. Araştırmada Golden elma çeşidinin pH'sının 3.73, titrasyon asitliğinin %0.53, SÇKM içeriğinin %14.50, toplam şeker miktarının %12.72, invert şeker miktarının %8.69, sakaroz miktarının %3.83 olarak belirlenmişken Starking elmada pH 4.37, titrasyon asitliği %0,48, SÇKM %13,73, toplam şeker %11.51, invert şeker %8.45, sakkaroz %2.91 olarak saptanmıştır (Erdoğan and Bolat; 2002).

Geronimo *et al.* (2008) değişik miktarda (%0, %1, %2) avokado yaprağı içeren ve çeşitli pH (4,5-6,5) aralıklarındaki avokado pürelerine uygulanan mikrodalga işleminin (633W ve 0-60s) aromatik bileşikler üzerindeki etkisini incelemiştir. Alınan sonuçlarda mikrodalgada ısıtma süresinin ve pH'nın lipit oksidasyonundan kaynaklanan uçucu bileşikler üzerinde önemli etkisinin olduğunu, avakado yapraklarının ve ısıtma süresinin de α -pinene, hekzenal, 2 hekzenal [E], estragol üzerinde olumlu etki yaptığını tespit etmişlerdir. En iyi sonucun ise %1 oranında avokado yaprağı içeren pH'sı 5,5 olan pürenin 633 W'de 30 s mikrodalga işleminle elde edildiği gözlenmiştir.

Kırmızı şarap çeşitlerinde yapılan bir çalışmada, sıcaklık ve ışınlamanın uçucu bileşikler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada uygulanan sıcaklık kademeli olarak artırılmış ve her sıcaklık artışından sonra uçucu bileşiklerdeki değişim belirlenmiştir. Başlangıçta sıcaklık 20⁰C'den 30⁰C'ye çıkarılmıştır. Alınan sonuçlarda etil asetat, dietil butandionat ve 3-metilbutil asetat uçucu bileşiklerinde önemli düzeyde azalış, etil hekzanoat bileşiğinde orta düzeyde azalış görülürken, 3-metil-1-butanol, etil oktanoat ve etil dekanıat bileşiklerinde artış görülmüştür. Uçucu bileşiklerde nicel olarak en yüksek değer 40⁰C'de olmuş ve en yüksek sıcaklık olan 60⁰C'de herhangi bir uçucu bileşik tespit edilememiştir. Işınlama işleminde ise; 13 W'lık neon lambası kullanılmıştır. Şarap şişeleri bu lambanın 20 cm uzaklığına yerleştirilmiştir. Ortamın sıcaklığı market sıcaklığına eş değer sıcaklık olan 20⁰C'ye ayarlanarak örnekler bir hafta bu ortamda tutulmuş ve her 24 saatte bir aroma analizi yapılmıştır. İncelemede 3-methyl-1-butanolün miktarının Barolo ve Amerone şaraplarında arttığı, Brunello di Montalcino şarabında azaldığı görülmüştür. Esterlerin miktarı ise başlangıçta artmış sonradan azalmıştır. Bunun sebebinin kırmızı şaraptaki bazı bileşiklerin esterleri ışınlamaya karşı bir süre koruduğu düşünölmüştür. Etil hekzanoat, oktanoat, dekanıat bileşiklerinin de esterlerle aynı durumu sergilediği tespit edilmiştir (D'Auria *et al.* 2009).

Yang *et al.* (2009) şeftali meyvesini hiperbarik (0.414 MPa basınç) depo şartları ve kontrollü atmosfer (3 kPa O₂, 7 kPa CO₂) depo şartlarında depolamışlar (4 hafta) depolamadan önce meyvelere UV uygulaması yaparak depo şartlarının ve UV

işleminin uçucu bileşikler üzerinde etkilerini incelemiştir. Araştırmada 40 W'lık UV-C floresan ampülleri kullanılmıştır. Ampüllerin meyvelere mesafesi 15 cm olarak ayarlanmış ve bu sistem ile meyvelerin her tarafına 1.5 dak UV işlemi uygulanmıştır. Sonuçta; hiperbarik depo şartlarının şeftali meyvesinde aromaya önemli ölçüde katkıda bulunan esterlerin hem miktarını hem de kalitesini önemli düzeyde azalttığı, kontrollü atmosfer depo şartlarının ise esterler üzerinde etkili olduğu ama bu etkinin hiperbarik depolamaya nazaran daha az olduğunu gözlemlemiştir. Depolamadan önce uygulanan UV işleminin genel aroma üzerine etkisi önemli bulunmamış işlemin etkisi daha çok etil (Z)-4-oktanoat, etil heptenoat (meyve tadı), etil oktanoat (meyve tadı) ve dekanal (narenciye tadı) bileşikleri üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Vallappil *et al.* (2009) ısı işlem ve ısı olmayan işlemlerin elma şırasındaki aroma bileşikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Elma şıralarına vurgulu elektriksel alan (PEF), ultraviole (UV) ve pastörizasyon işlemlerini uygulamışlardır. Uygulanan işlemlerin ardından 4 hafta 4⁰C'de depolanan şıraların aroma bileşiklerinde meydana gelen değişimleri ve mikrobiyal kalitelerini karşılaştırmışlardır. Araştırmada elma şıralarının bir kısmına hazırlanan pastörizasyon ünitesinde 76⁰C'de 1.3 s ısı işlem, bir kısmına üç tane 30 W'lık UV lambası içeren sistemde toplam 51 s UV işlemi ve bir kısmına ise 23 kV/cm elektriksel alanda PEF işlemi uygulanmıştır. Alınan sonuçlarda; PEF ve pastörizasyon işlemi uygulanan elma şıralarının 4 hafta boyunca mikrobiyal kalitelerini korudukları, ama UV işlemi uygulanmış elma şırasında ikinci haftadan sonra fermantasyon oluştuğu izlenmiştir. Kontrol gurubu ve işlem görmüş şıraların aroma uçucu bileşikleri GC-MS kullanılarak tespit edilmiştir. Taze şıralarda toplam 28 uçucu bileşik bulunmuştur. İşlemlerin ardından şıraların aroma uçucu bileşikleri arasında mukayese yapılmış ve önemli fark bulunamamıştır. Fakat 4 hafta depolamanın ardından işlem görmüş şıraların aroma uçucu bileşiklerinde önemli değişimler görülmüştür. Pastörizasyon işlemi uygulanmış elma şırasında butil asetat, 2-metilbutil asetat, hekzenal ve 2-(E)-hekzenal gibi aromaya önemli düzeyde katkı sağlayan ester ve aldehit uçucu bileşiklerinde %30 kayıp olduğu, PEF işlemi uygulanmış şıralarda ise bu kaybın %2'den az olduğu saptanmıştır. Mikrobiyal bozulma gözlenen UV işlemi uygulanmış şıralarda hekzenal ve 2-(E)-hekzenal uçucularının tamamıyla yok olduğu rapor

edilmiştir. Ayrıca toplam 50 panelistin oluşturduğu duyusal testte taze şıra ve işlem görmüş şıralar tat ve lezzet olarak karşılaştırılmıştır. Alınan sonuçta PEF işlemi uygulanmış elma şırasının vermiş olduğu tat ve lezzetin taze şıranınkinden farksız olduğu ve bunların tercih edildiği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada eş zamanlı distilasyon ekstraksiyon (SDE) mikrodalga destekli hidrodistilasyon ekstraksiyon (MWHD) ve ultrason destekli ekstraksiyon (USE) metotları kullanılarak sarımsağın aroma bileşikleri izole edilmiş ve bu yöntemlerin aroma uçucuları üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Araştırmada kullanılan sarımsak numuneleri öncelikle 10 ml saf su ile blendırdan geçirilmiştir. Distilasyon ve ekstraksiyon için dietil eter, hekzan ve etil asetat olmak üzere üç farklı çözücü kullanılmış ve işlemlerin ardından çözülerdeki mevcut aroma bileşikleri GC-MS ile tayin edilmiştir. MWHD ekstraksiyon işleminde ev tipi mikrodalga fırını kullanılmış ve fırına buhar kondenseri, basınç dengeleyici damlatma hunisi, 1 litrelik örnek şişesi yerleştirilmiştir. Hazırlanan sarımsak numunelerine 700 watta 30 dak MWHD işlemi yapılmıştır. USE ekstraksiyon işleminde 30 dak 35 kHz sabit frekans kullanılmış ve işlem 25⁰C’de gerçekleştirilmiştir. SDE ekstraksiyon uygulamasında ise klasik olarak kullanılan Lickens-Nickerson cihazı ile 2 saat ekstraksiyon işlemi yapılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlarda esansiyel yağların ekstraksiyonu için uygulanan işlemlerin arasında en iyi sonucun ultrason destekli ekstraksiyon işleminin olduğu ve ısıya duyarlı moleküllerin daha az zarar gördüğü tespit edilmiştir. Ayrıca bu metodun taze kıyılmış sarımsağın tat ve aromasından sorumlu bileşikleri koruduğu bildirilmiştir (Kimbaris *et al* 2006).

Su ve Wiley (1998), ticari olarak üretilen elma suyunun üretim aşamalarında aromada meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Araştırmada elma suyu için %30 Golden Delicious, %20 Rome, %20 York ve %20 diğer çeşitler karıştırılarak değişik elma suyu üretim işlemlerine göre üretim yapmışlar ve üretimin her basamağında aroma analizi yapılarak değişimleri incelemişlerdir. Araştırma sonucunda izo-butil asetat(rahatlatıcı tat), etil butirat (meyveli tat), etil-2-metil butirat ve propil butirat (pişmiş elma tadı) hekzenal ve trans-2-hekzenal (otsu tat) olmak üzere 6 tat bileşiği tespit edilmiş ve

bileşiklerin konsantrasyonu üretim boyunca değişiklik göstermiştir. İlk enzim (rapidaz enzimi, 15.6-26.7⁰C'de 60 dak) uygulamasından sonra uçucu bileşiklerin oranında azalma izlenmiştir. İkinci enzim (pektinaz enzimi 57.2⁰C'de 1 saat) uygulamasından sonra hekzenal ve trans-2-hekzenal hariç diğer bileşiklerin konsantrasyonunda azalma meydana gelmiştir. Pektinaz enziminin etkisini tam gösterebilmesi için uygulanan sıcaklık, lipitleri okside eden lipoksigenaz gibi diğer enzimleri de aktive etmiş ve özellikle meyve suyuna otsu koku veren hekzenal ve trans-2-hekzenal bileşiklerinin konsantrasyonunda önemli düzeyde artışa sebep olduğu bildirilmiştir. Mikrofiltrasyon işlemi ise tüm tat ve aroma bileşiklerinde artışla sonuçlanmıştır. Meyve suyuna uygulanan pastörizasyon işlemi (85⁰C'de 10 dak) izo-butil asetat, etil butirat, etil-2-metil butirat ve hekzenal uçucu bileşiklerinin konsantrasyonlarında önemli bir değişim meydana getirmediği buna karşın propil butirat ve trans-2-hekzenal bileşiklerinin konsantrasyonlarında artış olduğu görülmüş, bunun amino asit metabolizmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Rye ve Mercer (2003), ısıtma işleminin ve depolama süresinin elma şırasındaki uçucu aromatik bileşikler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada elma şıralarına pastörizasyon ünitesinde 60, 70, 80 ve 90⁰C'de 28 s ısıtma işlemi uygulanmış ve şıralar 10⁰C'ye soğutulmuştur. İşlem görmüş elma şıraları ve taze elma şırası 4⁰C'de 24 saat ve 7 gün muhafaza edildikten sonra aroma bileşenleri Elektronik Burun ve GC ile tespit edilerek uygulanan sıcaklık ve depolama sürelerinin aroma üzerindeki etkileri incelenmiştir. Alınan sonuçlarda 90⁰C'de ısıtma işlemi gören elma şırası hariç diğer elma şıralarının aroma profillerinin 7 gün depolamanın sonunda işlem görmemiş elma şıralarıninkine aynı olduğu ve işlem görmemiş elma şırasının aroma profilinde 7 gün depolamanın ardından önemli değişime meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca 60, 70 ve 80⁰C ısıtma işlemi gören elma şıralarının aroma profillerinde sert bir etki yapmadığı ve elma şıralarının aroması 7 gün 4⁰C'de stabil olduğu ve değişim göstermediği bildirilmiştir.

Echeverria *et al.* (2004) yaptıkları araştırmada Fuji elmalarının aroma bileşiklerinin oluşumu ve kalite parametrelerinin üzerine hasat zamanını, depo atmosferinin ve depolama süresinin etkilerini incelemişlerdir. İncelemede elmalar, iki farklı zamanda

(tam çiçeklenmeden sonraki 185 ve 195. gün) ve birbirini takip eden iki sezonda (1999 ve 2000) hasat edildikten sonra normal soğuk depolar AIR (21 kPa O₂ +0.03 kPa CO₂), standart kontrollü depolar SCA (3 kPa O₂+2 kPa CO₂) ve ultra düşük atmosferli depolar ULO (1kPa O₂+2 kPa CO₂) olmak üzere üç farklı depo şartlarında depolanmıştır. Depolamanın üçüncü, beşinci ve yedinci aylarından sonra 1 ve 10 gün 20⁰C'de tamamlayıcı olgunlaştırma ile yeme olumuna getirilen elmaların aroma uçucu bileşiklerin salımı ölçülmüştür. Alınan sonuçlarda 2-metil bütanoat, 2-metil bütül asetat ve hekzil asetat bileşiklerinin hem hasatta hem de depolamadan sonra Fuji elmalarının aromasına ve tadına önemli ölçüde katkıda buldukları tespit edilmiştir. Aroma uçucu bileşiklerinin oluşumunun, üçüncü ve yedinci aylara göre en çok beşinci ayda olduğu görülmüştür. AIR ve SCA depoların aroma uçucu bileşiklerin oluşumu için en iyi kombinasyona sahip depo şartları olduğu ve ULO depoların ise toplam aroma bileşiklerinin oluşumunu baskıladığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca depolamadan sonra 20⁰C'de olgunlaştırmanın asetat bileşiklerinin sentezini olumsuz etkilediği görülmüştür.

Komthong *et al.* (2006a) elma suyundaki enzimatik kararmanın aroma üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada marketlerden toplanan Jonagold elmalarının kabukları soyulmuş biçimde bir meyve sıkacağı ile düşük derecelerde suyu çıkarılmıştır. Sonra filtre edilerek filtrattan cam şişelere koyularak kapakları kapatılmıştır. Şişeler 6 saat içinde farklı sürelerde su banyosunda bekletilmiştir. Altı saat sonra şişelere %2 sodyum klorür (NaCl) katılıp enzimatik kararmanın durdurulmuştur. Altı saatten sonra enzimatik kararmanın olmadığı kolorimetrik ölçümlerle ıspatlanmıştır. Sonra aroma bileşikleri GC'de tespit edilmiş ve numunelerde duyuusal analiz de yapılmıştır. Alınan sonuçlarda enzimatik kararmanın ilk iki saatinde aromada olumlu gelişme olduğu ve bu olumlu gelişmenin trans-2-hekzenalın düşmesi ve asetat esterlerinin artmasıyla gerçekleştiği bildirilmiştir. Duyusal analizlerde ise trans-2-hekzenalın azalması ile otsu tadın azaldığı, asetat esterlerinin (butil, pentil, hekzil) artmasıyla yoğun bir şekilde tatlı aromanın belirginleştiği panelistlerce tespit edilmiştir. İki saat sonra ise elma suyunun aromasında istenmeyen bileşiklerin oluştuğu bildirilmiştir.

Komthong *et al.* (2007) elma sularında kararmaya karşı kullanılan ajan olan askorbik asidin bulanık elma sularının aroması üzerine etkilerini incelemişlerdir. İncelemede Jonagold elma çeşidi kullanılmıştır. Marketten alınan elmaların kabukları soyulup meyve sıkacağıyla sıkılmıştır. Bu işlem enzimatik kararmayı önlemek için düşük sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Elde edilen elma suyu bir filtreden geçirilmiştir. Sonra şişelere 200 ml elma suyu konularak üzerine %2'lik NaCl ve farklı konsantrasyonlarda (%0.0- %0.2) askorbik asit ilave edilip tüm örneklerin pH'sı 5 M hidroklorik asitle 3.4'e ayarlanmış ve manyetik karıştırıcıda 2 dakika karıştırılmışlardır. Son olarak örnekler 25⁰C'deki su banyosunda 2 saat bekletilmiştir. Örneklerden kontrol gurubuna sadece %2 NaCl konulmuştur. Bütün örneklerin hem GC'de aroma bileşikleri tesbit edilmiş hem de duyuusal teste tabi tutulmuştur. Alınan sonuçlarda askorbik asidin konsantrasyonu arttıkça elma suyunda otsu bir tat oluştuğu ve %0.02 askorbik asit katılan elma sularında hekzenal ve trans-2-hekzenal'ın konsantrasyonlarında sırasıyla 4-5 kat artış gözlemlendiği bildirilmiştir.

Kondo *et al.* (2005) 1-metilsikloropropen (1-MCP), 2-kloroetil fosfonik acid (etephon) ve metil jasmonet (MeJA) uygulamalarının uçucu aromatik bileşiklerin ve etilenin sentezindeki etkisini incelemişlerdir. Bunun için Golden ve Delicious elma çeşidi kullanmışlardır. Elmaları 23 yıllık elma ağaçlarından 2003 yılında Golden elmasını tam çiçeklenmeden sonraki 186. günde Delicious elmasını ise 179. günde toplamışlardır. Sonra elmaları 6 guruba ayırmışlardır. Birinci gurup elmaya MeJA, ikinci gruba MeJA+1-MCP, üçüncü gurup elmaya 1-MCP, dördüncü guruba etephon, beşinci guruba etephon+MeJA altıncı guruba ise hiçbir uygulama yapılmamıştır. Uygulamaların hemen ardından elmalar 20⁰C'deki karanlık odada 7 gün muhafaza edilmiştir. Aroma maddelerinin ve MeJA'nın analizleri GC-MS ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda aroma maddelerinin oluşumu en çok kontrol gurubu ve etephon uygulanan gurupta olduğu ve kontrol gurubuyla kıyaslandığı zaman aroma üretimi en düşük 1-MCP uygulanan gurupta olduğu görülmüştür. MeJA'nın etkisi ise çeşide bağlı olarak değişmiştir. Delicious elmalarında aroma bileşiklerin sentezinin MeJA+etephon uygulanan elma gurubunda azaldığı fakat bu kombinasyonun Golden elmalarında esterler hariç aroma üretimini teşvik ettiği tespit edilmiştir.

Kapoulas *et al.* (2011) geleneksel ve organik domatesin antioksidan aktivitesi ve kalite parametrelerini karşılaştırmışlardır. Alınan sonuçta geleneksel domatesin SÇKM, şeker ve C vitamini miktarı organik domatesle kıyaslandığı zaman daha fazla olmasına rağmen likopen ve karotenoid miktarı organik domateste daha çok olduğu bildirilmiştir. Panelistler organik domatesi daha sulu, yumuşak, tatlı ve aromatik olduğunu geleneksel domatesin ise kuru, olgunlaşmamış eksik aromaya sahip olduğunu söylemişlerdir.

Organik ve geleneksel domateslerde C vitamini, karotenoid ve polifenol içeriklerinin kıyaslandığı başka bir çalışmada ise organik domatesin C vitamini, karotenoid ve polifenol içeriği geleneksel domatesten daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Winter and Davis 2006).

DeEll and Prange (1992) organik ve geleneksel McIntosh ve Corland elmaların hasat sonrası duyuşal özelliklerini ve kalite niteliklerini kıyaslamışlardır. Alınan sonuçlarda organik elmaların SÇKM içeriğinin daha fazla olduğu fakat meyve dokularının sertlikleri ve titrasyon asitlikleri arasında önemli bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Panelislerce meyvelerin aromaları, sululuk, tatlılık, ekşilik gibi kalite öğelerinde test edilmiş fakat bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada organik ve geleneksel elmaların fenolik madde içeriğinin kıyaslanmıştır. Alınan sonuçlarda organik elma pulunun fenolik madde içeriği geleneksel elma pupundan daha fazla olduğu fakat elma kabuklarındaki fenolik madde içeriklerinde bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Winter and Davis 2006).

