



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ



**ISIL İŞLEM VE UV-C UYGULAMALARININ
ELMA ŞARABININ
BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Damla Zeynep ÜTEBAY

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ISIL İŞLEM VE UV-C UYGULAMALARININ
ELMA ŞARABININ BAZI KALİTE
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Damla Zeynep ÜTEBAY

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih:29/08/2018

Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU

ÇANAKKALE

Damla Zeynep ÜTEBAY tarafından Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU yönetiminde hazırlanan ve **29/08/2018** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan **“Isıl İşlem ve UV-C Uygulamalarının Elma Şarabının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi”** başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU

.....

Başkan

Prof. Dr. Yonca KARAGÜL YÜCEER

.....

Üye

Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2017-1138

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Damla Zeynep ÜTEBAY

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın yürütülmesinde bilgi birikimi ve tecrübelerinden yararlandığım, her zaman yanımda olan, desteğini bana hissettiren danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU'ya,

Duyusal ve uçucu bileşen analizlerinin yürütülmesindeki katkılarının yanında her zaman her konuda destek veren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Yonca YÜCEER'e,

Mikrobiyolojik analizlerin yürütülmesinde destek veren, bilgi birikiminden yararlandığım kıymetli hocam Doç. Dr. Nükhet Nilüfer ZORBA'ya,

Takıldığım noktalarda bana çözüm olmaya çalışan, bu zorlu yoluma ışık tutan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarına,

Duyusal değerlendirme aşamasında panelistlere eğitim veren, kıymetli tecrübelerini bizimle paylaşan Önolog Aslı BAYHAN'a,

Üretim aşamasında yanımda olan, katkı sağlayan sevgili arkadaşım Gıda Y. Müh. Nesrin Merve ÇELEBİ UZKUÇ'a,

Analiz aşamasında yardımlarını benden esirgemeyen, gerekli teknik destekte bulunan değerli arkadaşım Gıda Y.Müh. Özgür ÖZKAN'a,

Tez çalışmama FYL-2017-1138 nolu proje ile destek sağlayan Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP)'ne,

Bugünlere gelmemi sağlayan, her zaman yanımda olan, destek ve emeklerini her adımında hissettiğim aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Damla Zeynep ÜTEBAY
Çanakkale, Ağustos 2018

SİMGELER VE KISALTMALAR

GC-MS	Gas Chromatography-Mass Spectrometry (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi)
UV-C	Ultraviyole C
HCl	Hidroklorik Asit
NaCl	Sodyum Klorür
NaOH	Sodyum Hidroksit
4M2P	4-Metil-2-Pentanol
MN	Metil Nonanoat
TEAC	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi)
TFM	Toplam Fenolik Madde
SPME	Solid Phase Microextraction (Katı Faz Mikroekstraksiyon Tekniği)
SO ₂	Kükürt Dioksit
L	Litre
mL	Mililitre
µL	Mikrolitre
nm	Nanometre
µm	Mikrometre
v	Hacim
v/v	Hacim/Hacim
kg	Kilogram
g	Gram
mg	Miligram
m	Kütle
s	Saniye
dak	Dakika
%	Yüzde
°Bx	Briks
FAO	Food and Agriculture Organization-Gıda ve Tarım Örgütü
<i>S. cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces Cerevisiae</i>

eV	Elektrovolt
amu	Atomic Mass Unit- Atomik Kütle Birimi
scans s ⁻¹	Saniyedeki Tarama Hız Birimi
Kob	Koloni Oluşturan Birim



ÖZET

ISIL İŞLEM VE UV-C UYGULAMALARININ ELMA ŞARABININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Damla Zeynep ÜTEBAY

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU

29/08/2018,53

Bu çalışmada,Çanakkale'nin Bayramiç bölgesinde yetiştirilen *Starking Delicious* elmalarından elde edilen elma suyuna (şıra) ısıtma işlemi ve UV-C uygulanarak elma şarabı üretimi gerçekleştirilmiş ve bu ön işlemlerin elma şaraplarının genel özellikleri, toplam fenolik madde içerikleri,antioksidan kapasiteleri, uçucu bileşenleri ve duyu özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Isıtma işlemi uygulaması su banyosunda (85°C'de 10 dak) gerçekleştirilmiş olup, UV-C uygulaması için 9 lambalı ve turbulent akışlı bir UV-reaktörü kullanılmıştır. Elma şarabında uçucu bileşenlerin tanımlanması için Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) kullanılmış ve uçucu bileşenlerin izolasyonu amacıyla katı faz mikroekstraksiyon tekniği uygulanmıştır. Şarap örneklerinin antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde (TFM) içerikleri ise spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Şarapların duyu özellikleri 7 eğitimli panelistin katılımı ile gerçekleştirilmiş ve Lezzet Profil Analizi uygulanmıştır.

UV-C uygulaması sonucunda şıranın toplam canlı sayısında 3,3 log, ısıtma işlemi uygulamasında ise 3,1 log'luk bir azalma meydana gelmiştir. Maya ve küf ısıtma işlemi uygulanan şıra örneklerinde saptanmamış olup, UV-C uygulaması şıranın maya ve küf sayısında 2,4 log'luk bir azalmaya sebep olmuştur. Elma şaraplarının TFM içerikleri 379-459 mg galik asit/L düzeyinde olup, Troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri 2,97-3,12 mM troloks/mL şarap olarak belirlenmiştir. Isıtma işlemi uygulanan örneklerin, toplam fenolik madde içeriklerinin ve antioksidan kapasite değerlerinin daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. UV-C ve ısıtma işlemi uygulamaları ile üretilen şaraplarda toplam 25 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Elma şarabında öne çıkan başlıca uçucu bileşenlerin alkol ve

esterlerden oluştuğu ve bu bileşenlerinin konsantrasyonlarının ısıı işlem uygulanan örneklerde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Duyusal değerlendirme sonucunda ise, UV-C uygulanan örneklerde elma, limon-portakal, beyaz meyve ve çiçeğimsi aromaların öne çıktığı saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: Starking Delicious, Elma şarabı, UV-C, Isıl İşlem, Uçucu Bileşen



ABSTRACT

EFFECT OF THERMAL PROCESSING AND UV-C TREATMENT ON SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF OF APPLE CIDER

Damla Zeynep ÜTEBAY

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Food Engineering

Advisor : Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU

29/08/2018, 53

In this study, apple wine was produced by applying heat treatment and UV-C to must obtained from Starking Delicious apples grown in Bayramiç region of Çanakkale and the general characteristics, total phenolics, antioxidant capacities, volatile compounds and sensory properties of apple wines were investigated. Heat treatment was carried out in a water bath (10 min at 85 °C) and a UV-C reactor with 9 lamps was used for UV-C application. GC-MS was used to identify the volatile components and solid phase microextraction technique was applied to isolate the volatile compounds. The antioxidant capacity and total phenolics (TFM) were determined spectrophotometrically. The sensory characteristics were conducted with the participation of 7 educated panelists and Taste Profile Analysis was applied.

UV-C and heat treatments of must resulted in 3,3 log and 3,1 reductions in aerobic plate count, respectively. Yeast and mold were not detected in heat treated samples and UV-C application resulted in a 2,4 log reduction in yeast and mold counts. TFM content of wines was 379-459 mg gallic acid / L and TEAC values were determined as 2,97-3,12 mM trolox/mL wine. The heat treated samples had higher total phenolic content and antioxidant capacity values. A total of 25 volatile compounds were detected in apple wines produced by UV-C and heat treatments. The major volatile compounds highlighted in the apple wine are alcohols and esters, and their concentrations were higher in heat treated samples. Sensory evaluation revealed that apples, lemon-oranges, white fruits and flower-like aromas were dominant in UV-C applied samples.

Keywords: Starking Delicious, Apple Wine, UV-C, Heat Treatment, Volatile Compound



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1 Elma Şarabı Üzerine Yapılan Çalışmalar	4
2.2. Elma Suyu ve Şarap Üretiminde UV-C Uygulaması Üzerine Yapılan Çalışmalar	7
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal	12
3.2. Metot	12
3.2.1. Elma Şarabı Üretimi	12
3.2.1.1. Kükürt Uygulaması.....	13
3.2.1.2. UV-C Uygulaması	13
3.2.1.3 Isıl İşlem Uygulaması	15
3.2.2. Elma Şarabı ve Şıraya Uygulanan Analizler	16
3.2.2.1. pH Tayini	16
3.2.2.2. Kuru Madde Tayini.....	16
3.2.2.3. Titrasyon Asitliği (TA) Tayini.....	17
3.2.2.4. İndirgen Şeker Tayini	17
3.2.2.5. Kül Tayini	17
3.2.2.6. Uçar Asit Tayini.....	18
3.2.2.7. Uçucu Bileşen Tayini.....	18
3.2.2.7.1.Uçucu Bileşen İzolasyonu.....	19
3.2.2.7.2.Uçucu Bileşenlerin Tanımlanması	19

3.2.2.8. Antioksidan Aktivite Tayini (TEAC)	19
3.2.2.9. Toplam Fenolik Madde Analizi	20
3.2.2.10. Toplam ve Serbest Kükürt Dioksit	21
3.2.2.11. Mikrobiyolojik Analiz	21
3.2.2.12. Yoğunluk Tayini	22
3.2.2.13. Alkol Tayini	22
3.2.2.14. Duyusal Analiz	22
3.2.2.15. İstatistiksel Analizler	25
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	26
4.1. Şıranın Özellikleri	26
4.1.1. Şıranın Genel Bileşimi	26
4.1.2. Şıranın Mikrobiyolojik Özellikleri	27
4.1.3. Şıranın Uçucu Bileşen Kompozisyonu	30
4.2. Şıranın Fermantasyon Takibi	34
4.3. Elma Şarabının Özellikleri	36
4.3.1. Elma Şarabının Genel Özellikleri	36
4.3.2. Elma Şarabının Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Kapasitesi	37
4.3.3. Elma Şarabının Uçucu Bileşen Kompozisyonu	38
4.3.4. Elma Şarabının Duyusal Özellikleri	42
BÖLÜM 5	45
SONUÇ VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	47
EKLERİ	I
EK 1. Şıra ve Şarap Örneklerinin GC-MS Kromatogramları	II
ÖZGEÇMİŞ	VIII

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Starking Delicious elma çeşidi	12
Şekil 3.2. Elma şarabı üretim akış şeması	14
Şekil 3.3. UV-C cihazı	15
Şekil 3.4. Trolox standart eğrisi	20
Şekil 3.5. Gallik asit standart eğrisi	21
Şekil 3.6. Duyusal panein gerçekleştiği ortamı	26
Şekil 3.7. Duyusal analiz referans örnekler	26
Şekil 3.8. Toplam aerobik canlı bakteri sayım sonuçları	26
Şekil 3.9. Maya-küf sayım sonuçları	29
Şekil 4.1. Şıra örneklerinin 1-hekzanol miktarı	32
Şekil 4.2. Şıra örneklerinin etanol miktarı	32
Şekil 4.3. Şıra örneklerinin bütül asetat miktarı	33
Şekil 4.4. Şıra örneklerinin propil bütirat miktarı	33
Şekil 4.5. Şıra örneklerinin hekzil asetat miktarı	33
Şekil 4.6. Kontrol grubu briks takibi	34
Şekil 4.7. UV-C grubu briks takibi	34
Şekil 4.8. Isıl işlem grubu briks takibi	35
Şekil 4.9. Elma şarabının duyuşal profili	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Elma şarabı ve şıra örneklerine uygulanan analizler	16
Çizelge 3.2. GC-MS koşulları.....	18
Çizelge 3.3. Duyusal analiz referans temel tatlar	24
Çizelge 3.4. Duyusal analiz skor kağıdı	24
Çizelge 4.1. Şıranın genel özellikleri.....	26
Çizelge 4.2. Şıranın uçucu bileşen kompozisyonu	31
Çizelge 4.3. Elma şarabının genel özellikleri	36
Çizelge 4.4. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi	37
Çizelge 4.5. Elma şaraplarının uçucu bileşen kompozisyonu	40
Çizelge 4.6. Elma şaraplarının duyusal özellikleri	42



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Şarap, üzüm şırası veya mayşesinin fermantasyonu ile elde edilen alkollü bir içkidir. Üzüm dışındaki meyvelerden de şarap üretimi mevcuttur ancak bunlar “meyve şarabı” olarak adlandırılmaktadır. Meyve şarabı üretimi 6. yüzyılda başlamış olup, günümüzde de kendine önemli bir pazar alanı bulmuştur. Dünya genelinde meyve şarabı üretimi, iklime bağılı olarak kaliteli şaraplık üzüm çeşitlerinin yetiştirilemediğı veya kaliteli üzüm çeşitlerinin yeterli bulunmadığı ülkelerde (Kuzey ülkeleri) yaygın olarak görölmektedir. Özellikle Avrupa ülkeleri, ABD ve Kanada’da meyve şaraplarının üretimine önem verilmektedir (Güven 2008; Fidan ve Anlı, 2000).

Dünyada tüketilen meyve şaraplarından en yaygın olanı elma şarabıdır. M.Ö. 55 yılında Romalıların İngiliz topraklarına girmesi ile elma şarabına dair ilk bulgular göze çarpmaktadır. Burada İngiliz köylülerinin elmadan alkollü içecek ürettiğı ve bunu tükettiğı belirtilmektedir. Buna rağmen elma şarabının ilk üretim tarihine dair kesin bir kayıt mevcut değildir. Elma şarabının tüm Avrupa’ya yayılması 9. Yüzyıl başlarında gerçeklemiştir (Lea 1995).

Dünya elma üretimi 69,567,526 ton olup, Türkiye bu pasta diliminin 2,600,000 tonluk kısmını kapsamaktadır. Bu üretim miktarı ile Türkiye dünyada Çin (33,266,900) ve Amerika’dan (4,212,330) sonra 3. sırada yer almaktadır (Koyuncu ve Bayındır, 2012). Ülkemizde meyvecilik tür ve miktar olarak önemli düzeylerde olduğı halde, meyve şarabı üretimi ve tüketimi yok denecek kadar azdır. Bunun nedeni meyve üretiminin büyük bir kısmının meyve suyu, reçel, meyve konservesi, kurutulmuş meyve ve sirke üretiminde değerlendirilmesidir. Ülke olarak meyve şarabı üretimini gerçekleştirebilecek teknoloji ve olanaklara sahip olmamıza rağmen sadece yurt içi tüketimi değil, turizm ve ihracat da düşünölerek meyve şarabı üretiminin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması ülkemizin ekonomik olarak kalkınmasında etkili olacaktır.

Elma şarabı üretiminde en büyük paya Fransa sahip olup, onu sırasıyla İngiltere, Almanya, İspanya ve Amerika izlemektedir. Elma şarabının ismi ülkelere göre farklılık göstermekle birlikte; İngiltere’de “cider”, Fransa’da “cidre” ve Almanya’da “apfelwein” olarak tanımlanmaktadır. Elma şaraplarının isimlerinde olduğı gibi, türlerinde de üretildikleri ülkelere göre farklılıklar bulunmaktadır. İngiltere’de üretilen “cider” farklı tatlılık derecelerinde olup, berrak ve CO₂’li olarak tüketilmektedir. Fransa’da ise “cidre” düşük alkol oranı, tatlı ve tanenli yapısı, elma ve benzeri tatlar ile karakterize edilmiş

köpüklü hafif bir içecek olarak bilinir ve alkol içeriği maksimum % 5'tir. Almanya'da üretilen "apfelwein" yüksek alkol içerikli olup, kuru ve asidik yapısı ile bilinmektedir. Alkol oranı ise minimum % 5'tir. (Vogt 1968; Lea and Drilleau 2003; Lea 1995).

Elma şarabının kalitesi üzerine kullanılan elma çeşidi, elmanın yetiştirildiği toprak ve iklim koşulları, elma şarabının üretim tekniği, fermantasyonda rol oynayan maya ve bakteri türleri etkilidir. Bunlara ek olarak, üretim sırasında mikroorganizma gelişimini engelleyen, enzim inaktivasyonunu sağlayan, indirgen etkisi bulunan, asetaldehitleri bağlayan ve şarabın olgunlaşmasında etkili olan kükürtleme uygulaması da kaliteyi etkileyen önemli unsurlardan biridir.

Şarapta serbest formda bulunan kükürt dioksit (SO_2), oksijen ile birleşerek şarabın bileşenlerinin oksijen ile temasını engellemekte ve esmerleşmeyi önlemektedir. Kükürt dioksit; hammadde, alet ve ekipmandan gelebilecek mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal ajan ve aynı zamanda antioksidan etki göstermektedir. Bu yüzden üretimin farklı aşamalarında ve dolum öncesi şaraplara SO_2 ilavesi yapılmaktadır. Bununla birlikte SO_2 'nin alerji, astım ve baş ağrısı gibi insan sağlığına olumsuz etkileri de mevcuttur. Bu yüzden şarap üreticileri SO_2 kullanımını azaltmak hatta ortadan kaldırmak için sağlıklı ve güvenli strateji arayışına girmişlerdir. Bu arayışta ilk olarak sıvı gıdalarda kullanılan mikrobiyal inaktivasyon yollarına başvurulmuştur (Anonim 2018).

Ultraviyole ışını (UV-C), sıvı gıda ürünlerinin mikrobiyal inaktivasyonunu sağlamada kullanılan bir teknolojidir. UV-C bakteri, virüs, protozoa, maya, küf ve alg gibi mikroorganizmalara karşı inaktive edici etkiye sahiptir ve en yüksek inhibisyon etkisini 250-270 nm dalga boylarında göstermektedir. Sıvı gıdalarda mikrobiyal inaktivasyon etkisinin en iyi olduğu dalga boyu 254 nm'dir. Bu dalga doyumunda UV-C ışınları hücrenin nükleik asitleri tarafından absorbe edilmekte, DNA bir çok noktadan tahrip olmakta, hücrenin üreme dahil tüm hücre faaliyetleri durmakta ve sonuçta hücre ölümü gerçekleşmektedir.

UV-C'nin ürünün duyu özelliklerinde büyük bir değişikliğe sebep olmadığı, kükürt dioksit kullanımını azaltmak için şarap üretim sektöründe umut vaat eden bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada, UV-C uygulamasının, elma şarabı üretiminde kükürt kullanımını azaltmak ve ortadan kaldırmak amacı ile kullanılabilirliği araştırılmıştır. Ayrıca mikrobiyal inaktivasyonda etkili olan ısı işlem (pastörizasyon) uygulamasının etkisi de çalışma kapsamında incelenmiştir. Bu amaçla, Çanakkale'nin Bayramiç bölgesinde yetiştirilen Starking Delicious elma çeşidinden elde edilen elma suyuna (şıra) ısı işlem ve UV-C

uygulanarak elma şarabı üretimi gerçekleştirilmiş ve uygulanan bu ön işlemlerin, elde edilen elma şaraplarının genel özellikleri, toplam fenolik madde içerikleri, antioksidan kapasiteleri, temel uçucu bileşenleri ve duyu özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmada, Çanakkale ilimizin Bayramiç ilçesinde üretilen elmaların şaraplık olarak değerlendirilmesi ve şarap üretiminde bir pazara sahip olması üzerine de dikkat çekilmek istenmiştir.



BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde elma şarabı üretimi ile ilişkili olarak çeşitli araştırmalar bulunmakla birlikte, elma şarabı üretiminde UV-C ışınlarının uygulanması üzerine herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Elma suyuna ısıtıl işlem uygulandıktan sonra elma şarabı üretiminin gerçekleştirilmesi üzerine ise sadece bir çalışmaya rastlanılmıştır (Hang ve Woodams, 2010). Diğer yandan, şarap üretiminde ısıtıl işlem ve UV-C gibi yeni teknolojilerin uygulanması üzerine ise sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda şaraplara yeni muhafaza teknikleri uygulanarak şarapların raf ömrü, uçucu bileşenleri, aroma ve fenolik bileşenleri, antioksidan kapasiteleri gibi çeşitli kalite parametrelerinde meydana gelen değişimler incelenmiş ve kaliteli şarap üretimini sağlayan yöntemler belirlenmiştir. Ülkemizde yeni muhafaza teknikleri şarap sektöründe kendine yeni yeni kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Bu nedenle, bu tekniklerin incelendiği çalışmalar kısıtlı olup, daha fazla deneme ve veriye ihtiyaç duyulmaktadır.

2.1 Elma Şarabı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Literatürde elma şarabı (apple cider) üretimi üzerine çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmalar özellikle elma şarabı üretimine uygun elma çeşitlerinin belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Örneğin, Kılıç ve Çopur (1988) ülkemizde yetiştirilen Starking Delicious ve Golden Delicious elma çeşitlerinin asit düzeylerinin ortalama 4.5–6.5 g/L düzeyinde olduğunu ve bu çeşitlerin elma şarabı üretimine uygun olduklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, tat dengesinin sağlandığı, kaliteli elma şarapları üretmek için; genel asitlik değerinin malik asit cinsinden 4.5–10.5 g/L olduğu asitliği yüksek elma çeşitlerinin kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Yavaş ve ark. (1991) ise, Ankara ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin şaraplık kalite değerlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada doğal, asidi yükseltilmiş ve şeker katılmış elma şaraplarından değişik katkı maddeleri ilave edilerek elma şarabı üretimleri gerçekleştirmişler ve sonuçta şeker ve asit katılarak elde edilen şarap örneklerinin duyusal olarak daha iyi sonuç verdiğini belirlemişlerdir. Eskiözütepe (1992)'ye göre “Starking delicious” ve “Golden delicious” elma çeşitlerinden, %3-4(v/v düşük), %7-8 (v/v normal) ve %11-12 (v/v yüksek) oranlarında alkol elde edilen şaraplardan, elma türlerine göre üretime en uygun olan çeşit “Starking Delicious”, en uygun şarap tipi ise normal alkollü elma şarabıdır.

