



**T.C.  
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DEFNE YAĞI ELDESİNDE DESTİLASYON İŞLEMİ  
ÖNCESİ ULTRASES DESTEKLİ ENZİM  
UYGULAMASININ İŞLEM SÜRESİ, PROSES VERİMİ  
VE UÇUCU YAĞ BİLEŞİMİNE ETKİSİ**

**Hatice DEMİROK**

**BURDUR, 2019**



T.C.  
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DEFNE YAĞI ELDESİNDE DESTİLASYON İŞLEMİ  
ÖNCESİ ULTRASES DESTEKLİ ENZİM  
UYGULAMASININ İŞLEM SÜRESİ, PROSES VERİMİ  
VE UÇUCU YAĞ BİLEŞİMİNE ETKİSİ**

**Hatice DEMİROK**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şükran KULEAŞAN**

**BURDUR, 2019**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ JÜRİ ONAY FORMU

Hatice DEMİROK tarafından Dr. Öğr. Üyesi Şükran KULEAŞAN yönetiminde hazırlanan “Defne Yağı Eldesinde Destilasyon İşlemi Öncesi Ultrases Destekli Enzim Uygulamasının İşlem Süresi, Proses Verimi ve Uçucu Yağ Bileşimine Etkisi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 31.05.2019

**Doç. Dr. Hale SEÇİLMİŞ CANBAY**

(Başkan)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Biyomühendislik Bölümü.....

**Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül SARIKAYA**

(Jüri Üyesi)

Bursa Teknik Üniversitesi  
Orman Fakültesi  
Orman Mühendisliği Bölümü.....

**Dr. Öğr. Üyesi Şükran KULEAŞAN**

(Jüri Üyesi)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Bölümü.....

### ONAY

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu'nun \_\_\_\_\_ Tarih ve \_\_\_\_\_ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

**Prof. Dr. Ayşe Gül MUTLU GÜLMEMİŞ**

Müdür  
Fen Bilimleri Enstitüsü

## ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Lisans Bitirme Tezi olarak sunduğumuz **“Defne Yağı Eldesinde Destilasyon İşlemi Öncesi Ultrases Destekli Enzim Uygulamasının İşlem Süresi, Proses Verimi ve Uçucu Yağ Bileşimine Etkisi”** başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmamız olduğunu,
- Sunduğumuz tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimizi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımızı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimizi,
- Kullandığımız verilerde değişiklik yapmadığımızı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımızın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımızı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımızı, bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederiz.

31 / 05 / 2019

Hatice DEMİROK

## **ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR**

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Şükran KULEAŞAN'a teşekkürlerimi sunarım. Deneyslerimi yapmam için laboratuvarlarını bana açan ve araştırmalarımnda hiçbir yardımcı esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Yusuf YILMAZ, Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY a teşekkür ederim.

Gaz Kromatografisi Kütle Spektrofotometresi (GC/MS) analizleri için Doç. Dr. Hale SEÇİLMİŞ CANBAY hocama teşekkür ederim.

Araştırmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm laboratuvar arkadaşım Ayşe ÇINAR'a teşekkür ederim.

2017-YL-0453 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

**Mayıs, 2019**

**Hatice DEMİROK**

# İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİL DİZİNİ .....	iv
ÇİZELGE DİZİNİ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Defne Bitkisinin Morfolojisi .....	3
2.2. Defne Bitkisinin Yetiştiriciliği .....	3
2.3. Defne' nin Ekonomisi .....	5
2.4. Uçucu Yağlar.....	6
2.4.1. Uçucu Yağların Bileşimi.....	7
2.4.2. Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri.....	9
2.5. Enzimatik Ekstraksiyon.....	10
2.6. Ultrases.....	11
2.7. Enzimatik Ekstraksiyon Ve Ultrases Destekli Enzimatik Ekstraksiyon Uygulamaları	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	18
3.1. Materyal .....	18
3.2. Aletler ve Cihazlar .....	18
3.3. Yöntem.....	19
3.3.1. Konvensiyonel Yöntemle Defne Uçucu Yağı Eldesi.....	20
3.3.2. Ultrases Ön Uygulaması ile Defne Uçucu Yağı Eldesi.....	20
3.3.3. Enzim Ön Uygulaması ile Defne Uçucu Yağı Elde Edilmesi.....	21