Villatoro *et al.* (2008) Pink Lady elmalarının ağaçta olgunlaşma süreleri boyunca aroma uçucu bileşiklerinin sentezindeki değişimleri ve aroma oluşumuyla ilgili olan lipoksigenaz (LOX), hidroperoksid liyaz (HPL), piruvat dekarboksilaz (PDC), alkol dehidrogenaz (ADH) ve alkol *o*-açıltransferaz (AAT) enzimlerinin olgunlaşma boyunca aktivitelerini incelemişlerdir. İncelemede elmaların tam çiçeklenme döneminden sonraki 177, 192, 199, 206, 213, 220 ve ticari hasat zamanı olan 226. günlerinde aroma analizi yapılmış ve ilgili enzimlerin aroma oluşumundaki rolleri araştırılmıştır. Alınan

sonuçlarda aroma uçucu bileşiklerinin oluşumunun olgunlaşmanın başlangıcında çok az olduğu ancak hasat olgunluğuna yaklaştıkça aşamalı olarak bileşiklerin sentezinde artış olduğu tespit edilmiştir. Hekzil asetat, hekzil 2-metilbutanoat, hekzil hekzenoat, hekzil butanoat, 2-metilbutil asetat ve butil asetat bileşiklerinin aroma uçucu bileşikleri arasında baskın bileşikler olduğu bildirilmiştir. Ayrıca artan ester salınımına rağmen AAT enziminin aktivitesinde geniş bir farklılık olmadığı ve ester oluşumunun enzim aktivitesinden ziyade substrat mevcudiyetine bağlı olduğu tespit edilmiştir.

Foley *et al.* (2001) portakal suyunda bulunan *L. monocytogenes* ve *Salmonella enterica* gibi patojenlerin üzerine farklı dozda kullanılan gama ışınlarının etkisini ve aromada meydana gelen değişimleri incelemiştir. Araştırmada kullanılan 3.5 ve 4 kGy dozundaki ışınların her iki patojeni de tamamiyle yok ettiği, düşük dozların ise daha az etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca 1 kGy dozundaki ışınlamanın uçucu bileşiklerin oranını kontrol grubuna göre %40 artırdığı ve bu artışın sebebinin pektik madde ve portakal yağının ışınlamayla ayrışmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Komthong *et al.* (2006 b) GC-O ve tepe boşluğu gaz dilüsyon analizi ile Fuji elma çeşidinde uçucu bileşiklerin konsantrasyonu ve tat dilüsyon faktörü (FD) ile konsantrasyon arasındaki ilişkiyi tespit etmişlerdir. Araştırmada DB-WAX ve DB-5 kolonları kullanılarak sırasıyla 33 ve 20 bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden metil 2-metil butanoat, isopentil format, butil asetat ve hekzil asetat bileşikleri elma aroması olarak aromaya katkıda bulunan temel bileşikler olduğu ve yüksek FD'ye sahip oldukları belirlenmiştir. Öte yandan hekzenal bileşiği ise aromaya otsu tat veren aroma aktif bileşiği olarak nitelendirilmiştir.

Crook *et al.* (2004) elma şıralarına 2 kGy düzeyinde ışınlama yapmış bir gruba potasyum sorbat (%0.1) ilave etmişler ve 3 farklı ambalaj materyali kullanarak 3 hafta buzbulabında depolamışlardır. Depolamanın sonunda elma şırasındaki uçucu aromatik bileşiklerde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Araştırma sonucunda ambalaj materyalinin oksijen geçirgenlik özelliğinin aroma üzerine etkisinin önemli olduğunu gözlemlemiştir. Araştırmada kullanılan düşük oksijen geçirgenlik özelliğine sahip

olan polistiren içeren veya naylon-6 ambalajlarında bulunan ışınlanmış elma şıralarının karakteristik aroma bileşiklerinin konsantrasyonu, düşük yoğunluklu polietilen (oksijen geçirgenliği yüksek) ambalajda bulunan ışınlanmış ve işlem görmemiş elma şıralarına kıyasla azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca maya ve küf gelişimini, şekerlerin ve asitlerin fermantasyonunu engelleyen potasyum sorbat, aroma bileşiklerini de azaltmıştır.

Pieper and Barret (2009) geleneksel ve organik yetiştiriciliğin domatesin kalitesi ve besin değeri üzerinde etkisini araştırmışlardır. Araştırmada görsel renk değerlendirilmesi ile hasat zamanı belirlenmiş ve aynı anda hasat edilen domateslerden geleneksel olanın daha olgun olduğu, glutamat, glutamin, tirozin seviyesinin ve nitrojen, amonyum konsantrasyonunun önemli seviyede fazla olduğu belirlenmiştir. Organik domatesin kurumadde ve SÇKM içeriğinin önemli düzeyde yüksek olduğunu ve besin değerlerinde önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan ve geliştirildiği çevre olarak organik olduğu tahmin edilen Starking Delicious ve Golden Delicious elma meyveleri Yukarı Çoruh vadisinde yer alan Erzurum'un Tortum ilçesinin Şenyurt Köyünden, geleneksel şartlarda yetiştirildiği tahmin edilen Starking Delicious ve Golden Delicious elma meyveleri ise Erzurum'un merkez pazarından temin edilmiştir. Organik olan elma meyvelerinin görünüşleri cazip bulunmamıştır.

3.1.1. Elma şirasının hazırlanması

Erzurum merkez ve Tortum ilçesinden temin edilen Starking Delicious ve Golden Delicious elma meyvelerinden laboratuvar koşullarında şıra elde edilmiş ve bu şiralara değişik teknolojik işlemler uygulanmıştır. Öncelikle taze elmaların genel bileşim öğeleriyle mikrobiyolojik özellikleri tespit edilmiş, elmalardan elde edilen taze şiranın aroma bileşikleri belirlenmiştir. Elmalardan önce Siemens marka XXL model katı meyve sıkacağıyla şıra elde edilmiştir. Sonra dört teknolojik işlem uygulanmıştır. Bir bölüm şıra ısıtma işlemi görmemiştir (kontrol). İkinci kısma laboratuvar şartlarında 90⁰C'de 2 dak ısıtma işlemi uygulanmıştır. Üçüncü kısma Arçelik marka mikrodalga fırınında 720 MHz'de 4 dak mikrodalga işlemi uygulanmıştır. Dördüncü kısma ise 4 UV lambasıyla kombine edilen Hie Ischer marka UP 400 model ultrases ile 5 dak fotosonifikasyon işlemi uygulanmıştır. İşlem görmüş şiraların bir kısmı oda sıcaklığında bir ay depo edilirken, bir kısmı işlemlerin hemen arkasından örneklerin GS-MS'de aroma bileşikleri tespit edilmiştir. Ayrıca 1 ay oda sıcaklığında saklama sonucunda da yine aroma bileşikleri belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan elma meyvelerinden elde edilen şıralar

3.1.2. Sıcak dolum işlemi

Farklı çeşit elma meyvelerinden elde edilen şıralar her defasında çelik tencere içerisine alınmıştır. Şıraya bek alevinde 90°C 'de 2 dak ısıl işlem uygulanmış ve sterile yakın temiz sıcak yarım litrelik cam kavanoza tepe boşluğu kalmaksızın dolum yapılarak kavanozun kapağı hemen kapatılmıştır. Bütün elma çeşitlerinin şıralarına ikişer kavanoz olmak kaydıyla bu işlem uygulanmıştır. Depolamanın aroma üzerindeki etkisini belirlemek için sıcak dolum yapılan kavanozların bir bölümü oda sıcaklığında bir ay bekletilmiş, bir bölümü ise işlemin hemen ardından aromadaki değişimlerin tespiti için ev tipi buzdolabında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de soğumaya bırakılmıştır.

3.1.3. Mikrodalga işlemi

Farklı çeşit elma meyvelerinden elde edilen şıralar sterile yakın temiz yarım litrelik cam kavanozlara doldurularak kapağı kapatılmıştır. Her bir kavanoza mikrodalga fırınında 720 MHz'de 4 dak mikrodalga işlemi uygulanmıştır. Bütün elma çeşitlerinin şıralarına ikişer kavanoz olmak kaydıyla bu işlem yapılmıştır. Depolamanın aroma üzerindeki etkisini belirlemek için mikrodalga işlemi yapılan kavanozların bir bölümü oda

sıcaklığında bir ay depolanması amacıyla ayrılmış, bir bölümü ise işlemin hemen ardından aromadaki değişimlerin tespiti için ev tipi buzdolabında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de soğumaya bırakılmıştır.



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan mikrodalga fırını

3.1.4. Fotosonifikasyon işlemi

Öncelikle bu işlem için kullanılacak ultrases ve UV lambaları etil alkolle steril edilmiştir. Sonra sterile yakın temiz kavanozlara doldurulan şıraya UV lambalarıyla kombine edilen ultrasesde 5 dak (%100 ultrases, 4 UV lambası) fotosonifikasyon işlemi yapılmıştır. Bu işlem araştırmada kullanılan bütün elma çeşitlerine uygulanmıştır. Fotosonifikasyon uygulanan elma şıraları da diğer işlem görmüş kavanozlar gibi bir gurubu oda sıcaklığında bir ay depolanması amacıyla ayrılmış, bir bölümü ise işlemin hemen ardından aromadaki değişimlerin tespiti için ev tipi buzdolabında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de soğumaya bırakılmıştır.



Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan ultrases sistemi

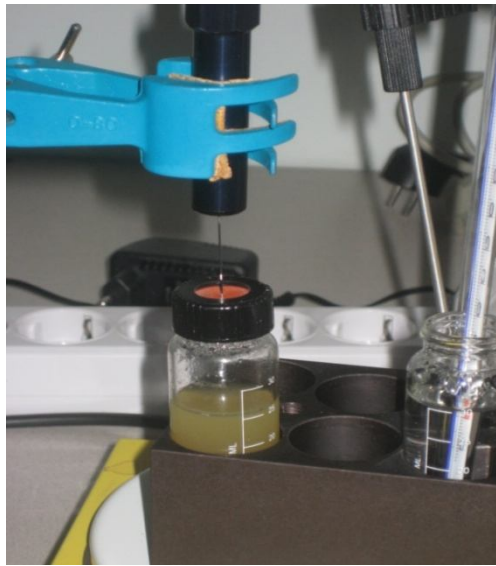
3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin düzenlenmesi

Araştırmada kullanılacak elma çeşitlerinin meyveleri alınarak genel bileşim öğeleri ile mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiş ve elma meyvelerinden elde edilen taze şıraların aroma bileşikleri tayin edilmiştir. Sonra elma şıralarına sıcak dolun, mikrodalga, fotosonifikasyon olmak üzere üç teknolojik işlem uygulanmıştır. Bunların bir bölümü işlemlerin ardından aromadaki değişimlerin tespiti için aroma analizine, diğer bölümü ise depolamanın aroma üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla bir ay oda sıcaklığında depolamaya ayrılmıştır.

3.2.2. Aroma analizi

Aroma bileşikleri SPME-GC/MS tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. 40 ml hacmindeki viallere (Supelco, Bellefonte PA, USA) 25 ml örnek konularak analiz sırası gelinceye kadar buzdolabının buzluk kısmında (-20°C) muhafaza edilmiştir. Analiz sırası gelen numuneler analizden yarım saat önce buzluktan çıkarılarak oda sıcaklığında bekletilmiştir. Sonra numuneler bir manyetik ısıtıcı karıştırıcıya (Yellow Line) yerleştirilerek 40°C 'de 10 dak karıştırılmış böylece tepe boşluğunda uçucu bileşiklerin toplanması sağlanılmıştır. Bileşiklerin adsorpsiyonu için viallere CAR/PDMS fiber takılarak manyetik ısıtıcı karıştırıcıda 45 dak bekletilmiştir. Daha sonra fiber gaz kromatografisine (GC, Agilent Technologies 6890N) yerleştirilmiş ve fiberin topladığı aroma maddeleri kendiliğinden kolona enjekte olmuştur. Kolonda ayrılmalarının arkasından aroma bileşikleri kütle spektrometresi (MS, Agilent Technologies 5973) ile tanımlanmıştır. Gaz kromatografisinin fırın sıcaklığı başlangıçta 40°C 'de 5 dak, sonra $7^{\circ}\text{C}/\text{dak}$ hızla 110°C 'ye daha sonra $15^{\circ}\text{C}/\text{dak}$ hızla 250°C 'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 3 dak tutulmuştur. Sistemde taşıyıcı gaz olarak helyum ($2\text{ ml}/\text{dak}$ akış hızı) gazı kullanılmış kolon olarak DB-WAX (J&W GC kolon, 30 m, 0.32 mm, 0.25 μm) kullanılmıştır. Sonuçlar kütle spektrometresinin kütüphanesinden (NIST, WILEY, FLAVOR) karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Valappil *et al.*2009).



Şekil 3.4. Katı Faz mikro ekstraksiyonu

3.2.3. Toplam kurumadde tayini

Elma meyveleri önce blenderden geçirilerek püre haline getirilmiştir. Sonra 5 ± 0.1 g örnek alınıp alüminyum kuru madde kaplarına konulmuştur. Örnekler önce 75 ± 1 °C'deki etüvde 24 saat, sonra 105 ± 1 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Sonuçlar değerlendirilerek kuru madde miktarı belirlenmiştir (Anonim 1975).

3.2.4. Suda çözüner kurumadde (SÇKM) tayini

Elma örneklerinde suda çözüner kuru madde tayini Abbè Refraktometresi (Carl Zeiss) 20°C 'de belirlenmiştir (Anonim 1975; Cemeroğlu 1992).

3.2.5. Kül tayini

Elma meyveleri önce blender yardımıyla püre haline getirilmiştir. Sonra kül tayini için darası alınan porselen krozelere 5 ± 0.1 g örnek tartılarak etüvde önce 75°C 'de 24 saat sonra 105°C 'de 24 saat tutulduktan sonra 450°C 'deki kül fırınında 2 saat yakılmıştır. Kül fırınının derecesi tedricen artırılarak en son 550°C 'de gri-beyaz renk oluşuncaya kadar örnekler yakılmıştır. Sonuçlar değerlendirilerek kül miktarı belirlenmiştir (Anonim 1975; Keleş 1983).

3.2.6. pH tayini

pH değerleri Hanna Instrumenst marka pH 211 model pH metre ile belirlenmiştir. Örnekler blender yardımıyla püre haline getirilmiş sonra 4.00 ve 7.00 pH'li tampon çözeltilerle standardize edilen pH metrede ölçümler yapılmıştır (Anonim 1975).

3.2.7. Titrasyon asitliği tayini

Elektrometrik titrasyon yöntemiyle titrasyon asitliği miktarı belirlenmiştir (Anonim 1975; Keleş 1983).

Elma örnekleri püre haline getirildikten sonra bir behere 20 g ile 25 g arası örnek tartılıp üzerine 25 ml su ilave edilerek homojenize edilmiştir. Sonra 4.00 ve 7.00 pH'li tampon çözeltilerle standardize edilen Hanna Instrumenst marka pH 211 model pH metre ile pH 8,1- 8,2 ye ulaşınca kadar 0,1 N NaOH ile titrasyon yapılmıştır. Harcanan NaOH miktarı kullanılarak sonuçlar malik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu 1992).

3.2.8. Toplam şeker, invert şeker ve sakaroz tayini

Şeker tayininde volumetrik Lane–Eynon metodu kullanılmıştır (Keleş 1983; Cemeroğlu 1992).

Elma örneği püre haline getirildikten sonra bir behere 13 g ile 15 g arası örnek tartılıp üzerine bir miktar su ilave edilerek homojenize edilmiştir. Sonra üzerinde berrak tabaka oluşuncaya kadar doygun nötral kurşun asetat ilave edilmiştir. Berrak tabaka oluştuktan sonra 250 ml'lik balona aktarılarak üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Sonra filtreye edilmiş ve filtratı durulmak için üzerine bir miktar sodyum okzalat katılarak çalkalanmıştır. İkinci kez filtrasyon işlemi yapılmış ve süzüntüden iki tane 250 ml'lik balona 50'şer ml aktarılmıştır. Bunların biri saf su ile 250 ml'ye tamamlamıştır. Diğerinin üzerine 10 ml 1/1'lik HCl konularak 67-70⁰C'deki su banyosunda inversiyon yapılmıştır. İnversiyon işleminden sonra üzerine 2-3 damla indikatör koyulup 5N NaOH ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Sonra balonun içeriği saf suyla 250 ml'ye tamamlanmıştır. Ofset uçlu bürete inversiyona uğratan numuneden konulmuştur. Bir erlene 5 ml fehling I, 5 ml fehling II çözeltileriyle 25 ml saf su konulmuş ve ofset uçlu bürete doldurulan numuneden de 15 ml konularak bek alevinde kaynamaya bırakılmıştır. Kaynadıktan 2 dak sonra üzerine 2-3 damla metilen mavisi damlatılmıştır. Sonra ofset uçlu bürete doldurulan numuneyle bek alevi altında titrasyon

yapılmıştır. Renk kiremit kırmızısı olunca titrasyona son verilmiştir. Harcanan numune miktarı not edilmiştir. Diğer balona koyduğumuz numuneye de inversiyon işlemi hariç bütün işlemlerin aynısı uygulanmıştır. İvert şeker miktarı örneklere inversiyon yapılmadan önce (doğal indirgen şeker), sakaroz miktarı ise; inversiyondan sonra bulunan değer ile inversiyondan önceki değer farkının 0.95 ile çarpılmasıyla belirlenmiştir. İvert şeker miktarı ve sakaroz toplanarak toplam şeker miktarı tespit edilmiştir.

3.2.9. Mikrobiyolojik ön çalışma

Şıralara uygulanacak mikrodalga ve fotosonifikasyon işlemlerinin parametrelerini belirlemek amacıyla mikrobiyolojik ön çalışma yapılmıştır. Bunun için elma meyvelerinden elde edilen şıra önceden steril edilen dört tane yarım litrelik cam kavanoza konulmuştur. Bunlardan birine 5 dak diğerine 10 dak fotosonifikasyon işlemi, kalan ikisinden birine 720 MHz'de 4 dak diğerine ise 900 MHz'de 3 dak mikrodalga işlemi uygulanmıştır. Sonra toplam mezofilik aerobik bakteri için PCA (Plate Count Agar) kullanılarak yayma kültürel sayım yöntemiyle 10^{-1} , 10^{-3} ve 10^{-5} dilüsyon sıvılarından ekim yapılmıştır. Alınan sonuçlarda işlem uygulanmış şıralarda herhangi bir mikroorganizma gelişimi gözlenmediğinden aroma bileşiklerinin korunması amacıyla minimum seviyeler olan 5 dak fotosonifikasyon işlemi ile 720 MHz'de 4 dak mikrodalga işlemlerinin uygun olduğuna karar verilmiştir.

3.2.10. Mikrobiyolojik çalışma

Uygulanan mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemlerinin ve depolamanın ardından şıraların mikrobiyolojik kaliteleri incelenmiştir. Bunun için Patates Dekstroz Agar (PDA) (Oxoid Ltd.) kullanılmıştır. Agar önceden hazırlanarak otoklavda steril edilmiş üzerine ve %10'luk steril tartarik asit ile pH'sı 3,5'e ayarlanmıştır. Sonra petri plaklarına dökülerek katılaştırılmıştır. Daha sonra yayma kültürel sayım yöntemiyle 10^{-1} , 10^{-3} ve 10^{-5} dilüsyon sıvılarından petri plaklarına ekim yapılarak oda sıcaklığında 3-5

gün inkübasyona bırakılmıştır. Alınan sonuçlara göre işlemlerin mikrobiyolojik kalite üzerine etkileri değerlendirilmiştir.



Şekil 3.5. Mikrobiyolojik çalışma sonuçları

3.2.11. Duyusal özellik belirlenmesi

Elma çeşitlerinden elde edilen ham şıraların ve farklı işlem görmüş şıraların renk, tekstür, lezzet (tat) özellikleri bölüm elemanlarınca değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.1. Duyusal değerlendirmede kullanılan puan cetveli

	İyi	Orta	Kötü
Renk			
Tekstür			
Lezzet (tat)			

3.2.12. İstatistiksel analiz

Analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde varyans analizinden yararlanılmış olup önemli çıkan sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak değerlendirilmiştir. Bu amaçla SPSS 17.0 for Windows (SPSS Inc., USA) paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırmada Kullanılan Elma Çeşitlerinin Kimyasal Bileşimleri

Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinin meyvelerinin kimyasal bileşikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Elma çeşitlerinin meyvelerinin kimyasal bileşimleri

Bileşim Öğeleri	Elma Çeşitleri			
	OG	OS	PG	PS
Su(%)	85,10	83,37	86,31	85,95
KM (%)	14,90	16,63	13,69	14,05
SÇKM (%)	11,33	13,17	10,67	12,17
Kül (%)	0,13	0,16	0,34	0,31
pH	3,97	3,93	3,93	3,93
Titrasyon asitliği (%)	0,62	0,87	0,72	0,82
İndirgen Şeker(g/100g)	6,60	9,42	4,85	9,64
Sakaroz, g/100 g	1,66	1,14	1,27	0,74
Toplam şeker (g/100 g)	8,26	10,56	6,12	11,38

OS: Organik Starking Delicious, OG: Organik Golden Delicious, PS: Pazardan temin edilen Starking Delicious, PG: Pazardan temin edilen Golden Delicious

4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları

Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinin meyvelerinin kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de toplu olarak verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre Golden Delicious ve Starking Delicious elma çeşidi değişkeni (A) incelenen kimyasal özelliklerden su, kurumadde, suda çözünen kurumadde (SÇKM), indirgen şeker ve toplam şeker üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) etkide bulunurken, titrasyon asitliği üzerine önemli ($p<0,05$) etkide bulunmuştur. Ayrıca

kimyasal özelliklerden su, kurumadde, kül ve toplam şeker üzerine organik ve geleneksel şartlarda yetiştirilen elma çeşidi değişkeni (B) çok önemli ($p<0,01$) etkide bulunmuştur. Diğer taraftan iki değişkenin de pH ve sakaroz üzerine etkileri önemsiz ($p>0,05$) çıkmıştır.