Canbař ve ark. (2000)'nın yaptığı çalıřmada Golden Delicious ve Starking Delicious elma çeřitlerinin dűřűk, normal ve yűksek alkollű řarap űretimine elveriřlilik durumları arařtırılmıřtır. Bu amaçla, 2 elma çeřidinden 3 farklı alkol oranına sahip elma řarapları űretilmiřtir. Dűřűk alkollű řarap űretimde alkol derecesi %2,5-4 (v/v)'e ulařtıėında soėutma ve kűkűrtleme iřlemi ile fermentasyon durdurulmuřtur. Yűksek alkollű řarap űretimi için ise řıraya fermentasyon űncesi řeker ilavesi yapılmıř ve bu řekilde fermentasyona bırakılmıřtır. Fermentasyonunu tamamlayan űrneklerin tűmű dinlendirilmiř ve dinlendirme bitiminde řaraplara durultma iřlemi uygulanmıř, filtre edilmiř ve řiřelenmiřtir. Dűřűk alkollű řaraplar, řiřeli olarak 63°C'de 20 dakika pastűrize edilmiřtir. Yapılan kimyasal ve duyusal analizler analizler sonucunda, elma řarabı űretimine en uygun elma eřidinin Starking Delicious ve en uygun řarap tipinin ise normal alkollű řarap (%8 v/v) olduėu belirlenmiřtir.

İnci (2003), kabarcıklı elma řarabı űretiminde saf maya kullanımının kalite űzerine etkisini incelemiř; Golden Delicious ve Granny Smith elma çeřitlerinin belli oranlarda karıřımından elde edilen řıranın řarap yapımına uygun olduėunu ve bu karıřımdan dengeli ve kendine űzgű tatta bir řarap elde edildiėini bildirmiřtir. Diėer yandan, Gűer (2008), Tűrkiye kořullarında yetiřtirilen Golden Delicious ve Starking Delicious eřitlerinin, Amasya çeřidine gűre gerek organoleptik, gerekse kimyasal bileřimleri açısından elma řarabı űretimine daha uygun çeřitler olduėunu tespit etmiřtir.

Gűven (1994), yaptığı çalışmada farklı meyvelerden(elma, vişne, kayısı, ilek, ve Stanley erik çeşidi)meyve şarabı űretimi gerçekleştirmiştir. Çalışma sonuçlarına gűre, kayısı şarapları hoř buke ve tadı ile ilk sırayı alırken, kendine has ince bukesi ile onu elma şarabı takip etmiştir.

űlkemiz dıřında yapılan çalıřmalar da elma řarabı fermentasyonu ve fermentasyon űncesi řıraya uygulanan iřlemler űzerine yoėunlařmıřtır. űrneėin bir çalıřmada, elma řarabı űretiminde kullanılan mayalar incelenmiř ve elma řarabı fermentasyonunda *Saccharomyces cerevisiae* ve *Kloeckera apiculata* mayalarının etkili olduėu ve bu mayalardan *Saccharomyces cerevisiae*'nin řarap florasına hakim olduėunda, řaraptaki etil alkol miktarının yűksek olduėu; buna karřılık *Kloeckera apiculata* ortama hakim olduėunda ise řarabın uçar asit ve etil asetat miktarının fazla olduėu bildirilmiřtir (Cabranes ve Mangas, 1997).

Yapılan bařka bir arařtırmada, fermentasyonda kullanılan farklı maya tűrlerinin űrnek bileřiminde bulunan etil asetat, asetaldehit ve isobűtanol miktarları űzerine etkili olduėu; uygulanan farklı fermentasyon sıcaklıkları sonucunda ise asetoin ve 2,3-butandiol

miktarlarının farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Valles ve ark., 2005). Kontrolsüz fermentasyon sonucu üretilen elma şaraplarında etkin maya türleri üzerine yapılan bir çalışmada ise, pnömatik olarak preslenen şıralardan üretilen şarapların maya bileşiminde *Saccharomyces* haricinde maya türlerinin (*Hanseniaspora genus* ve *Metschnikowia pulcherrima*) baskın olduğu, geleneksel presleme uygulanması ile üretilen şaraplarda ise *Saccharomyces* türlerinin (*S. cerevisiae* ve *S. bayanus*) baskın olduğu gözlenmiştir (Valles ve ark. 2007). *S. bayanus*'un, fermentasyonun başında ve ortasında gelişme gösterdiği; *S. cerevisiae*'nın ise, fermentasyonun sonlarında etkin rol aldığı belirtilmiştir.

Zhang ve ark. (2008), elma şarabı üretiminde fermentasyon öncesinde şıraya diamonyum fosfat (DAP), tiyamin, biyotin, niyasinamid ve pantotenoik asit gibi çeşitli maya besini maddeleri eklemişler ve elde edilen şarap örneklerinin organik asit dağılımlarını (sitrik, pürivik, malik, laktik, süksinik, formik,asetik, adipik, propiyonik ve butirik asit) belirlemişlerdir. Çalışmada, cider üretiminde fermentasyondan önce elma suyuna 200 mg/L diamonyum fosfat (DAP) ve 0.3 mg/L tiyamin ilave edilmesi ile en iyi sonuçlara ulaşıldığı saptanmıştır. Diğer bir çalışmada, olgunlaşma süresinin elma şarabının (cider) kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir (Madrera ve ark., 2010). Çalışmada, ortamda bulunan major organik asitlerin (laktik, asetik, süksinik asit), etil esterlerin ve bakteriler tarafından üretilen aroma maddelerinin (2-bütanol, 2-propen-1-ol, 4-etilguaiaacolve eugenol) olgunlaşma üzerine önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda ise, en uzun süre bekletilen örnekler beğenilirlik açısından ilk sırada yer almıştır.

Alberti ve ark. (2016) elmaların olgunluk düzeylerinin elma şarabının kimyasal özellikleri üzerine etkisini incelemiş ve ham olarak hasat edilen elmalardan üretilen şarabın fermentasyon sonunda fenol içeriğinin %15 oranında azaldığını, aşırı olgunlaşmış elmalardan üretilen şarabın ise ham elmalardan üretilen şaraba göre %24-52 oranında daha fazla uçucu bileşen içerdiğini tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda aromatik bir elma şarabı elde etmek için olgunlaşmış tatlı elma kullanılması gerektiği belirlenmiştir.

Ye ve ark. (2016), elma şarabında bulunan uçucu bileşenleri araştırmışlar ve araştırma sonucunda şarapta etil asetat, etil kaprilat, etil bütirat, etil hekzonat, 2-pentil asetat, etil laurat, etil dekanoat, hekzil asetat, izobütanol, hekzanol, 2,3- bütan diol, 2-pentanol, 3,4,5-trimetil-4-heptanol, dekanoik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit gibi uçucu bileşenlerin bulunduğunu saptamışlardır. Çalışmada etil asetatın elmaşaraplarının hoş-meyveli bir kokuya sahip olmasında yardımcı olduğu, hekzil asetatın armut ve elma tadını verirken, izobütanolün ise elma şarabındaki tatlılığı maskelediği belirtilmiştir.

Hang ve Woodams (2010) 4 farklı elma çeşidinden yapılan elma şarabı ve elma brendisi örneklerine uygulanan pastörizasyon işleminin metanol ve etanol içeriğine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada Empire, Jonagold, Crispin ve Pacific Rose elma çeşitleri kullanılmış olup, şıralar 85°C’de pastörize edildikten sonra fermentasyona bırakılmıştır. Uçucu bileşen analiz sonucunda, metanol miktarı en yüksek Crispin, en düşük Jonagold elma çeşidinde saptanmış olup, sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Elma çeşitlerinin °Briks değerleri 13,0-17,3, pH değerleri 3,44-3,83, %malik asit değerleri ise 0,21-0,38 aralığında değişmektedir.

Elma şarabı üretimi sonucunda açığa çıkan posaların da değerlendirilmesi ayrıca önem taşımaktadır. Gullón ve ark (2008), elma şarabı ve elma suyu üretimi sonrasında açığa çıkan elma posasını, fermentasyon için şeker ve diğer bileşen kaynağı olarak değerlendirmek amacıyla enzimatik hidrolize tabi tutmuşlardır. Enzimatik hidroliz reaksiyonu sonucunda elma presisi, *Lactobacillus rhamnosus* ile fermente edilerek 6 saatlik bir laktik asit fermentasyonu sonunda 32,5 g/L L-laktik asit üretilmiştir.

2.2. Elma Suyu ve Şarap Üretiminde UV-C Uygulaması Üzerine Yapılan Çalışmalar

Literatürde UV-C uygulamasının elma şarabı üretiminde kullanılmasına ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Diğer yandan, elma suyunda UV-C uygulamasının etkisinin incelendiği çeşitli araştırmalar bulunmaktadır.

Gevek (2005), bulanık elma suyunda UV-C uygulamasının bakterisi (*Escherichia coli* ve *Listeria innocua*) inaktivasyonu üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada maya, bakteri, mantar ve virüsleri inaktive etmek için gerekli olan enerjinin %90’nının sağlandığı EW-9705-00 model UV cihazı kullanılmış olup, elma suyuna farklı sürelerde (10-60 s) UV-C uygulaması yapılmıştır. *E. coli* miktarı 20 s’de 3,4 log cfu/mL azalırken, 30 s’de bu miktar 5 log cfu/mL’ye yaklaşmış ve azalma 4,7 log cfu/mL olarak saptanmıştır. *L. innocua* miktarındaki azalma ise 58 s’de daha belirginleşmiş ve miktarı 2,5 log cfu/mL olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak *E. coli* inaktivasyonunda daha iyi sonuçlar alındığı saptanmıştır. Tüm bunlara ek olarak toplam canlı sayımında 40 s’de %99 oranında bir azalma meydana geldiği vurgulanmıştır.

Elma ve üzüm suyunda UV-C uygulamasının *Alicyclobacillus acidoterrestris* sporları üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 3 farklı dozda UV-C uygulaması (0,383 mW/cm², 0,709 mW/cm² ve 1,315 mW/cm²) yapılmıştır (Baysal ve ark., 2013). Üzüm suyunda 0,383 mW/cm² dozunda UV-C kullanıldığında inaktivasyon oranı 0,14

logkob/mL, 0,709 mW/cm²UV-C dozu kullanıldığında inaktivasyon oranı 0,11 log kob/mL ve 1,315 mW/cm²UV-C dozu kullanıldığında inaktivasyon oranı 0,06 log kob/mL olarak belirlenmiştir. İnaktivasyon sonucunda kalan mikroorganizma yoğunluğu 0,383 mW/cm² dozunda 2,9 log kob/mL, 0,383 mW/cm² dozunda 2,0 log kob/mL ve 1,315 mW/cm² dozunda 0,7 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Aynı dozları sırası ile 1,2 ve 3 olarak numaralandıracak olursak bu 3 farklı doz elma suyuna da uygulanmıştır ve sonuçlar şu şekildedir; uygulanan 3 farklı dozda da inaktivasyon oranı 0,04 log kob/mL olarak saptanmıştır. Bu inaktivasyon sonucunda kalan mikroorganizma yoğunluğu 1.doz uygulamasının sonunda 4,3 log kob/mL, 2.doz uygulamasının sonucunda 3,3 log kob/mL ve 3.doz uygulamasının sonunda 3,1 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak üzüm suyunun muhafazasında ısı işleme alternatif olarak UV-C uygulamasının kullanılabileceği, elma suyunun pastörizasyonunda ise diğer muhafaza teknikler ile kombine şekilde kullanımının daha sağlıklı olacağı belirtilmiştir (Baysal ve ark., 2013).

Islam ve ark. (2016), UV-C'nin elma suyunun polifenoller ve antioksidan aktivesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmada; 0-240 mJ/cm² arasındaUV-C dozu uygulamışlardır..Çalışmada UV-C'nin ticari dezenfeksiyon dozlarında ışınımı klorojenik asit, phloridzin ve epikateşin gibi polifenollerin konsantrasyonlarında istatistiksel olarak fark yaratacak düzeyde azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Epikateşin miktarının, UV-Cdozunun 240 mJ/cm²' ye çıkması ile arttığı gözlemlenmiş; 0-40 mJ/cm² dozları arasında kullanımının ise şeker (glukoz ve fruktoz) miktarında azalmaya neden olduğu saptanmıştır. UV-C dozunun 40-240 mJ/cm²' ye çıkması ile şeker miktarında az miktarda artış gözlemlenmiş, ancak bu artışlar kontrol grubu ile örnekler arasında istatistiksel açıdan önem arz etmemiştir. Toplam fenolik madde miktarının UV-C uygulaması boyunca korunduğu saptanmıştır. *In vitro* toplam antioksidan aktivite değerinin, UV-C dozu 40 mJ/cm²'yi aştığında azaldığı, maksimum doz olan 240 mJ/cm² de ise değişmeden kaldığı saptanmıştır. Sonuç olarak, çalışmada UV-C uygulaması elma suyunda önemli biyoaktif bileşikler olan polifenollerin, *in vitro* antioksidan aktivitenin ve şeker miktarının ticari olarak korunduğu, kullanılabilir UV-C dozunun 40 mJ/cm² düzeyindeolduğuda belirtilmiştir (Islam ve ark., 2016).

Usaga ve ark. (2017) elma suyuna eklenen farklı katkı maddelerinin(askorbik asit, sodyum benzoat, potasyum sorbat ve SO₂)UV-C uygulaması üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada askorbik asit, sorbat ve benzoatın elma suyuna ilavesi suyun emilim katsayısını önemli ölçüde arttırmış, bu artış sabit UV-C dozunun belirlenmesinde elma suyunun akış hızında istatistiksel olarak önemli bir azalmaya sebep olmuştur. UV-C

uygulamasının toplam askorbik asit ve benzoat konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmamıştır. Artan UV-C uygulamasının aksine SO₂ uygulamasındaki azalma; askorbik asit ve sorbat seviyelerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara yol açmıştır. Askorbik asit konsantrasyonundaki artış *E.coli* inaktivasyonunda istatistiksel olarak önemli bir azalmaya sebep olmuştur. Çalışmada UV-C uygulamasının verimliliğinin, meyve suyuna eklenen katkı maddeleri tarafından olumsuz yönde etkilendiği sonucuna varılmıştır (Usaga ve ark., 2017).

Isıl ve ısıl olmayan muhafaza tekniklerinin bulanık elma suyunun depolanması üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada PEF, UV-C ve ısıl işlem prosesleri elma şarabına ayrı ayrı uygulanmış ve uygulanan muhafaza tekniklerinin, farklı depolama zamanlarında elma suyunun kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır (Azhuvalappil ve ark., 2010). İşlem görmemiş kontrol elma şarabı için; başlangıç toplam canlı sayımı 2,4 log kob / mL olarak belirlenmiştir. Depolama süresinin sonunda ise toplam canlı sayımı 3,1 logkob / mL'ye ulaşmıştır. Isıl işlem uygulamasının ardından toplam canlı sayımı 1,8 log cfu/mL, UV-C uygulamasının ardından toplam canlı sayısı 1,6 log kob/mL ve PEF uygulamasının ardından toplam canlı sayısı 1,8 log kob/mL'ye düşmüştür. Toplam canlı sayımında UV-C etkisi % 33,4 ile ilk sırada yer alırken, PEF ve ısıl uygulama %25'lik azalma ile ikinci sıradayer almıştır. Toplam maya ve küf için kontrol grubunda ilk sayım 2,5 log kobmL'dir. Isıl işlem uygulaması sonunda elma suyunda maya ve küf saptanmamış, depolama sonucunda ise miktarında artış gözlenmiştir. UV-C uygulaması sonucunda yaklaşık 1,5 log cfu/mL küf ve maya varlığı tespit edilmiş olup, depolama ile bu miktar artış göstermiştir. UV-C uygulaması küf-maya sayımında yaklaşık olarak %40 oranında etkinlik göstermiştir. Duyusal analiz değerlendirmesinde üçgen duyusal analiz testi kullanılmış ve kontrol grubu ile işlem uygulanan örnekler arasında istatistiksel olarak fark saptanmıştır. 4 haftalık depolama sonunda ısıl işlem ve UV-C arasında istatistiksel olarak fark olduğu saptanmıştır. UV-C uygulanan örneklerde depolama sonrasında çürük tadın daha yoğun olduğu, bunun sebebinin de depolama sırasında maya ve küf miktarlarında meydana gelen artıştan kaynaklı olduğu yorumu yapılmıştır (Azhuvalappil ve ark., 2010).

UV-C teknolojisi bazı beyaz ve kırmızı şarap çeşitlerinde uygulanmış ve bu uygulamanın şarapların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Örneğin, şarap ve üzüm suları üzerine yapılan bir çalışmada mikroorganizmaları inaktive etmek için alternatif bir teknoloji olarak UV-C (254 nm) ışınlamanın etkileri incelenmiştir (Fredericks ve ark., 2011). Çalışmada elde edilen sonuçlar, UV-C uygulamasının spesifik şarap

mikroorganizmalarına karşı önemli düzeyde antiseptik etki gösterdiğini açıkça göstermiştir.

Başka bir çalışmada ise, UV-C ışınlama beyaz şarap üretiminde SO₂ miktarını azaltmaya yardımcı bir teknoloji olarak denenmiş ve elde edilen sonuçlar UV-C uygulamasının şıranın pH, tartarik asit ve alkol içeriği gibi kalite parametrelerini değiştirmeden şarabın bozulmasını önlemede etkili olduğunu göstermiştir (Falguera ve ark., 2013). Çalışmada üzüm suları dondurulmuş ve dondurulmamış olarak 2 gruba ayrılmış olup, 2 grupta kendi içerisinde 3'e ayrılmıştır: (1) muhafaza yöntemi uygulanmamış, (2) UV-C uygulaması gerçekleştirilmiş ve (3) SO₂ ilavesi yapılmış. Şarapların pH, toplam asitliği (tartarik asit cinsinden), alkol ve uçar asit sonuçları 3 farklı muhafaza tekniği ve 2 farklı şarap üzerinden değerlendirmeye alınmıştır. pH değerlerinin genel aralığı 2,92-3,98 olarak saptanmış olup, yüksek pH değerlerine UV-C ile muamele edilen örneklerin sahip olduğu belirlenmiştir. Tartarik asit miktarlarının aralığı 3,97-8,19 olarak belirlenmiş, muhafaza yöntemi uygulanmayan örneklerin tartarik asit değerlerinin diğer 2 tekniğin uygulandığı örneklerle oranla daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Alkol oranları 8,24-12,44 (% v/v) aralığında değişmekte olup alkol oranı en yüksek SO₂ uygulamalı örnekler olmuştur. Son olarak uçar asit miktarları 0,07-3,71 g/L aralığında olup en yüksek değere sahip olan örnekler muhafaza yöntemi uygulanmayanlar olarak saptanmıştır. Çalışmada UV-C uygulamasının uçar asidi azaltma yönünden umut vaat edici bir muhafaza tekniği olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda kullanılan SO₂ miktarını azaltmada yardımcı olabileceğini fakat farklı şaraptürleri için farklı doz ve zaman uygulamasını optimize etmek için bu alanda çalışmaların artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Falguera ve ark., 2013).

Matias (2016), UV-C uygulamasının kırmızı şarapta mikrobiyal stabilizasyon üzerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla SO₂ ilaveli ve SO₂ ilavesiz şarap örneklerine 2 farklı dozda UV-C uygulanmış (424 J/L ve 778 J/L) ve örneklerde mikrobiyolojik ve kimyasal analizler gerçekleştirmiştir. Aerobik mezofilik bakteri sayımında en fazla azalma 778 J/L doz UV-C uygulanan örnekte meydana gelmiştir. Maya ve küf sayımında ise en aktif olan grubu kükürt dioksit uygulanan şarap örnekleri oluşturmuştur. Kimyasal analizlerinin sonuçları (alkol, yoğunluk, pH, toplam asitlik) arasında istatistiksel bir farklılık saptanmamakla birlikte, toplam ve serbest SO₂ miktarları arasında önemli derecede fark gözlenmiştir.

Sonuç olarak şarap retiminde UV-C teknolojisi uygulaması ve bu uygulamanın şaraplarının kalitesini ortaya koyan çalışma sayısı sınırlı düzeyde olup, gerçekleştirilecek bu çalışma ile bu önemli eksikliğin giderilmesi amaçlanmaktadır.



BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Elma şarabı üretiminde kullanılmak üzere Çanakkale'nin Bayramiç ilçesinde yetiştirilen ve uygun hasat döneminde hasat edilen “Starking Delicious” elma çeşidi (Şekil 3.1) kullanılmıştır. Starking Delicious yüksek verimli, Eylül sonu Ekim başı hasat olgunluğuna ulaşan, her yıl düzenli ve bol ürün veren bir elma çeşididir. Çiçeklenme ile hasat arasında 136 gün bulunmaktadır. Hasat sonrasında Nisan ayına kadar soğuk hava depolarında muhafaza edilebilmektedir (Diamantidis ve ark., 2002).