3.3.4. Destilasyon İşlemi Öncesi Ultrases Destekli Enzim Uygulaması ile Defne Uçucu Yağı Elde Edilmesi.....	21
3.3.5. Öğütme İşlemi Sonrası Defne Uçucu Yağı Eldesi .....	21
3.3.6. Öğütme İşlemi Sonrası Enzim Uygulaması ile Defne Uçucu Yağı Eldesi .....	22
3.3.7. Defne Uçucu Yağının GC/MS'teki Bileşen Analizi .....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	24
4.1. Elde Edilen Defne Uçucu Yağı Miktarları .....	24
4.2. Defne Uçucu Yağının Uçucu Bileşenlerine ve Miktarlarına Ait Sonuçlar .....	28
5. SONUÇ .....	42
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ .....	49



## ŞEKİL DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Defne ( <i>Laurus nobilis</i> L.) popülasyonları toplama noktaları.....	3
Şekil 2.2. Uçucu bileşenlerin elde edildiği bitki materyali kısımları.....	7
Şekil 2.3. Defne uçucu yağında bulunan başlıca bileşenler .....	8
Şekil 2.4. Uçucu yağ elde etme yöntemleri .....	9
Şekil 2.5. Ses frekanslarının dağılımı .....	12
Şekil 2.6. Ultrasonik kavitasyon .....	13
Şekil 2.7. Ultrasonik Su Banyosu .....	14
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan defne yaprakları .....	18
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan Clavenger Düzeneği.....	19
Şekil 3.3. Ultrases uygulaması (15 dk) sonrası defne yaprakları.....	20
Şekil 3.4. Öğütülmüş defne yaprağı.....	22
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan GC/MS cihazı.....	23

## ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
<b>Tablo 2.1.</b> Defne envanter miktarı.....	5
<b>Tablo 2.2.</b> Defne yaprağının 2005-2015 yılları arası üretim ve dış ticaret istatistik verileri.....	6
<b>Tablo 3.1.</b> Çalışmada kullanılan enzimlerin inkübasyon koşulları.....	21
<b>Tablo 4.1.</b> Süre bazında ölçülen % defne uçucu yağ miktarları (v/w) .....	26
<b>Tablo 4.2.</b> Defne uçucu yağında tespit edilen bileşenler (alpha-pinene, camphene, beta-pinene, sabinene, beta-myrcene, phellandrene, limonene, 1,8 cineole, gamma terpinene) .....	29
<b>Tablo 4.3.</b> Defne uçucu yağında tespit edilen bileşenler (o-cymene, terpineol, linalool, 2-cyclohexen-1-ol, bornyl acetate, beta elemene, 1-terpinen-4-ol, trans-limonene oxide) .....	30
<b>Tablo 4.4.</b> Defne uçucu yağında tespit edilen bileşenler (terpinyl acetate, alpha-terpineol, gereanyl acetate, limonene oxide, 2,6-octadien-1-ol 3,7-dimethyl acetate, myrtenol, cis-p-mentha-1(7),8-dien-2-ol) .....	31
<b>Tablo 4.5.</b> Defne uçucu yağında tespit edilen bileşenler (cyclooctene, carveol, methyl eugenol, p-cymene-8-ol, spathulenol, eugenol, isoeugenyl methyl ether, .....	32