4.2.1. Kurumadde ve SÇKM

Çizelge 4.1’de elma çeşitlerinin meyvelerinin toplam kurumadde içeriklerinin %13,69-16,63 ve suda çözünen kurumadde içeriklerinin %10,83-13,17 arasında değiştiği görülmektedir. Elma çeşitlerinin meyvelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden anlaşıldığı gibi SÇKM ve kurumadde üzerine A ve B faktörleri istatistiksel olarak önemli etkide ($p<0,05$) bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada organik patatesin kurumadde içeriği geleneksel patatesin kuru madde içeriğinden önemli ölçüde fazla bulunmuştur (Rembialkowska 2003). En yüksek kurumadde ve SÇKM içeriği OS çeşidinde (%16,63- %13,17), en düşük ise PG çeşidinde (%13,69- %10,83) olduğu Çizelge 4.3’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarında görülmektedir.

Çizelge 4.2. Elma çeşitlerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonucu

Varyasyon Kaynağı	SD	Su (F)	Kurumadde (F)	SÇKM (F)	Kül (F)	pH (F)	Titrasyon Asitliği (F)	İndirgen Şeker (F)	Sakaroz (F)	Toplam Şeker (F)
Golden Starking (A)	1	94,264**	94,263**	90,250**	0,001	3,358	7,383*	258,672**	2,262	241,301**
Organik Organik olmayan (B)	1	312,622**	312,622**	20,250**	82,219**	3,358	0,124	9,501*	0,590	40,569**
A×B	1	40,882**	40,882**	2,250	2,440	3,358	1,316	19,363**	0,162	11,025*

**p<0,01 düzeyde önemli, *p<0,05 düzeyde önemli

Çizelge 4.3. Elma çeşitlerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Özellikler	OG	OS	PG	PS
n	3	3	3	3
Su(%)	85,10±0,07 ^c	83,37±0,20 ^d	86,31±0,31 ^a	85,95±0,02 ^b
KM (%)	14,90±0,07 ^b	16,63±0,20 ^a	13,69±0,31 ^d	14,05±0,02 ^c
SÇKM (%)	11,33±0,29 ^c	13,17±0,29 ^a	10,83±0,29 ^c	12,17±0,29 ^b
Kül (%)	0,13±0,01 ^b	0,16±0,04 ^b	0,34±0,05 ^a	0,31±0,00 ^a
pH	3,97±0,02 ^a	3,93±0,04 ^b	3,93±0,02 ^b	3,93±0,02 ^b
Titrasyon asitliği (%)	0,62±0,02 ^c	0,87±0,22 ^a	0,72±0,02 ^a	0,82±0,05 ^a
İndirgen Şeker(g/100g)	6,60±0,12 ^b	9,42±0,31 ^a	4,85±0,06 ^c	9,64±0,06 ^a
Sakaroz (g/100 g)	1,66±0,18 ^a	1,14±0,20 ^b	1,27±0,14 ^a	0,74±0,43 ^c
Toplam seker (g/100 g)	8,26±0,29 ^b	10,56±0,41 ^a	6,13±0,09 ^c	10,38±0,46 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Yapılan çalışmalarda, elma meyvesinin çeşit ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak SÇKM miktarları, %11,22-14,28 (Güleryüz *et al.*2001), %11,50-14,50 (Erdoğan and Bolat 2002), %10,00-15,4 (Özrenk *et al.*2011), %11,50-16,20 (Ercişli and Güleryüz 1998) olarak bulunmuştur. Adana'da elma üzerine yapılan çalışmada SÇKM içeriği çeşitlere bağlı olarak %12,00-16,10 arasında değişim göstermiştir (Küden *et al.*1997). Peck *et al.* (2006); organik, geleneksel ve karma elma bahçelerinden elde edilen elmaların 2002 yılında SÇKM içeriklerini sırasıyla %14,5, %14,1, %14,00 olarak, 2003 yılında ise %11,8, %12,4 ve %12,3 olarak tespit etmişlerdir. Geleneksel ve organik Royal Gala ve Fuji elmalarının SÇKM içerikleri Royal Gala elmalarında sırasıyla %11,3, %12,00 olarak Fuji elmalarında ise %12,8 ve %13,4 olarak saptanmıştır (Amarante *et al.* 2008). Elmada yetiştirme şartlarına, toprak yapısına, çeşitlere, ekolojiye bağlı olarak SÇKM miktarı %7-20 arasında değişme göstermektedir (Güleryüz *et al.*2001). Alınan sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir.

4.2.2. pH ve Titrasyon asitliği

Elma çeşitlerinin meyvelerinde pH değeri 3,93-3,97 arasında, titrasyon asitliği ise %0,62-0,87 arasında değiştiği Çizelge 4.1'den görülmektedir. Golden Delicious ve Starking Delicious elma çeşidi istatistiksel olarak titrasyon asitliği üzerine $p=0,05$ düzeyde önemli etki yaparken organik ve organik olmayan elma çeşidinin etkisi önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Her iki değişkenin de pH üzerine etkileri önemsiz ($p>0,05$) çıkmıştır. (Çizelge 4.2). Çizelge 4.3'deki duncan çoklu karşılaştırma test sonucuna göre en yüksek titrasyon asitliği değeri OS örneğinde (0,87) en düşük değer ise OG örneğinde (0,62) görülmüştür.

Yapılan çalışmalarda pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla: 3,41-3,68, %0,45-0,76 (Saraçoğlu *et al.*2011), 3,25-4,24, %0,39-1,41 (Karakurt 2006), 3,24-3,99, %0,24-0,71 (Güleryüz *et al.* 2001) olarak bulunmuştur. Yukarı Çoruh vadisinde 2000-2001 yılları arası yetiştirilen bazı elma çeşitlerinde yapılan araştırmada titrasyon asitliği %0,26-0,73 değerleri arasında bulunmuştur (Karlıdağ and Eşitken 2006). Aynı bölgede 1995-1996 yılları arası elma çeşitleri üzerine araştırma yapılmış ve elmaların pH değeri 3,44-4,81

arasında titrasyon asitliği ise %0,22-0,87 arasında değiştiği gözlenmiştir. Organik Royal Gala elma çeşidinin titrasyon asitliği %0,4, bu değer geleneksel Royal Gala elmalarında ise %0,5 olarak belirlenmiştir (Amarante *et al.* 2008). Cemeroğlu (1982) elmanın toplam asitliğinin %0,2-1,7 arasında, pH değerinin ise 3,2-3,5 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Yapılan alışmalar ile elde ettiğimiz sonuçlar uyum göstermektedir.

4.2.3. İndirgen şeker, sakaroz ve toplam şeker miktarları

Elma çeşitlerinin meyvelerinde indirgen şeker miktarları %4,85-9,64, sakaroz miktarları %0,74-1,66 ve toplam şeker miktarları %6,12- 10,56 arasında değişim gösterdiğini izelge 4.1’de görölmektedir.

Çizelge 4.2’de Golden Delicious ve Starking Delicious elma çeşitlerinin indirgen şeker ve toplam şeker üzerine etkisi $p=0,01$ düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. Sakaroz üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Organik olan ve geleneksel şartlarda yetiştirilen elma çeşitlerinin toplam şekere etkisi $p=0,01$ düzeyinde, indirgen şekere etkisi ise $p=0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İndirgen şeker miktarı en yüksek PS çeşidinde belirlenirken toplam şeker miktarında en yüksek değer OS örneğinde belirlenmiştir. PG örneğinde ise en düşük indirgen şeker ve toplam şeker miktarları tespit edilmiştir (izelge 4.3).

Erzincan ovasında yetiştirilen elma çeşitleri üzerine yapılan bir araştırmada elma meyvelerinin toplam şeker içeriği %9,04-11,84, indirgen şeker içeriği %6,96-8,97 ve sakaroz içeriği %1,98-2,68 değerleri arasında değişim göstermiştir (Gülyüz *et al.*2001). Elma çeşitleri üzerine yapılan diğer bir çalışmada toplam şeker miktarı %9,92-11,83 indirgen şeker miktarı ise %6,74-7,90 arasında bulunmuştur (Karakurt 2006). Organik ve geleneksel Red Boskoop, Labo ve Jonagold elma çeşitlerinde toplam şeker içeriği organik Red Boskoop, Labo ve Jonagold elmalarında sırasıyla %11,64, %10,11, %11,74 olarak, geleneksel çeşitlerde ise sırasıyla %11,06, %9,68, %11,20 olarak tespit edilmiştir (Adamczyk *et al.* 2010). Çoruh vadisinde yetiştirilen elma çeşitlerinin toplam

şeker içeriğinin %9,33-12,06 arasında ve indirgen şeker içeriğinin %6,31-8,96 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir (Pırlak *et al.* 2003). 1995-1996 yılları arasında Erzincan ovasında yetiştirilen Golden, Starking ve Granny Smith elma çeşitleri üzerine yapılan bir çalışmada çeşitlerin 1995 yılında toplam şeker içerikleri %9,48-12,78, indirgen şeker içerikleri %7,39-10,52 ve sakaroz içerikleri %1,69-2,30 değerleri arasında değişirken aynı çeşitlerin 1996 yılında toplam şeker içerikleri %10,12-13,85 indirgen şeker içerikleri %8,06-11,22 ve sakaroz içerikleri %1,73-2,53 değerleri arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Ercişli *et al.* 2000). Meyvelerde SÇKM ile tat oluşumu arasında ilişki vardır. Nitekim SÇKM'nin büyük bir kısmını şekerler oluşturur (Karaçalı 1990). Elmada toplam şeker olgunlaşmanın başlamasından hasada kadar artış gösterir. İklim, çeşit, güneşlenme, rakım, anaç yapısı gibi pek çok faktör şeker miktarında artış veya azalışa sebep olmaktadır. Bodur anaçların taç kısımlarında daha fazla karbonhidrat toplanır bu da SÇKM, toplam şeker gibi meyvede kaliteyi oluşturan kriterlerin artmasıyla sonuçlanır (Ercişli *et al.* 2000). Ayrıca yaz sıcaklarının yüksek olması, hasada yakın dönemlerde iyi ışıklandırma meyvenin şeker ve asit miktarını artırır. Zira aynı ağaç üzerinde iyi ışık gören meyvelerin gölgede kalanlara göre SÇKM içeriklerinin %10-15 arasında daha fazla olduğu bildirilmiştir (Karakurt 2006). Yaptığımız çalışmada elma çeşitlerinin şeker içeriklerinin daha düşük çıkmasında bu sebeplerin etkili olabileceği düşünülmektedir.

4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Mikrobiyolojik analiz hem işlem sonrasında hem de depolamanın ardından yapılmıştır. Alınan sonuçlarda fotosonifikasyon işlemi yapılan bütün elma şıralarında hem işlemde sonra hem de depolamanın ardından maya ve küf gelişimi gözlenmiştir. Mikrodalga ve pastörizasyon işlemleri uygulanan şıralarda ise herhangi bir gelişme gözlenmemiştir. Valappil *et al.* (2009) elma şıralarına uyguladıkları PEF, UV ve termal pastörizasyonun işlemlerinin ardından ve depolama sonunda şıralardaki mikrobiyal gelişiminin izlemiştir. UV uygulanan şıralarda depolamanın 2.haftasında maya ve küf gelişiminin görüldüğü, PEF ve termal pastörizasyon uygulanan şıralarda herhangi bir bozulma olmadığı bildirilmiştir.

Yuan *et al.* (2009) ultrason uygulamalarının elma suyundaki *Alicyclobacillus acidoterrestris* suçları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. İncelemede ultrasonun gücü 400 ve 600 W olarak, süresi ise 30 dak ve 60 dak olarak ayarlanmıştır. Alınan *Alicyclobacillus acidoterrestris* suçlarının inaktivasyonu için ultrases işleminin yeterli olmadığı ve kalan hücreleri etkin bir şekilde yok eden sıcaklık gibi ikinci bir işlem gerektiği rapor edilmiştir.

Elma suyuna PEF, PEF+UV kombinasyonu ve ısı işlem uygulamaları yapılarak enzim inaktivasyonu ve mikrobiyal kalite incelenmiştir. Araştırma sonunda PEF ve PEF+UV kombinasyonunun mikroorganizma azaltma etkisi 72⁰C'de ısı işlem uygulanan şıralardakine benzer bulunmuştur. Fakat PEF, PEF + UV kombinasyonu mikrobiyal inaktivasyonu tamamen sağlayamadığı bildirilmiştir (Noci *et al.* 2008).

4.4. Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Araştırmada OS, OG, PS ve PG çeşitlerinden elde edilen ham şıraların duyusal değerlendirmesinde; hiçbir çeşit tat (lezzet) niteliği bakımından kötü diye nitelendirilmemiştir. Panelistlerin çoğu OG, OS ve PG çeşitlerin lezzetini iyi bulurken PS'ninkini orta diye değerlendirmişlerdir. Mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şıraların duyusal değerlendirilmesinde; fotosonifikasyon işlemi uygulanmış tüm şıralar iyi diye nitelendirilmiştir. Mikrodalga işlemi uygulanmış şıralarda ise iyi ve orta diye nitelendirilme yapılmıştır. Sıcak dolum uygulanmış şıralar ise beğenilmeyen ve kötü diye nitelendirilen gurup olmuştur. Öte yandan tekstür ve renk olarak en çok beğenilen ve iyi diye nitelendirilen şıralar ise sıcak dolum işlemi uygulananlar olmuştur. Panelistlerin çoğu fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şıraların renk, tekstür niteliğini beğenmemiş ve kötü diye nitelendirmişlerdir. Depolamanın sonunda fotosonifikasyon işlemi uygulanan şıralarda maya ve küf gelişimi görülmüş ve şıralarda fermantatif bir koku belirlenmiş olduğu için duyusal değerlendirme yapılmamıştır.

4.5. Uçucu Aroma Bileşikleri

Elma çeşitlerinde belirlenen aroma bileşiklerinin ortalama değerleri Çizelge 4.4, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.5’ de sunulmuştur.

4.5.1. Esterler

Elmadaki uçucu bileşiklerin büyük bir bölümünü oluşturan esterler aromaya çok önemli katkıda bulunur. Nitekim esterler Golden Delicious elma çeşidinde toplam uçucu aromatik bileşiklerin %80’ini, Granny Smith elma çeşidinde %88’ini ve Starking Delicious elma çeşidinde ise %98’ini oluşturduğu yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Echeverria *et al.* 2004a). Meyvedeki esterler alkollerin ve açıl CoA’nın esterifikasyonu ile oluşmaktadır. Yağ asitleri ve amino asitler esterleşme reaksiyonlarında substrat kaynağıdır (Villatoro *et al.* 2008). Ester oluşumu meyvenin olgunlaşmasıyla artmaktadır. Olgunlaşmış elma tadı mevcut ester ve alkollerin miktarıyla karakterize edilmektedir (Fellman *et al.* 2000). Elmadaki esterler, asetat esterleri (Golden Delicious, Calville Blanch), butanoat esterleri (Richared, Canada Blanch), propanoat esterleri (Richared, Starking) ve etanolik esteri (Starking) diye sınıflandırılmaktadır (Dixon and Hewett 2000). Bu çalışmada toplam 15 ester bileşiği tespit edilmiştir. Çizelge 4.4’de elma çeşitlerine ait ester çeşitleri ve oranları ile bu bileşiklere uygulanan teknolojik işlemlerin ve depolamanın etkileri verilmiştir. Çizelge 4.5’de ise aroma uçucu bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları toplu olarak verilmiştir.

Hekzil asetat; elma çeşitlerinin tümünde belirlenen ve oran olarak en yüksek olan ester çeşidi olduğu Çizelge 4.4’de görülmektedir. Aromaya önemli katkıları olan hekzil esterleri elma aroması olarak karakterize edilmektedir. Yapılan çalışmalarda olgunluğa erişmiş elmalarda yüksek miktarda hekzil esterleri tespit edilmiştir (Villatoro *et al.* 2008). Hekzil asetat en fazla OG (3033,33) çeşidinde tespit edilmiştir. Bunu OS çeşidi (271,00) takip etmiştir. PS (93,67) ve PG (61,67) elma çeşitlerinde oransal olarak belirlenen en yüksek ester çeşidi olmasına rağmen OG ve OS çeşitleriyle kıyaslandığı

zaman daha az miktarda olduğu görülmektedir. Lopez *et al.* (2006) organik üretimin mandalina suyunun mineral madde içeriği ile aroma bileşikleri üzerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonunda organik mandalina suyu geleneksel mandalina suyundan daha fazla mineral madde ve uçucu aromatik bileşik bulundurduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada da organik elmaların hekzil asetat oranının geleneksel şartlarda yetiştirilen elma çeşitlerinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Uygulanan teknolojik işlemlerin etkileri incelendiğinde mikrodalga işleminin OS ve PG çeşitlerinde hekzil asetat içeriğinin artışına, OG ve PS çeşitlerinde ise azalışına yol açtığı görülmektedir. Hekzil asetat bileşiği sıcak dolum işleminin etkisi ile bütün elma çeşitlerinde azalmış ve OS elma çeşidinde bileşiğin oranında (1,67) çok keskin bir azalma meydana gelmiştir. Fotosonifikasyon işlemi ise sıcak dolum işlemine benzer bir etki göstermiştir. Ancak OS elma çeşidinde bu bileşiğin miktarı fotosonifikasyon ile arttığı görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucu hekzil asetat üzerine elma çeşidi, depolama, uygulama ve bunların interaksiyonlarının etkileri önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.5). Taze sıkılmış elma suyuna 80°C, 90°C, 100°C, 110°C ve 120°C sıcaklık uygulamaları yapılmış ve elma suyunun tat ve aromasında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Araştırmada belirlenen hekzil asetat bileşiği duyuşal değerlendirilmede meyveli, tatlı aroma gibi nitelendirilmiştir. 80°C'de 60 s ısıl işlem hekzil asetat oranında keskin bir düşüşe yol açmış, 90 °C 'de 80 s uygulanan ısıl işlemden sonra oranının tekrar arttığı saptanmıştır. Hekzil asetatın en yüksek oranı 110°C'de tespit edilmiş, 120°C'de ise oranının çok düştüğü bildirilmiştir. Duyusal değerlendirmede ise meyveli, taze, tatlı, otsu, acı ve yanık olmak üzere 6 duyuşal nitelik kullanılmıştır. Meyveli ve taze aromanın 110°C'de 20 s ve 120°C'de 15 s işlem görmüş elma sularında daha yoğun olduğu, tatlı aromanın ise 90, 100 ve 120°C'de geliştiği rapor edilmiştir (Kato *et al.* 2003). Bu çalışmada sıcak dolum uygulanan şıralar 90°C'de 2 dak bekletilmiş, mikrodalga işlemi uygulanan şıraların işlemin ardından sıcaklığı 87°C olarak ölçülmüş ve fotosonifikasyon işlemi uygulanan şıraların sıcaklığı ise 50-55°C arasında değişim göstermiştir. Hekzil asetat oranının 110°C 'de maksimum seviyeye ulaştığı ve sabit kaldığı, onun altındaki sıcaklık değerlerinde artıp azaldığı bildirilmiştir. Araştırmada işlemlerin elma çeşitleri üzerindeki etkilerinin sabit olmama sebebinin de bundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Mikrodalga işlemi uygulanmış elma şıralarında hekzil asetat bileşiği depolamanın ardından PG çeşidi hariç diğer çeşitlerde azalmış,

sıcak dolum işlemleri uygulanan şıraların tümünde ise artış olmuştur. Fotosonifikasyon işlemi uygulanmış elma şıralarının hekzil asetat içeriği depolamanın ardından PS ve PG çeşitlerinde azalmış, OS ve OG çeşitlerinde ise tespit edilememiştir. UV, PEF ve pastörizasyon işlemlerinin elma şırasındaki aroma bileşiklerine etkileri incelenmiş ve hekzil asetat bileşiğinin, 4 hafta 4⁰C'de depolama sonucu bütün şıralarda azaldığı, en çok azalma ise UV ve pastörizasyon uygulamalarında olduğu rapor edilmiştir (Valappil *et al.* 2009).