Şekil 3.1. Starking delicious elma çeşidi

3.2. Metot

3.2.1. Elma Şarabı Üretimi

Üretim için temin edilen elmalar işlenmek üzere bölüm laboratuvarına getirilmiştir. Elmalar kükürtdioksit, ısıtma işlemi ve UV-C uygulaması olmak üzere 3 farklı yöntem kullanılarak ve 2 tekerrürlü olacak şekilde şaraba işlenmiştir. Bu amaçla elmalar öncelikle sap ve çöplerinden ayrılıp yıkanmıştır. Yıkanan örnekler presleme kolaylığının sağlanması için dilimlenmiştir. Dilimlenen elmalar katı meyve presinden geçirilerek elma suyuna işlenmiştir. Elde edilen elma suyuna 2 mL/L pektinaz enzimi ilave edilmiştir. Enzim ilaveli örnekler +4 °C de 1 gün bekletilmiştir. Durultma aşaması tamamlanan berrak elma suyuna (şıra) kükürt, UV-C ve ısıtma işlemi olmak üzere 3 farklı muhafaza yöntemi uygulanmıştır. İşlemlerden sonra maya ilavesi yapılan elma şıraları 3 L'lik cam şişelere alınmış ve fermantasyona bırakılmıştır. Homojenliğin sağlanması ve maya aktivasyonunu iyileştirmek

için gün içerisinde 2-3 kez karıştırma işlemi uygulanmıştır. Şıra fermantasyonunun takibigünlük briks ve sıcaklık ölçümü ile sağlanmıştır. Fermantasyon tamamlanmasına briks takibi sonucu karar verilmiştir (4-5°Bx). Fermantasyonu tamamlanan şaraplar 75 cL ve 33 cL'lik yeşil renkli şarap şişelerine aktarılmıştır. Aktarım tamamlandıktan sonra şişeler 10°C deki inkübatörde 3-4 ay süreyle depolanmıştır. Elma şarabı üretim akım şeması Şekil 3.2'de verilmiştir.

3.2.1.1. Kükürt Uygulaması

Sıvı kükürt, şıra örneklerine son üründe serbest SO₂ miktarı “15 mg/L” olacak şekilde eklenmiştir. SO₂ eklenen örneklerden şıra analizleri için örnek alınmışve şaraba işlenecek şıraya 0,2 g/L düzeyinde ticari maya *S. cerevisiae* suşu (Zymaflore FX10 Laffort) ilave edilerekfermantasyona bırakılmıştır.

3.2.1.2. UV-C Uygulaması

UV-C Uygulaması, bölüm labotatuvarında bulunan 9 lambalı türbülent akışlı UV-C cihazı (Şekil 3.3) ile gerçekleştirilmiştir. Cihaz meyve suyunun boşaltıldığı üst kazan, meyve suyu akış hızını kontrol eden pompa (1.9 gpm) ve çelik paslanmaz bir gövde olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Elma suyu UV-C cihazından 20 m/s' lik akış hızı ile geçirilmiştir. UV-C reaktöründen 1 geçişte uygulanan UV-C dozu, sistemden geçen meyve suyunun akış hızı(20mL/s) ve toplam UV-C çıkış gücü(28 W/Lamba x 9 Lamba) kullanılarak hesaplanmıştır (Geveke 2008;Keyser ve ark.,2008).

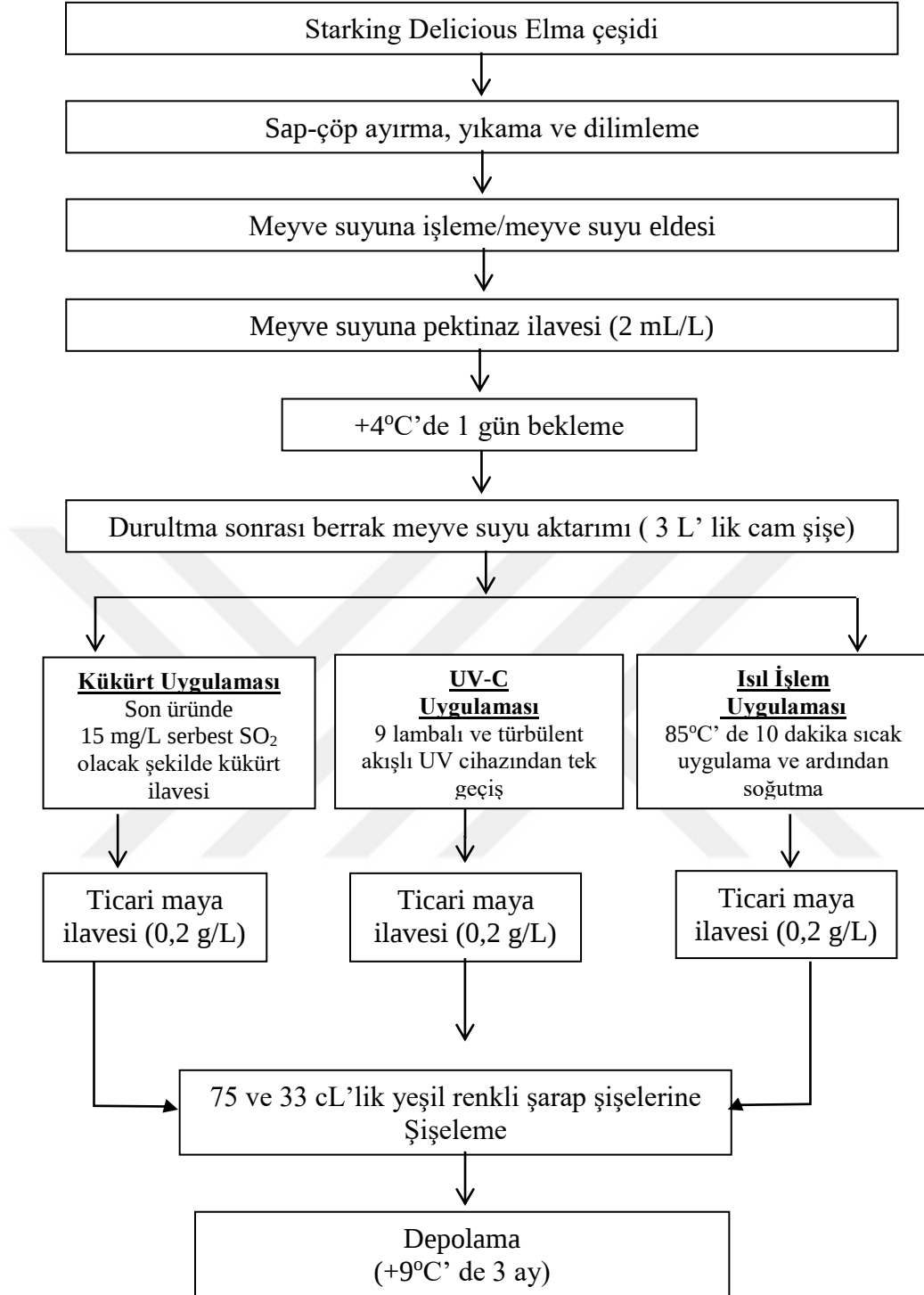
$$\text{Doz (J/L)} = \text{Toplam UV-C çıkış gücü (W)} / \text{Akış Hızı (mL/sn)} \quad (3.1)$$

$$= (28*9) \text{ W} / (20.00) \text{ mL/sn}$$

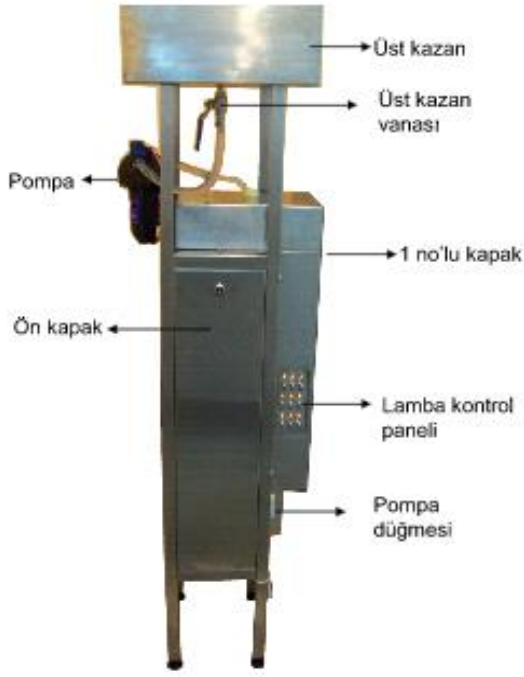
$$\text{W} = \text{J/s olduğundan;}$$

$$= 12,6 \text{ J/mL ya da } 12,6 \text{ kJ/L (Sistemden 1 geçişte elma suyuna uygulanan UV-C dozu)}$$

UV-C' den geçirilen elma suyundan şıra analizleri için “şıra numunesi” alınmış, şaraba işlenecek olan şıraya 0,2 g/L ticari maya *S.cerevisiae* suşu (Zymaflore FX10 Laffort) ilave edilip fermantasyona bırakılmıştır.



Şekil 3.2. Elma şarabı üretim akış şeması



Şekil 3.3.UV-C cihazı

3.2.1.3 Isıl İşlem Uygulaması

Isıl işlem uygulaması, bölüm labotatuvarında bulunan su banyosu (GFL, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla şıra örneği su banyosuna yerleştirilmiş ve sıcaklığı 85°C'ye eriştikten sonra 15 dakika süreyle su banyosunda bekletilmiştir. Ardından 20°C'ye kadar soğutulurak şıra analizleri için örnek alınmış ve şaraba işlenecek şıraya 0,2 g/L düzeyinde ticari maya *S.cerevisiae* suşu (Zymaflore FX10 Laffort) ilave edilerek fermantasyona bırakılmıştır.

3.2.2. Elma Şarabı ve Şıraya Uygulanan Analizler

Elma şarabı ve şıra örneklerine uygulanan analizler toplu halde Çizelge 3.1’de gösterilmiş olup, analiz detayları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Elma şarabı ve şıra örneklerine uygulanan analizler

	Şarap	Şıra
pH	✓	✓
Kuru Madde	✓	✓
Titrasyon Asitliği (TA)	✓	✓
İndirgen Şeker	✓	✓
Kül	✓	✓
Uçucu Bileşen Analizi	✓	✓
Antioksidan Aktivite Tayini(TEAC)	✓	✓
Toplam Fenolik Madde	✓	✓
Mikrobiyolojik Analiz	✓	✓
Yoğunluk Tayini	✓	
Alkol	✓	
Duyusal Analiz	✓	
Uçar Asit	✓	
Toplam ve Serbest SO ₂	✓	

3.2.2.1. pH Tayini

Elma şarabı ve şıra örneklerinde pH değeri, kalibrasyonu yapılan pH-metre’nin (Sartorius PB-11-Almanya) cam elektrodunun direkt olarak örneğin içine daldırılması ile saptanmıştır.

3.2.2.2. Kuru Madde Tayini

Bu amaçla, elma şarabı ve şıra örneklerinden 10 mL örnek alınmış ve daha önceden sabit tartıma getirilmiş olan kurutma kaplarına aktarılmıştır. Örneklerin içerisinde bulunduğu kurutma kapları 100±5 °C etüvde kurutmaya bırakılmıştır. Sabit tartıma gelen kurutma kapları etüvden çıkarılıp soğutulmuş ve sonuçlar hesaplanarak “g/L” kuru madde olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu,2013).

3.2.2.3. Titrasyon Asitliği (TA) Tayini

Toplam asitlik tayini için elma şarabı ve şıra örneklerinden 25 mL alınmış, %1'lik fenol fitaleyn (2-3 damla) indikatörlüğünde 0,1 N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiş, harcanan NaOH miktarına göre hesaplama yapılmış (eşitlik 3.2) ve sonuçlar ‘g/L’ cinsinden verilmiştir (Güven, 2008).

$$TA (\%) = \frac{S \cdot F \cdot N \cdot meq}{V} * 100 \quad (3.2)$$

S = NaOH çözeltisi sarfiyatı, mL,

F = NaOH faktörü,

N = 0,1 N (NaOH çözeltisinin Normalitesi)

meq = Malik asidin miliekivalent ağırlığı(0.067)

V = Örnekten alınan miktar

3.2.2.4. İndirgen Şeker Tayini

Elma şarabı ve şıra örneklerinde indirgen şeker miktarı Luff-Schoorl metodu ile belirlenmiştir. 25 mL şarap örneğine 5 mL Carrez I (%15'lik potasyum hekzasiyanoferrat) ve 5 mL Carrez II (%30'luk çinko sülfat) eklenmiş, saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır (Carrez çözeltilerinin ilavesindeki amaç örneklerin seyreltilmesini sağlamaktır). Hazırlanan örnek süzölmüş ve elde edilen süzöntüden 25 mL, 15 mL saf su ve 25 mL alkali bakır çözeltisi geri soğutucu altında 10 dakika sünger taşı ile kaynatılmıştır. Kaynama bitiminde soğutulan örnek üzerine 10 mL %30'luk potasyum iyodür, 2 mL nişasta çözeltisi (%1'lik) ve 25 mL sülfürik asit (%25'lik H₂SO₄) eklenmiştir. Elde edilen karışım sodyum tiyosülfat ile titre edilmiş ve sarfiyat kaydedilmiştir. Örnek kullanılmadan “kör sarfiyatı” için de aynı aşamalar izlenmiş ve kör sarfiyatı olarak kaydedilmiştir. Örnek ve kördeki tiyosülfat sarfiyatlarını kullanılarak ilgili tablo yardımı ile şarap ve şıradaki indirgen şeker miktarı “g /L” olarak saptanmıştır (Güven, 2008).

3.2.2.5. Kül Tayini

Bu amaçla, elma şarabı ve şıra örnekleri 15 mL olacak şekilde porselen krozelere ilave edilmiştir. Örnekteki su ve alkolün uçuşunu sağlamak için porselen krozeler etüvde 100±5 °C' de kurutulmuştur. Kurumanın tamamlanmasından ardından “ön yakma” işlemi gerçekleştirilmiştir. Ön yakma işlemindeki amaç şekerli örneklerde kabarma, sıçrama,

taşıma gibi numune kayıplarını engellemektir. Ön yakma sonunda örnekler kademeli artış ile maksimum sıcaklık 525-550 °C olacak şekilde kül fırınında beyaz kül elde edilene kadar yakılmıştır. Sonuçlar “g/L” olarak ifade edilmiştir (Ough ve Amerine, 1988).

3.2.2.6. Uçar Asit Tayini

Bu amaçla, buharlı distilasyon ile uçucu asitler ayrılmış ve titrasyon sonucunda uçar asit miktarı belirlenmiştir. Uçucu asitlerin saptanmasında temel ilke, titrasyonun standart hidroksit çözeltisi ile gerçekleştirilmesidir. Sonuçlar “g/L asetik asit” cinsinden belirlenmiştir (Akman, 1951).

3.2.2.7. Uçucu Bileşen Tayini

Elma şarabı ve şıra örneklerinde bulunan serbest uçucu bileşenlerin tanımlanmasında ve bu bileşenlerin miktarının belirlenmesinde Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi (GC-MS) (GC 6890N, MS 5975, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) kullanılmıştır. Katı faz mikroekstraksiyon tekniği de (SPME) uçucu bileşenlerin izolasyonu amacıyla kullanılmıştır (Molina ve ark., 2007; Varela ve ark., 2009). GC-MS koşulları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. GC-MS koşulları

GC-MS Koşulları	
Kolon özelliği:	Polar olmayan HP5 kolonu (30 m × 0,25 mm i.d. × 0,25 µm film thickness, J&W Scientific, Folsom, CA).
Taşıyıcı gaz:	Helyum, 1,2 mL/ dak.
Fırın Programı:	Başlangıç sıcaklığı 40 °C’de 2 dak, Ramp1: 2 °C’ /dak, 120°C’ de 3 dak, Ramp2: 8°C/dak, 250°C’ de 2 dak.
MS şartları:	Kapiler arayüz (capillary interface) sıcaklığı 280°C, İyonizasyon enerjisi (ionization energy): 70 eV; Kütle aralığı (mass range) 35 ile 350 amu, Tarama hızı (scan rate) 4,45 scans s ⁻¹ .

3.2.2.7.1. Uçucu Bileşen İzolasyonu

40 mL'lik amber renkli SPME vialine (Supelco, Bellefonte, PA, ABD) 5 mL şarap/şıra örneği koyulmuştur. Örnek üzerine 10 µL iç standart(önceden belirlenen) ve 1 g NaCl eklenerek vortekste (Grant bio, Hillsborough, İngiltere) karıştırılmış, homojenizasyonu sağlanmıştır. Elde edilen karışım önceden ayarlanmış olan 40°C'deki su banyosunda 20 dakika bekletilmiş ve bu süre sonunda SPME fiberi(2cm-50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS stable flex, Bellefonte, PA,ABD) vialin tepe boşluğuna daldırılarak 40 °C' de 20 dakika boyunca uçucu bileşenlerin fiber üzerine toplanması sağlanmıştır. Son olarak 20 dakika sonunda vialden çıkarılan fiber GC-MS'e enjekte edilmiş ve işlem tamamlanmıştır.

3.2.2.7.2. Uçucu Bileşenlerin Tanımlanması

Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında Wiley Registry of Mass Spectral Data (Wiley,2005), National Institute of Standards and Technology (NIST,2008) ve flavor kütüphanelerinden faydalanılmış. alkol ve ester olmak üzere madde miktarı belirlenmesinde 2 farklı iç standart kullanılmış. Bunlar: metil nonanoat (MN; SAFC, St. Louis, MO, ABD) ve 4-metil 2-pentanol (4M2P; Aldrich, MO, ABD). Alkol konsantrasyonunun belirlenmesinde 4M2P, ester ve diğer bileşiklerin konsantrasyon hesaplamasında ise MN kullanılmıştır. Uçucu madde miktarının hesaplanmasında kullanılan eşitlik 3.2'de verilmiştir.

$$MaddeKonsantrasyonu = \frac{Cis \times Ax}{Ais} \quad (3.3)$$

Cis: İç standart maddenin konsantrasyonu

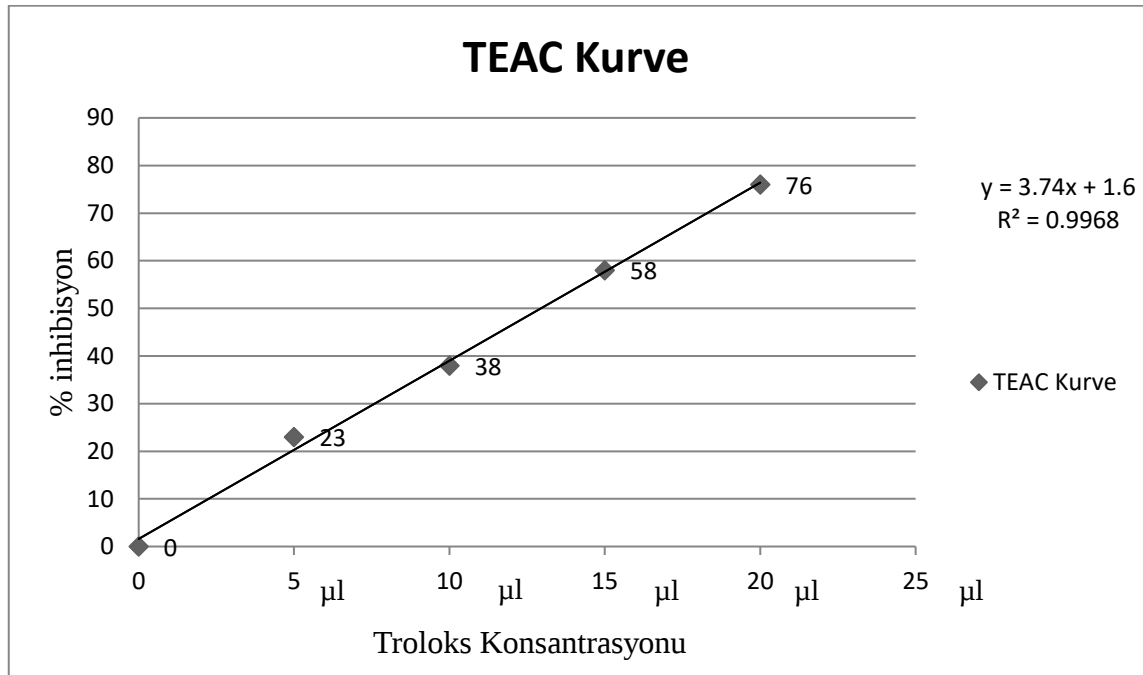
Ax: Aranılan maddenin pik alanı

Ais: İç standart maddenin pik alanı

3.2.2.8. Antioksidan Aktivite Tayini (TEAC)

Antioksidan aktivite miktarının belirlenmesinde Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi(TEAC) yöntemi kullanılmıştır(Re ve ark., 1999). Kullanılan yöntemde ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit))' nin oksidasyonu ile meydana gelen ABTS^{•+} radikal çözeltisi üzerine, antioksidan içeren bir örneğin ilave edilmesi sonucu

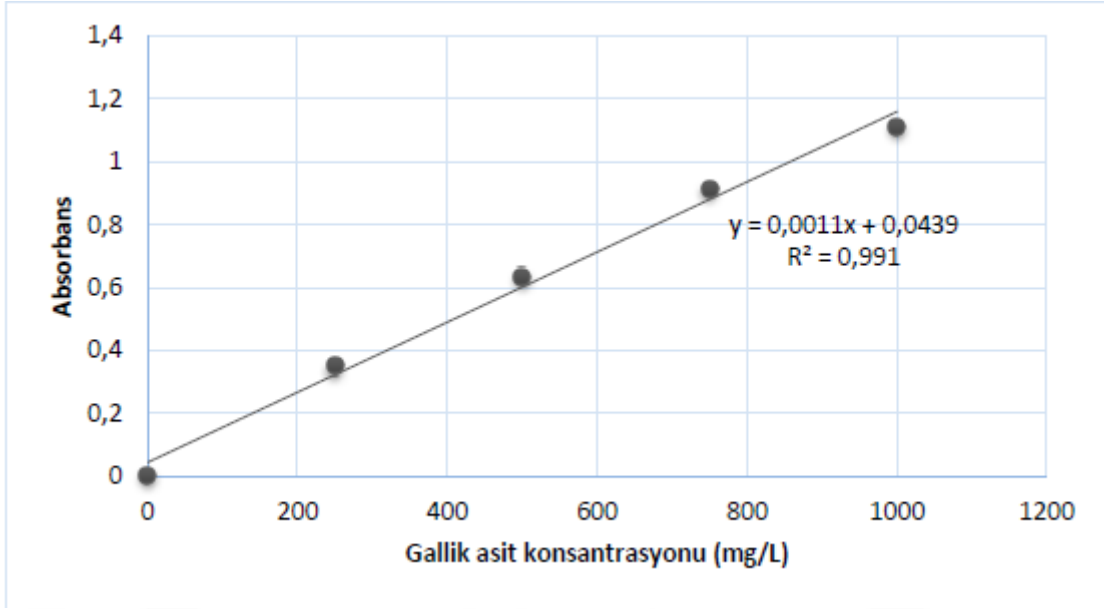
radikalin indirgenmesi temeline dayanmaktadır. Analiz sonuçları, farklı konsantrasyonların okunması ile elde edilen trolox standart eğrisi (Şekil 3.4.) kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Troloks standart eğrisi

3.2.2.9. Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik maddde miktarı “ Folin-Ciocalteu ” metoduna göre belirlenmiştir (Singleton ve Rossi, 1965). Yöntemin temeli, Folin-Ciocalteu ayracının fenolik maddelerce indirgenme ilkesine dayandırılmıştır.İndirgenme sonucu mavi renk oluşumu gözlemlenmiş ve spektrofotometrede okuması yapılmıştır. Şıra/şarap örnekleri Folin-Ciocalteu reaktifi ve sodyum karbonat çözeltisi ile muamele edildikten sonra 2 saat karanlık bir ortamda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi dolan örneklerin absorbans değerleri 765 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometrede(Shimadzu, UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre, Japonya) ölçülmüştür. Ölçülen absorbans değerlerinin gallik asit cinsinden hesaplanabilmesi için Şekil 3.5’te verilen gallik asit(Fluka,MO,ABD) eğrisinden yararlanılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğerinde “mg/L” olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.5.Gallik asit standart eğrisi

3.2.2.10. Toplam ve Serbest Kükürt Dioksit

Genel SO₂ tayininde örnekler NaOH çözeltisi ile hidrolize edilmiş, indikatör eşliğinde(nişasta) iyot çözeltisi ile titre edilmiştir. Serbest SO₂ miktarının saptanmasında ise örnek ilk olarak sülfürik asit ile asitlendirilmiş, nişasta indikatörlüğünde iyot çözeltisi ile titre edilerek miktar belirlenmiştir(Güven, 2008).