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- K** : Ksilenaz enzimi ile inkübasyon sonrası destilasyon
- KS** : Selülaz ve Ksilenaz enzimlerinin karışımı ile inkübasyon sonrası destilasyon
- KSU** : % 100 genlik – 15 dk. ultrases uygulaması ve selülaz-ksilenaz enzimlerinin karışımı ile inkübasyon sonrası destilasyon
- KU** : % 100 genlik – 15 dk. ultrases uygulaması ve ksilenaz enzimi ile inkübasyon sonrası destilasyon
- KY** : Konvensiyonel yöntem
- ÖK** : Öğütme sonrası destilasyon
- ÖSE** : Öğütme ve selülaz enzimi ile inkübasyon sonrası destilasyon
- SU** : % 100 genlik – 15 dk. ultrases uygulaması ve selülaz enzimi ile inkübasyon sonrası destilasyon
- U15** : % 100 genlik – 15 dk. ultrases uygulaması sonrası destilasyon
- U20** : % 100 genlik – 20 dk. ultrases uygulaması sonrası destilasyon
- dk.** : Dakika
- g** : Gram
- kg** : Kilogram
- mg** : Miligram
- ml** : Mililitre
- rpm** : Dakikadaki devir sayısı (revolutions per minute)
- sn** : Saniye
- v** : Hacim (volume)
- W** : Watt
- w** : Ağırlık (weight)

# ÖZET

## Yüksek Lisans Tezi

### Defne Yağı Eldesinde Destilasyon İşlemi Öncesi Ultrases Destekli Enzim Uygulamasının İşlem Süresi, Proses Verimi ve Uçucu Yağ Bileşimine Etkisi

Hatice Demirok

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şükran Kuleaşan

Mayıs, 2019

Bu çalışmada, defne uçucu yağının destilasyon süresinin kısaltılarak enerji maliyetlerinin düşürülmesi ve uçucu yağ veriminin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla su destilasyonu öncesi ön muamele olarak ultrases teknolojisi ve enzimatik ekstraksiyon yöntemlerinin ayrı ayrı ve birlikte kullanılabilirliği, yöntemlerin defne uçucu yağı kalitesi ve proses verimine etkileri araştırılmıştır. Su destilasyonu işlemi konvensiyonel olarak Clevenger aparatı ile gerçekleştirilmiştir. Konvensiyonel destilasyon yönteminde 180. dk.'da % 3 (mL/g) uçucu yağ elde edilmiştir. Çalışmada en yüksek uçucu yağ verimi ksilanaz enzimi muamelesi sonrasında yapılan destilasyon (K) ve ultrases ön uygulamalı selülaz muamelesi sonrasında destilasyon (SU) yöntemleri sonucu 120. dk.'da % 3,25 (mL/g) olarak saptanmıştır. Bu uçucu yağ verimine, sadece ultrases ön işleminin uygulandığı (U20) destilasyon işleminde 150. dk.'da ulaşılmıştır. Yapılan GC/MS analizleri sonucunda defne uçucu yağında 35 adet bileşen tespit edilmiştir. Ana bileşenler 1,8 cineole, alpha terpinen, beta pinene, sabinene, alpha pinen olarak tespit edilmiştir. Muameleler sonucunda 1,8 cineole oranı % 57,72-60,59, alpha terpinen oranı % 12,52-13,77, beta pinene oranı % 2,93-3,25, sabinene oranı % 6,07-6,96 ve alpha pinene oranı % 3,64-4,38 aralığında değişim göstermiştir. Selülaz+ultrases ön işlemleri (SU) sonrası elde edilen uçucu yağda sabinene ve alpha pinen bileşenlerinin oranları konvensiyonel yöntem sonuçlarına göre sırasıyla % 11,9 ve % 16,9 daha düşük saptanmıştır (P<0,05). Diğer ana bileşenlerin (1,8 cineole, alpha terpinen, beta pinene) oranları ise genel olarak birbiriyle benzer tespit edilmiştir. Destilasyon işlemi öncesi uygulanan ön işlemlerin uçucu bileşenlerde önemli bir kayba neden olmadan işlem süresini kısalttığı ve uçucu yağ verimini artırdığı saptanmıştır. Enzim kullanımının sürekli bir maliyet oluşturduğu, kullanılan suyun pH değerinin ayarlanması gerekliliği gibi hususlar göz önünde bulundurulduğunda, ultrases tekniğinin daha avantajlı olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Defne, defne uçucu yağı, *Laurus nobilis* L., destilasyon, selülaz, ksilanaz, ultrases

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0453-YL-17 proje numarası ile desteklenmiştir.