Çizelge 4.4. Elma çeşitlerine ait ester bileşiklerinin oranları ile uygulanan teknolojik işlemlerin ve depolamanın etkileri

		Etil asetat	Etil propanoat	Etil butirat	Etil 2-metil butanoat	Butil asetat	2-metil butil asetat	Propil 2-metil butirat	Metil hekzenoat	Etil hekzenot	Hekzil asetat
KONTROL (TAZE)	OS	50,33	185,00	444,33	1457,67		241,00	151,33	7,67	762,00	271,00
	OG			50,00	43,00	1066,00		114,67		367,00	3033,33
	PS					48,67	26,33				93,67
	PG						3,33				61,67
İŞLEM SONRASI	OSMD	449,00	946,00	2311,33	1130,00		443,33	233,00	7,33	2268,67	1396,67
	OSP	98,67	530,67	2219,00	1089,33		825,33	91,33	46,33	2810,67	1,61
	OSF	276,00	567,67	1120,33	1592,00		359,67	212,00		942,00	701,67
	OGMD					69,33	1,33				103,00
	OGP					88,33	5,00				101,00
	OGF		90,33		174,33	3776,67					2731,00
	PSMD			6,33		16,33	29,67				55,67
	PSP			5,00		9,00	5,00				10,67
	PSF			15,00		25,00	31,33				82,33
	PGMD					48,67	2,67				87,33
	PGP					14,00	0,67				19,33
PGF					32,00	2,33				45,00	
DEPOLAMA	OSMDD	90,33	182,67	397,33	449,67		85,33	37,00		24,33	85,00
	OSPD		27,33	210,67	57,00	76,00	9,67	3,67		17,00	81,00
	OSFD			19,33	232,67			27,33			
	OGMDD		15,00	7,33		343,67	14,00				78,00
	OGPD		18,00	3,33		218,00	13,00				220,00
	OGFD					7,67					
	PSMDD		3,67	38,00		65,00	39,67				34,67
	PSPD			11,00							20,00
	PSFD		1322,67			35,67	28,67				6,67
	PGMDD					166,67	3,33				160,67
	PGPD					83,33					99,33
PGFD		2682,33			6,00					6,00	

Çizelge 4.4. (Devam)

		Etil 2-propanoat	Hekzil 2-metil propanoat	hekzil 2-metil butirat	hekzil hekzenoat	Propil hekzenoat
KONTROL (TAZE)	OS	4,00	31,67	6,33		207,00
	OG	13,67	176,67	257,33		990,33
	PS	2,67	8,33	5,33	0,67	16,00
	PG			20,67	0,50	8,67
İŞLEM SONRASI	OSMD	13,67	312,67	496,33	12,00	342,00
	OSP		504,67	768,67	23,33	648,00
	OSF		333,33	44,67		534,67
	OGMD		2,67	11,33	2,67	11,00
	OGP		62,33	10,00	2,33	58,67
	OGF	69,67		147,67		343,33
	PSMD	2,67	18,00	3,33	1,00	23,67
	PSP	4,67		5,33	1,67	18,00
	PSF		17,00	12,33	2,00	16,67
	PGMD		7,33	6,33	0,67	9,67
	PGP	2,67	12,00	24,00	1,67	22,00
	PGF	2,00	7,33	5,33	2,67	15,00
DEPOLAMA SONRASI	OSMDD	10,00	9,67	7,00	2,67	27,00
	OSPD	17,00	23,67	8,00	1,00	224,00
	OSFD	12,00		25,00		8,00
	OGMDD	48,33	43,33	14,67	6,00	7,00
	OGPD	7,00	37,00		2,00	28,33
	OGFD	10,33	14,00	0,67		14,33
	PSMDD	29,33	2,67	2,33	2,33	8,67
	PSPD	21,00	5,33	3,33	2,33	
	PSFD	28,00	4,33	14,33		18,67
	PGMDD	26,00	14,67	7,00	4,00	25,33
	PGPD	16,67	11,33		11,33	26,00
	PGFD	38,33				4,33

..MD: Mikrodalga işlemi uygulanmış şıralar, ..P: Sıcak dolum uygulanmış şıralar, ..F: Fotosonifikasyon uygulanmış şıralar, ..MDD: Mikrodalga işlemi uygulanmış ve depolanmış şıralar, ..PD: Sıcak dolum uygulanmış depolanmış şıralar, ..FD: Fotosonifikasyon işlemi uygulanmış depolanmış şıralar

Hekzil 2-metil butirat, hekzil 2-metil propanoat ve hekzil hekzenoat elma çeşitlerinde tespit edilen diğer hekzil esterleridir. Hekzil 2-metil butirat ve hekzil 2-metil propanoat bileşikleri hekzil asetat bileşiği gibi en fazla OG çeşidinde sırasıyla 257,33 ve 176,67 oranlarında tespit edilmiştir. Hekzil 2-metil propanoat bileşiği PG çeşidinin kontrol gurubunda, hekzil hekzenoat bileşiği ise OG ve OS çeşitlerinin kontrol gruplarında belirlenememiştir. Mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri hekzil 2-metil propanoat ve hekzil 2-metil butirat bileşiklerinin oranlarını OS çeşidinde artırmış, OG çeşidinde ise düşürmüştür. UV, PEF ve ısıtma işlemi uygulanıp 4 hafta 4°C'de depolanan elma sırasında hekzil 2-metil butirat oranında artış olduğu, hekzil hekzenoat bileşiğinde ise ısıtma işlemi uygulanmış sırada hafif bir düşüş, PEF işlemi uygulanan sırada artış olduğu ve UV uygulanan sırada bu bileşiğin kaybolduğu tespit edilmiştir (Valappil *et al.* 2009). Hekzil 2-metil propanoat bileşiği PS ve PG çeşitlerinde mikrodalga ve fotosonifikasyon işlemleri ile artmıştır. Gıdalarda mikrobiyal ve enzim inaktivasyonunu sağlamak için kullanılan ultrason işleminin bazı gıda kaynaklı enzimlerin etkisini artırdığı bildirilmiştir. Glukozun esterifikasyonu, zeytinyağının hidrolizi gibi reaksiyonları hızlandırdığı tespit edilmiştir (Ercan and Soysal 2011). Fotosonifikasyon işlemiyle aromayı oluşturan enzimlerin faaliyetlerinde artış olduğu düşünülmektedir. Hekzil 2-metil butirat bileşiği ise PS ve PG çeşitlerinde mikrodalga işlemiyle azalma göstermiştir. Çilek suyunun ağartılması için uygulanan ozmotik, buhar ve mikrodalga işlemlerinin aromatik bileşikler üzerindeki etkisi incelenmiş, mikrodalga ve buhar yöntemleri ile beyazlatma işlemlerinin esterlerin ve diğer uçucu aromatik bileşiklerin oranında düşüşe yol açtığı tespit edilmiştir. Bu düşüşün sebebinin ise ısıtma işleminin etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Escrive *et al.* 2000). Fotosonifikasyon işlemi bu bileşiğin oranında PS çeşidinde artışa, PG çeşidinde düşüşe yol açtığı Çizelge 4.4'de görülmektedir. Depolama ile hekzil 2-metil butirat, hekzil 2-metil propanoat ve hekzil hekzenoat bileşikleri OS çeşidinde azalmış OG çeşidinde ise bu bileşikler mikrodalga işlemi uygulanan şıralarda artmış, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemi uygulanan şıralarda ise hekzil 2-metil propanoat bileşiği hariç azalmıştır. Çizelge 4.5'de varyans analiz sonuçlarına göre elma çeşidi ve depolama ile elma çeşidi×depolama, elma çeşidi×uygulama, elma çeşidi×depolama×uygulama interaksiyonlarının hekzil 2-metil butirat bileşiği üzerine etkileri çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Hekzil 2-metil propanoat bileşiği üzerine ise elma çeşidinin ve elma çeşidi×depolama interaksiyonunun

etkisi önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. Hekzil hekzenoat bileşiği üzerine ise elma çeşidinin etkisi önemli ($p<0,05$) bulunurken uygulama ve elma çeşidi×depolama, elma çeşidi×depolama×uygulama interaksiyonlarının etkisi çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinde belirlenen hekzil esterleri oran olarak en fazla OG çeşidinde tespit edilmiş, bunu OS, PS ve PG çeşitleri takip etmiştir. Mikrodalga işlemi hekzil ester oranını OS ve PG çeşitlerinde artırmış, OG ve PS çeşitlerinde azaltmıştır. Sıcak dolum işlemi OG, PS ve PG çeşitlerinin hekzil ester oranlarını azaltırken OS çeşidinde artırmıştır. Fotosonifikasyon işlemi ise OS ve PS çeşitlerinde artışla, OG ve PG çeşitlerinde azalışla sonuçlanmıştır. Depolamanın sonunda mikrodalga işlemi uygulanmış şıraların hekzil ester oranı OG ve PG çeşitlerinde artmış, OS ve PS çeşitlerinde azalmıştır. OS ve OG çeşitlerinin sıcak dolum işlemi uygulanmış şıralarında hekzil ester içeriği depolamanın sonunda azalmıştır. Fotosonifikasyon işlemi görmüş şıraların tümünde depolamanın ardından hekzil ester oranlarında azalış belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinde belirlenen diğer önemli ester gurubu ise etil esterlerdir. Etil esteri içeriği bakımından en zengin çeşit OS elma çeşidi olduğu Çizelge 4.4'de görülmektedir. PS ve PG elma çeşitlerinin kontrol gruplarında etil propanoat bileşiği hariç diğer etil esterleri tespit edilememiştir. Bett *et al.* (2000) 8⁰C'de depolanan Starking Delicious elmalarının aroma bileşiklerindeki değişimleri incelemiştir. Depolamanın başlangıcında yüksek oranda bütil asetat ve 2 metil bütilasetat bileşiği tespit edilmiştir. Depolamanın ilerleyen safhalarında ise olgunlaşmanın belirtisi olarak etanol ve etil esterlerinin miktarlarının arttığını ve etil esterlerinin toplam aromanın büyük bir bölümünü oluşturduğunu belirlemiştir. Etil 2 metil butanoat OS elma çeşidinde oransal olarak (1457,67) en fazla bulunan etil esteridir. Etil 2 metil butanoat bileşiği Fuji elma çeşidinde aromaya katkıda bulunan çok önemli ester çeşidi olduğu ve toplam aromanın %72'sini bu bileşiğin oluşturduğu bildirilmiştir (Fellman *et al.*2000). Öte yandan Golden Delicious ve Delicious elma çeşitlerinde bu bileşiğin toplam aroma bileşiklerinin sırasıyla %0,07'sini ve %5,09'unu oluşturduğu tespit edilmiştir (Kondo *et*

al.2005). Mcoris *et al.* (2011) organik ve geleneksel Passion meyve pulpundaki aromatik bileşiklerin oranlarını ve yetiştirme şartlarının aroma bileşikleri üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda ana bileşik olan etil butanoat organik çeşitte %52, geleneksel çeşitte %57 oranında tespit edilmiştir. Ayrıca organik çeşit etil hekzenoat, metil hekzenoat, β -myrecene ve d-limonen bileşiklerince zengin, geleneksel çeşidin ise metil butanoat, bütül asetat, hekzenal, bütanol, bütül butanoat ve 3- hekzenil hekzenoat bileşiklerince zengin olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada organik Starking çeşidinin etil esterleri bakımından zengin olduğu belirlenmiştir. Uygulanan Mikrodalga ve sıcak dolum işlemleri etil 2 metil butanoat bileşiğinin OS elma çeşidinde oranının azalmasına OG elma çeşidinde ise bu bileşiğin yok olmasına sebep olmuştur. Fotosonifikasyon işlemi ise bu bileşiğin oranını her iki elma çeşidinde de artırmıştır. UV, pH, metal iyonları, osmotik stres, basınç gibi etmenler hücre membranında strese sebep olmakta ve aromatik bileşiklerin oluşumu için görev alan kilit enzimlerin aktivitesini artırdığı rapor edilmiştir (Escriche *et al.* 2000). Su ve Wiley (1998), Ticari elma suyu üretim aşamalarında aromada meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. İncelemede enzim uygulamalarında enzimleri aktif hale getirmek için 57.2⁰C' de bir saat bekletilen şıranın aroma analizi yapılmış ve etil 2 metil butanoat, etil butanoat, propil bütirat, hekzenal ve trans 2-hekzenal bileşiklerinin oranlarında artış olduğu ve artışın sebebinin, elmada aroma sentezinden sorumlu olan enzimlerin aktif hale gelerek esterlerin sentezini hızlandırması olduğu bildirilmiştir. Literatürde ultrason ve UV işlemlerinin kombinasyonuna dair herhangi bir araştırma bulunamamıştır. Bu sebepten UV, ultrases ve PEF gibi ısı işleme alternatif işlemler ve fotosonifikasyon işleminin sonunda ölçülen sıcaklık derecesi ile yapılan çalışmalarda ulaşılan sıcaklık derecelerinin aroma üzerindeki etkilerinin kıyaslaması yapılmıştır. Depolamanın ardından OS elma çeşidinin tüm işlem görmüş şıralarında bu bileşiğin oranı azalmış OG elma çeşidinde ise yok olmuştur. Etil 2 metil butanoat bileşiği üzerine elma çeşidi, uygulama ve elma çeşidi×depolama ile depolama×uygulama interaksyonlarının etkisi çok önemli (p< 0,01) çıkmıştır (Çizelge 4.5).

Etil hekzenoat bileşiği OG elma çeşidinde belirlenen oranı en yüksek olan (367,00) etil esteridir. Bu bileşik PS ve PG çeşitlerinde belirlenemezken OS çeşidinde ise 762,00

oranında belirlenmiştir. Kapoulas *et al.* (2011) serada organik ve geleneksel yöntemlerle yetiştirilen domates çeşitlerinde gıda değerleri ve antioksidan aktiviteleri arasındaki farkı incelemiştir. Araştırma sonuçlarında organik domateslerin toplam likopen ve karotenoid içeriklerinin geleneksel domateslerden daha fazla olduğu ve organik domateslerin toplam şeker ve asit içeriklerinin geleneksel domateslerden daha tatminkâr bulunduğu için duyuşal değerlendirmede tadı en çok beğenilen domates çeşitlerinin bu organik çeşitler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca organik domatesin duyuşal değerlendirmede tat, aroma, tekstür ve sululuğundan dolayı tercih edildiği bildirilmiştir. Golden Delicious elmalarının ve Gravenstein elma çeşidinin aroma bileşikleri üzerine yapılan çalışmalarda etil bütirat, etil 2 metil butanoat ve etil hekzenoat bileşiklerinin meyvenin aromasına önemli katkıları olduğu ve elmaya meyveli bir aroma verdiği bildirilmiştir (Aaby *et al.* 2011). Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre etil hekzenoat bileşiği üzerine elma çeşidinin etkisi çok önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur. Çizelge 4.4 incelendiğinde mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri, bu bileşiğin oranını OS elma çeşidinde artırmıştır. OG elma çeşidinde ise işlemlerin ardından etil hekzenoat bileşiği tespit edilememiştir. Depolamanın ardından bu bileşik sadece OS elma çeşidinin mikrodalga ve sıcak dolum uygulanmış şıralarında 24,33 ve 17,00 oranlarında tespit edilmiştir.

Etil propanoat bileşiği işlem görmemiş elma şıralarında sadece OS çeşidinde (185,00) belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada hasattan sonra 21 gün 20⁰C'de depolanan Delicious ve Golden Delicious elma çeşitlerinin etil propanoat içeriği sırasıyla %8,65 ve %0,17 olarak belirlenmiştir (Kondo *et al.*2005). Uygulanan işlemler etil propanoat bileşiğinin oranını artırmıştır. Depolamayla OS elma çeşidinin işlem görmüş bütün şıralarında etil propanoat bileşiğinin oranı düşmüştür. OG çeşidinin mikrodalga, sıcak dolum, PS çeşidinin mikrodalga, fotosonifikasyon ve PG çeşidin fotosonifikasyon işlemi uygulanan elma şıralarında işlemlerin ardından bu bileşik tespit edilemezken depolamanın ardından tespit edilmiştir. PEF, UV ve ısıl işlem uygulanıp 4⁰C' de 4 hafta depolanan elma şıralarının etil propanoat bileşiğinin miktarında ısıl işlemin ardından herhangi bir değişme olmadığı, PEF ve UV işlemleri ise bu bileşiğin miktarının arttığı ve en fazla artış ise UV uygulanmış şıradaki olduğu bildirilmiştir (Valappil *et al.* 2009).

Çizelge 4.5’de etil propanoat bileşiği üzerine elma çeşidi, depolama, uygulama ile bunların interaksiyonlarının etkileri çok önemli ($p<0,01$) çıktığı görülmektedir.

Etil bütirat, etil 2-propanoat ve etil asetat bileşikleri araştırmada belirlenen diğer etil ester çeşitleridir. Etil butirat ve hekzil asetat bileşiklerinin Fuji, Gravenstein ve Golden Delicious elmalarının aromalarını oluşturan temel uçucu aromatik bileşikler olduğu bildirilmiştir (Komthong *et al.* 2007). Kontrol gurubu şıralarının OS (444,33) ve OG (50,00) çeşitlerinde tespit edilen etil butirat bileşiği uygulanan işlemlerin etkisiyle OS elma çeşidinde artmış, OG elma çeşidinde ise belirlenememiştir. PS elma çeşidinde ise etil butirat bileşiği işlemlerin ardından belirlenmiştir. Etil 2-propanoat bileşiği kontrol gruplarında oranı en düşük olan etil esteri olarak bulunmuştur. Fakat depolamayla OS çeşidinin mikrodalga uygulanan sırası ve OG çeşidinin fotosonifikasyon uygulanan sırası hariç diğer şıraların tümünde bileşiğin oranında artış olduğu Çizelge 4.4’de görülmektedir. Etil asetat bileşiği ise sadece OS çeşidinde 50,33 oranında belirlenmiş ve uygulanan işlemlerin etkileri ile bileşik mikrodalga işleminden sonra 449,00 oranında, sıcak dolum işleminden sonra 98,67 oranında fotosonifikasyon işleminden sonra 267,00 oranında tespit edilmiştir. Depolamadan sonra etil asetat yalnız OS çeşidinin mikrodalga (90,33 oranında) uygulanan sırasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.5’ de varyans analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre etil butirat bileşiği üzerine elma çeşidi, depolanma ile elma çeşidi×depolama, elma çeşidi × uygulama ve depolama×uygulama interaksiyonları çok önemli ($p< 0,01$) etki yapmıştır. Etil 2 propanoat bileşiğine ise elma çeşidi, depolama, uygulama ve bunların interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p> 0,05$) çıkmıştır.

Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinde etil esteri oran olarak en fazla OS çeşidinde belirlenirken bunu OG ve PS (2,67) çeşitleri takip etmiştir. Uygulanan işlemlerden mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri OS ve PS çeşitlerinin etil ester oranını artırmıştır. OG çeşidinde ise fotosonifikasyon işleminden sonra etil esterleri oranı artarken, mikrodalga ve sıcak dolum işleminden sonra belirlenememiştir. PG çeşidinin kontrol grubu sırasında tespit edilemeyen etil esteri sıcak dolum işleminden

sonra 2,67 oranında, fotosonifikasyon işleminden sonra 2,00 oranında tespit edilmiştir. Depolamadan sonra OS çeşidinin mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri uygulanmış şıralarında etil ester oranı azalmış, PS ve PG çeşitlerinin ise sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şıralarında artış olmuştur. OG çeşidinin mikrodalga ve sıcak dolum uygulanmış şıralarında, PG çeşidinin ise mikrodalga işlemi uygulanmış sırasında işlemlerin ardından tespit edilemeyen etil esterleri depolamanın ardından tespit edilmiştir. Ayrıca depolamadan sonra OG çeşidinin fotosonifikasyon işlemi uygulanan sırasında etil esterleri azalmıştır.