3.2.2.11. Mikrobiyolojik Analiz

Çalışmada mikrobiyolojik analiz olarak sıra örneklerinde toplam aerobik mezofilik canlı bakteri ve küf-maya sayımı gerçekleştirilmiştir. Toplam aerobik mezofilik canlı bakteri sayımı için PCA (Plate Count Agar, Merck 1.05463), küf-maya sayımı için DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar) besiyerleri kullanılmıştır. Toplam aerobik mezofilik canlı bakteri sayımında dökme plak, küf-maya sayımında yüzeye yayma yöntemi kullanılmıştır. Analizde, toz halinde bulunan PCA 22,5 g/L olacak şekilde gerekli miktar tartılmış ve saf su ile eritilmiş, sterilizasyonu için 121°C’de 15 dk otoklavda bekletilmiştir. Örnekler farklı konsantrasyonlarda seyreltilerek (10⁻¹, 10⁻², ...) hazırlanmış ve petri kapları üzerine kodlamalar yapılmıştır. Hazırlanan seyreltim örneklerinden 1 mL miktarda steril Petri kabına aktarılmış ve üzerine 12-12,5 mL olacak şekilde PCA besiyeri dökülmüş, örnek ve besiyerinin homojen bir şekilde karıştırılması sağlanarak besiyeri katılaştıktan sonra 28-37 °C sıcaklıkta 48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gelişen tüm koloniler sayıma alınmıştır.

Küf-maya sayımı için ise DRBC agar besiyeri 31,6 g/L miktarda olacak şekilde tartılarak saf su içerisinde çözündürülmüş ve otoklavda 121°C’de 15 dk süreyle sterilize edilmiştir. Steril besiyeri 12-12,5 mL olacak şekilde Petri kaplarına dağıtılıp katılaştırılmıştır. Hazırlanan seyreltim örneklerinden 0,1 mL miktarda steril DRBC agar yüzeyine aktarılmış ve Drigalski özesi ile örnek yayılmıştır. Petri kutuları 22-25°C 'de 4-5 gün inkübe edilmiş, 5. gün sonunda gelişen küf ve maya kolonilerisayılmıştır.

3.2.2.12.Yoğunluk Tayini

Fermantasyon takibinin en önemli unsurlarından biri olan yoğunluğun ölçümü piknometre ile yapılmıştır. Şarap örneklerinin sıcaklığı 20°C’ye getirilmiş ve ölçüm yapılmış, sonuçlar “g/mL” olarak hesaplanmıştır(Ough ve Amerine, 1988).

3.2.2.13. Alkol Tayini

Şarapların alkol içeriklerinin belirlenmesinde temel ilke, şarabın ve saf suyun kaynama noktalarının karşılaştırılmasıdır. Alkol miktarının belirlenmesinde ebülliyometre(Dujardin-Salleron, Fransa) cihazı kullanılmıştır. Cihazda önce saf suyun kaynama noktası belirlenmiştir ardından şarap örneğinin kaynama noktası belirlenmiş ve cihaza ait skala da suyun kaynama noktası 0 ile karşılaştırılıp şarap örneğinin kaynama noktasının karşısındaki sayısal değer şarap örneğinin “% v/v(%hacim/hacim)”alkol miktarını göstermiştir (Güven,2008).

3.2.2.14. Duyusal Analiz

3 ay olgunlaştırılan şarap örneklerinin karakteristik duyusal özellikleri, 7 kişiden oluşan eğitimli panelist grubu tarafından “Lezzet Profil Analizi” (LPA/Spektrum metodu) metodu kullanılarak belirlenmiştir. Panelistler, şarap tadımı ve kokusunda deneyimli (1 kişi önolog) olup, 1 erkek ve 6 kadından oluşmuştur. Panelistler, yeterli ışık yoğunluğunun bulunduğu ve dış etkenlerden bağımsız bir ortamda puanlama yapmışlardır.Duyusal analizin gerçekleştiği ortam Şekil 3.6’da verilmiştir.İlk olarak, örnek değerlendirilmesinin hassasiyeti için tanımlayıcı terimler tespit edilmiştir.Eğitim sonunda şarap örneklerinin tanımlanmasında kullanılacak 20 farklı terim geliştirilmiştir.Bu terimlerin rakamlar ile doğru bir şekilde değerlendirilmesi için çeşitli referanslar kullanılmıştır.Kullanılan referans örnekler Şekil 3.7’de verilmiştir. Terimlerin değerlendirilmesi amacı ile 0’dan (0= çok düşük lezzet yoğunluğu) 10’a (10= çok yüksek lezzet yoğunluğu) kadar puanlamanın bulunduğu bir skala kullanılmıştır (Meilgaard ve ark., 1999). Örnekler farklı rakam

grupları ile kodlanmış, değerlendirmeleri için panelistlere kodlanmış lale tipi tadım kadehlerinde sunulmuştur. Örnek sıcaklığı da duyuşal analizin önemli unsurlarından biri olup, şaraplar 13-14°C sıcaklıkta tadıma hazır hale getirilmiştir. Analiz hassasiyeti için, panelistlerin değerlendirme aşamasında örnek değişiminde su ile ağız çalkalamaları, tuzsuz kraker/grissini/ekmek gibi ağız nötrleyici tatlar ile damaklarını bir sonraki örneğe hazırlamaları istenmiştir.



Şekil 3.6. Duyuşal panelin gerçekleştiği ortam



Şekil 3.7. Duyuşal analiz referans örnekler

Meilgaard, 1999, referans olarak temel tatlar (ekşi, tatlı, tuzlu, acı ve buruk) için farklı yoğunlukta çözeltiler hazırlanmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Duyusal analiz referans tatlar

Ekşi tat	%0,08'lik sitrik asit	Çözelti skor tablosunda 5 değerine karşılık gelmektedir.
Tatlı tat	%2'lik sakkaroz çözeltisi	Çözelti skor tablosunda 2 değerine karşılık gelmektedir.
Acı tat	%0,05'lik kafein çözeltisi	Çözelti skor tablosunda 2 değerine karşılık gelmektedir.
Buruk tat	%0,5'lik alum çözeltisi	Çözelti skor tablosunda 4,5 değerine karşılık gelmektedir.
Tuzlu tat	%0,2'lik tuz çözeltisi	Çözelti skor tablosunda 2,5 değerine karşılık gelmektedir.

Panelistlere duyusal analiz için sunulan skor kağıdı Çizelge 3.4.'te verilmiştir.

Çizelge 3.4.Elma şarabı örneğinin duyusal değerlendirilmesinde kullanılan skor kağıdı örneği

Panelistin adı ve soyadı:		Tarih:				
Elma Şarabı						
Tanımlayıcılar	Kontrol 1	Kontrol 2	UV-C 1	UV-C 2	Isıl 1	Isıl 2
Mayamsı/Fermente						
Alkol						
Sülfür Dioksit						
Elma						
Limon-Portakal						
Beyaz meyveler						
Çiçeğimsi						
Çimen						
Toprak						
Ham sebze/Yeşil						
Hayvansı						
Tatlı baharat						
Ekşi						
Tuzlu						
Tatlı						
Acı						
Buruk						
Gövde/Yağlılık						
Renk						
Genel İzlenim						
Diğer						

3.2.2.15. İstatistiksel Analizler

Varyans analizi kullanılarak kimyasal ve duyusal analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testi ile de sonuçların ortalamaları arasındaki farklılıklar karşılaştırılmıştır. Tüm bu istatistiksel analizler için Minitab,2010 istatistik paket programından yararlanılmıştır.



BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Şıranın Özellikleri

4.1.1. Şıranın Genel Bileşimi

Çalışmada şarap üretimi amacıyla elmalar, elma suyuna işlenmiş daha sonra maya ilavesi ile fermantasyona başlamadan önce şıra analizleri için “şıra örnekleri” alınıp analizin gerçekleşeceği süreye kadar -18°C’ de dondurularak muhafaza edilmiştir. Yapılan analizler sonucu şıraya ait genel özellikler Çizelge 4.1.’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Şıranın genel özellikleri

Özellik	Kükürt Uygulaması	UV-C Uygulaması	Isıl İşlem Uygulaması
pH	2,95 ± 0,01 ^a	2,98± 0,00 ^a	3,05±0,02 ^a
Titrasyon Asitliği* (g/L)	3,12± 0,08 ^c	3,44± 0,29 ^a	3,28± 0,17 ^b
Kuru Madde (g/L)	136,07 ± 6,07 ^a	126,94 ± 7,36 ^a	140,19 ± 4,05 ^a
Kül (g/L)	0,09 ± 0,07 ^a	0,07 ± 0,02 ^a	0,06 ± 0,01 ^a
İndirgen Şeker (g/L)	90,25 ± 2,57 ^a	88,35 ± 0,91 ^b	87,42 ± 0,97 ^b
TEAC (mM troloks/mLşıra)	3,04 ± 0,38 ^b	3,45 ± 0,31 ^a	3,55 ± 0,45 ^a
Toplam Fenolik Madde (mg/L)	224,31 ± 0,07 ^b	353,09 ± 0,07 ^a	404,36 ± 0,02 ^a

Sonuçlar ortalama±standart hata olarak verilmiştir. Aynı satırda bulunan farklı harfler, ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (P≤0,05).

*Titrasyon asitliği malik asit cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4.1.’de görüldüğü gibi, Starking elma çeşidinden elde edilen şıraya uygulanan kükürtdioksit, ısıl işlem ve UV-C işlemleri sonucunda şıranın pH, kuru madde ve kül değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir bulunmamaktadır. Bu değerler ortalama olarak 2,99, 134,40 g/L ve 0,07 g/L düzeyinde saptanmıştır. Standartta (TS 3633, 1997), elma suyu için kesin bir pH aralığı belirtilmemiştir. Kuru madde miktarı ise standartta en az 112 g/L olarak belirtilmiş olup, sonuçlarımız belirlenen değerden yüksek ve uyumludur. Diğer yandan, Çalışkan (2010) elma şarabı üretmek amacıyla “*Granny Smith*” elma çeşidi kullanmış ve elde ettiği şıranın pH değeri (3,27) ve kül miktarını (%0,21) daha düşük olarak belirlemiştir. Bu durum çalışmada kullanılan elma çeşidinin farklılığından kaynaklanabilir. Jarvis ve ark. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada şıranın kimyasal bileşiminin şıra içerisindeki bakteri popülasyonunu kontrol ettiği düşünülerek seçilen elmaların pH değerinin 3,5’ten düşük olması gerektiği belirtilmiştir (Jarvis ve ark., 1995).

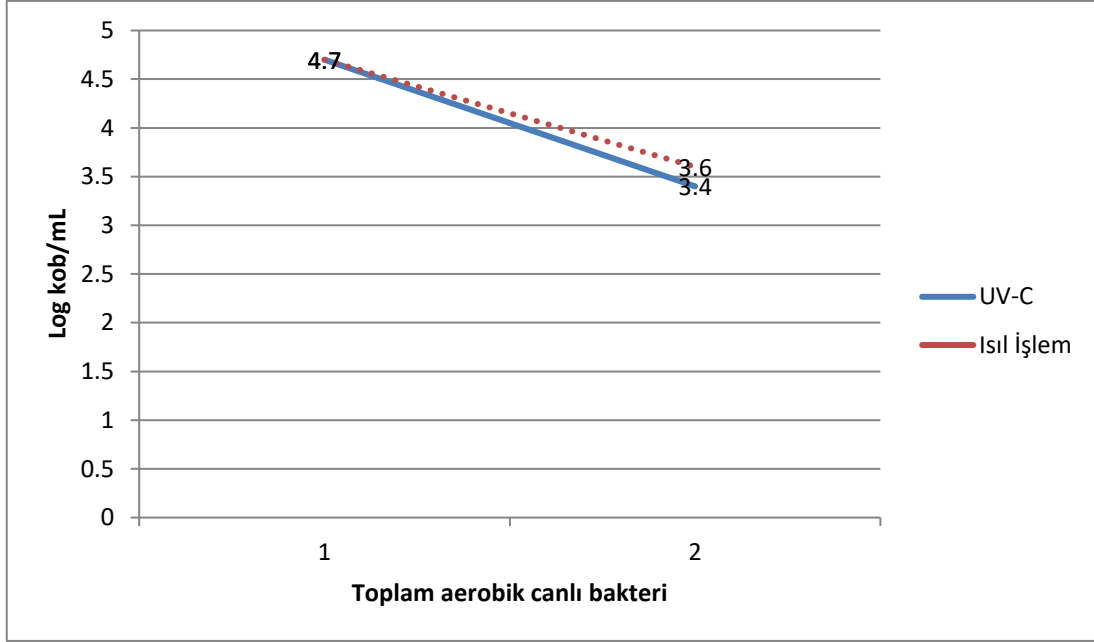
Şıra örneklerinin toplam asitlik değerleri incelendiğinde ise, 2 farklı uygulamanın hem kendi aralarında hem de kontrol örneği olan kükürt uygulaması ile aralarında istatistiksel olarak fark olduğu saptanmıştır. Elma suyu standardına göre (TS 3633, 1997), elma suyunda toplam asitliğin (sitrik asit cinsinden) en az 2,0 g/L olduğu belirtilmiştir. Örneklerinin toplam asitliği standartta belirtilen minimum değerden daha yüksek olup, uyumludur.

Şıra örneklerinin toplam fenol ve antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde, kontrol grubu örneğinin (kükürt uygulaması) ısıtma işlemi ve UV-C uygulanan örneklerden istatistiksel olarak farklılık gösterdiği ve toplam fenol ve antioksidan aktivite değerlerinin ısıtma işlemi ve UV-C uygulamaları sonucunda arttığı anlaşılmaktadır. Isıtma işlemi ile hücre duvarı ve hücre matriksinin yapısı bozulmuş, buna bağlı olarak toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde artış gözlenmiştir. Karadeniz ve ark. (2005) 8 farklı elma suyunda antioksidan aktivite ve toplam fenol miktarı belirlenmiş olup sırası ile; Amasya çeşidinde antioksidan aktivite %24.8, toplam fenol 1078 mg/kg, Arapkızı çeşidinde antioksidan aktivite %40.2, toplam fenol 1232mg/kg, Cooper çeşidinde antioksidan aktivite %14.7, toplam fenol 876 mg/kg, Gloster çeşidinde antioksidan aktivite %20.8, toplam fenol 571 mg/kg, Golden Delicious çeşidinde antioksidan aktivite %20.7, toplam fenol 1146 mg/kg, Granny Smith çeşidinde antioksidan aktivite %24.2, toplam fenol 541 mg/kg, Rome Beauty çeşidinde antioksidan aktivite %40.7, toplam fenol 1110 mg/kg ve Starking çeşidinde antioksidan aktivite %19.5, toplam fenol 1333 mg/kg olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucundan da anlaşılabileceği üzere antioksidan aktivite ve toplam fenol içerikleri arasında gözle görülür bir korelasyon bulunmaktadır (Karadeniz ve ark., 2005).

4.1.2. Şıranın Mikrobiyolojik Özellikleri

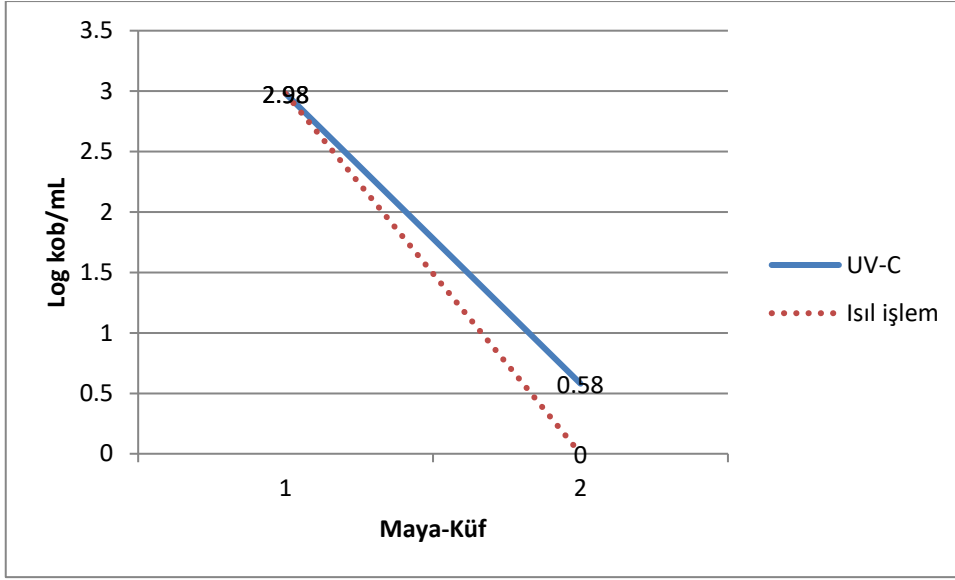
Taze sıkılmış ve hiçbir muhafaza yöntemi uygulanmamış olan meyve sularında çeşitli maya, küf, bakteri ve bazı fekal bakteriler bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar meyve suyunun yapısında farklı bozulmalara neden olmakta ve içilebilirliğini kaybettirmektedirler. Bu nedenle çalışmada elmalar meyve suyuna işlendikten sonra elde edilen şıraya ısıtma işlemi ve UV-C uygulaması yapılmış ve bu uygulamalar sonrasında şıra örneklerinde toplam aerobik mezofilik canlı bakteri ve küf-maya sayımları gerçekleştirilmiştir. Başlangıç toplam aerobik canlı bakteri miktarı 4,7 log kob/mL olarak hesaplanmış olup, UV-C uygulanan şıra örneklerinde toplam canlı sayısında 3,3 log kob/mLazalma gözlenirken, ısıtma işlemi uygulanan şıra örneklerinde toplam canlı sayısında

3,1 log'luk bir azalma meydana gelmiştir. Hesaplama logaritmik şekilde olup, uygulamalarda meydana gelen azalma sonucu meyve suyunda bulunan toplam aerobik canlı bakteri miktarları Şekil 3.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. UV-C ve ısıtma işlem uygulamaları sonucunda elma suyunda toplam aerobik canlı bakteri miktarı

Başlangıç maya ve küf miktarı 2,98 log kob/mL olarak belirlenmiş olup, maya ve küf miktarı ısıtma işlem uygulanan örneklerde saptanmamış, UV-C uygulaması maya ve küf sayımında 2,4 log'luk bir azalmaya sebep olmuştur. Azalmalar sonucu mevcut miktarlar Şekil 3.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. UV-C ve ısıtım işlem uygulamaları sonucunda elma suyunda maya-küf miktarı

Görüldüğü gibi, UV-C uygulaması toplam canlı sayısının azaltılmasında ısıtım işlemi göre daha etkili olurken, küf-maya inaktivasyonunda daha az etki göstermiştir. Benzer şekilde, Keyser ve ark (2008) elma suyunda UV-C uygulaması sonucunda maya ve küf miktarında 3,0 log'luk, aerobik canlı miktarında ise toplam 3,5 log'luk bir azalma meydana geldiğini saptamışlardır.