## SUMMARY

M. Sc. Thesis

**The Effect of Ultrasound Assisted Enzyme Pretreatment Before Distillation on Process Time, Yield and Essential Oil Composition in Bay Essential Oil Production**

**Hatice Demirok**

**Burdur Mehmet Akif Ersoy University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Food Engineering Department**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Şükran KULEAŞAN**

**May, 2019**

The aim of this study was decreasing the water distillation time of bay essential oil as well as reduction of energy costs and to increasing the essential oil yield. For this purpose, the separate and combined applicability of ultrasound technology and enzymatic extraction methods as a pre-treatment prior to water distillation and also the effects of applied methods on the quality of bay essential oil and process yield were investigated. The water distillation process was carried out with Clevenger apparatus conventionally. Three percent (3 ml/g) essential oil was obtained in 180 minutes by the conventional distillation method. The highest essential oil yield was determined as 3,25 % (ml / g) at 120 minutes in xylanase pretreatment (K) and cellulase pretreatment applied in combination with ultrasound (SU). The same amount of essential oil was obtained in 150 minutes when the ultrasound pretreatment distillation process was applied alone (U20). As a result of GC/MS analysis, 35 components were found in bay essential oil. The main components were determined as 1,8 cineole, alpha terpinen, beta pinene, sabinene and alpha pinene. As a result of treatments, the ratios of 1,8 cineol, alpha terpinen, beta-pinene, sabinene and alpha pinene were ranged between 57,72-60,59 % , 12,52-13,77 % , 2,93-3,25 % , 6,07-6,96 % and 3,44-4,48 % respectively. In the essential oil obtained after cellulase + ultrasound pretreatments (SU), the ratios of sabinene and alpha pinene components were found 11.9 % and 16.9 % respectively which were lower than those of conventional methods (P <0,05). The ratios of the other major components (1,8 cineole, alpha terpinen, beta pinene) were similar to each other. It was also determined that pretreatments which were applied before distillation process shortened processing time and increased the essential oil yield without causing a significant loss in components. Regarding the high cost of continuous usage of enzymes and requirement for the adjustment of pH of distillation water, the ultrasound treatment was determined to be advantageous.

**Keywords:** Bay, bay essential oil, *Laurus nobilis* L., distillation, cellulose, xylanase, ultrasound

The present M.Sc. Thesis was supported by Burdur Mehmet Akif Ersoy University Scientific Research Projects Coordination Office with project number 0453-YL-17.

# 1.GİRİŞ

Ülkemizin önemli uçucu yağ ve baharat bitkilerinden olan defne yaprağı bitkisi, ihracatımızda önemli bir yere sahiptir. Tarih boyunca şöret, zafer ve barışın bir sembolü olarak gösterilmiş ve kullanılmıştır. *Lauraceae* familyasının *Laurus* cinsine ait olan bu bitkinin bilimsel adı "*Laurus nobilis* L." dir; 50 cins ve yaklaşık 2500 tür içeren bu familya Tropikal Asya, Amerika, Afrika ve Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak yetişmektedir. Defne bitkisinin anayurdu Anadolu ve Balkanlar olarak görülmektedir. Bu bitki Akdeniz bitki örtüsünün karakteristik bitkilerinden olup, Türkiye’de Ege, Akdeniz ve Karadeniz Bölgesi’nin tüm kıyı şeridi boyunca yayılış göstermektedir. Defne bitkisine, yaklaşık 600-800 metre yüksekliklerde rastlanmaktadır (Anonim, 2016; Göker ve Acar, 1983; Güler ve Başaran, 2013).

Dünyada da Akdeniz ikliminin yaygın olduğu Akdeniz ülkelerinde ve Rusya’nın Karadeniz kıyılarında yetiştirilmektedir. Gürcistan ve İsrail’de de kültüre alma çalışmaları yaygınlaşmış olup geniş alanlarda plantasyonlar kurulmaktadır (Anonim, 2016).