Bütil asetat ve 2-metil bütil asetat araştırmada tespit edilen butil esterleridir. Hasattan sonra 20⁰C'de 9 gün olgunlaştırılan Golden Delicious elmalarının aroma profili incelenmiş ve butil asetat ile heksil asetat bileşiklerinin toplam aroma bileşiklerinin %60'ını oluşturduğu bildirilmiştir (Brackmann *et al.*1993). Butil asetat işlem uygulanmamış elma şıralarında OG ve PS çeşidinde belirlenmiştir. Diğer ester çeşitleri gibi bu bileşikde en fazla OG çeşidinde 1066,00 oranında bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada organik Golden Delicious elma çeşidinde mineral gübrelemenin aromatik bileşikler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada mineral gübre (amonyum sulfat) kullanılan gurup, organik gübre (Azocor 105) kullanılan gurup, bitki atıkları ve biyogaz bulamacı kullanılan gurup ve kontrol gurubu oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda aroma üzerine önemli katkısı olan 3 ana bileşikten butil asetatın en fazla bitki atıkları ve biyogaz bulamacı uygulanan gurup ile kontrol gurubunda, heksil asetatın ise sadece kontrol gurubunda bulunduğu, 2-metilbütil asetat oranı bakımından guruplar arasında önemli fark olmadığı bildirilmiştir (Baïamonte *et al.* 2011). Bütanol bileşiğinin varlığında butil asetat konsantrasyonunun arttığı bildirilmiştir. Ayrıca elmadaki esterlerin sentezinin yarışmalı reaksiyona dayandığı düşünülmektedir. Nitekim heksenol ve ethanol alkollerinin mevcudiyeti ile etil ve heksil esterlerinin sentezinin arttığı ve bu reaksiyonda bütil esterlerinin harcandığı rapor edilmiştir (Dixon 1999) Çizelge 4.6 incelendiği zaman bütanol bileşiğinin en fazla OG çeşidinde tespit edildiği görülmektedir. Bu çalışmada da etil ve heksil esterlerinin bütil esterlerine nazaran hem oran hem de çeşit olarak daha çok belirlenmiş olması önceki çalışmalarla örtüşmektedir. Uygulanan mikrodalga ve sıcak dolum işlemleri hem OG çeşidinde hem de PS

çeşidinde butil asetat oranını düşürmüştür. Fotosonifikasyon işlemi ise OG çeşidinde bileşiğin oranını artırmış PS çeşidinde ise azaltmıştır. PG çeşidinin ham sırasında belirlenemeyen bu bileşik uygulanan işlemlerin ardından belirlenmiştir. Depolamanın ardından mikrodalga ve sıcak dolum (PS çeşidi hariç) uygulanan şıralarda butil asetat oranı artmış, fotosonifikasyon uygulanan şıralarda ise azalmıştır (Çizelge 4.4). Isıl işlem (90°C 'de 30 s, 90°C 'de 60 s) ve buna alternatif bir işlem olan PEF işleminin çilek suyundaki aroma bileşikleri üzerine etkileri incelenmiş, incelemede butil asetat oranının ısı işlem uygulanmış örnekte depolama boyunca arttığı, PEF işlemin uygulanmış örneklerde ise başlangıçtaki oranını koruduğu bildirilmiştir. Ayrıca araştırmada butil asetatın ön maddesi olan bütanol bileşiğinin de depolama boyunca arttığı rapor edilmiştir. Bütül asetat üzerine elma çeşidinin, depolamanın, uygulamanın ve bunların interaksyonlarının etkileri çok önemli ($p < 0,01$) çıktığı Çizelge 4.5'de görülmektedir.

Aroma uçucu bileşiklerin konsantrasyonlarındaki değişimlerinin duyuşsal algılama yansımaları incelenmiştir. İncelemenin sonunda 2-metil bütül asetat ve bütanol bileşiklerinin konsantrasyonlarındaki artışın genel lezzet ve aromayı artırdığı, heksil asetat ve 2-metil bütül asetat bileşiklerinin artışı ile tatlı aromanın arttığı, heksil asetat, 2-metil bütül asetat ve bütanol bileşiklerinin artışı ile de 'elmalı aroma ve tadın' arttığı rapor edilmiştir (Bett *et al.* 2000).

2-metil butil asetat bileşiği kontrol gurubu şıralarda OS, PS ve PG çeşitlerinde tespit edilmiştir. Bileşiğin en yüksek oranı OS çeşidinde (241,00), en düşük oranı ise PS çeşidinde (3,33) belirlenmiştir. İzo-lösin amino asidinin 2-metil bütanoik asit ve esterinin biyosentetik ön maddesi olduğu düşünülmektedir. Zira işaretli izo-lösinin Red Delicious elmasında 2-metil bütanol, 2-metil bütül ve 2-metil-2-butenil esterlerine dönüştüğü bildirilmiştir (Dixon 1999).

Çizelge 4.5. Elma çeşitlerinin aroma bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları

Aroma Bileşikleri	Varyasyon Kaynağı						
	Elma Çeşidi (A)	Depolama (B)	Uygulama (C)	A×B	A×C	B×C	A×B×C
Etil asetat (F)	20,130**	15,314**	4,882**	12,859**	5,902**	2,113	2,931**
Etil propanoat (F)	8,509**	11,048**	22,454**	24,968**	11,024**	21,695**	11,316**
Etil butirat (F)	52,055**	16,044**	2,284	34,835**	5,361**	10,846**	2,626*
Etil 2-metilbutirat (F)	15,573**	0,323	13,592**	8,979**	0,160	12,531**	0,117
Butil asetat (F)	25,172**	15,365**	8,703**	17,804**	9,535**	13,331**	11,951**
2Metilbutilasetat (F)	34,205**	6,360*	4,634**	29,739**	2,592*	15,403**	2,501*
Propil2-metilbutirat (F)	9,470**	0,299	8,492**	6,292**	0,770	4,586**	0,414
Metil hekzenoat (F)	1,654	0,413	0,911	1,654	0,773	1,462	0,773
Etil hekzenoat (F)	28,965**	10,454**	4,525**	28,481**	2,954**	11,444**	2,800**
Hekzil asetat (F)	1,329	2,380	0,810	1,329	1,193	0,821	1,205
Etil 2-propanoat (F)	0,810	3,651	1,722	1,038	0,491	1,071	1,389
Hekzil2-metil propanoat (F)	2,861*	3,410	0,192	2,843*	0,490	0,275	0,514
Hekzil2-metil butirat (F)	6,228**	12,186**	1,101	5,731**	2,867**	1,282	2,949**
Propil hekzenoat (F)	7,421**	8,393**	3,615*	5,226**	2,700*	0,474	2,025
Hekzilhekzenoat (F)	2,578*	1,470	6,935**	5,113**	1,562	0,409	2,833**
Asetaldehit (F)	2,884*	0,093	2,344	4,656**	4,266**	5,196**	3,675**
Hekzenal (F)	3,977*	12,761**	1,633	4,349**	4,757**	1,866	4,353**
2-Hekzenal (F)	76,452**	78,857**	21,116**	66,920**	19,684**	25,805**	22,587**
Oktanal (F)	2,517*	2,561	0,914	0,110	1,043	1,158	1,199
Pental (F)	2,171*	29,415**	8,763**	1,890	3,829**	8,536**	4,023**

** p<0,01 düzeyde önemli, *p<0,05 düzeyde önemli

Çizelge 4.5 (Devam)

Aroma Bileşikleri	Varyasyon Kaynağı						
	Elma Çeşidi (A)	Depolama (B)	Uygulama (C)	A×B	A×C	B×C	A×B×C
furfural (F)	3,421*	16,964**	9,710**	4,902**	1,958	4,493**	1,060
benzaldehit (F)	9,068**	3,685	2,241	2,012	1,140	1,010	2,054*
Etanol (F)	8,372**	142,499**	139,019**	5,495**	4,575**	129,820**	3,815**
1-Butanol (F)	6,065*	2,250	4,226**	3,834*	1,687	0,696	1,947
2-Metil butanol (F)	2,519	0,001	0,605	0,693	0,156	1,666	0,786
1-Propanol (F)	3,241*	17,325**	4,144*	1,624	0,994	2,800*	0,532
1-Hekzenol (F)	76,267**	40,732**	12,088**	31,447**	20,776**	9,979**	26,287**
2-Furanmetanol (F)	1,943	3,630	1,869	0,818	0,482	1,862	0,531
Asetik asit (F)	1,476	1,387	1,272	1,515	1,486	1,466	1,473
DL-MH* (F)	2,345	6,993*	0,403	2,345**	1,953	0,403	1,953
HMF (F)	4,590**	2,581	9,430**	10,556**	1,998	1,983	2,173*
α-farnesan (F)	5,411**	1,247	0,043	2,602	0,417	1,211	0,788

**p<0,01 düzeyde önemli, *p<0,05 düzeyde önemli

*DL-6-metil-5-hepten-2-one: DL-MH

Çizelge 4.4’de işlemlerin 2-metil bütül asetat bileşiği üzerindeki etkileri görülmektedir. Buna göre mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri OS elma şıralarında bu bileşiğin oranını artırmış ve en yüksek artış sıcak dolumda (825,33) olmuştur. OG çeşidinin kontrol gurubunda belirlenemeyen 2-metil bütül asetat bileşiği mikrodalga ve sıcak dolum işlemlerinin ardından sırasıyla 1,33 ve 5,00 oranlarında tespit edilmiştir. Mikrodalga ve fotosonifikasyon işlemleri PS çeşidinde bileşiğin oranını artırırken, PG çeşidinde ise azaltmıştır. Sıcak dolum işlemi ise her iki çeşitte de bu bileşikte düşüşe yol açmıştır. Depolama sonunda OS çeşidi şıraların tümünde bileşiğin oranı azalmış OG çeşidinde ise artmıştır. PS ve PG çeşitlerinde ise sadece mikrodalga uygulanan şıralarda bileşikte artış olmuş diğerlerinde ise azalmış ve yok olmuştur. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre 2- metil bütül asetat bileşiği üzerine elma çeşidi, uygulama ve elma çeşidi×depolama, depolama×uygulama interaksyonları $p=0,01$ düzeyinde etki yaparken, depolama ile elma çeşidi×uygulama, elma çeşidi×depolama×uygulama interaksyonları önemli ($p< 0,05$) etki yapmıştır (Çizelge 4.5).

Elma çeşitlerinde belirlenen bütül esterleri oranı en fazla OG çeşidinde tespit edilmiş, bunu OS, PS ve PG çeşitleri takip etmiştir. Mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemlerinden sonra OS ve PG çeşitlerinin toplam bütül ester oranı artarken, OG (fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şıra hariç) ve PS çeşitlerinde azalmıştır. Depolamanın sonunda OS çeşidinin mikrodalga ve sıcak dolum uygulanan şıralarında, OG ve PG çeşitlerinin fotosonifikasyon uygulanan şıralarında azalış olmuştur. Artış ise OG ve PG çeşitlerinin mikrodalga ve sıcak dolum uygulanan şıraları ile PS çeşidinin mikrodalga ve fotosonifikasyon uygulanan şıralarında olmuştur.

Propil hekzenoat ve propil 2-metil bütirat araştırmada belirlenen propil esterleridir. Gala elma çeşidinde yapılan aroma bileşiklerinin duyuşal değerlendirilmesinde propil 2-metil bütirat bileşiği hafif tatlı ve çilek tadı gibi nitelendirilmiştir (Dixon 1999). Propil hekzenoat işlem görmemiş şıraların tümünde belirlenmiştir. En yüksek oranın OG (990,33) en düşük oranın ise PG (8,67) çeşidinde olduğu Çizelge 4.4’de görülmektedir. Uygulanan mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleriyle propil hekzenoat oranı OS, PS ve PG çeşidinde artmış, OG çeşidinde ise azalmıştır.

Depolamada propil hekzenoat oranı; PS çeşidinde fotosonifikasyon, PG çeşidinde mikrodalga ve sıcak dolum uygulanan şıralar hariç diğer şıralarda azalmıştır. Valappil *et al.* (2009) PEF, UV ve ısı işlem uygulanmış elma şıralarında depolamanın ardından bu bileşiği belirleyememişlerdir. Elma çeşidi, depolama ve elma çeşidi×depolama interaksyonunun propil hekzenoat bileşiği üzerine etkisi çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Uygulama ve elma çeşidi×uygulama interaksyonunun etkisi ise $p=0,05$ düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.5).

Propil 2-metil bütirat bileşiği sadece OG (114,67) ve OS (151,33) çeşitlerinde tespit edilmiştir. Uygulanan işlemlerden mikrodalga ve fotosonifikasyon işlemi OS çeşidinde propil 2-metil bütirat bileşiğinin oranını artırmış sıcak dolum işlemi ise azaltmıştır. Mui *et al.* (2002) izobutil asetat, etil bütirat, bütül asetat, isoamil asetat, 1-butanol, isobutil bütanoat (2-metil propil bütirat), 2-hekzenal ve izo amil butanoat bileşiklerinin düşük molekül ağırlıklarına sahip olduklarını ve sudaki çözünürlüklerinin yüksek olması sebebiyle mikrodalga işlemi ile kolaylıkla buharlaştıkları ve işlem boyunca stabil olmadıklarını bildirmişlerdir. Yağ asitlerinin oksidasyonu ile elmada bir çok uçucu aromatik bileşikler oluşmaktadır. Oksidasyon, β -oksidasyon veya lipoksigenaz yolu ile olmaktadır (Song and Bangerth 2003). 60°C 'nin üzerinde bir dakika ısı işlem uygulanan soya fasülyesinde lipoksigenaz enziminin aktivitesinde önemli düzeyde artış olduğu ve bu artışın oksidasyonu önleyen antioksidanların denatürasyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Zilic *et al.*2010). Enzim faaliyetinde artış uçucu bileşiklerin oranının artmasına sebep olmaktadır. Propil 2-metil bütirat OG çeşidinde uygulanan işlemlerin ardından kaybolmuştur. Depolamanın ardından bileşik sadece OS çeşidinde ve oranı azalmış olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.5'de bileşik üzerine elma çeşidi, uygulama ile elma çeşidi×depolama, depolama×uygulama interaksyonlarının etkilerinin çok önemli ($p< 0,01$) çıktığı görülmektedir.

Araştırmada belirlenen propil esterleri oran olarak en fazla OG çeşidinde belirlenmiş olup bunu OS, PS ve PG çeşitleri takip etmiştir. Uygulanan mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri propil esterlerinin oranlarını OG çeşidinde azaltmış, oysa OS, PS ve PG çeşitlerinde artırmıştır. Depolamanın ardından mikrodalga uygulanmış

şıraların propil esterlerinin oranları OS, OG ve PS çeşitlerinde azalırken, PG çeşidinde artmıştır. Sıcak dolum uygulanmış OG ve OS şıralarda bu esterlerde azalma olmuş, PG çeşidinde ise artış olmuştur. Ayrıca OG, OS ve PG çeşitlerinin fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şıralarında propil esterlerinin oranları azalmış, PS çeşidinde ise artmıştır.

Metil hekzenoat bileşiği ise sadece OS çeşidinde 7,67 oranında belirlenmiştir. Uygulanan mikrodalga işlemiyle bileşiğin oranında hafif bir düşüş olmuş, sıcak dolum işleminde ise artış olmuştur. Bileşik oranındaki değişim az önemli ($p>0,05$) bulunmuştur. Depolamadan sonra metil hekzenoat bileşiği belirlenememiştir (Çizelge 4.4).

4.5.2. Alkoller

Elmada üçyüz'den fazla aroma bileşiği bulunduğu ve bu bileşiklerin aroma üzerine katkıları incelenip en büyük gurubun esterler olduğu (%78-92) onu alkollerin izlediği (%6-16), elma çeşitleri üzerinde yapılan pek çok çalışmayla ortaya konmuştur. (Dixon and Hewett 2000). Elmadaki alkoller ve açıl-CoA'lar alkol açiltrensferaz enziminin katalizlediği reaksiyonlarla esterlere dönüşmektedir (Zhu *et al.* 2008). Meyvedeki alkol konsantrasyonunun esterlerin sentezinde sınırlayıcı bir faktör olduğu düşünülmektedir. Zira etil ve hekzil esterlerin oluşumunda hekzenol ve etanol alkollerin teşvik edici faktör olduğu tespit edilmiştir (Dixon 1999). Bu çalışmada hekzil esteri içeriği ve hekzenol içeriğinin en fazla olduğu çeşit OG çeşidi olması yapılan çalışmayla örtüşmektedir.

Çizelge 4.6'da araştırmada kullanılan elma çeşitlerinde belirlenen alkol içerikleri ile uygulanan işlemlerin ve depolamanın bu bileşikler üzerindeki etkileri sunulmuştur. İşlem uygulanmamış elma şıralarının tümünde hekzenol oranının daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Hekzenolün elma aromasını bastırıp meyvenin tadını ve aromasını olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Komthong *et al.* 2007). Hekzenol oranı en fazla OG (712,00) çeşidinde en az ise PG (10,67) çeşidinde bulunmuştur. Uygulanan işlemlerin etkisiyle OS çeşidinin mikrodalga ve sıcak dolum uygulanan şıraları ile OG çeşidinin

fotosonifikasyon uygulanan şırası hariç diğer elma şıralarının hekzenol içeriği azalmıştır. En fazla azalma OG çeşidinin mikrodalga uygulanan şırasında (15,00) olmuştur. OS ve OG çeşitlerinde işlemede artan hekzenol depolamada azalmış, diğer şıralarda artmıştır. En fazla artış (205,00) ise işlemlerde en fazla düşüş olan şırada yani OG çeşidinin mikrodalga uygulanan şırasında olmuştur. Hekzenol bileşiği üzerine elma çeşidi, depolama, uygulama ve bunların interaksiyonlarının etkilerinin çok önemli ($p < 0,01$) bulunduğu Çizelge 4.5’de görülmektedir.

Çizelge 4.6. Elma çeşitlerinde belirlenen alkol bileşikleri ile uygulanan teknolojik işlemler ve depolamanın bileşikler üzerindeki etkileri

		Etenol	1 Butanol	2 metilbutanol	1 propanol	1 hekzenol	2 furanmetanol
KONTROL (TAZE)	OS	15,00	50,67	30,33		71,67	
	OG	13,33	240,00			712,00	
	PS		2,33	1,67	4,67	11,00	8,67
	PG	0,67	0,67		7,67	10,67	9,67
İŞLEM SONRASI	OSMD	67,67	34,67	40,33	16,33	155,33	30,67
	OSP	14,67	46,33	89,00		401,67	69,33
	OSF	112,33	23,67		16,67	67,67	13,00
	OGMD	2,33	4,33		9,67	15,00	10,33
	OGP	2,00	5,67		4,33	39,67	3,67
	OGF	42,33	196,33			875,67	
	PSMD	1,67	0,33	3,33	3,33	5,67	3,67
	PSP	1,33	1,00	3,33	7,00	2,67	4,00
	PSF	5,00	1,00	4,00	3,67	3,00	
	PGMD	1,67	5,33		2,33	9,33	3,33
	PGP		2,67			6,33	
	PGF		2,67		4,00	9,00	2,67
	DEPOLAMA SONRASI	OSMDD	165,67			72,33	50,00
OSPD		121,67	14,00		46,67	40,00	17,67
OSFD		2707,00			38,67	105,00	83,67
OGMDD			31,00		16,67	205,00	88,00
OGPD		6,67	15,33		35,00	73,67	23,67
OGFD		1198,67	27,00		31,33	142,33	25,33
PSMDD					24,67	12,00	71,67
PSPD		4,00			27,00	34,67	19,33
PSFD		1755,33	11,33		10,67	46,67	60,00
PGMDD		4,67	17,00		17,33	27,67	
PGPD		4,33	4,00		9,00	13,00	
PGFD	1468,00	14,00		18,67			

Bütanol elma suyunda en çok bulunan ve Jonagold elma çeşidinde yüksek konsantrasyonlarda tespit edilen alkol çeşididir (Komthong *et al.*2007). Bütanol bileşiği de hekzenol bileşiği gibi kontrol grubu şıraların tümünde belirlenmiştir. Oransal olarak en fazla OG (240,00), en az ise PG (0,67) çeşidinde tespit edilmiştir. Elma çeşidinin bileşik üzerine etkisi önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Mikrodalga (5,33), sıcak dolum (2,67) ve fotosonifikasyon (2,67) PG çeşidinin bütanol içeriğini artırmış, OS, OG ve PS çeşitlerinkini azaltmıştır. En fazla düşüş OG çeşidinin şıralarında saptanmıştır. İşlemlerin bütanole etkilerinin $p=0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Çilek suyuna uygulanan PEF ve ısıtma işleminin (90°C 'de 30 ve 60 s) aromatik bileşikler üzerine etkileri incelenmiş ve başlangıçta bütanol bileşiğinin oranındaki değişimin önemli olmadığı, fakat ısıtma işlemi uygulanmışlarda bütanol oranının arttığı saptanmıştır (Aguayo *et al.* 2009). Depolamanın bütanol bileşiği üzerine etkisi incelendiğinde OG ve PG çeşitlerinin tüm şıralarında artış olduğu Çizelge 4.4'de görülmektedir. Öte yandan, OS çeşidinin mikrodalga ve sıcak dolum, PS çeşidinin mikrodalga uygulanan şıralarında depolama sonunda bütanol bileşiği belirlenmemiştir.