Azhuvallapil ve ark (2010) ise elma şarabına UV-C ve ısıtım işlem muhafaza tekniklerini uygulamışlardır. Çalışmada toplam canlı bakteri sayısının 3,1 log kob/mL'den UV-C uygulaması sonucunda 1,6 log kob/mL'ye, ısıtım işlem uygulaması sonucunda ise 1,8 log kob/mL'ye düştüğü saptanmıştır. Maya-küf sayısı ise başlangıçta 2,5 log kob/mL olarak belirlenmiş olup, ısıtım işlem sonucunda maya ve küf gelişimine rastlanmamış, UV-C sonucunda da yaklaşık 1,5 log kob/mL düzeyinde küf-maya yükü saptanmıştır. Çalışmada UV-C uygulamasının toplam canlı bakteri sayısının azaltılmasında ısıtım işleminden daha etkili olduğu, ancak küf mayalara karşı ısıtım işlemin daha etkili olduğu belirlenmiş olup, sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermektedir. Görüldüğü üzere elma suyunun doğal mikroflorasında ısıtım işlem uygulaması daha etkin rol oynamıştır. Isıtım işlemin UV-C uygulamasına oranla maya ve küf üzerinde daha etkin olduğu belirlenmiştir. Uygulanan sıcaklık normu mayaların etkinliğini azaltmış ve kayıplarına sebep olmuştur.

UV-C ışınlarının portakal ve nar suyundaki bakterilerin inaktivasyonu üzerine maya ve küflerden çok daha etkili olduğu Pala Uysal (2011) tarafından da saptanmış olup, bu durum bakteri türlerine göre maya ve küflerin daha dirençli olmaları ve DNA yapılarındaki primidin bazlarının (özellikle timin) daha az olmasıyla açıklanmıştır.

4.1.3. Şıranın Uçucu Bileşen Kompozisyonu

Kükürt dioksit (kontrol), UV-C ve ısıt işlem uygulamaları sonrasında alınan şıra örneklerinde GC-MS cihazı ile uçucu bileşenler tanımlanmış ve miktarları iç standart tekniğı ile hesaplanmıştır. Şırada bulunan uçucu bileşenler yüksek alkoller, esterler ve diğler uçucu bileşenler olarak 3 gruptan oluşmaktadır. Şıraya ait GC-MS kromotogramları Ek 4.4'te yer almaktadır. Şırada saptanan uçucu bileşenler ve bu bileşenlerin konsantrasyonları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

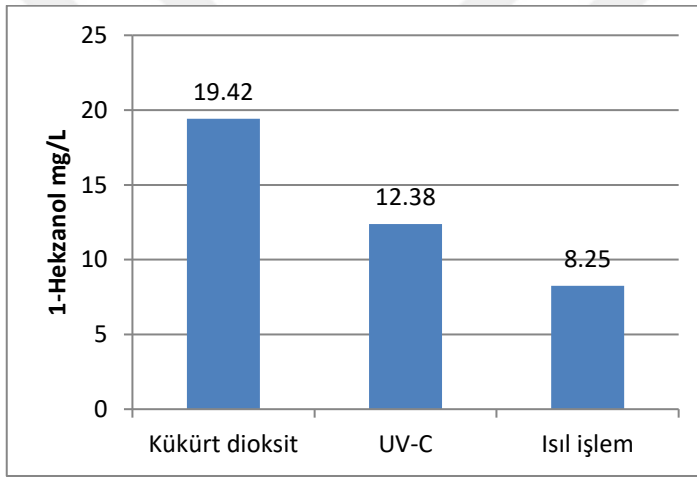
Genel olarak yüksek alkollerin kontrol örneklerinde daha fazla çeşitte olduğu görölmektedir. Kontrol grubunun (kükürt uygulaması) alkol konsantrasyonlarının genel olarak UV-C ve ısıt işlem uygulanan örneklere oranla daha yüksek olduğu, bazı yüksek alkollerin ise UV-C ve ısıt işlem uygulamasında saptanmadığı gözlenmiştir. Meyve şaraplarında oranları fazla olan esterler de farklı konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Esterlerde 2 farklı işlem ve kontrol grubu arasında yüksek miktarda konsantrasyon farkı gözlenmemiş olmakla birlikte yüksek alkoller de olduğu gibi kontrol grubunda karşımıza çıkan bazı ester türleri UV-C ve ısıt işlem uygulamasında saptanamamıştır.

Çizelge 4.2. Şıranın uçucu bileşen kompozisyonu mg/L

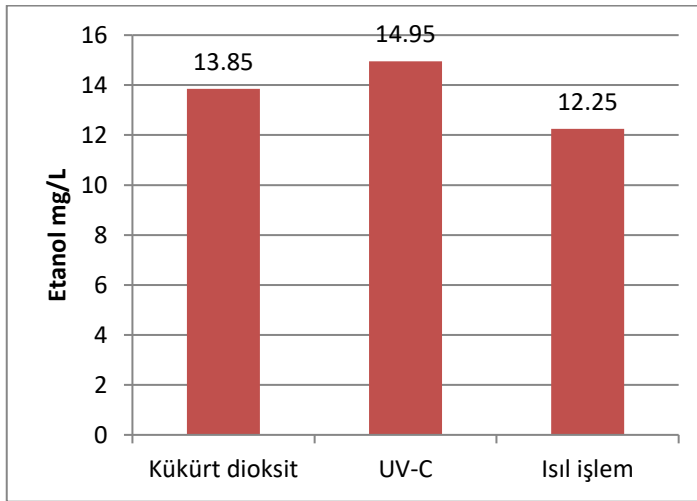
Uçucu Bileşenler	Aroma Tanımlayıcıları	Kükürt Uygulama	UV-C Uygulama	Isıl İşlem Uygulama
ALKOLLER				
Etanol	Tatlı	13,85 ±2,19 ^b	14,95 ±0,4 ^a	12,25±0,1 ^c
1-Butanol	Sert alkol	2,1 ±0,32 ^a	2,07 ±0,08 ^a	1,32±0,02 ^b
2 metil, 1bütanol	Soğan	2,45 ±0,21 ^a	2,47 ±0,1 ^a	1,2 ±0,05 ^b
1-hekzanol	Yeşil ¹ ,çimen ¹	19,42 ±0,73 ^a	12,38 ±0,8 ^b	8,25±1,06 ^c
2-metil-6-hepten-1-ol	-	0,97 ±0,02 ^a	-	0,71 ±0,14
di-6-metil-5-hepten-2-ol	-	0,35 ± 0,07 ^a	-	-
Anisil alkol (4-metoksibenzil alkol)	Çiçek	0,37 ±0,00 ^a	-	-
Amil alkol (pentanol)	Meyve	0,72 ±0,00 ^a	-	-
3- hekzen-1-ol	Taze kesilmiş çim	1,96 ±0,00 ^a	-	-
ESTERLER				
İzoamil asetat	Muz	-	-	1,38 ±0,01 ^a
Bütil asetat	Armut	1,39 ±0,62 ^b	1,61 ±0,01 ^a	1,26 ±0,02 ^c
Amil asetat(Pentil asetat)	-	0,11 ±0,05 ^b	0,16 ±0,04 ^a	0,11 ±0,03 ^b
Propil bütirat	Keskin,meyve	0,10 ±0,07 ^a	0,07 ±0,00 ^c	0,09 ±0,02 ^b
Hekzil asetat	Meyve,ot,bitki	0,90 ±1,18 ^c	1,71 ±1,01 ^a	1,62 ±0,09 ^b
Propil asetat	-	0,02 ±0,00 ^b	0,06 ±0,01 ^a	-
Bütil propionat	-	0,04 ±0,04 ^a	0,04 ±0,05 ^a	-
Bütil bütirat	-	0,06 ±0,05 ^b	-	0,08 ±0,03 ^a
Etil dekonoat	Meyve	0,02 ±0,01 ^a	-	-
İzobütil asetat	Çilek, meyvemsi	0,02 ±0,00 ^a	-	-
Propil 2-metilbütanat	-	0,02 ±0,01 ^a	-	-
Bütil-2-metilbutanoat	-	0,02 ±0,01 ^a	-	-
Etil bütirate	Elma-yanık elma	-	-	0,13 ±0,02 ^a
Metil-2-metilbütirat	-	0,02±0,01 ^a	-	-
DİĞERLERİ				
2- Hekzenal	-	1,17 ±0,47 ^a	0,91 ±0,06 ^c	0,98 ±0,21 ^b
Hekzanal	Çimen,yağlı,yağ	0,96 ±0,12 ^a	0,61 ±0,00 ^b	0,44 ±0,1 ^c
Limonen	Turuncgil,nane	-	-	0,06 ±0,01 ^a

Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir (Wang W. J. ve ark., 2017; Wang X. C. ve ark., 2017; Ramirez M. ve ark., 2016).

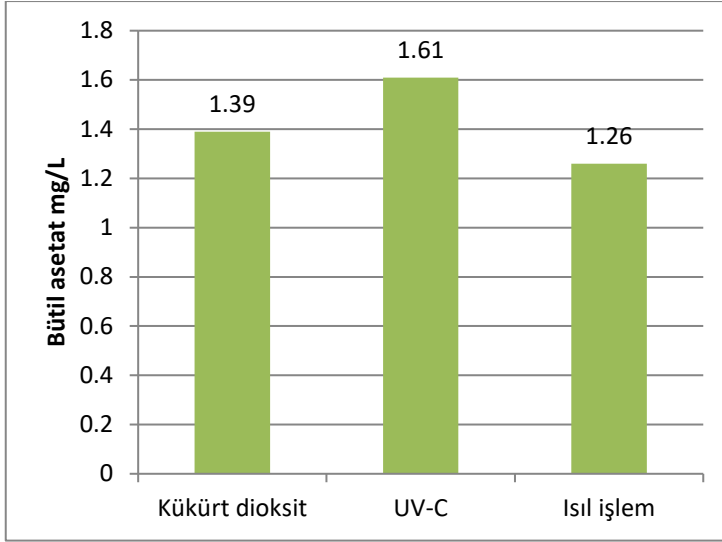
Şıra örneklerinde istatistiksel olarak kontrol grubu (kükürt uygulaması) ile diğer 2 uygulama arasında farklılık gösteren uçucu bileşenler Şekil 4.1.-4.5.'te ayrı ayrı gösterilmiştir. 1-Hekzanol miktarı en yüksek kontrol grubunda, en düşük ise ısıtma işlemi uygulanan örnekte belirlenmiştir. Etanol miktarının UV-C uygulaması ile artış gösterdiği ve en yüksek miktara bu uygulama sonrası sahip olduğu saptanmış olup, miktarlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bütiril asetat miktarının da en yüksek UV-C uygulamasında olduğu gözle çarpılmaktadır. Kontrol ve ısıtma işlemi uygulanan örnekler arasındaki fark da istatistiksel olarak önemlidir. Propil bütirat miktarı en fazla kontrol grubunda olup, diğer 2 uygulama arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hekzil asetat miktarı UV-C uygulamasında en yüksek miktara sahiptir.



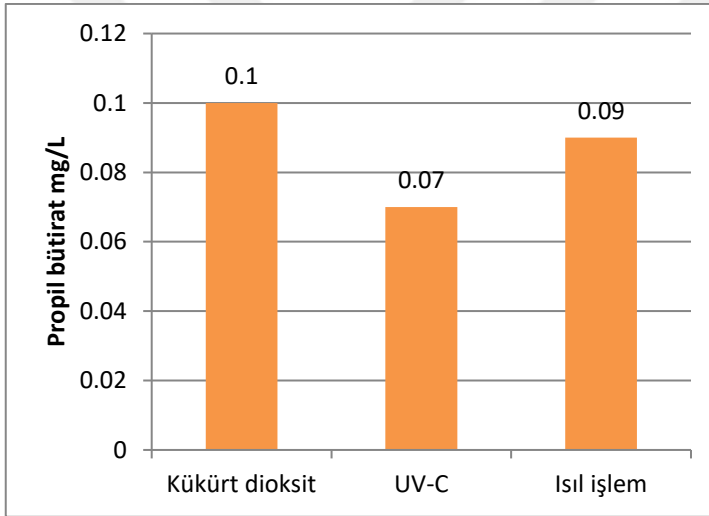
Şekil 4.1. Şıra örneklerinin 1-hekzanol miktarı



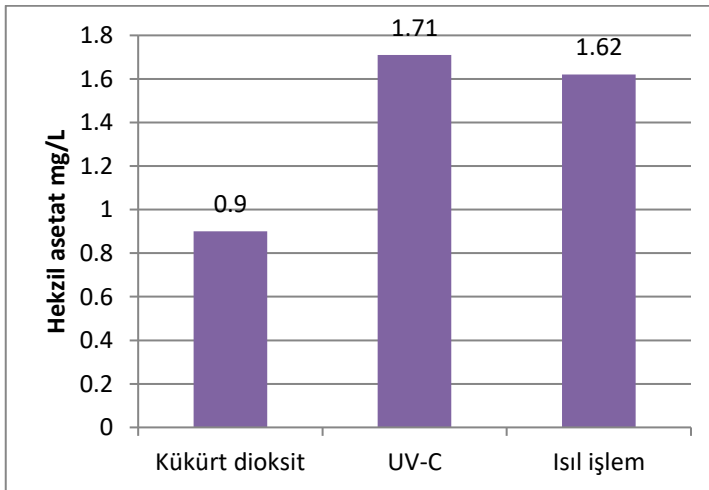
Şekil 4.2.Şıra örneklerinin etanol miktarı



Şekil 4.3. Şıra örneklerinin bütül asetat miktarı



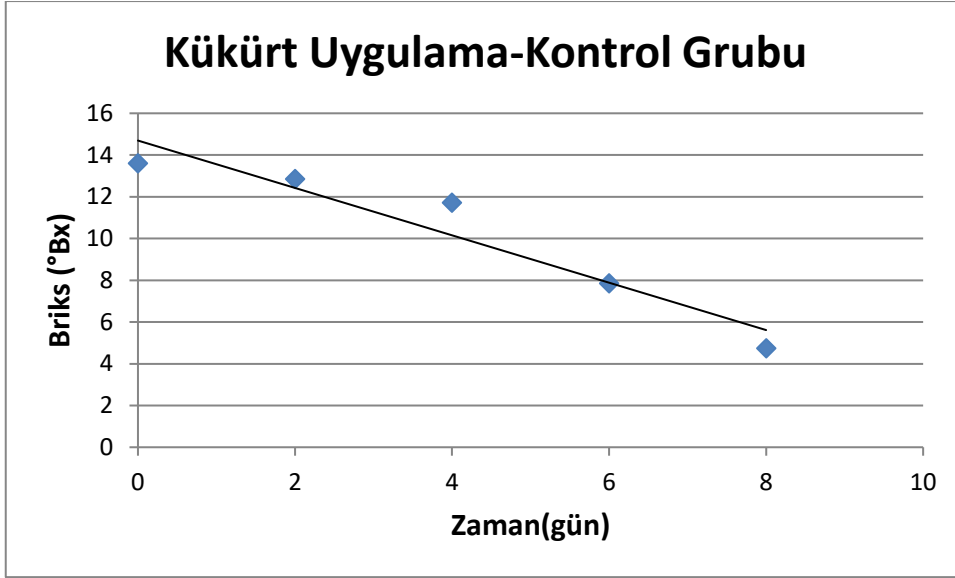
Şekil 4.4.Şıra örneklerinin propil bütirat miktarı



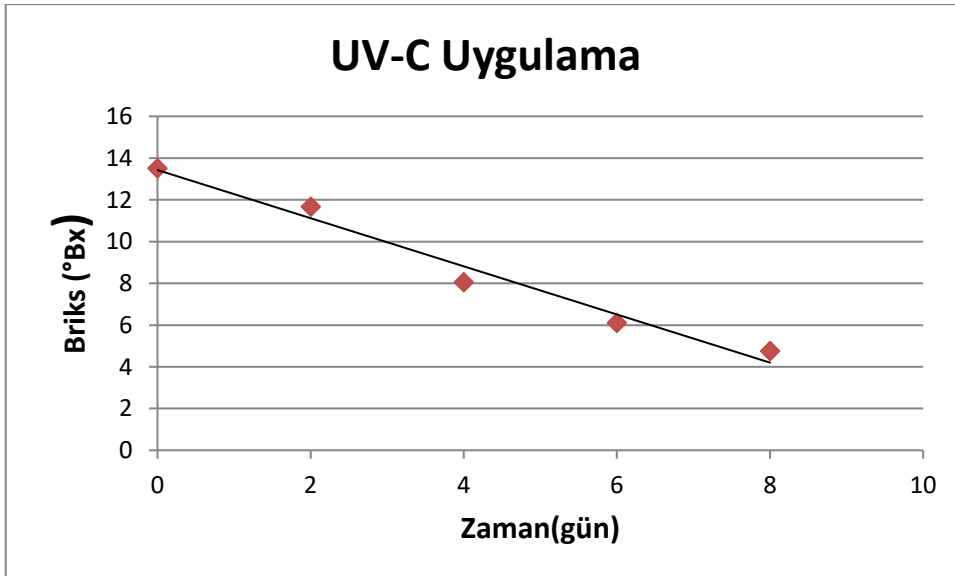
Şekil 4.5. Şıra örneklerinin hekzil asetat miktarı

4.2. Şıranın Fermantasyon Takibi

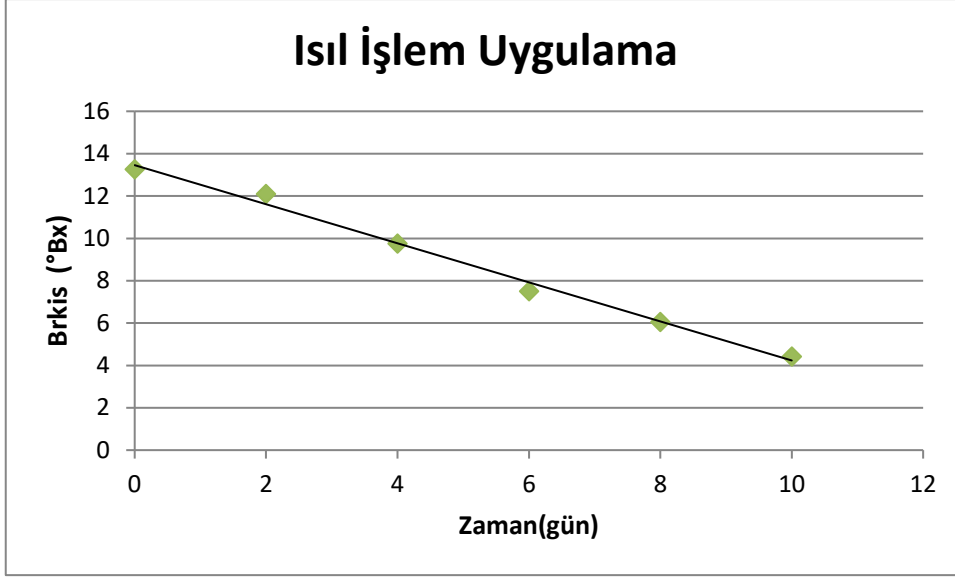
Elma şarabı üretiminde fermantasyon takibi günlük briks ve sıcaklık ölçümü ile izlenmiştir. Kükürt örneği ile UV-C ve ısıl işlem uygulanan örneklerin fermantasyon boyunca briks değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.6-4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.6. Kontrol grubu şarabın fermantasyon süresince briks değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.7. UV-C grubu şarabın fermantasyon süresince briks değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.8. Isıl İşlem grubu şarabın fermantasyon süresince briks değerlerinde meydana gelen değişim

UV-C uygulaması yapılan örneklerin fermantasyon süresi, kontrol örneği ile aynı olup fermentasyon 8 günde tamamlanmıştır. Diğer yandan, ısıtma işlemi uygulanan örneklerin fermantasyonu 10 günde tamamlanmıştır.

Mayaların gerçekleştirmiş olduğu fermentasyon ortamında bulunan şeker konsantrasyonu, pH değeri, alkol yoğunluğu, oksijen miktarı vb. faktörlerden etkilenmektedir. Fermantasyon seyrinde gözlemlenen temel değişiklik, ortamda bulunan şeker konsantrasyonunda meydana gelen azalmadır. Konsantrasyonda meydana gelen bu azalmanın takibi de yoğunluk veya briks ölçümü ile yapılmaktadır. Briks suda çözünür kuru madde miktarını belirtir ve sıra örneğinde toplam çözünen maddenin %95'ini şeker oluşturmaktadır. Şıranın briks değerinden yola çıkılarak olası alkol derecesi-briks çevrimi tablosu yardımıyla fermentasyon sonucunda elde edilecek olan alkol oranı belirlenebilmektedir. Oluşacak alkol (v/v) oranı yaklaşık olarak briks değerinin %50'lik kısmına denk gelmektedir (Boulton ve ark., 1996).