Elma çeşitlerinde belirlenen diğer bir alkol etanoldür. Çizelge 4.6'da etanolün elma çeşitlerindeki oranı ile uygulanan işlemlerin ve depolamanın etkileri verilmiştir. Etanol ve etil esterlerinin etilen büyüme hormonunun etkisiyle oluştukları ve oranlarının meyvenin olgunluğuyla ilgili olduğu bildirilmiştir (Bett *et al.* 2000). Delicious ve Golden Delicious elmalarına uygulanmış etilen engelleyici 1-methylcyclopropene (1-MCP), 2-chloroethyl phosphonic acid (ethephon) ve methyl jasmonate (MeJA) bileşiklerinin meyvelerin aroması üzerine etkileri incelenmiştir. Alınan sonuçta kontrol grubu elmaların diğer elmalara nazaran etanol ve propanol içeriklerinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (Kondo *et al.* 2005). Bu çalışmada da etil ester ve etanol en fazla OS çeşidinde belirlenmiştir. Etanol en fazla OS (15,00), en az PG (0,67) çeşidinde tespit edilmiştir. Fotosonifikasyon PG çeşidi hariç diğer çeşitlerde etanolün oranını artırmıştır. Mikrodalga işlemi ile OS, PS ve PG çeşitlerinde bileşiğin oranında artış, OG çeşidinde ise azalış olmuştur. Depolama sonunda genel olarak bileşiğin oranında artış olmuştur. En yüksek artış fotosonifikasyon uygulanmış şıralarda belirlenmiştir. OG ve PS çeşidinin mikrodalga uygulanmış şıralarında ise bileşik tespit edilememiştir. 48°C , 50°C

ve 52⁰C’de radyo frekansıyla ısıtılıp 10 gün soğukta depolanan portakal sularında etanol içeriğinin arttığı ve en yüksek artışın sıcaklığın en yüksek olduğu uygulamalarda görüldüğü bildirilmiştir. Araştırmada uzun süren yüksek sıcaklık işlemi solunum hızının artmasına ve anaerobik metabolitik yolun başlamasına neden olduğu bu yüzden de etanol bileşiğinin oranında artış olduğu düşünülmüştür (Birla *et al.* 2005). Etanol bileşiği üzerine elma çeşidi, işlem, depolama ve bunların interaksiyonlarının etkisi çok önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Propanol ve Maillard reaksiyon ürünü olan 2-furanmetanol alkolleri sadece taze PS ve PG şıralarında belirlenirken, OS ve OG çeşitlerinde işlemlerin ardından tespit edilmişlerdir. İşlemlerin etkisiyle PS ve PG çeşitlerinde propanol ve 2-furanmethanol oranları azalmıştır. OG çeşidinin fotosonifikasyon işlemi uygulanan şırası ile PG çeşidinin sıcak dolum uygulanan şıralarında bu bileşikler saptanmamıştır. Depolama sonunda bileşiklerin oranlarında artış olmuştur. Fakat PG çeşidinin tüm şıralarında 2-furanmetanol belirlenememiştir (Çizelge 4.6). Yapılan varyans analiz sonuçlarında propanol bileşiği üzerine elma çeşidinin, uygulamanın ve depolama×uygulama interaksiyonunun etkisi önemli ($p < 0,05$) bulunurken, depolamanın etkisi çok önemli ($p < 0,01$) çıkmıştır.

4.5.3. Aldehitler

Çizelge 4.7’de araştırmada kullanılan taze elma çeşitlerinde tespit edilen aldehitler ile uygulanan işlemler ve depolamanın bunlara etkileri verilmiştir. Aldehitler elmanın olgunlaşması ile alkollere indirgenir ve/veya asitlere oksitlenir. Oluşan alkoller ve asitler ester sentezinde rol alırlar. Araştırmada belirlenen hekzil esterleri ve hekzenol oranlarının en fazla OG çeşidinde belirlenmesi bu bileşiklerin ön maddesi olan trans 2-hekzenal ve hekzenal bileşiklerinin OG çeşidindeki oranlarının bolluğu ile örtüşmektedir. Hekzenal ve trans 2-hekzenal bileşikleri elmaya otsu bir aroma verir. Genellikle olgunlaşmamış elma tadı olarak nitelendirilir (Aaby *et al.* 2011).

Araştırmada belirlenen aldehit gurubunda trans 2-hekzenal ve hekzenal bileşiklerinin oran olarak daha fazla olduğu çizelgeden anlaşılmaktadır. Trans 2-hekzenal en fazla OG elma çeşidinde (956,00) en az ise PG elma çeşidinde (33, 67), hekzenal bileşiği de en fazla OG çeşidinde (279,67) en az ise PS çeşidinde (11,00) belirlenmiştir. Peck *et al.* (2006) organik, geleneksel ve karma yetiştiricilik yapılan elma bahçelerinden hasat ettikleri elmaların kalite öğeleri üzerine araştırma yapmışlardır. Elmalardaki toplam aldehit içeriğinin en fazla organik elma çeşidinde bulunduğu rapor edilmiştir. Greensleeves elma çeşidi üzerine yapılan bir çalışmada hekzenal ve trans 2-hekzenal aldehitlerinin hem ağaç olumunda hem de yeme olumunda olan elmada baskın aldehit bileşikleri olduğu belirlenmiştir (Defilippi *et al.* 2005). Meyve kesildiği veya dokusu parçalandığı zaman 10 dakika içerisinde oksidatif ve hidrolitik enzimlerin katalizmesiyle lipidlerin oksijen etkisiyle hekzenal ve trans 2-hekzenal bileşiklerine dönüştüğü, 20 dakikadan daha az bir süre içinde dönüşümün maksimum seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. Linoleik ve linolenik asidin meyve dokusundaki oranları ile aldehit oluşumu yakından ilgilidir. Yapılan bir çalışmada parçalanmış elma dokusuna %0.01 linoleik asit eklendiği zaman hekzenal bileşiğinin oranı %302, trans 2-hekzenalın ise %104 arttığı, %0.01 oranında linolenik asit eklendiğinde ise hekzenalın %102, trans 2-hekzenal ise %435 oranında oluştuğu rapor edilmiştir (Yahia 1994). Buna göre araştırmada belirlenen trans 2-hekzenal bileşiğinin oranının hekzenal bileşiğine nazaran daha çok olması, meyve dokusunda linolenik asit miktarının daha fazla olduğunu düşündürmektedir. OS elma çeşidinin işlem uygulanmamış şıralarında her iki bileşik de tespit edilmemiştir. Uygulanan mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemlerinin ardından hekzenal ve trans 2-hekzenal bileşiklerinin oranları OG çeşidinin fotosonifikasyon uygulanan sırası hariç diğer şıralarda düşmüştür. OG çeşidinin fotosonifikasyon işleminden sonra hekzil esterlerindeki düşüş, bu bileşiklerin ön maddesi olan (Dixon 1999) hekzenol ve hekzenal ve trans 2-hekzenal bileşiklerindeki artış esteraz enziminin katalizlediği hidroliz reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elmada yüksek oranlarda bulunan alkollerin esteraz enzimini katalizlediği bildirilmiştir (Geodenough 1983). OG çeşidinin alkol oranının diğer çeşitlerden daha fazla olduğu Çizelge 4.6'da görülmektedir. Trans 2-hekzenal bileşiğinde PS (6,33) ve PG (3,67) çeşitlerinde en fazla düşüş sıcak dolum uygulanmış şıralarda, OG (18,33) çeşidinde ise mikrodalga uygulanan şıradadır. PS çeşidinde

hekzenal işlemlerin ardından tespit edilememiştir. Depolamayla OG çeşidinde trans 2-hekzenal bileşiği sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri uygulanan şıralarda düşmüş, mikrodalga uygulanan şırada 9,67 oranında artmıştır. Özellikle fotosonifikasyon uygulanmış şırada keskin bir düşüş olmuştur. Ayrıca PS ve PG çeşitlerinin fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şıralarında ise depolamanın ardından bu bileşik tespit edilmezken PG çeşidinin mikrodalga ve sıcak dolum işlemleri uygulanmış şıralarında bileşiğin oranında artış olmuştur. Yapılan varyans analiz sonucuna göre hekzenal bileşiği üzerine elma çeşidinin etkisi önemli ($p < 0,05$) bulunurken, depolama ile elma çeşidi×depolama, elma çeşidi×uygulama ve elma çeşidi×depolama×uygulama interaksiyonları çok önemli ($p < 0,01$) olmuştur. Trans 2- hekzenal bileşiği üzerine ise elma çeşidi, depolama, işlem ve bunların interaksiyonlarının etkileri çok önemli ($p < 0,01$) çıkmıştır.

Elma çeşitlerinde belirlenen diğer bir aldehit furfuraldır. Furfural, hidroksimetilfurfural (HMF), 2-furanmetanol enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun ürünleridir. Bu ürünler gıdanın matriksinde bulunan serbest amino asitlerin, proteinlerin veya peptitlerin serbest amino grupları ile indirgen şeker, lipit oksidasyonu ürünleri veya askorbik asit arasında gerçekleşen enzimatik olmayan Maillard reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Maillard reaksiyonunda oluşan ürünlerin miktarı ortamın pH'sı, sıcaklığı, su aktivitesi ve reaksiyona giren maddelerin türüne bağlı olarak değişir. Ortamın pH'sı 7'nin altında olduğu zaman pentoz şekeri furfurala, hekzoz şekeri ise HMF'ye dönüşür (Yıldız *et al.* 2010). Bu dönüşüm reaksiyonları gıdanın renginde, tadında, besleyicilik özelliğinde ve aromasında değişimler oluşturur. Furfural çeşitli meyvelerde önemli aroma bileşiği olduğu ve meyve sularının depolanmasıyla arttığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Yuan and Chen1998).

Çizelge 4.7. Elma çeşitlerinde belirlenen aldehit bileşiklerinin oranları ile uygulanan teknolojik işlemler ve depolamanın bileşikler üzerindeki etkileri

		Asetaldehit	Hekzenal	2Hekzenal	Oktanal	Pentenal	Furfural	Benzaldehit
KONTROL (TAZE)	OS				13,00		7,67	15,67
	OG		279,67	956,00				15,00
	PS		11,00	40,33		1,33	49,00	0,33
	PG		37,00	33,67		1,00	49,67	0,67
İŞLEM SONRASI	OSMD	226,33			11,67		259,00	27,00
	OSP		470,33		46,67		453,33	17,67
	OSF						152,67	5,33
	OGMD		2,00	18,33		0,33	29,67	
	OGP			65,67		0,66	30,67	2,00
	OGF		366,67	717,33			74,00	17,33
	PSMD			25,00			40,33	0,67
	PSP			6,33	2,33		34,33	0,30
	PSF			12,67		1,00	15,33	0,32
	PGMD		3,33	14,33		0,33	23,33	0,31
	PGP	23,67	9,33	3,67		1,00	22,33	0,33
	PGF		1,00	16,33		1,67	30,00	0,33
DEPOLAMA SONRASI	OSMDD				108,67		317,67	8,67
	OSPD		18,00		12,00		216,00	21,33
	OSFD		9,33	13,67			120,67	7,67
	OGMDD		4,67	28,00	13,67	3,67	411,67	17,00
	OGPD			39,67	4,33		178,00	7,67
	OGFD			4,33		49,33	332,00	2,33
	PSMDD		28,00		8,00	15,67	201,67	4,67
	PSPD			2,33	6,00	7,67	193,33	5,33
	PSFD		18,00			14,33	323,00	7,00
	PGMDD			21,67		4,33	208,33	4,00
	PGPD			7,67		12,00	143,67	3,33
	PGFD	203,00				1,67	19,33	210,33

Kontrol gurubu şıraların furfural içeriği incelenecek olursa en fazla PG (49,67) ve PS (49,00) çeşitlerinde çıktığı, OS çeşidinde ise 7,67 oranında belirlendiği Çizelge 4.7’de görölmektedir. OG çeşidinin kontrol gurubu sırasında belirlenemeyen furfural uygulanan işlemlerin ardından tespit edilmiştir. Mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri OS ve OG çeşitlerinin furfural içeriğini artırırken, PS ve PG çeşitlerininkini düşürmüştür. En fazla artış OS çeşidinin sıcak dolum (453,33) uygulanan sırasında, en fazla azalış ise PS çeşidinin (15,33) fotosonifikasyon uygulanan sırasında olmuştur. Depolama ile furfural bileşiği OS çeşidinin sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri uygulanan şıraları hariç diğer bütün şıralarda artmıştır. Furfural bileşiğini elma çeşidi $p=0,05$ düzeyinde etkilerken, depolama, işlem ve elma çeşidi×depolama, depolama×uygulama interaksiyonları $p=0,01$ düzeyinde etkilemiştir (Çizelge 4.5).

Benzaldehit, oktanal, pentanal ve asetaldehit elma çeşitlerinde bulunan diğer aldehitlerdir. Benzaldehit en fazla OS çeşidinde (15,67) en az ise PG çeşidinde (0,33) tespit edilmiştir. Mikrodalga ve sıcak dolum OS çeşidinde, fotosonifikasyon ise OG çeşidinde bileşiğin oranını artırmıştır. Depolama sonunda benzaldehit bileşiğinin oranı OS çeşidinin mikrodalga uygulanan sırası ile OG çeşidinin fotosonifikasyon uygulanan sırası hariç diğer bütün şıralarda artmıştır. Kontrol gurubu şıralarda oktanal sadece OS çeşidinde pentanal ise sadece PS ve PG çeşitlerinde saptanmıştır. Uygulanan işlemler ve depolama pentanal bileşiğini $p=0,01$ düzeyinde etkilediği Çizelge 4.5’de görölmektedir. Depolama genel olarak her iki bileşiğin de oranını artırmıştır (Çizelge 4.7).

4.5.4. Diğer uçucu bileşikler

Araştırmada belirlenen diğer uçucu bileşikler Çizelge 4.8’de verilmiştir. Maillard reaksiyonu sonucu oluşan 5-hidroksimetilfurfural (5-HMF) bileşiği taze şıralarda OS çeşidi hariç diğerlerinde belirlenmiştir. Furfural bileşiği gibi 5-HMF de PS (7,33) ve PG (8,00) çeşitlerinde daha fazla bulunmuştur. Mikrodalga, sıcakdolum ve fotosonifikasyon işlemleri PS ve PG çeşitlerinde 5-HMF’nin oranını azaltmıştır. OS çeşidinde başlangıçta tespit edilemeyen bu bileşik mikrodalga işleminden sonra 51,00, sıcak dolum

işleminde sonra 63,00 ve fotosonifikasyon işleminde sonra 25,33 oranlarında belirlenmiştir. Depolamada OG, PS ve PG çeşitlerinin tüm şıralarında 5-HMF artışı olurken, OS çeşidinde ise azalış olmuştur. Elma çeşidi ve işlem ile elma çeşidi×depolama interaksiyonunun etkisi $p=0,01$ düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.5).

Golden Delicious ve Amasya elmalarından elde edilen elma suyu konsantreleri 4 ay boyunca üç farklı sıcaklıkta (5°C , 20°C , 37°C) depolanmış ve örneklerdeki HMF konsantrasyonu ölçülmüştür. 5°C 'de depolanan örneklerin HMF miktarlarındaki değişim önemli bulunmazken, 20°C 'de ve 37°C ' de depolanan örneklerin HMF içeriğindeki artış önemli bulunmuştur. HMF içeriğindeki artış Golden Delicious elma çeşidinde daha fazla olduğu bildirilmiştir (Burdurlu and Karadeniz 2003). Lee and Nagy (1988) 10°C 'de depolanan greypfrut suyunda HMF içeriğinde artış olmadığını fakat, 50°C 'de depolanan greypfrut suyunda yüksek oranda HMF birikimi olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada örnekler 20°C 'de depolanmıştır. OS çeşidi hariç diğer çeşitlerde depolama boyunca 5-HMF'nin arttığı Çizelge 4.8' de görülmektedir.

Çizelge 4.8. Elma çeşitlerinde belirlenen diğer bileşikler ile uygulanan teknolojik işlemler ve depolamanın bileşikler üzerindeki etkileri

		Asetik asit	DL-MH	HMF	α -farnesan
KONTROL (TAZE)	OS	12,67			1,67
	OG	36,33	39,00	3,33	
	PS			7,33	
	PG			8,00	
İŞLEM SONRASI	OSMD		19,00	51,00	11,33
	OSP		40,00	63,00	9,33
	OSF			25,33	4,33
	OGMD	6,00		4,00	
	OGP			6,00	
	OGF		14,00		
	PSMD			6,67	
	PSP			4,33	
	PSF			2,00	
	PGMD			4,00	

Çizelge 4.8. (devam)

		Asetik asit	DL-MH	HMF	α -farnesan
	PGP			2,67	
	PGF			3,33	
DEPOLAMA SONRASI	OSMDD			22,00	
	OSPD			18,33	
	OSFD	213,33		7,00	5,00
	OGMDD			45,00	
	OGPD			24,67	
	OGFD			14,00	
	PSMDD			21,67	
	PSPD			13,67	
	PSFD			32,00	
	PGMDD			24,67	
	PGPD			21,00	
PGFD			19,67		

DL-6-metil-5-hepten-2-one bileşiği sadece OG çeşidinde 39,00 oranında, Gravenstein elmalarında yüksek oranda bulunan, bununla karakterize edilen ve elmaya otsu bir aroma veren alfa farnesan bileşiğinin (Aaby *et al.* 2001; Karlson *et al.* 1999) ise sadece OS çeşidinde 1,67 oranında belirlenmiştir. Uygulanan işlemler ile alfa farnesan bileşiğinin oranı artmış ve başlangıçta OS çeşidinde belirlenemeyen dl-6-metil-5-hepten-2-one bileşiği işlemlerden sonra belirlenmiştir. OG çeşidinde ise mikrodalga ve pastörizasyon işlemlerinin ardından dl-6-metil-5-hepten-2-one bileşiği kaybolmuş, fotosonifikasyon işlemi ise bileşiğin oranını azaltmıştır. Depolamanın ardından sadece OS çeşidinin fotosonifikasyon işlemi uygulanmış sırasında alfa farnesan bileşiği tespit edilmiştir. Asetik asit; OS çeşidinde 12,67, OG çeşidinde ise 36,33 oranında belirlenmiş işlemlerin ardından sadece OG çeşidinin mikrodalga işlemi uygulanan sırasında 6,00 oranında bulunmuştur.

Sonuç olarak araştırmada kullanılan elma çeşitlerinde belirlenen esterler ve alkoller oran olarak en fazla OG çeşidinde belirlenmiş, bunu OS, PS ve PG çeşitleri takip etmiştir. Elmaya otsu aroma veren aldehit grubu ise en fazla OG çeşidinde belirlenmiştir. Bunu PG, PS ve OS çeşitleri izlemiştir. Organik olduğu tahmin edilen Golden Delicious ve

Starking Delicious elmalarının geleneksel şartlarda yetiştirilen Starking Delicious ve Golden Delicious elmalarından aroma bileşikleri bakımından daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Fakat organik, geleneksel ve karma üretimin elmaların ester ve alkol içerikleri üzerinde önemli bir etki yapmadığı yapılan bir çalışmada belirlenmiştir (Peck *et al.* 2006). Öte yandan Roth *et al.* (2005) organik ve karma üretimin elmaların aroma profillerinde önemli değişimler yaptığını bildirmişlerdir. Rembialkowska (2003) organik havuç ve patatesin duyuşal değerlendirme sonucunda tat ve aromasının geleneksel patates ve havucunkine nazaran daha çok beğenildiğı ve farklılığın önemli seviyede olduğunu belirlemiştir. Ayrıca organik patatesin C vitamininin geleneksel patatesinkinden çok daha fazla olduğu, bunun düşük oranda tespit edilen nitrattan kaynaklandığı bildirilmiştir.