Çalışmamızda kontrol örneğinin başlangıç briks değeri 13,6 olup, fermentasyon sonucunda oluşan alkol miktarı % 7,62 (v/v), UV-C örneğinin başlangıç briks değeri 13,5 olup fermentasyon sonucunda oluşan alkol miktarı % 7,22 (v/v) ve ısıtma işlemi uygulanan örneğin briks değeri 13,2 olup fermentasyon sonucunda oluşan alkol miktarı % 7,55 (v/v) olarak saptanmıştır.

4.3. Elma Şarabının Özellikleri

4.3.1. Elma Şarabının Genel Özellikleri

Şıraya sadece kükürt uygulanarak elde edilen elma şarabı (kontrol) ile UV-C ve ısıtma işlemi uygulanan şıradan elde edilen elma şarapları +9°C'deyaklaşık 4 ay olgunlaştırıldıktan sonra genel özellikleri belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.3.' te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Elma şaraplarının genel özellikleri

Özellik	Kükürt Uygulaması	UV-C Uygulaması	Isıl İşlem Uygulaması
pH	3,1 ± 0,02 ^a	3,07 ± 0,00 ^a	3,18 ± 0,03 ^a
Titrasyon Asitliği*(g/L)	4,09 ± 0,06 ^a	4,05 ± 0,11 ^a	3,85 ± 0,04 ^b
Kuru Madde (g/L)	14,04 ± 1,25 ^a	14,29 ± 2,02 ^a	13,67 ± 0,21 ^a
Kül (g/L)	0,2 ± 0,03 ^a	0,18 ± 0,04 ^a	0,19 ± 0,09 ^a
İndirgen Şeker (g/L)	0,73 ± 0,03 ^b	0,63 ± 0,04 ^c	0,99 ± 0,09 ^a
TEAC (mM troloks/mL şarap)	2,99 ± 0,81 ^b	2,97 ± 1,10 ^b	3,12 ± 0,40 ^a
Toplam Fenolik Madde (mg/L)	389,69 ± 0,01 ^b	379,54 ± 0,01 ^b	459,68 ± 0,04 ^a
Yoğunluk (g/mL)	0,996 ± 0,00 ^a	0,998 ± 0,00 ^a	0,996 ± 0,00 ^a
Alkol (v/v)	7,62 ± 0,09 ^a	7,22 ± 0,09 ^a	7,55 ± 0,05 ^a
Uçar Asit** (g/L)	0,201 ± 0,00 ^a	0,225 ± 0,02 ^a	0,253 ± 0,03 ^a
Toplam Kükürt dioksit (mg/L)	16,0	-	-
Serbest Kükürt dioksit (mg/L)	10,0		

Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

*Malik asit cinsinden

**Asetik asit cinsinden

Çizelge 4.3'te belirtildiği gibi, elde edilen elma şaraplarının pH değerleri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemekle birlikte, en yüksek pH'ın ısıtma işlem uygulamasında olduğu göze çarpmaktadır. Toplam asitlik değerlerinde ise UV-C uygulaması sonrası elde edilen şarap örneği ile kontrol örneği arasında fark gözlenmezken, ısıtma işlem uygulanan şarap örneği ile arasında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir. Güçer(2008) aynı elma türü ile yaptığı çalışmada, elma şarabının toplam asit miktarını malik asit cinsinden daha düşük olarak (2,27-2,657 g/L) olarak belirlemiştir.

Elma şaraplarının kuru madde ve kül değerlerinde uygulamalar arası istatistiksel olarak fark gözlenmemiş olup, kuru madde değerleri 13,67-14,29 g/L arasında, kül değerleri ise 0,18-0,2 g/L arasında değişiklik göstermektedir.

Elma şaraplarının alkol miktarları % 7.22-7.62 (v/v)düzeyinde saptanmış olup, örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Çalışkan (2010)fermantasyonu tamamlanan elma şaraplarında alkol miktarını ortalama % 6,95 (v/v) olarak belirlemiştir.Bu durum çalışmada kullanılan elma çeşidinin farklılığından kaynaklanabilir.

İndirgen şeker miktarıda Türk Gıda Kodeksi Şarap Tebliği'ne (Tebliğ No: 2008/67) göre (sek şaraplarda şeker içeriği en fazla 4 g/L) istenilen değerin altındadır. Uçar asit sonuçları 0,253-0,201 g/L değerleri arasında değişmektedir. Uygulamalar arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

4.3.2. Elma Şarabının Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Kapasitesi

Şıraya sadece kükürt uygulanarak elde edilen elma şarabı (kontrol) ile UV-C ve ısı işlem uygulanan şıralardan elde edilen elma şaraplarının 4 ay olgunlaştırıldıktan sonra belirlenen toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasite değerleri (TEAC) Çizelge 4.4.' te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Elma şaraplarının toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite düzeyleri

Özellik	Kükürt uygulaması (Kontrol grubu)	UV- Cuygulaması	Isıl işlem uygulaması
TEAC (mM troloks/mL şarap)	2,99 ± 0,81 ^b	2,97 ± 1,10 ^b	3,12 ± 0,40 ^a
Toplam fenolik madde* (mg/L şarap)	389,69 ± 0,01 ^b	379,54 ± 0,01 ^b	459,68 ± 0,04 ^a

Sonuçlar ortalama±standart hata olarak verilmiştir.

*Gallik asit

Starking Delicious elma çeşidinden elde edilen kontrol grubu elma şaraplarında toplam fenolik madde içeriği 389,69 mg/L, UV-C uygulaması yapılan şaraplarda 379,54 mg/L ve ısı işlem uygulaması yapılan şaraplarda 459,68 mg/L olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi ısı işlem uygulaması ile toplam fenolik madde miktarında artış gözlemlenmiş ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Starking Delicious elma çeşidinden elde edilen kontrol grubu elma şaraplarında TEAC değeri 2,99 mM troloks/mL şarap, UV-C uygulaması yapılan şaraplarda 2,97mM troloks/mL şarap ve ısı işlem uygulaması yapılan şaraplarda da 3,12 mM troloks/mL şarap olarak belirlenmiştir. Isıl işlem uygulamasının etkisi ile TEAC miktarında artış meydana gelmiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Isıl işlem uygulaması ile fenolik

bileşiklerin fonksiyonel gruplarında bulunan düşük moleköl ağırlığına sahip bileşikler serbest hale geçmiş, bu geçiş ile toplam fenolik madde miktarında artış meydana gelmiştir.

Atanackovic ve ark. (2012) meyve şaraplarının toplam fenolik madde miktarının meyve cinsi, yetiştirildiği bölge, şaraba işleme sırasında kullanılan teknik gibi faktörlerden etkilendiğini bildirmişlerdir (Atanackovic ve ark., 2012).

4.3.3. Elma Şarabının Uçucu Bileşen Kompozisyonu

Starking Delicious elma çeşidinden elde edilen şıraya kükürt dioksit (kontrol), UV-C ve ısı işlem uygulanarak üretilen şarapların uçucu bileşen maddeleri ve miktarları GC-MS ile belirlenmiştir. Miktar hesaplamasında iç standart yöntemi uygulanmıştır. Şarap örneklerinde 8 alkol, 14 ester ve 3 diğerleri olmak üzere toplam 25 uçucu madde tespiti yapılmıştır. Tanımlanan bileşikler içinde esterler önemli bir grubu oluşturmaktadır. Çünkü esterler genç şarap aromasında ve şarapların meyve tadının ön plana çıkmasında önemli bir yapıya sahiptir (Rapp ve Mandery, 1986).

Fermantasyon sırasında ortaya çıkan alkol, ester ve diğer bileşikler tür ve konsantrasyonlara bağlı olarak şarabın lezzet profilinde önemli yere sahiptirler (Valero ve ark., 2002). Alkoller şaraptaki aromanın %80-90'lık kısmını temsil eden en büyük uçucu bileşen grubudur (Usseglio ve Tomasset, 1998).

Şıra örnekleri ile karşılaştırıldığında alkol çeşitlerinden, etanol miktarındaki değişim önemli ölçüde olmamakla birlikte 2 metil, 1bütanol miktarında önemli bir artış, 1-Hekzanol miktarında önemli bir azalma meydana geldiği saptanmıştır. Ortak alkollerin dışında fermantasyon sonucunda şarapta farklı alkol oluşumları gözlemlenmiştir. Şarap ve şıra örneklerindeki ester çeşitlerinin bir çoğu farklılık göstermek ile birlikte benzer olan esterlerin miktarları şarap örneklerinde daha fazla olduğu saptanmıştır.

Erten ve Canbaş (2003), şaraplarda aroma maddelerinin önemli bir kısmının alkol fermantasyonu sırasında mayalar tarafından oluşturulduğu ve bu aroma maddelerinin başlıcalarının yüksek alkoller, esterler, organik asitler, uçucu fenoller, terpenler ve karbonil bileşikleri olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar mayalar tarafından üretilen bu bileşiklerin bazılarının oluşum mekanizmasını şu şekilde ifade etmişlerdir; -Yüksek alkoller: Maya tarafından fermantasyon sırasında oluşan başlıca alkollerin n-propanol, izobütanol (2-metil propanol), 2-metil butanol (aktif amil alkol), 3-metil butanol (izoamil alkol), hekzanol ve 2-fenil etanol olduğunu ve yüksek alkollerin mayalar tarafından Ehrlich (ortamda amino asitlerin bulunması durumunda) ve biyosentez (katabolitik) yolla üretildiklerini, -Esterler: alkollü içkilerde mayalar tarafından üretilen başlıca ester

bileşiklerinin etil asetat, izoamil asetat, izobutil asetat, hekzil asetat, etil hekzanoat, etil oktanoat, etil dekanat ve 2- fenil asetat olduğunu ve esterlerin mayalar tarafından biyokimyasal yol ile üretildiklerini belirtmişlerdir.

Dragovic-uzelac ve ark. (2007), aroma maddelerinin oluşumunun dinamik bir proses olduğunu ve çoğu meyvenin kendine özgü aromasının olgunlaşma sırasında meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar olgunlaşma aşamasında meyve metabolizmasında bir çok değişimin meydana geldiğini ve bu aşamada meyvenin bileşiminde bulunan yağ asitleri, amino asitler, şekerler, polifenoller, karotenoidlerden biyokimyasal yollarla aroma maddelerinin oluştuğunu bildirmişler.

Esterler şarap aromasında, tatlı-meyvemsi koku ve tat oluşumunda önemli bir paydaya sahiptir(Rap ve Mandery, 1986).Esterlerin bir kısmı fermantasyon öncesinde elma suyunda mevcut iken bir çoğu fermantasyon ve dinlendirme aşamasında alkollerin yağ asitleri ile esterleşmesi sonucu oluşmaktadır(Peng ve ark.,2015).

Elma şarabında kantitatif olarak baskın olan 7 ester; 3-metilbutil asetat, heksil asetat, etil bütirat, etil asetat, etil heksanoat, etil laktat ve etil oktanoat'tır(Anton ve al., 2014 , Braga ve ark., 2013, Haider ve ark., 2014 , Peng ve ark., 2015).

Alkoller, elma şarabında ikinci büyük uçucu bileşenleri oluşturmaktadır. Alkoller, maya tarafından meyvedeki glukoz ve karşılık gelen amino asitlerin kullanılması sonucu oluşmaktadır. Şarapta yoğun ve karakteristik keskin koku oluşumunda etkindir (Li ve ark., 2006 , Satora ve ark., 2016).

Elmada bulunan alkollerin büyük bir kısmını yüksek alkoller oluşturmaktadır. Yüksek alkoller ester oluşumunda etkilidir. Miktarının istenilenden fazla olması son üründe sirkeye benzer keskin koku ve tat gibi olumsuz etkiye sebep olmaktadır(Lee, Chong, Yu, Curran, ve Liu, 2012). Yağ asitleri de elma da önemli aroma bileşenleridir. Şarapta meyveli,peynir tadı gibi karışık aromatik dengede rol oynamaktadır. Yağ asitleri, elma bünyesinde bulunmakla birlikte çeşitleri elma türü, hasat zamanı ve alkol fermantasyonuna bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.5. Elma şaraplarının uçucu bileşen kompozisyonu (µg/L)

Uçucu Bileşenler	Aroma Tanımlayıcılar	Kükürt Uygulaması	UV-C Uygulaması	Isıl İşlem Uygulaması
ALKOLLER				
Etanol	Tatlı	9,38±0,3 ^b	9,38±0,2 ^b	10,66±0,2 ^a
2 metil, 1bütanol	Soğan	8,07±1,35 ^c	10,12±0,02 ^b	12,00±0,02 ^a
1-Hekzanol	Yeşil, çimen	3,23±1,01 ^b	3,56±0,37 ^a	3,11±0,04 ^c
Benzene etanol	-	11,27±2,17 ^c	13,03±1,26 ^a	11,62±0,76 ^b
2-Hekzanol	Yaprak, yeşil, meyve	-	9,12±0,12 ^a	8,45±0,35 ^b
1-Heptanol	Kokulu bitki	30,30±2,22 ^a	-	-
3 metil-1-bütanol	Viski, malt	29,89±2,20 ^a	-	-
İzoamil alkol	Peynir	-	-	33,70±0,57 ^a
ESTERLER				
Etil asetat	Ananas	4,24±0,37 ^b	5,8±0,42 ^a	5,8±0,49 ^a
Etil bütirat	Elma	0,53±0,02 ^c	0,64±0,02 ^b	0,67±0,01 ^a
Bütil asetat	Armut	1,74±0,29 ^c	2,06±0,02 ^b	2,16±0,17 ^a
Etil hekzanoat	Elma kabuğu, meyve	142,8±3,81 ^b	120,75±3,88 ^c	160,5±2,82 ^a
Hekzil asetat	Meyve, ot, bitki	6,37±0,41 ^b	5,67±0,53 ^c	8,5±0,14 ^a
Metil oktanoat	Turuncgil meyveleri	774,8±5,65 ^a	607±10,53 ^b	534,25±0,35 ^c
Etil dekanat	Üzüm, salkımlı meyveler	12,82±8,83 ^a	5,71±0,43 ^c	7,61±0,62 ^b
Metil 2-metiloktanoat	-	0,96±0,00 ^a	1,01±0,02 ^a	-
Feniletil asetat	Gül	1,10±0,10 ^b	0,09±0,00 ^c	1,54±0,46 ^a
Etil 9 dekanat	nf	1,20±0,10 ^c	2,16±0,09 ^b	2,34±0,00 ^a
Etil Asetat	-	-	6,19±0,13 ^a	5,52±0,72 ^b
İzobütil asetat	Çilek, meyvemsi	3,14±0,09 ^a	-	0,35±0,07 ^b
Etil 2-hekzonat	-	-	-	0,55±0,07 ^a
Oktanoik asit, 2-metil- metil ester	-	-	-	0,69±0,01 ^a

Sonuçlar ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir .

Çizelge 4.5'in devamı

DİĞERLERİ

Beta-Damasenon	Konserve şeftali, pişmiş elma	-	-	0,98±0,01 ^a
Oktanoik asit	Tatlı	-	-	4,5±0,28 ^a
Dekanoik asit	Ransit, yağ	1,27±0,09 ^a	0,36±0,05 ^b	-

Sonuçlar ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir

Rapp ve Mandery, 1986b; Usseglio-Tomasset 1998; Valero ve ark., 2002; Wang ve ark., 2017.

4.3.4. Elma Şarabının Duyusal Özellikleri

Starking Delicious elma çeşidinden üretilen şarapların duyusal değerlendirilmesinde; fermente, alkol, sülfür dioksit, elma, limon-portakal, beyaz meyveler, çiçeğimsi, çimen, toprak, ham sebze, hayvansı, tatlı baharat, ekşi, tuzlu, tatlı, acı, buruk, gövde, renk ve genel izlenim olmak üzere 20 terim kullanılmıştır. Terimler 0'dan (0= çok düşük lezzet yoğunluğu) 10'a (10= çok yüksek lezzet yoğunluğu) kadar rakamlar ile değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları, kullanılan terimlerin tanımlayıcıları ile Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Elma şaraplarının duyusal özellikleri

Tanımlayıcı Özellik	Kükürt Uygulaması	UV-C Uygulaması	Isıl İşlem Uygulaması
Mayamsı/Fermente	3,71±0,20 ^a	3,49±0,10 ^a	2,82±0,05 ^b
Alkol	3,14±0,40 ^a	3,64±0,30 ^a	2,85±0,10 ^a
Sülfür Dioksit	3,28 ±0,50 ^a	2,32±0,15 ^b	1,78±0,10 ^b
Elma	5,71 ±0,50 ^a	5,99±0,40 ^a	3,89±0,25 ^b
Limon-Portakal	3,07 ±0,30 ^a	3,00±0,00 ^a	1,60±0,15 ^b
Beyaz Meyveler	2,60 ±0,55 ^a	2,35±0,10 ^a	1,10±0,35 ^a
Çiçeğimsi	3,35 ±0,90 ^a	3,10±0,35 ^a	1,74±0,85 ^a
Çimen	0,49 ±0,20 ^a	0,28±0,10 ^a	0,17±0,05 ^a
Toprak	0,92 ±0,40 ^a	0,71±0,10 ^a	0,60±0,05 ^a
Ham Sebze/Yeşil	1,57 ±0,20 ^{ab}	2,60±0,35 ^a	1,14±0,20 ^b
Hayvansı	0,85 ±0,30 ^a	0,35±0,10 ^a	0,28±0,20 ^a
Tatlı Baharat	1,49 ±0,20 ^a	1,21±0,10 ^a	1,14±0,30 ^a
Ekşi	5,99 ±0,20 ^a	5,78±0,60 ^a	6,10±1,06 ^a
Tuzlu	1,92 ±0,10 ^a	1,28±0,10 ^a	1,46±0,35 ^a
Tatlı	1,74 ±0,25 ^a	1,78±0,10 ^a	1,85±0,80 ^a
Acı	0,92 ±0,10 ^a	0,64±0,00 ^b	0,82±0,05 ^{ab}
Buruk	2,78 ±0,10 ^a	1,96±0,15 ^a	2,71±1,21 ^a
Gövde/Yağlılık	2,64 ±0,40 ^a	2,03±0,05 ^a	1,42±0,40 ^a
Renk	7,28 ±0,40 ^a	7,42±0,00 ^a	6,46±0,05 ^a
Genel İzlenim	6,92 ±0,60 ^a	7,49±0,20 ^a	5,92±0,70 ^a

Sonuçlar ortalama + standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı satırda bulunan farklı harfler ortalamaların istatistiksel açıdan farklı olduğunu göstermektedir ($P \leq 0,05$).

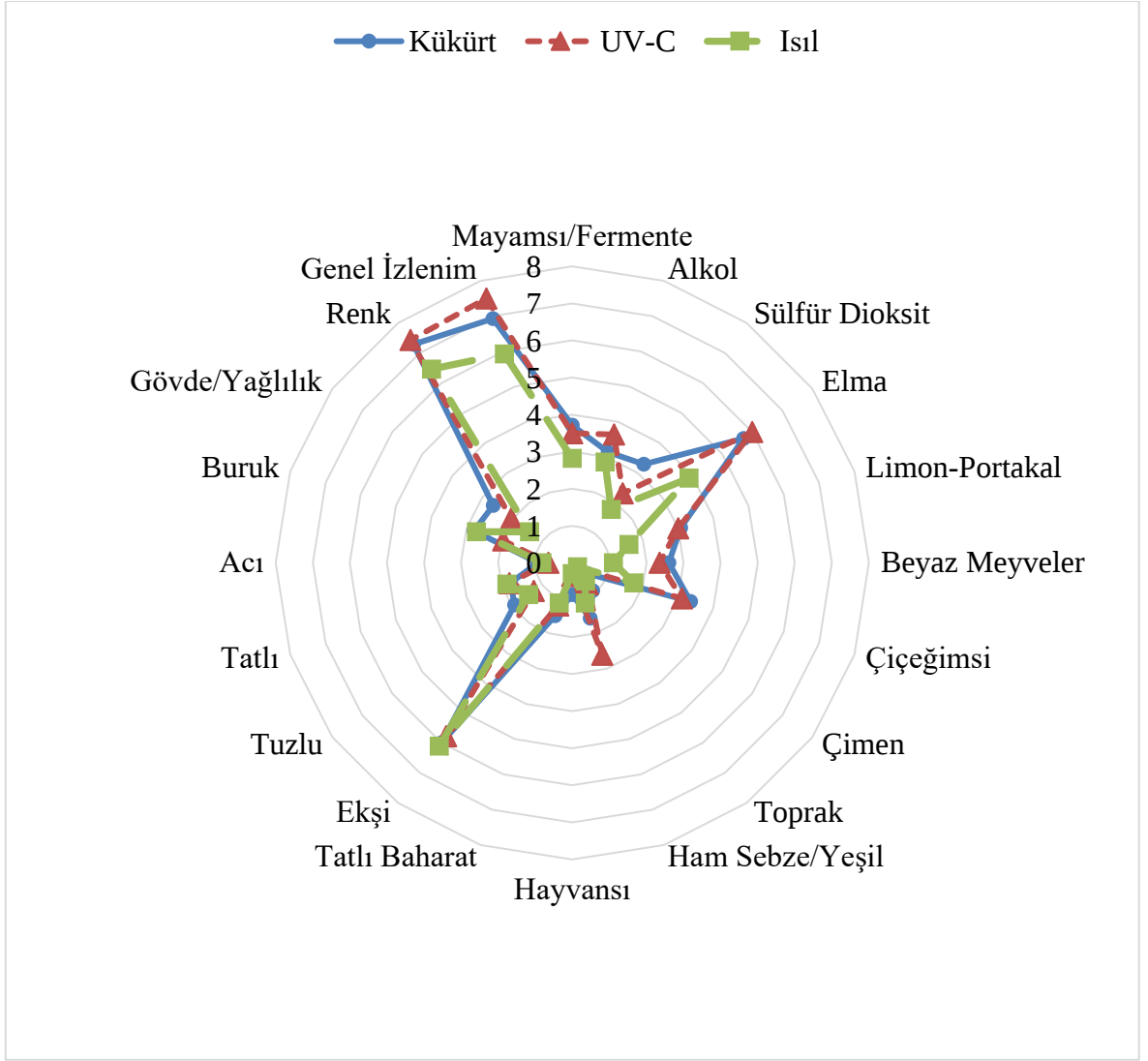
Elde edilen sonuçlara göre, UV-C uygulamasının; alkol, elma, ham sebze ve renkte öne çıktığı gözlemlenmiştir. Genel izlenimde ise UV-C uygulaması en yüksek puanı almıştır. Isıl işlem uygulaması bir çok tanımlayıcı özellikte ve genel izlenimde en düşük puanı alan grup olmuştur. Panelistler tarafından ısıl işlem ve kontrol grubu burukluk değerinin UV-C uygulaması grubundan daha fazla olduğu ve kendi aralarında istatistiksel

olarak farklı olmadığı belirlenmiştir. Şarapta burukluktan sorumlu olan bileşikler bilindiği üzere fenolik maddeler olup, toplam fenolik madde analiz sonucunda da UV-C en düşük fenolik madde içeriğine sahip olan grup olarak karşımıza çıkmıştır. Bu karşılaştırmamız duyusal değerlendirme ve kimyasal analiz sonuçlarının birbirini doğrular nitelikte olduğunu göstermektedir. Duyusal analiz sonucunda UV-C tat olarak umut vaadedici bir sonuç ile karşımıza çıkmaktadır.