Uygulanan mikrodalga ve sıcak dolum işlemleri OS ve PG çeşitlerinin toplam ester oranını artırmış, OG ve PS çeşitlerinin ise azaltmıştır. Fotosonifikasyon işlemi ise bütün çeşitlerin ester oranını artırmıştır. Alkol ve aldehit içeriğı mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleriyle OS çeşidinde artmış, PS ve PG çeşitlerinde azalmıştır. OG çeşidinde ise sadece fotosonifikasyon işlemi toplam aldehit oranını artırmış, diğer işlemler azaltmıştır. Depolama sonucu OS çeşidinin bütün şıralarında ester içeriğı azalmış, PS ve PG çeşitlerinde artmıştır. OG çeşidinde ise ester oranı fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şırada azalmış, mikrodalga ve sıcak dolum işlemleri uygulanan şıralarda artmıştır. Depolamadan sonra OS çeşidinin mikrodalga ve fotosonifikasyon uygulanan şıralarında alkol oranı artmış, sıcak dolum uygulanan şırada ise azalmıştır. OG, PS ve PG çeşitlerinin bütün şıralarında toplam alkol içeriğı artmıştır. Depolamada aldehit içeriğı ise PS ve PG çeşitlerinin tüm şıralarında artmış, OS çeşidinde azalmıştır. OG çeşidinde ise mikrodalga ve sıcak dolum işlemleri gören şıraların aldehit oranı artmış, fotosonifikasyon işlemi uygulanan şırada ise azalmıştır. Bu durumun pektik madde, su oranı, yetiştirme şartları, çeşit ve olgunluk düzeyinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Pektik madde işlemlerin etkinliğini azalttığı ve aroma uçucu bileşiklerini veya bu bileşiklerin oluşumundan sorumlu enzimleri koruduğı ve depolama boyunca enzimlerin faaliyetlerine yavaş da olsa devam ettiğı düşünülmektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda pektik madde uçucu bileşikleri içinde

hapsettiği için gıdalarda aromanın serbest kalmasını engellediği bildirilmiştir (Komthong *et al.*2006a). Elma şirasına uygulanan ısı işleminden sonra uçucu bileşiklerin konsantrasyonlarının 80, 90, 100 ve 110⁰C'ye kadar arttığını, fakat bileşiklerin niteliğinde bozulmalar olduğunu bildirmiştir. Konsantrasyondaki artış sebebinin meyve suyu matriksinde bulunan pektin gibi polisakaritlerin sıcaklık etkisiyle parçalanarak aroma uçuculuğunu engelleme etkilerini ortadan kalkmasından kaynaklandığı bildirmişlerdir (Kato *et al.* 2003).

Meyvelerde bulunan selüloz, hemiselüloz, pektin ve nişasta başlıca polisakkaritlerdir. Selüloz ve hemiselüloz hücre duvarının temel maddeleri olup, meyvelerin kabuk ve çekirdek kısmında çok miktarda bulunmaktadır. Olgunlaşmamış elma ve armutta bol miktarda bulunan nişasta ise meyve olgunlaştıkça miktarı azalmaktadır. Meyve suyu üretim teknolojisinde en önemli polisakkarit pektik maddelerdir. Pektik maddeler karışık kolloidal karbonhidrat türevleridir ve olgunlaşmamış meyvede protopektin yapısında bulunup meyve olgunlaştıkça pektine dönüşmektedir (Cemeroğlu 1982). Bu çalışmada OS elma çeşidinin kuru madde içeriği %16,63, OG elma çeşidinin ise %14,90 olarak tespit edilmiştir. OG elma çeşidi OS elma çeşidine nazaran daha küçük ve elde edilen şıranın ise daha viskoz olduğu izlenmiştir. Araştırmada kullanılan elmaların kabukları soyulmadan şıra elde edilmiş ve elde edilen şıralar herhangi bir süzme işlemine tabii tutulmamış, kaba parçacıklar ayırt edilmemiştir. Elma meyvesinin kabuk kısmı et kısmından daha çok aroma içeriği bulundurmaktadır. Küçük elmaların kabuk kısmının ete oranla daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu yüzden, meyve suyuna işlenecek elmaların küçük ve olgun olanları aroma içeriği daha fazla şıralar verdiği için tercih edilmektedir. (Cemeroğlu 1982). Başlangıçta OG çeşidinin ester içeriği OS, PS ve PG çeşidilerinkine kıyasla daha fazla olmasının hem çeşit farklılığından hem de yukarıda bahsedilen sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Uygulanan sıcak dolum ve mikrodalga işlemlerinde sıcaklığın etkisiyle, fotosonikasyon işleminde ise oluşan kaviteasyon ve UV ışınlarının etkisiyle hücre membranında parçalanmalar oluşmaktadır. Dokuda meydana gelen bu parçalanmalar sonucu enzimatik faaliyetler hızlanmakta ve pektik maddede hapsolunan aroma maddelerinin de serbest kaldığı düşünülmektedir. Özellikle OS çeşidinde işlemlerin ardından ester içeriğinin artışının sebeplerinden

birinin de bu olduğu düşünölmektedir. Ayrıca pektik madde ısıı işlemin etkisiyle meyve suyunun viskozitesini artırarak ısı iletimini düşörmektedir (Cemeroğlu 1982). Araştırmada elma şıralarının içerdđđi pektik madde ve şıra içerisindeki parçacıklardan dolayı uygulanan mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemlerinin enzimler üzerindeki etkilerinin belli bir yönde olmadđđı ve enzimlerinin farklı düzeyde faaliyetlerini devam ettirdikleri düşünölmektedir. Portakal suyu üzerine ısıı işlem ve PEF işleminin etkileri incelenmiş ve işlemler sonunda aroma maddelerindeki artışın pektik maddede kalan uçucu bileşikleri ve enzimlerin serbest hale geçişinden kaynaklandđđı rapor edilmiştir (Sampedro *et al.* 2009). Öte yandan aroma maddeleri amino asit metabolizması sonucu da oluşmaktadır. Su ve Wiley (1998) elma suyuna 85⁰C’de 10 dak pastörizasyon işlemi uygulamışlar ve işlemin ardından propil butirat bileşğinin oranında artış olduğunu saptamışlardır. Bu artışın sebebinin amino asit metabolizmasından kaynaklandđđını bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmada kullanılan elma çeşitlerinde su oranları PS çeşidinde %85,95, PG çeşitlerinde %86,31 OG çeşidinde %85,10 OS çeşidinde ise %83,37 olarak belirlenmiştir. aromayı oluşturan bileşikler özellikle esterler; sudaki çözünürlükleri ve uçucu özelliklerinin yüksek olmasından ötürü buhar fazında fazlaca bulunurlar. OS çeşidinde işlemlerden sonra esterlerin oranının artması, OG, PS ve PG azalmasında su oranlarının OS çeşidinden fazla olması ve işlemlerin etkisiyle buharlaşan su ile birlikte aroma bileşiklerinin de buharlaştđđı düşünölmektedir.

Elmada ester oluşumunu katalizleyen AAT, ADH gibi enzimlerin yanı sıra esteraz gibi, esterlerin alkollere ve karboksilik asitlere dönüşümünü sağlayan hidroliz enzimleri de bulunmaktadır (Dixon 2000). Çizelge 4,6’da depolama sonunda elma çeşitlerinin alkol içeriğinin arttığı görölmektedir. OS çeşidinde ester içeriğinin depolamadan sonra düşmesi hidroliz enzimlerinin esterleri alkollere dönüştürme reaksiyonlarını katalizlemesi açıklanabilirler. Zira elma meyvesinin aroma içeriği esterler ile karakterize edilirken elma suyu alkoller ile karakterize edilmektedir. Ayrıca aromadaki değişim sadece işleme aşamalarında enzim faaliyetiyle değil, ısıı işlemin etkisiyle ve depolamanın süresi ve sıcaklığına bağlı olarak da değişim olmaktadır (Cemeroğlu 1982). ısıı işlem (90⁰C’de 30 ve 60 s) ve PEF işlemleri uygulanan çilek sularında

depolama boyunca lipoksigenaz ve β -glükosidaz enzimlerinin aktiviteleri ile aromada değişimler incelenmiştir. Araştırma sonunda lipooksigenaz ve β -glükosidaz enzimlerinin aktiviteleri azalmış olsa da uygulanan işlemlerin enzimleri tamamen inaktif hale getirmediği bulunmuştur. Meyvelerdeki lipooksigenaz izoenzimlerinin hem sıcaklığa dirençli hem de sıcaklıkla değişken fraksiyonlarının olduğu bildirilmiştir (Aguayo *et al.*2009). OG, PS ve PG çeşitlerinin depolamadan sonra ester oranlarının artması enzim rejenerasyonundan kaynaklanabileceği düşünölmüştür. Bu çalışmada elma şıraları oda sıcaklığında depolanmış ve aroma ekstraksiyon işlemleri 40⁰C’de 10 dak süre içinde gerçekleştirilmiştir. Şıralarda bulunan ester oluşumunu katalizleyen lipooksigenaz, AAT, ADH, gibi enzimler ile esterlerin hidrolizinde görev alan hidrolaz enzimleri depolama sıcaklığında aktivitelerine devam ettikleri ve ekstraksiyonda uygulanan sıcaklık ile depolama boyunca oluşan uçucu aromatik bileşiklerin serbest kaldığı düşünölmektedir. Depolamanın sonunda şıraların alkol oranlarında artış olmuş ve şıralar koklandığında fermantatif bir koku belirlenmiştir.

5. SONUÇ

1. Elma çeşitlerinin meyvelerinin toplam kuru madde içerikleri %13,69 -16,63 ve suda çözünür kuru madde içeriklerinin %10,83-12,17 arasında değişim göstermiştir. Elma meyvesinin çeşit ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak en yüksek kurumadde içeriği OS çeşidinde %16,63 oranında, en düşük ise PG çeşidinde %13,69 oranlarında belirlenmiştir.

2. Elma örneklerinde kül içeriği %0,13-0,34 arasında değişmiştir. En yüksek kül miktarı PG en düşük kül miktarı ise OG örneğinde tespit edilmiştir.

3. Elma çeşitlerinin meyvelerinde pH değeri OG çeşidinde 3,97 OS, PS ve PG çeşitlerinde 3,93 olarak belirlenmiştir. Titrasyon asitliği ise %0,62-0,87 arasında değişim göstermiştir. En yüksek titrasyon asitliği değeri OS örneğinde (0,87) en düşük değer ise OG örneğinde (0,62) saptanmıştır.

4. Elma çeşitlerinin meyvelerinin indirgen şeker miktarları %4,85-9,64, sakaroz miktarları %0,74-1,66 ve toplam şeker miktarları %6,12- 10,56 arasında değişim göstermiştir. Çeşit ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak indirgen şeker ve toplam şeker içeriklerinde en yüksek değer PS örneğinde en düşük değer ise PG örneğinde tespit edilmiştir.

5. Elma örneklerinde uygulanan işlemlerden yalnız fotosonifikasyon işlemi uygulanan şıralarda hem işlem sonrası hem de depolamanın ardından maya ve küf gelişimi gözlenmiştir.

6. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre tat ve lezzet olarak en çok beğenilen elma çeşidi OG çeşidi olmuştur.

7. Mikrodalga ve fotosonifikasyon işlemleri uygulanan elma şıralarının tat ve lezzet niteliği beğenilmekle birlikte fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şıraların renk ve tekstür niteliği yapılan duyusal değerlendirme sonucu beğenilmemiştir.
8. Yapılan duyusal değerlendirme sonucu sıcak dolum işlemi uygulanan elma şırasının tat ve lezzet niteliği beğenilmemiş, renk ve tekstür niteliği beğenilmiştir.
9. Araştırmada elma çeşitlerinde belirlenen esterler oran olarak en fazla OG çeşidinde bulunurken bunu OS, PS ve PG çeşitleri takip etmiştir. PS ve PG çeşitlerinin ester içeriği oranı OS ve OG çeşitlerinkine kıyasla önemli ölçüde az bulunmuştur.
10. Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinde hekzil, butil, propil esterlerinin oranı en fazla OG çeşidinde belirlenmiş bunu OS, PS ve PG çeşitleri takip etmiştir.
11. Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinde etil ester oranı en fazla OS çeşidinde en az PS çeşidinde tespit edilmiş ve PG çeşidinde ise etil esteri belirlenememiştir.
12. Araştırmada elma çeşitlerinde belirlenen alkoller oran olarak en fazla OG çeşidinde tespit edilmiş bunu OS, PS ve PG çeşitleri izlemiştir.
13. Araştırmada aldehitlerin oranı en fazla OG çeşidinde belirlenmiş olup bunu PS ve PG çeşitleri takip etmiştir. OS ise aldehit oranı en az olan çeşit olarak tespit edilmiştir.
14. Araştırmada elma çeşitlerinde ester olarak; hekzil, etil, propil, butil ve metil esterleri, alkol olarak; hekzenol, ethanol, butanol, propanol, 2-metil butanol ve 2-furanmethanol, aldehit olarak; hekzenal, trans 2-hekzenal, furfural, benzaldehit, oktanal ve aset aldehit, keton olarak dl-6-metil-5-hepten-2-one bileşikleri ile α -farnesan, asetik asit ve HMF bileşikleri tespit edilmiştir.

15. Metil hekzenoat, α -farnesan, etil asetat bileşikleri sadece OS çeşidinde tespit edilmiştir.

16. Mikrodalga ve sıcak dolum işlemleri OS ve PG çeşitlerinin ester oranını artırmış, OG ve PS çeşidinde ise azaltmıştır. Fotosonifikasyon işlemi ise bütün çeşitlerinin ester oranını artırmıştır.

17. Depolamanın sonunda mikrodalga işlemi uygulanmış şıralarda ester oranı OS çeşidinde azalmış, OG, PS ve PG çeşidinde artmıştır.

18. Alkol oranı mikrodalga ve sıcak dolum işlemleriyle OS çeşidinde artmış, OG, PS ve PG çeşitlerinde ise azalmıştır. Fotosonifikasyon işleminin ardından alkol oranında OS ve OG çeşitlerinde artış, PS ve PG çeşitlerinde ise düşüş olmuştur.

19. Depolama sonunda OS, OG, PS ve PG çeşitlerinin mikrodalga uygulanmış şıralarının alkol oranlarında artış olmuştur. Sıcak dolum OS çeşidinin alkol içeriği azalmış, OG, PS ve PG çeşitlerininkini ise artırmıştır. Fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şıralarda depolanmanın ardından alkol miktarı bütün çeşitlerde artmıştır.

20. Uygulanan mikrodalga, sıcak dolum ve fotosonifikasyon işlemleri aldehit içeriğini OS çeşidinde artırmış, OG, PS ve PG çeşidinde ise azaltmıştır.

21. Depolamanın sonunda mikrodalga ve sıcak dolum işlemi uygulanmış şıraların aldehit içeriğinde OS çeşidinde azalış, OG, PS ve PG çeşitlerinde artış olmuştur. Fotosonifikasyon işlemi uygulanmış şıralarda ise OS ve OG çeşitlerinde azalış, PS ve PG çeşitlerinde artış olmuştur.

20. Depolama boyunca aroma bileşiklerinin konsantrasyonlarında değişim olmuştur.

21. Elma çeşitlerinde enzimatik olmayan Maillard reaksiyonu sonucu 5-HMF, furfural, 2-furanmetanol belirlenmiş ve bu bileşikler depolama boyunca artmıştır.

22. Elma şıralarında depolamanın ardından fermantatif bir koku belirlenmiştir.

Sonuç olarak; elma çeşidi ve yetiştirme şartları elma meyvelerinin bazı kimyasal özelliklerinde ve aroma propillerinde farklılık arz ettiği, uygulanan işlemlerin aroma uçucu bileşikleri üzerinde artış ve azalışa yol açtığı belirlenmiştir. Isıl işleme alternatif işlem olan fotosonifikasyon işlemi genel olarak aroma uçucu bileşikleri üzerine etkisi olumlu olsa da mikrobiyal kaliteyi koruyamamıştır. İleriki araştırmalarda işlem parametreleri ve depo şartları değiştirilirse daha olumlu sonuçlar alınacağı düşünülmektedir. Gerek yurt içinde gerekse yurt dışında aroma üzerine ultrases ve UV birleşiminin etkisini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu sebepten bu çalışma bu yönde yapılacak çalışmalara katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

- Aaby, K., Haffner, K., Skrede, G., 2011. Aroma Quality of Gravenstein Apples Influenced By Regular and Controlled Atmosphere Storage. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*,35: 254–259.
- Acree, T. E., and Mclellan, M. R., 1988. Flavour components and quality attributes. *Processed Apple Products*, Ed: Downing, D. L. New York: Van Nostrand Reinhold, pp. 323–341.
- Adamczyk, M.J., Kostyra, E., Wasiak-Zys, G., Hallmann, E., Batorska, D., Rembalkowska, E., 2010. Sensory and instrumental analysis of selected cultivars of apples from organic and conventional production. 14th. International Conference on Organic Fruit. Patronage: IFOAM EU Group Fruit-Growing.
- Amarante, C.V.T., Steffens, C.A., Mafra, A.L., Albuquerque, J.A., 2008. Yield and Fruit quality of apple from conventional and organic production systems *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.43, n.3, p.333-340, mar.
- Anonim., 2011. Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü 2011. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı
- Anonim., 2011 Elmanın Bitkisel Gen Potansiyeli. www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-32.
- Anonim., 1975, Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Aquayo, I.A., Olu, O.G., Fortuny, R.S., Belloso, O.M., 2009. Flavour retention and related enzyme activities during storage of strawberry juices processed by high-intensity pulsed electric fields or heat. *Food Chemistry* 116 (2009) 59–65.
- Arıcı, M., 2006. Gıda Muhafazasında Yüksek Hidrostatik Basıncın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 3(1) 41-49.
- Baiamonte, I., Moneta, E., Raffo, A., D'Aloise, A., Nardo, N., Kelderer, M., Lardschneider, E., Paoletti, F., 2011. Commercial Fertilizers and Organoleptic Quality of Organically Grown Apple Fruits (cv. Golden Delicious). First International Conference on Organic Food Quality and Health Research, ICT Prague Press, Prague, Czech Republic, p. 70. Ed. Pulkrabova, Jana; Tomaniova, Monika; Kahl, Johannes and Haislova, Jana. Book of Abstracts.
- Bartley, I. M; Stevens, W. H. 1981. Carboxylic ester hydrolases of apple. *Journal of Experimental Botany* 32: 741-751.
- Baysal, A., 1995. Genel Beslenme. Hatipoğlu Yayınları, No: 14, Ankara.
- Bayrak, A., 2006. Gıda aromaları. *Gıda Teknoloji Derneği*, 497, Ankara
- Berger, R. G., 1991. Fruits 1. Volatile Compounds in Foods and Beverages. Ed. Maarse, H. New York: Marcel Dekker Inc., pp. 283–304.
- Bett, K.L., Ingram, D.A., Grimm, C.C., Lloyd, S.W., Spanier, A.M., Miller, J.M., Gross, K.C., Baldwin, E.A., Vinyard, B.T., 2000. Flavor of Fresh-cut Gala Apple in Barrier Film Packaging as Affected by Storage Time. *Journal of Food Quality* 24 (2001) 141-156.
- Bilek, S.E. 2010. Vurgulu Elektrik Alan (PEF) Teknolojisi. *Akademik Gıda*, 8 (3) 33-37.