Qin ve ark. (2018) İngiltere ve İskandinav bölgesinde bulunan 14 elma şarabının lezzet profili üzerine yaptıkları bir çalışmada, İskandinav bölgesinden gelen elma şaraplarının farklı tat ve kokulara sahipken, İngiltere’den gelen şaraplarda ekşi, büzücü ve acı tadın hakim olduğunu belirlemişlerdir. 14 elma şarabı için koku kategorisinde; çiçek, taze elma, pişmiş elma, armut, turunçgil, muz, tropikal meyve, bal, kurutulmuş meyve, parfüm, karabiber, küflü, dumanlı, dünyevi, laktik, mayalı, kimyasal, damak zevki kategorisinde; tatlı, ekşi,acı ve denge, ağız hissi kategorisinde; büzücü ve alkollü olmak üzere toplam 23 adet referans kullanılmıştır. İskandinav bölgesinden (İsveç ve Danimarka) alınan elma şaraplarındaki taze elma, armut, tropikal meyve, muz, parfüm, referansları İngiltere örneklerine göre daha yüksek olup diğer referans terimleri İngiltere’ den gelen örneklerde daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Elma şaraplarının genel duyusal profillerine ilişkin örümcek ağı grafiği Şekil 4.10.’da verilmiştir. Örümcek ağ modelinde de görüldüğü gibi, uygulanan muhafaza tekniklerinden UV-C uygulamasının bir çok tanımlayıcıda kontrol ve ısıtma işlem uygulamasına göre duyusal karakteristik skorlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Lezaeta ve ark. (2018) beyaz şarapların duyusal değerlendirmesin 12 referans terim kullanmış. Bunlar; ananas, elma-armut, linalol, muz, çarkıfelek, greylift, gül, sebze-otsu, nem-dünyevi, mineral, kedi idrarı(4-merkaptio-4-metilpentan-2-on) ve indirgenmiş olarak belirlenmiştir. Ayrıca aynı çalışmada farklı sıcaklıklarda(12°C-18°C) fermente edilmiş şarapların aromatik varyanslarına bakılmış ve yukarıda belirtilen referanslar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Lezaeta ve ark., 2018).



Şekil 4.9. Elma şaraplarının duyuusal profili

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Çanakkale'nin Bayramiç bölgesinde üretimi yapılmakta olan “Starking Delicious” elma çeşidinden kükürtdioksit, UV-C ve ısıt işlem uygulamaları yapılarak elma şarabı üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen elma şaraplarının karakteristik özellikleri ortaya konmuştur. Çalışma kapsamında elma şaraplarının pH, toplam asitlik, kuru madde, indirgen şeker, kül, uçur asit, kükürtdioksit, yoğunluk, alkol, toplam fenol, toplam antioksidan aktivite, uçucu bileşen ve duyuusal özellikleri belirlenmiştir.

Çalışmada uygulanan muhafaza yöntemlerinin şıranın mikrobiyolojisi üzerine etkisi değerlendirildiğinde, UV-C uygulaması toplam aerobik mezofilik canlı bakteri sayımında 3,3 log birimlik bir azalma sağlarken, ısıt işlem uygulanan şıra örneklerinde 3,1 log birimlik bir azalma meydana gelmiştir. Maya ve küf miktarı ise ısıt işlem uygulanan örneklerde saptanmamış olup, UV-C uygulaması maya ve küf sayımında 2,4 log birimlik bir azalmaya neden olmuştur.

Kükürt uygulanarak elde edilen kontrol elma şarabı ile UV-C ve ısıt işlem uygulanarak elde edilen elma şaraplarının toplam fenol içerikleri sırası ile 389,69 mg galik asit/L, 379,54 mg galik asit /L ve 459,68 mg galik asit /L olarak saptanmıştır. Fenolik bileşikler ile korelasyon gösteren antioksidan kapasite değerleri ise (TEAC) ise sırasıyla 2,99 mM troloks/mL şarap, 2,97 mM troloks/mL şarap ve 3,12 mM troloks/mL şarap olarak belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde toplam fenol içeriği en yüksek grup ısıt işlem uygulanan örnekler olup, buna bağlı olarak en yüksek antioksidan aktivite de ısıt işlem uygulanan örneklerde belirlenmiştir.

Uçucu bileşen analizi sonucunda elma şarabı örneklerinde 8 alkol, 14 ester ve 3 diğeri olmak üzere toplam 25 uçucu madde belirlenmiştir. Uçucu bileşenlerden şarap aromasında tatlı-meyvemsi koku ve tadın oluşumunda etkili olan esterlerin ön planda olduğu görülmüştür. Elma şarabı örneklerinde 8 alkol saptanmış olup, alkol bazında uygulamalar arasında ayırt edici bir fark gözlenmemiştir. Belirlenen ester bileşiklerinden elma aromasından sorumlu etil bütirat, elma kabuğu aromasından sorumlu etil hekzanoat ve elma şarabının olmazsa olmazı hekzil asetatın ısıt işlem uygulanarak üretilen şarap örneklerinde en yüksek konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir. Turunçgil aromasından sorumlu metil oktanoat miktarı kontrol grubunda yüksek miktarda olup, UV-C uygulanan örnek de miktar olarak 2. sırada bulunmaktadır. Esterler kategorisinde değerlendirilme

yapıldığında, ısıtıl işlem uygulaması gerçekleştirilerek elde edilen elma şaraplarının ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Uçucu bileşenlerin saptanan diğer grubunda yer alan ve pişmiş elma aromasından sorumlu olan beta-Damasenon beklenen gibi sadece ısıtıl işlem uygulanarak elde edilen örneklerde gözlemlenmiştir. Saptanan madde ve miktarlar konusunda uygulamalar arası istatistiksel farklılıklar bulunmaktadır, ancak bu farklılıklar uygulamalar arası tercih sebebi yaratacak boyutta değildir.

Duyusal değerlendirme sonucunda, renk ve genel değerlendirmede UV-C uygulanarak üretilen elma şarapları ilk sırada yer almakta, onu sırasıyla kontrol grubu ve ısıtıl işlem uygulanarak üretilen elma şarabı izlemektedir. Referans tatlarda ısıtıl uygulama genel olarak en düşük skorları almış ve tercih sıralamasında üçüncü sırada yer almıştır.

Meyve şarapları ülkemizde fazla tercih edilmemektedir. Ancak çalışma kapsamında kullanılan elma çeşidinin şarap için uygun olabileceği ve ülkemizde üretimi yapılan bu türün şaraplık değerlendirilebileceği, bu değerlendirmenin de Çanakkale'nin Bayramiç bölgesi için farklı bir yatırım alanı oluşturabileceği düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan UV-C uygulaması son zamanlarda etkin muhafaza tekniklerinden olup, meyve suyu-şarap üretim teknolojisinde önemli bir yere sahiptir. Isıl işlem, PEF ve farklı sistemler ile kombine kullanılabileceği gibi, ısıtıl işleme alternatif olabileceği yönünde umut vaat edici olduğu çalışmada gözlemlenmiştir. UV-C uygulamasının geliştirilmesi açısından mikrobiyolojik alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akman A. V., 1951. Şarap Analiz Metodları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:33.37 s.
- Alberti A., Machado Dos Santos P. T., Zielinski F. A. A., Eleutério Dos Santos M. C., Braga M. C., Demiate M. I., Nogueira A., 2016. Impact on Chemical Profile in Apple Juice and Cider Made From Unripe, Ripe and Senescent Dessert Varieties. Food Science and Technology, 65: 436-443.
- Anonim, 2018. Kükürt Dioksidin Şaraplarda Kullanımı. Online: 20 Haziran 2018, <http://www.dunyagida.com.tr/haber/350arap-uretiminde-kukurt-dioksitin-ve-sulfitlerin-yeri/2018>
- Anton M. J., Suarez Valles B., Garcia Hevia A., Picinelli Lobo A., 2014. Aromatic Profile of Ciders by Chemical Quantitative, Gas Chromatography-Ofactometry, and Sensory Analysis. Journal of Food Science, 79(1): 92-99.
- Apostolopoulou A. A., Flouros A. I., Demertzis P. G., Akrida-Demertzi K., 2005. Differences in Concentration of Principal Volatile Constituents in Traditional Greek Distillates. Food Control, 16(2): 157-164.
- Atanackovic M., Cvejic J., 2012. Influence of Wine Making Techniques on the Resveratrol Content, Total Phenolic Content and Antioxidant Potential of Red Wines. Food Chemistry, 131(2): 513-518.
- Azhuvallapil Z., Fan X., Geveke J. D., Zhang Q. H., 2010. Thermal and Nonthermal Processing of Apple Cider: Storage Quality Under Equivalent Process Conditions. Journal of Food Quality, 33(5): 612-631.
- Baysal R. B., Singleton V. L., Bisson L. F. And Kunkel R. E., 1996. Principles and Practices of Wine Making. 1st edition, Chapman and Hall, 628.
- Braga C. M., Zielinski A. A. F., Da Silva K. M., De Souza F. K. F., Pietrowski G. D. A. M., M. Counto, A. Nogueira., 2013. Classification of Juices and Fermented Beverages Made From Unripe, Ripe and Senescent Apples Based on the Aromatic Profile Using Chemometrics. Food Chemistry, 141(2): 967-974.
- Cabranes C., Mangaz J. J., Blanco D., 1997. Selection and Biochemical Characterization of

- Saccharomyces cerevisiae* and *Kloeckera apiculata* Strains Isolated From Spanish Cider. 103(3): 165-169.
- Canbaş A., Cabaroğlu T., Eskiöçtepe T., 2000. Starking ve Golden Delicious Çeşitlerinden Düşük, Normal ve Yüksek Alkollü Elma Şarabı Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2): 71-78.
- Cemeroğlu B. B., 2013. Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi, Kızılay, Ankara, 3-7.
- Çalışkan A., 2010. Laktik Asit Fermantasyonunun Elma Şarabının(Apple Cider) Organik Asit İçeriği Üzerine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Türkiye.
- Diamantidis Gr., Thomai T., Genitsariotis M., Nanos G., Bolla N., Sfakiotakis E., 2002. Scald Susceptibility and Biochemical/Physiological Changes in Respect to Low Preharvest Temperature in “ Starking Delicious” Apple Fruit. 92(3-4): 61-366.
- Dragovic-Uzelac V., Levaj B., Mrkic V., Bursac D., Boras M., 2007. The Content of Polyphenols and Carotenoids in Three Apricot Cultuvars Depending on Stage of Maturity and Geographical Region. Food Chemistry, 102(3): 966-975.
- Erten H., Canbaş A., 2003. Alkol Fermantasyonu Sırasında Oluşan Aroma Maddeleri. Gıda, 28(6), 615-619.
- Eskiöçtepe T., 1992. Starking ve Golden Delicious Elma Çeşitlerinin Şaraplık Değerleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- Falguera V., Forns M., Ibarz A., 2013. UV-vis irradiation: An Alternative to Reduce SO₂ in White wines. LWT- Food Science and Technology, 51: 59-64.
- Fidan I., Anlı R. E., 2000. Özel Şaraplar. Kavaklıdere Kültür Yayınları. No:3: 206, Ankara, Türkiye.
- Fredericks N. I., Du Toit M., Krügel M., 2011. Efficacy of Ultraviolet Radiation as an Alternative Technology to Inactivate Microorganisms in Grape Juices and Wines. Food Microbiology, 28: 510-517.
- Geveke J. D., 2005. UV Inactivation of Bacteria in Apple Cider. Journal of Food Protection, 68(8): 1739-1742.

- Gullón B., Yáñez R., Luis Alonso J., Parajó J.C., 2008. L-Lactic Acid Production From Apple Pomace by Sequential Hydrolysis and Fermentation. *Bioresource Technology*, 99(2): 308-319.
- Güçer Y., 2008. Farklı Elma Çeşitlerinin Şaraplık Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye.
- Güven S., 1994. Bazı Meyvelerden Çeşitli Tipte Şarap Üretimi Üzerine Araştırmalar. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, TAGEM-GY-04-E-2 No:21: 22.
- Güven S., 2008. Şarap Üretimi ve Kalite Kontrolü Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayın no: 003: 264, Çanakkale, Türkiye.
- Hang D. Y., Woodams E. E., 2010. Influence of Apple Cultivar and Juice Pasteurization on Hard Cider and Eau-de-vie Methanol Content. *Bioresource Technology*, 101: 1396-1398.
- Haider W., Barillier D., Hayat A., Gaillard J-L., Ledauphin J., 2014. Rapid Quantification and Comparison of Major Volatile Compounds of Ciders From France (Normandy and Brittany) Using Microextraction by Packed Sorbent (MEPS). *Analytical Methods*, 6(5): 1364-1376.
- Islam S. Md., Patras A., Pokharel B., Wu Y., Vergne J. M., Shade L., Xiao H., Sasges. M., 2016. UV-C Irradiation as an Alternative Disinfection Technique: Study of Its Effect on Polyphenols and Antioxidant Activity of Apple Juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 34:344–351.
- İnci S., 2003. Kabarcıklı Elma Şarabı Üretiminde Saf Maya Kullanımının Kalite Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- Jarvis B., Forster M.J., Kinsella W. P., 1995. Factors Affecting the Development of Cider Flavour. *J. Appl. Bacteriol*, 79: 5-18.
- Karadeniz F., Burdurlu H. S., Koca N., Soyer Y., 2005. Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey. *Tubitak Journal of Agricultural and Forestry*, 29: 297-203.

- Keyser M., Müller A. I., Cilliers P. F., Nel W., Gouws A. P., 2008. Ultraviolet Radiation as a Non-Thermal Treatment For The Inactivation of Microorganisms in Fruit Juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9:348-354.
- Kılıç O., Çopur M. E., 1988. Elma Suyu Durultma Tortusu ile Elma Suyu Konsantratından Üretilen Elma Şaraplarının Kalite Kriterleri. *Doğa Dergisi*, 12: 2.
- Kırca Toklucu A., Uysal Pala Ç., 2010. Ultraviyole Işın (UV) Teknolojisinin Meyve Sularına Uygulanması. *Akademik Gıda*, Akademik Gıda 8(1): 17-22.
- Kırca Toklucu A., Uysal Pala Ç., 2011. Bazı Meyve Sularına Isıl İşleme Alternatif Olarak Ultraviyole Işınlarının Uygulanması. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Koyuncu M. A., Bayındır D., 2013. Scarlet Spur Elma Çeşidinin Normal ve Kontrollü Atmosfer Koşullarında Depolanması. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 28(2): 71-76.
- Lea A. G. H., 1995. Fermented Beverage Production. Blacky Academic & Professional, England, 428.
- Lea A. G. H., Drileau J. F., 2003. Cider Making. In: Fermented Beverage Production. Lea AGH. Pigott JR editors. NY, Kluwer Academic/Plenum Publisheres, 59-87.
- Lee P.-R., Chong I.S.-M., Yu B., Curran P., Liu S.-Q., 2012. Effects of Sequentially Inoculated Williopsis Saturnus and Saccharomyces cerevisiae on Volatile Profiles of Papaya Wine. *Food Research International*, 45(1): 177-183.
- Lezaeta A., Bordeu E., Agosin E., Pérez-Correa R., Varela P., 2018. White Wines Aroma Recovery and Enrichment: Sensory-Led Aroma Selection and Consumer Perception. *Food Research International*, 108: 595-603.
- Li H., Tao Y., Kang W., YIN, C.-I., 2006. Wine Aroma Analytical Investigation Progress on GC. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 1: 20.
- Madrera R. R., Lobp A. P., Alonso J. J. M., 2010. Effect of Cider Maturation on the Chemical and Sensory Characteristics of Fresh Cider Spirits. 43(1): 70-78.
- Matias F., Pinto A. F., Torgal I., Alves M., Gracio J., Mira H., 2016. The Ultraviolet Radiation (UV-C) Fot the Micrbiological Stabilization of Red Wine. *BIO Web of Conferences* 7: 2-13.

- Meilgaard M., Civille G. V., Carr B. T., 1999. Descriptive Analysis Techniques. In Sensory Evaluation Techniques, CRC Press, Washington, ABD, 3: 161-170.
- Molina A. M., Swiegers J. H., Varela C., Pretorius I. S., Agosin E., 2007. Influence of Wine Fermentation Temperature on the Synthesis of Yeast-Derived Volatile Aroma Compounds. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 77: 675-687.
- Ough C. S., Amerine M. A., 1988. *Methods for Analysis of Musts and Wines*. Wiley, New York, 377.
- Peng B., Li F., Cui L., Guo Y., 2015. Effects of Fermentation Temperature on Key Aroma Compounds and Sensory Properties of Apple Wine. *Journal of Food Science*, 80(12): 2937-2943.
- Qin Z., Petersen A. M., Bredie P. L.W., 2018. Flavor Profiling of Apple Ciders From the UK and Scandinavian Region. *Food Research International*, 105: 713-723.
- Ramirez M., Velazques R., Maqueda M., Zamona E., Lopez-Pineiro A., Hernandez L. M., 2016. Influence of the Dominance of Must Fermentation by *Tortulaspora Delbrueckii* on the Malolactic fermentation and Organoleptic Quality of Red Table Wine. *International Journal of Food Microbiology*, 238: 311-319.
- Rapp A., Mandery H., 1986a. Wine aroma, *Cellular and Molecular Life Sciences*, 42(8): 873-884.
- Rapp, A., Mandery, H. (1986b). Wine Aroma. *Experientia*, 42: 873–883.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C., 1999. Antioxidant Activity Applying an Improves ABTS Radical Cation Decolorization Assay, *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10): 1231-1237.
- Satora P., Cioch M., Tarko T., Wolkowicz J., 2016. Killer Strains of *Saccharomyces*: Application for Apple Wine Production. *Journal of the Institute of Brewing*, 122(3): 412-421.
- Singleton V. L., Rossi J. A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-153.
- Usaga J., Manns C. D., Moraru I. C., Worobo W. R., Padilla-Zakour I. O., 2017. Ascorbic

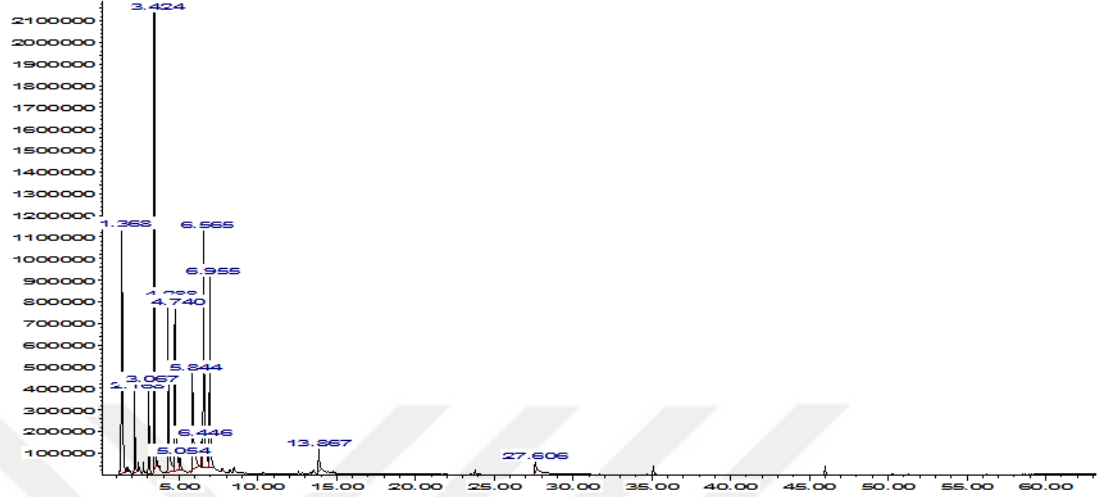
- Acid and Selected Preservatives Influence Effectiveness of UV Treatment of Apple Juice. *LWT- Food Science and Technology*, 75: 9-16.
- Usseglio-Tomasset L., 1998. *Química Enológica*. Mundi-Prensa: Madrid, España.
- Valero E., Moyano L., Millán M. C., Medina M., Ortega J. M., 2002. Higher Alcohols and Esters Production by *Saccharomyces cerevisiae*. Influence of the Initial Oxygenation of the Grape Must. *Food Chemistry*, 78: 57-61.
- Valles B. S., Garcia N. P., Madrera R. R., Lobo A. P., 2005. Influence of Yeast Strain and Aging Time on Free Amino Acid Changes in Sparkling Ciders. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 6408-6413.
- Valles B. S., Bedrinana R. P., Tascon N. F., Simon A. Q., Madera R. R., 2007. Yeast Species Associated With the Spontaneous Fermentation of Cider. 24(1): 25-31.
- Varela C., Siebert T., Cozzolino D., Rose I., Mclean H., Henschke P. A., 2009. Discovering a Chemical Basis for Differentiating Wines Made by Fermentation With “ Wild” Indigenous and Inoculated Yeasts: Role of Yeast Volatile Compounds. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15: 238-248.
- Vogt E., Bieber H., 1968-1969. *Weinchemie und Weinanalyse*, Verlag Eugen. Ulmer Stuttgart, 400.
- Wang X. C., Li A. H., D. Marta, Ullah N., Sun W. X., T. Y. S., 2017. Evaluation of Aroma Enhancement for Ecolly Dry White Wines by Mixed Inoculation of Selected *Rhodotula Mucilaginosa* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Chemistry*, 228: 550-559.
- Wang W. J., Tao Y., Wu Y., An R., Yue Z., 2017. Aroma Compounds and Characteristics of Noble- Rot Wines of Chardonnay Grapes Artificially Botrytized in the Vineyard. *Food Chemistry*, 226: 41-50.
- Yavaş İ., Fidan I., Ağaoğlu S., Fidan Y., 1991. Ankara Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Şaraplık Değerleri Üzerinde Araştırmalar. *A. Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 38: 177-189.
- Ye M., Gao Z., Li Z., Yuan Y., Yue T., 2016. Rapid detection of volatile compounds in apple wines using FT-NIR spectroscopy. *Food Chemistry*, 190: 701–708.