- Birla, S.L., Wang, S., Tang, J., Fellman, J.K., Mattinson, D.S., Lurie, S., 2005. Quality of oranges as influenced by potential radio frequency heat treatments against Mediterranean fruit flies. *Postharvest Biology and Technology* 38 : 66–79.
- Boyer, J, and Liu, R.H., 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 2004, 3:5
- Brackmann, A., Streif, J., Bangerth, F., 1993. Relationship between a Reduced Aroma Production and Lipid Metabolism of Apples after Long-term Controlled-atmosphere Storage. *J. AMER. SOC. HORT. SCI.* 118(2):243-247.
- Burdurlu, H.S., Karadeniz, F., 2003. Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates *Food Chemistry*, 80 : 91–97.
- Cemeroğlu, B, Acar, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği, No:6 Ankara.
- Cemeroğlu, B., 1982. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Teknik Basım Sanayi Matbaası, Ankara
- Cemeroğlu, B.,1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara.
- Collins, A.R. 2005. Antioxidant Intervention as a Route to Cancer Prevention. *European Journal of Cancer*,41: 1923-1930.
- Crook, L.R., Boylston, T.D., 2004. Flavor Characteristics of Irradiated Apple Cider During Storage: Effect of Packaging Materials and Sorbate Addition. *Journal of Food Science* Vol.69, Nr, 557-563.
- D’Auria, M., Emanuele, L., Racioppi, R., 2009. The effect of heat and light on the composition of some volatile compounds in wine. *Food Chemistry*, 117: 9–14.
- DeEll, J.R., Prange R.K., 1992. Postharvest Quality and Sensory Attributes of Organically and Conventionally Grown Apples. *Hortscience*, 27(10):1096-1099.
- Defilippi B.G., Kader,A.A., Dandekar, A.M., 2005. Apple aroma: alcohol acyltransferase, a rate limiting step for ester biosynthesis, is regulated by ethylene *Plant Science*, 168 1199–1210.
- Dimick, P. S, and Hoskin, J. C., 1982. Review of apple flavor state of the art. *CRC Critical Reviews of Food Science and Nutrition*, 18 (4), 387–409.
- Dixon, J., Hewett, E. W., 2000. Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: a review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, Vol. 28: 155-173.
- Dimick, P. S., Hoskin, J. C., 1981. Review of apple favour. State of the art. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 18(4), 387-409.
- Dixon, J., 1999. Enhancement of Aroma and Flavour Volatile In Apple Juice. Massey University.
- Drawert, F. 1975: Biochemical formation of aroma components. Ed: Maarse, H.; Groenen P. J. Proceedings of the International Symposium on Aroma Research. Pp. 13-39.
- Drawert, F.; Kler, A.; Berger, R. G. 1986. Biotechnological flavour production. I. Optimisation of (E)-2- hexen-1-al yields in plant tissue homogenates. *Lebensmittel-wissenschaft and technologie* 19: 426-431.
- Echeverría, G., Fuentes, T., Graell, J., Lara, I., Lopez M.L., 2004b. Aroma volatile compounds of ‘Fuji’ apples in relation to harvest date and cold storage technology a comparison of two seasons. *Postharvest Biology and Technology*, 32: 29–44.

- Echeverría, G., Graell, J., Lopez, M.L., Lara, I., 2004a. Volatile production, quality and aroma-related enzyme activities during maturation of 'Fuji' apples. *Postharvest Biology and Technology* 31 (2004) 217–227.
- Ercan, S.Ş., Soysal, Ç., 2011. Ultrasonun Gıdalarda ve Enzimlerin İnaktivasyonunda Kullanılması. *GIDA*, 36 (4): 225-231.
- Ercişli, S., Güleriyüz, M., 2000. Farklı Anaçların Bazı Elma çeşitlerinin Meyve özellikleri üzerine Etkisi *Turk J Agric For.*, 24 :533-539.
- Erdoğan, Ü.G., Bolat, İ., 2002. Çoruh Vadisinde Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin İncelenmesi. *BAHÇE*, 31 (1-2): 25 – 32.
- Erdoğan, Ü.G., Bolat, İ., 2002. Çoruh Vadisinde Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin İncelenmesi. *Bahçe*, 31 (1-2): 25 – 32.
- Escriche, I., Chiralt, A., Moreno, J., Serra, A., 2000. Influence of Blanching-osmotic Dehydration Treatments on Volatile Fraction of Strawberries *Journal of Food Science*, Vol. 65, No. 7.
- Fellman, J.K., Mattinson, D.S., Bostick, B.C., Mattheis, J.P., Patterson, M.E., 1993. Ester biosynthesis in 'Rome' apples subjected to low-oxygen atmospheres. *Postharvest Biol. Technol.* 3, 201–214.
- Fellman, J.K., Miller, T.W., Mattinson, D.S., 2000. Factors That Influence Biosynthesis of Volatile Flavor Compounds in Apple Fruits *Hortscience*, Vol. 35(6)1026-1033.
- Foley, D.M., Pickett, K., Varon, J., Lee, J., Min, D.B., Caporaso, F., Prakash, A., 2001. Pasteurization of Fresh Orange Juice Using Gamma Irradiation: Microbiological, Flavor, and Sensory Analyses. *MS* 20010173.
- Galliard, T.; Matthew, J. A. 1977: Lipxygenase-mediated cleavage of fatty acids to carbonyl fragments in tomato fruits. *Phytochemistry* 16: 339-343.
- Gerhauser, C., 2008. Cancer Chemopreventive Potential of Apples, Apple Juice, and Apple Components. *Planta Med*, 74: 1608-1624.
- Geronimo, R.I.G., López, M.G., Alvarez, L.D., 2008. Microwave processing of avocado: Volatile flavor profiling and olfactometry. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.*, 9:501–506.
- Goodenough, P.W., 1983. Increase in esterase as a function of apple fruit ripening. *Acta Hort.* 138:83-92.
- Gök, S.A., 2008. Genişleyen Avrupa Birliği Pazarında Türkiye'nin Organik Tarım Ticareti Açısından Değerlendirilmesi. AB Uzmanlık Tezi. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Dış ilişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Güleriyüz, M., Ercişli, S., Erkan, E., 2001a. Erzincan Ovasında Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Meyve Gelişimi Dönemlerinde Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler ile Bunlar Arasındaki İlişkiler. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (1) 51- 59.
- Güneşer, O., Yüceer, Y.K., 2010. Gıdalarda Aroma Maddelerinin Belirlenmesinde Gaz Kromatografisi-Olfaktometri(GCO) Tekniklerinin Kullanılması. *GIDA*, 35 (5):371-378.
- Hansen, K.; Poll, L.; Olsen, C. E.; Lewis, M. J. 1992. The influence of oxygen concentration in storage atmospheres on the post-storage volatile ester production of 'Jonagold' apples. *Lebensmittelwissenschaft und technologie* 25: 457—461.

- Hatanaka, A., 1993. The biogenesis of green odour by green leaves. *Phytochemistry* 34, 1201–1218.
- Heath, H. B.; Reineccius, G. 1986. *Flavour chemistry and technology*. Westport, Connecticut, AVI Publishing. 442.
- İbanoğlu, E., 2002. Gıdalarda Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması. *GIDA*, 27 (6), 505-510.
- Kaletunç, G., 2009. Gıda Endüstrisinde Alışılmamış Yöntemler. *Bilim ve Teknik* 2009. 60-63.
- Kapoulas, N., Llic, Z.S., Durovka, M., Trajkovic, R., Milenković, L., 2011. Effect of organic and conventional production practices on nutritional value and antioxidant activity of tomatoes. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(71), pp. 15938-15945.
- Kapoulas, N., Llic, Z.S., Durovka, M., Trajkovic, R., Milenković, L., 2011. Effect of organic and conventional production practices on nutritional value and antioxidant activity of tomatoes. *African Journal of Biotechnology* Vol., 10(71), pp. 15938-15945.
- Karaçalı, İ., 1990. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. E.Ü.Z.F. Yay. No: 494. İ. Basımevi, Bornova-İzmir.
- Karakurt, H., 2006. Bazı Bakteri İrklarının Elmada Meyve Tutumu, Meyve Özellikleri ve Bitki Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Y.Lisan Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Karlıdağ, H., Eşitken, A., 2006. Yukarı Çoruh Vadisinde Yetiştirilen Elma ve Armut Çeşitlerinin Bazı Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, (J. Agric. Sci.)*, 16(2): 93- 96.
- Karlsen, A.M., Aaby, K., Sivertsen, H., Pernille, B., Ellekjaer, M.R., 1999. Instrumental and sensory analysis of fresh Norwegian and imported apples. *Food Quality and Preference* 10 : 305-314.
- Kato, T., Shimoda, M., Suzuki, J., Kawaraya, A., Igura, N., Hayakawa, I., 2003. Changes in the odors of squeezed apple juice during thermal processing. *Food Research International* 36 (2003) 777–785.
- Keleş, F., 1983. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Laboratuvar Notları. Atatürk Üniv.Ziraat Fak., Erzurum.
- Keleş, F. and Kökosmanlı, M., 1996. Kuşburnu ve kuşburnu çayında C vitamini. *Kuşburnu Sempozyumu* 245-252, 5-6 Eylül, Gümüşhane.
- Keleş, F., 1979. Erzurum, Kars, Erzincan ve Gümüşhane İllerinde Yetiştirilen Önemli Elma Çeşitlerinden Elde Edilen Elma Sularının Ambarlanması Sırasında Bünyelerinde Meydana Gelen Kimyasal ve Fiziksel Değişimler Üzerinde Araştırma. Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümü. Erzurum.
- Kimbaris, A.C., Siatis, N.G., Deferera, D.J., Trantilis, P.A., Pappas, C.S., Polissiou, G.M., 2006. Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Allium sativum*). *Ultrasonics Sonochemistry* 13 : 54–60.
- Knee, M; Hatfield, S. G. S. 1981. The metabolism of alcohols by apple fruit tissue. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 32: 593-600.

- Komthong, P., Hayakawa, S., Katoh, T., Igura, N., Shimoda, M., 2006b. Determination of potent odorants in apple by headspace gas dilution analysis. *LWT* 39 : 472–478.
- Komthong, P., Igura, N., Shimoda, M., 2007. Effect of ascorbic acid on the odours of cloudy apple juice. *Food Chemistry* 100: 1342–1349.
- Komthong, P., Katoh, T., Igura, N., Shimoda, M., 2006a. Changes in the odours of apple juice during enzymatic browning. *Food Quality and Preference* 17 (2006) 497–504.
- Konak, Ü.İ., Certel, M., Helhel, S., 2009. Gıda Sanayisinde Mikrodalga Uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 4, No: 3,(20-31)*. Aguayo, I.A, Oliu, G.O., Fortuny, R.S., Belloso, O.M., 2009. Flavour retention and related enzyme activities during storage of strawberry juices processed by high- intensity pulsed electric fields or heat. *Food Chemistry* 116 : 59–65.
- Kondo, S., Setha, S., Rudell, D.R., Buchanan, D.A., 2005. Matheis, J.P., Aroma volatile biosynthesis in apples affected by 1-MCP and methyl jasmonate. *Postharvest Biology and Technology* 36:61–68.
- Lea, A. G. H. 1995: Apple juice Ed: Ashurts, P. R. Production and packaging of non-carbonated fruit juices and fruit beverages. 2.Ed.: Glasgow, Blackie Academic and Professional. Pp. 153-196.
- Lee, H.S., Nagy, S., 1998. Quality changes and nonenzymic browning intermediates in grapefruit juice during storage. *Journal of Food Science*, 53(1), 168–172.
- Lopez, A.J.P., Nikolas, J.M.L., Angel, A., Barrachina, C., 2006. Effects of organic farming on minerals contents and aroma composition of Clemenules mandarin juice. *Eur Food Res Technol*, 225:255–260.
- Lopez, M. L., Lavilla, M.T., Riba, M., Vendrell, M., 1998. Comparison of volatile compounds in two seasons in apples: Golden Delicious and Granny Smith. *J. Food Qual.* 21:155–166.
- Macoris, M.S., Janzantı, N.S., Garrutı, D.D.S., Monteiro, M., 2011. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) pulp. *Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 31(2): 430-435.
- Morton, I. D., Macleod, A. J., 1990. Food favours part C. The favour of fruits, 1:41.
- Mui, W.W., Duranca, T.D., Scaman, H.C., 2002. Flavor and Texture of Banana Chips Dried by Combinations of Hot Air, Vacuum and Microwave Processing. *J. Agric. Food Chem.* 50, 1883-1889.
- Noci, F., Riener, J., Ribeiro, M.W., Cronin, D.A., Morgan, D.J., Lyng, J.G., 2008. Ultraviolet irradiation and pulsed electric fields (PEF) in a hurdle strategy for the preservation of fresh apple Juice *Journal of Food Engineering* 85 (2008) 141–146.
- Okçu, Z, and Keleş, F., 2009. Kalp Damar Hastalıkları ve Antioksidanlar. *Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Derg.*, 40 (1), 153-160.
- Olias, J. M.; Sanz, C; Rios, J. J.; Perez, A. 1995. Substrate specificity of alcohol acyltransferase from strawberry and banana fruits. Ed: Rouseff, R. L.; Leahy, M. M. *Fruit flavors biogenesis, characterization, and authentication. ACS Symposium Series* 596: 134-141.
- Özkütük, N., 2007. Ultraviyole Lambalarının Kullanımı 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi – 2007.

- Özrenk K., Gündoğdu, M., Kaya, T., Kan, T., 2011. Çatak ve Tatvan Yörelerinde Yetiştirilen Yerel Elma Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri YYÜ TAR.BİL. DERG.,(YYU J AGR SCI) 21(1):57-63.
- Pala, U.Ç., Toklucu, A.K., 2010.Ultraviyole Isın (UV) Teknolojisinin Meyve Sularına Uygulanması. Akademik Gıda, 8 (1) 17-22.
- Peck, G.M., Andrews, P.K., Reganold, P.J., Fellman, K.J., 2006. Apple Orchard Productivity and Fruit Quality under Organic, Conventional and Integrated Management. HortScience 41(1): 99-101.
- Perez, A. G.; Sanz, C; Olias, J. M. 1993. Partial purification and some properties of alcohol acyltransferase from strawberry fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 41: 1462-1466.
- Pırlak, L., Güteryüz, M., Aslantaş, R., Eşitken, A., 2003. Promising Native Summer Apple (*Malus domestica*) Cultivars From North-Eastern Anatolia, Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, Vol. 31: 311-314.
- Pieper, J.R., Barret, D.M., 2009. Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. J Sci Food Agric, 89: 177–194.
- Raviyan, P., Zhang, Z., Feng, H., 2005. Ultrasonication for tomato pectinmethylesterase inactivation: effect of cavitation intensity and temperature on inactivation. Journal of Food Engineering 70 (2005) 189–196.
- Rembalkowska E., 2003. Organic Farming as a System to Provide Better Vegetable Quality. Proc. Int. Conf. Quality in Chains Eds. Tijskens & Vollebregt Acta Hort. 604, ISHS 2003.
- Roth,E., Berna, A.Z., Beullens, K., Franck, C., Lammertyn, J., Schenk, A., Nicolai,B., 2005. A Comparative Study of Quality Attributes of Integrated and Organically Produced Apple Fruit Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production Frutic 05, 12 - 16 September 2005, Montpellier France.
- Rowan, D. D.; Allen, J. M.; Fielder, S.; Hunt, M. B. 1997. Deuterium labelling to study aroma biosynthesis in stored apples Ed: Mitcham, E. J. ed. CA '97 Proceedings Volume 2: apples and pears. University of California, California, United States. Pp.227-233.
- Rowan, D. D.; Lane, H. P.; Allen, J. M.; Fielder, S.; Hunt, M. B. 1996. Biosynthesis of 2-methylbutyl, 2- methyl-2-butenyl, and 2-methylbutanoate esters in Red Delicious and Granny Smith apples using deuterium-labeled substrates. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44: 3276-3285.
- Rye, G.G., Mercer, D.G., 2003. Changes in headspace volatile attributes of apple cider resulting from thermal processing and storage. Food Research International 36: 167–174.
- Sampedro, F., Geveke, D.J., Fan, X., Zhang, H.Q.,2009.Effect of PEF, HHP and thermal treatment on PME inactivation and volatile compounds concentration of an orange juice–milk based beverage. Innovative Food Science and Emerging Technologies 10: 463–469.
- Sanz, C., O'ias, J.M., Pérez, A.G., 1997. Aroma biochemistry of fruits and vegetables. Phytochemistry of fruits and vegetables. Ed: Tomás Barberán, F.A., Robins, R.J., Clarendon Press, Oxford, UK, pp. 125–155.

- Saraçoğlu, O., Kalkışım, Ö., Çekiç, Ç., Özgen, M., 2011. Comparison of cold storage ability of 'Yomra' and 'Granny Smith' apple cultivars under modified atmosphere condition GÜFBED/GUSTIJ/1(1) (2011) 37-43.
- Saraoğlu, H.M., 2008. Elektronik Burun Teknolojisi ve Uygulama Alanları. Akademik Bilişim, 419-427.
- Schreier, P. 1984. Chromatographic studies of biogenesis of plant volatiles. Alfred Hüthig Verlag GmbH. Heidelberg, Basel, New York.
- Simpson, R.F., 1979., Some important aroma components of white wine. Food Technology, Australia, 31:516-522.
- Song, J., Bangerth, F., 2003. Fatty acids as precursors for aroma volatile biosynthesis in pre-climacteric and climacteric apple fruit. Postharvest Biology and Technology 30:113-/121.
- Song, J.; Bangerth, F. 1996. The effect of harvest date on aroma compound production from 'Golden Delicious' apple fruit and relationship to respiration and ethylene production. Postharvest Biology and Technology 8: 259-269.
- Song, J.; Leepipattanawit, R.; Deng, W.; Beaudry, R. M. 1996. Hexanal vapor is a natural, metabolizable fungicide: inhibition of fungal activity and enhancement of aroma biosynthesis in apple slices. Journal of the American Society of Horticultural Science 121: 937-942.
- Su, S.K., Wiley, R.C., 1998. Changes in Apple Juice Flavor Compounds During Processing. Journal of Food Science Volume, 63, No. 4.
- Sürmeli, A., 2003. Organik Tarım. DEV.MADEN-SEN.Necati Bey Sok. no:2/9 Yenışehir/Ankara. 22-26.
- Theuer, R.C., 2006. Do Organic Fruits and Vegetables Taste Better than Conventional Fruits and Vegetables ?. The Organic Center.
- Tosun, İ, and Yüksel, S., 2003. Üzümsü Meyvelerin Antioksidan Kapasitesi. GIDA, 28 (3): 305-311.
- Tressl, R., Drawet, F., 1973. Biogenesis of banana volatiles. J.Agric. Food Chem. 21, 560-565.
- Tressl, R.; Drawet, F. 1973: Biogenesis of banana volatiles. Journal of Agricultural Food Chemistry 21: 560-565.
- Uslu, M.K., Certel, M., 2006. Dielektrik Isıtma ve Gıda İşlemede Kullanımı. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, (3) 61-69.
- Valappil, Z.A., Fan, X., Zhang, H.Q., Rouseff, R.L., 2009. Impact of Thermal and Nonthermal Processing Technologies on Unfermented Apple Cider Aroma Volatiles. J.Agric. Food Chem. 57: 924-929.
- Velioglu, S., 2000. Dogal Antioksidanların İnsan Sağlığına Etkileri. GIDA, 25 (3): 167-176.
- Villatoro, C., Altisent, R., Echeverria, G., Graell, J., Lopez, M.L., Lara, I., 2008. Changes in biosynthesis of aroma volatile compounds during on-tree maturation of 'Pink Lady' apples. Postharvest Biology and Technology 47 : 286-295.
- Winter, C., K., Davis., S. F., 2006. Organic Foods. Journal of Food Science Vol.71,Nr.9.
- Yahia, E., 1994. Apple Flavor. Horticular Reviews. 16, 197-234.
- Yang, D.S., Balandran-Quintana. R.R., Ruiz, C.F., Toledo, R.T., Kays, S.J., 2009. Effect of hyperbaric, controlled atmosphere, and UV treatments on peach volatiles. Postharvest Biology and Technology 51 : 334-341.

- Yavuz, O., Aksoy, A., 2006. Örnek Hazırlamada Katı Faz Ekstraksiyonu Metodu. F.Ü. Sağlık Bil. Dergisi, 20(3), 259-269.
- Yetim, H., 2002. Enstrümental Gıda Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Erzurum.
- Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan, Ö., Kolaylı, S., 2010. Maillard Reaksiyonları ve Reaksiyon Ürünlerinin Gıdalardaki Önemi Akademik Gıda 8(6),44-51.
- Yılmaz, İ., 2010. Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres. İnönü Üniv. Tıp Fak. Derg., 17 (2), 143-153.
- Yuan, J.P., Chen, F., 1998. Separation and Identification of Furanic Compounds in Fruit Juices and Drinks by High-Performance Liquid Chromatography Photodiode Array Detection J. Agric. Food Chem, 46, 1286–1291.
- Yuan, J.P., Chen, F., 1999. Simultaneous separation and determination of sugars, ascorbic acid and furanic compounds by HPLC-dual detection. Food Chemistry, 64 (1999) 423-427.
- Yuan, Y., Hu, Y., Yue, T., Chen, T., Lo, Y.M., 2009. Effect of Ultrasonic Treatments on Thermoacidophilic Alicyclobacillus Acidoterrestriis in Apple Juice. Journal of Food Processing and Preservation, 33 (2009) 370–383.
- Zhu, Y., Rudell, D.R., Mattheis, J.P., 2008. Characterization of cultivar differences in alcohol acyltransferase and 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase gene expression and volatile ester emission during apple fruit maturation and ripening. Postharvest Biology and Technology, 49 : 330–339.
- Zilic, S.M., Sobajic, S.S., Sezena, D., Drinic, M., Kresović, B.J., Vasic, M.G. 2010. Effects of Heat Processing on Soya Bean Fatty Acids Content and the Lipoygenase Activity. Journal of Agricultural Sciences, Vol. 55, No. 1, 55-64.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Erzurum'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2002 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2006'da başarıyla mezun oldu. 2008 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine başladı.