Zhang H., Zhou F., Ji B., Nout R. M. J., Frang Q., Yang Z., 2008. Determination of Organic Acids Evolution During Apple Cider Fermentation Using an Improved HPLC Analysis Method. 227(4): 1183-1190.

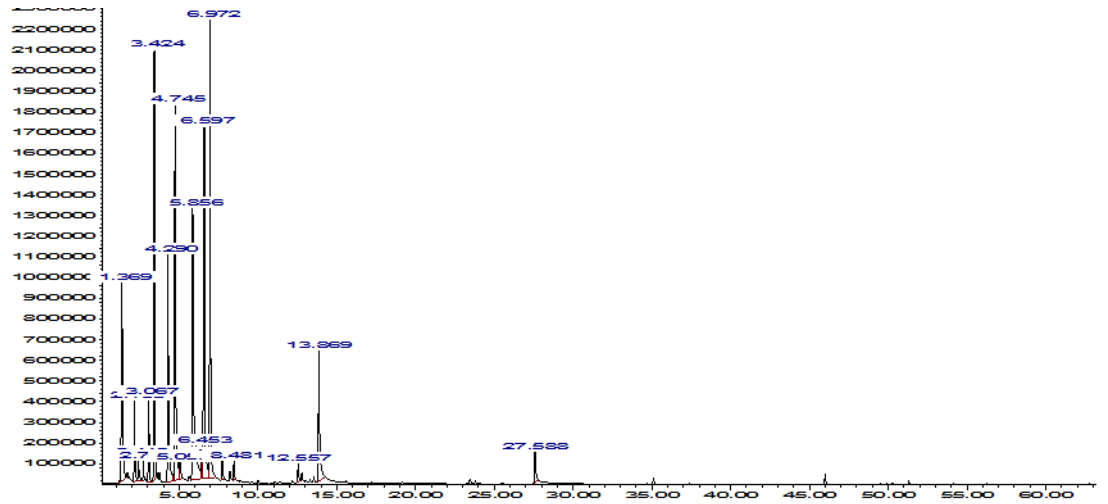


EKLERİ

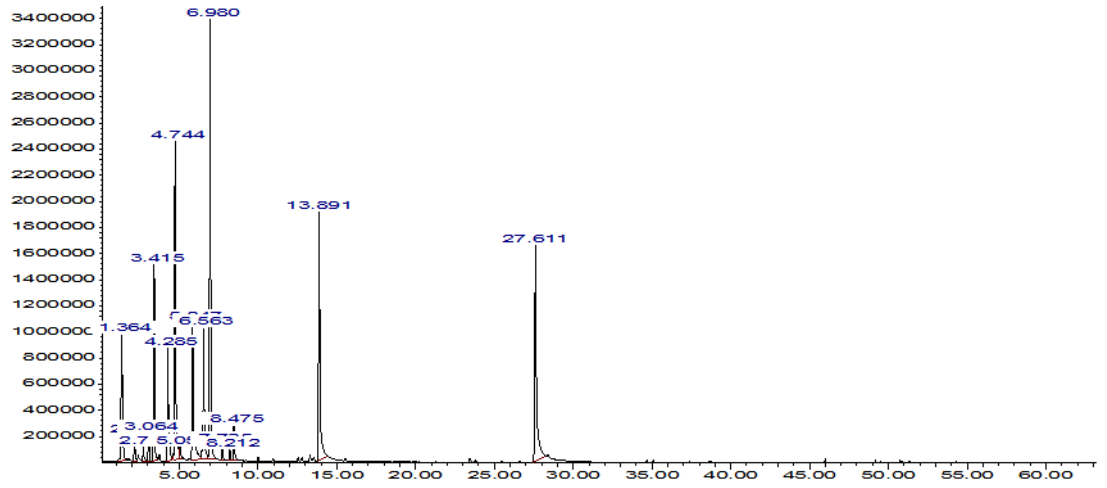
EK 1. Şıra ve Şarap Örneklerinin GC-MS Kromatogramları



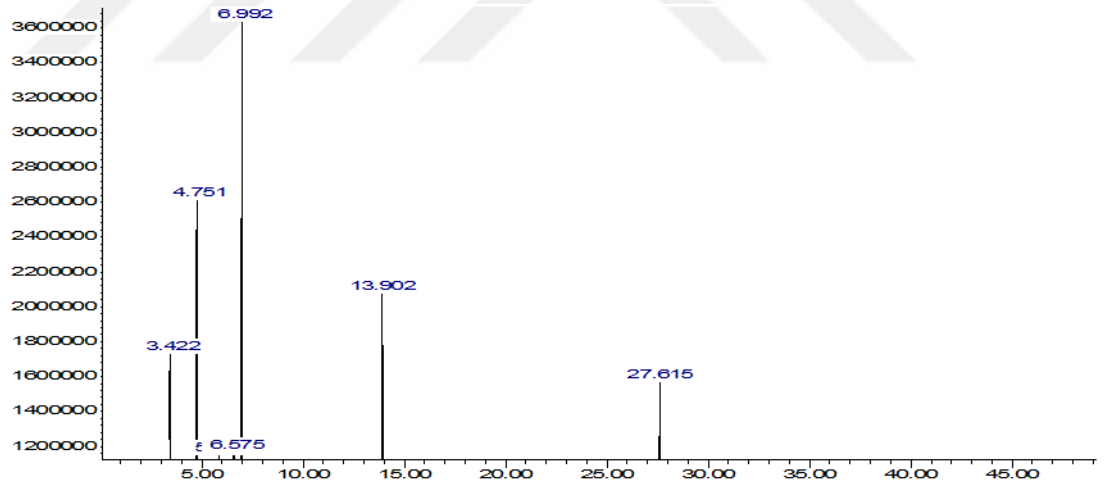
EK 1.1. Kontrol şıra 1 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı



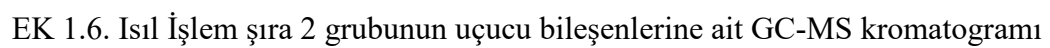
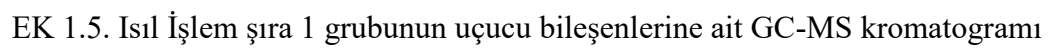
EK 1.2. Kontrol şıra 2 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı

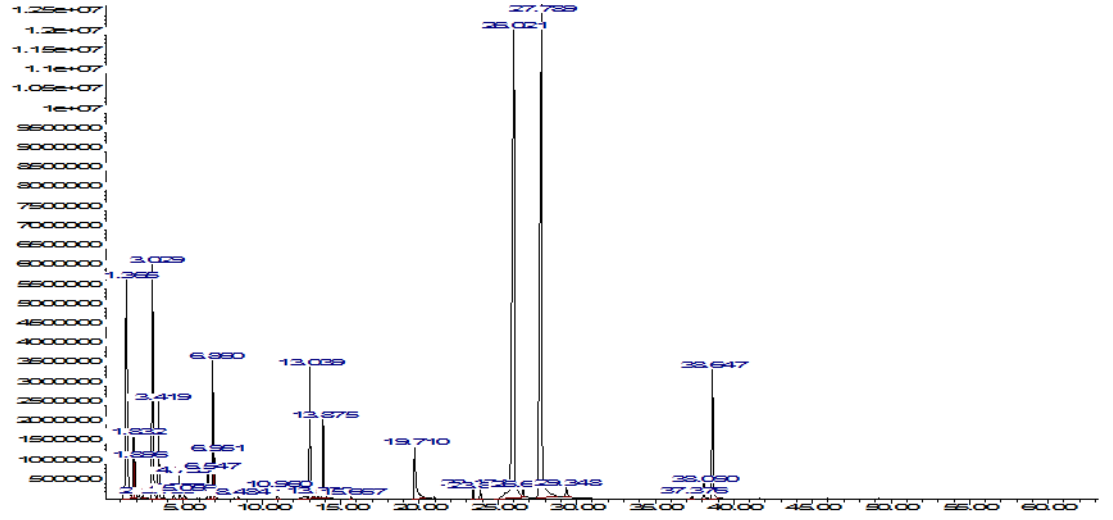


EK 1.3. UV-C şıra 1 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı

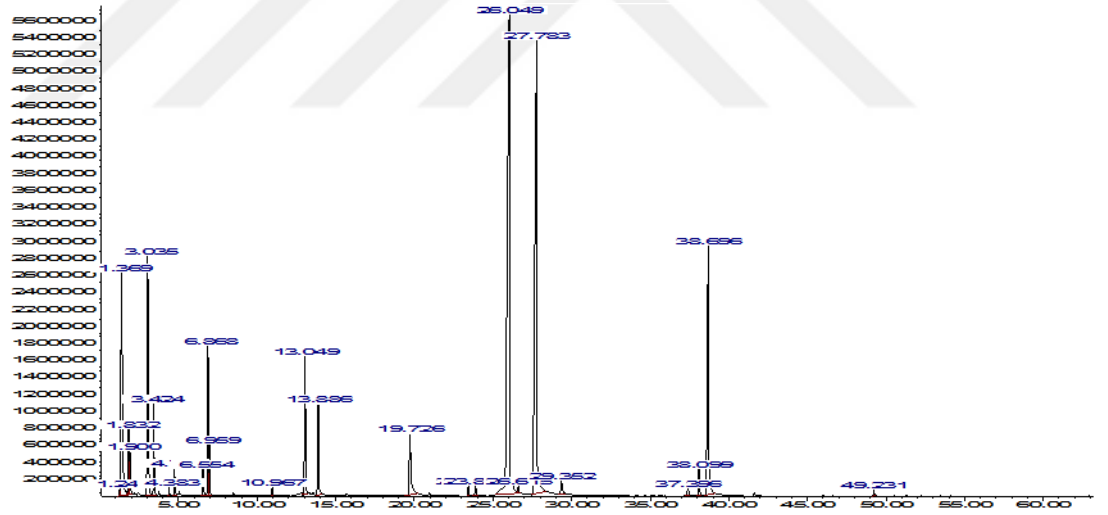


EK 1.4. UV-C şıra 2 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı

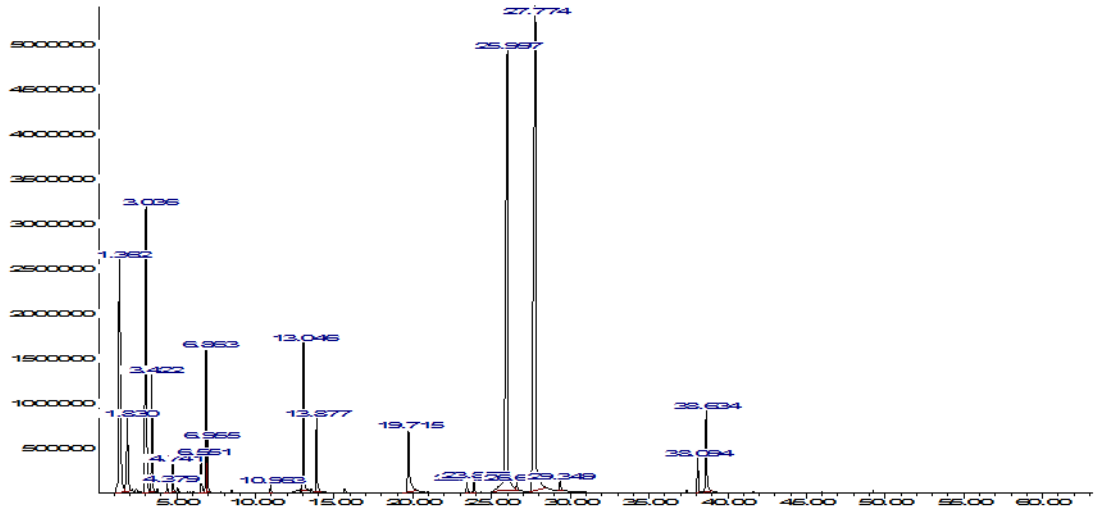




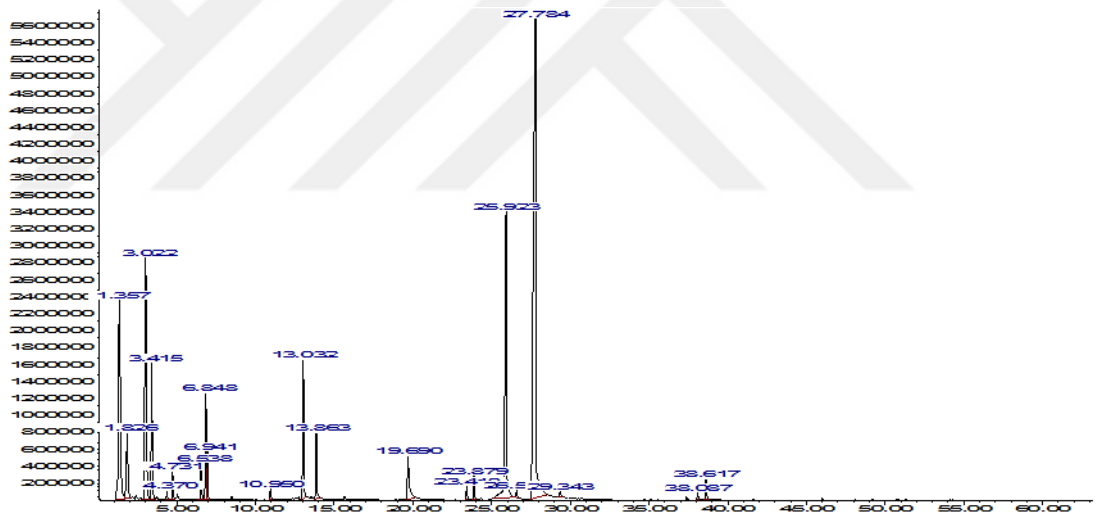
EK 1.7. Kontrol şarap 1 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı



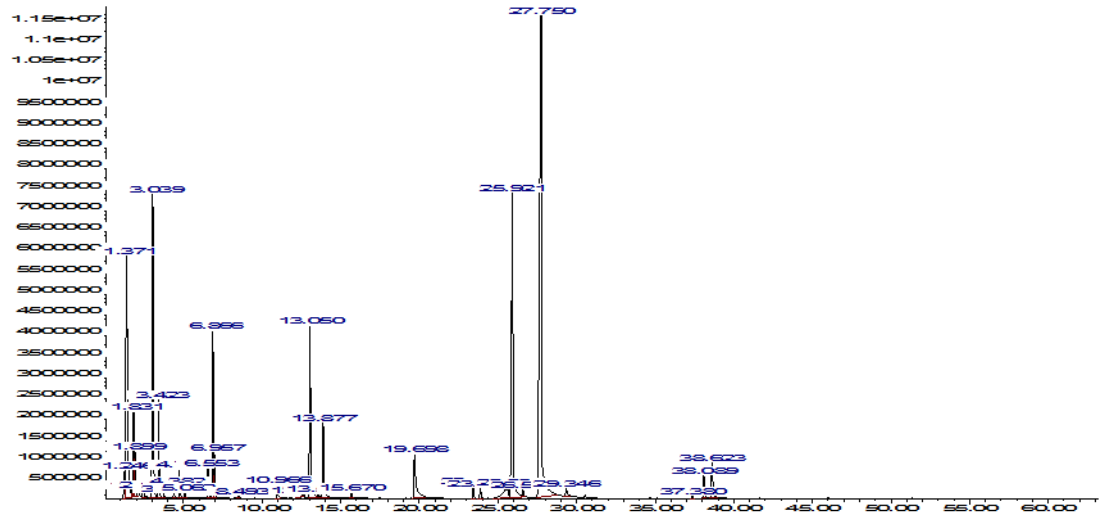
EK 1.8. Kontrol şarap 2 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı



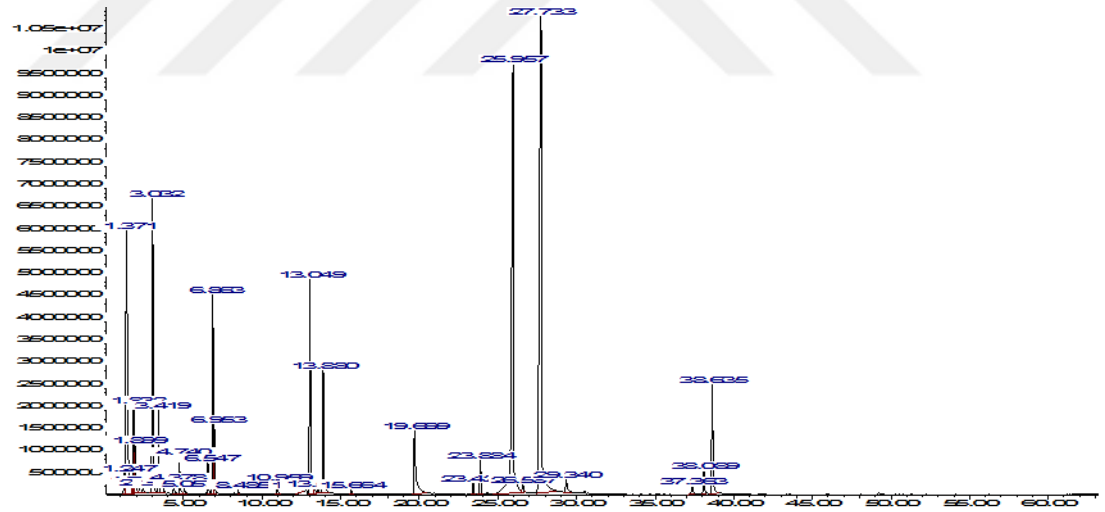
EK 1.9. UV-C şarap 1 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı



EK 1.9. UV-C şarap 2 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı



EK 1.10. Isıl İşlem şarap 1 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı



EK 1.11. Isıl İşlem şarap 2 grubunun uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Damla Zeynep ÜTEBAY

Doğum Yeri : Edirne

Doğum Tarihi : 23.11.1992

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gıda

Mühendisliği Bölümü, 2015

Yüksek Lisans Öğrenimi :Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gıda

Mühendisliği Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce, Almanca

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

Ütebay D.Z., Kırca Toklucu A. 2017. Application of Ultraviolet Light (UV-C) Irradation As an Alternative Technology In Winemaking Industry. 2nd International Balkan Agriculture Congress. AgriBalkan May 16-18, 2017, Tekirdağ, p.612.(Poster).

Ütebay D.Z., Kırca Toklucu A. 2017. Isıl İşlem ve UV-C Uygulamalarının Elma Şarabının Uçucu Bileşenleri Üzerine Etkisi. Trakya Üniversiteler Birliği II. Lisansüstü Öğrenci Kongresi, 15-16 Mayıs 2017, Edirne, sayfa 14.(Sözlü sunum).

b)Katıldığı Projeler

BAP- Isıl İşlem ve UV-C Uygulamalarının Elma Şarabının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Proje Kodu: 1138. 2017.

İŞ DENEYİMİ

Staj: - Ocak 2014 Gıda Kontrol Laboratuvarı, Tekirdağ/Merkez.

-Haziran 2014, PepsiCo , Tekirdağ/Çorlu.

İş: - Haziran 2015- Ağustos 2015, Trakya Tabldot, Üretim sorumlusu.

-Aralık 2017- Halen, Güray Catering, Üretim sorumlusu.

İLETİŞİM

E-posta Adresi : utebayz@gmail.com