Dünyanın floristik açıdan en zengin ülkeleri arasında yer alan ülkemizde, bitki tür sayısının 12000 civarında olduğu, endemik bitki oranının ise % 35 olduğu belirtilmekte ve floristik zenginliğin en önemli elemanının defne bitkisi olduğu bildirilmektedir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011; Anonim, 2016).

Defne, maki bitki örtüsüne sahip alanlarda maki toplulukları içinde veya tek başına geniş alanlarda yaygın olarak bulunmaktadır. Defnenin kullanım alanlarının artması sonucu her geçen yıl ihracat talebinin artması üzerine, sadece tabiattan toplanarak temin edilmesinden dolayı mevcut alanlara baskıyı arttırmaktadır. Son dönemlerde planlı üretim için çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Defnenin bilinçsiz toplayıcılar tarafından hasat edilmesi, hasat edilen alanlarda makine kullanılamaması ve ulaşım yetersizliği gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bunlara bağlı olarak defne kalitesinin düşmesi, defne alanlarının tahrip olması ve yaprak veriminde azalmalar olduğu görülmektedir (Anonim, 2016).

Dünya defne ihtiyacının % 90’ı ülkemizden sağlanmaktadır. Defne bitkisinin baharat olarak kullanımının yanı sıra gıda, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Yapraklarından ve meyvelerinden elde edilen uçucu yağın, kullanım alanının arttığı bildirilmektedir (Anonim,2016; Karık ve Öztürk, 2009).

Defne (*Laurus nobilis* L.) bitkisinin halk arasında birçok yaygın ismi bulunmaktadır. *Laurus nobilis* L., Hatay’da “defne, har, teynel ve gar”, Mersin, Adana ve Osmaniye’de “har,

teynel, defne”, Kahramanmaraş'ta “harve, defne”, Antalya ve çevresinde “ehnel”, Güzelbağ'da “gilik”; Sakarya'da “defne, taflan”, Kastamonu İnebolu'da “tefrin” ya da “defnün”, meyve veren defnelere ”açtı”, vermeyenlere “aşlı”, Cide'de “talimi”, Bartın'da “tehni” gibi her yöreye özgü farklı isimler verilmektedir. Bazı yörelerde de ”tehnal, tefrün, teynel” isimleri kullanılmaktadır (Karık vd., 2015; Göker ve Acar, 1983).

Defne yapraklarının antibakteriyel, terletici, ağrı kesici, antiseptik ve mide rahatsızlıklarını giderici, diyabeti tedavi edici, migreni önleyici, halsizlik, hazımsızlık, romatizma ve uykusuzluk hastalıklarına iyi geldiği değişik araştırmalarla ortaya konmuştur (Karık vd., 2015; Karaoğul vd., 2011).

Bu çalışmada ülkemizde önemli derecede üretimi ihracatı yapılan defne uçucu yağının elde edilmesinde ultrases teknolojisi ile enzimatik ekstraksiyon yönteminin sinerjik etkisinden yararlanılarak destilasyon süresinin kısaltılması, yağ kalitesinden ödün vermeden proses verimini artırıcı etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. Defne Bitkisinin Morfolojisi

Defne, defnegiller (*Lauraceae*) familyasının tropik ve subtropik alanlarında yetişen 40 cinsinden en önemlisi olan *Laurus* cinsi, Akdeniz bitkilerinden olup Akdeniz iklimine ait maki bitki örtüsünün karakteristik bir türüdür. Çoğunlukla ağaççık, bazen de 10 m ye kadar boylanabilen yuvarlak tepeli sık dallı bir ağaçtır. Gövdenin koyu gri, siyaha yakın düzgün bir kabuğu vardır. Taze sürgünler yeşil, sonraları kırmızı siyah renkte ve tüsüz bir yapıya sahip olur. Yapraklar dar eliptik bir yapıdadır, her iki uca doğru sivrilmiştir. Boyları 5-10 cm arasında değişmektedir. Kenarları hafif dalgalı, üst yüzü parlak koyu yeşil renkli, kısa ve kalın bir sapa sahiptir ( Göker ve Acar, 1983).

### 2.2. Defne Bitkisinin Yetiştiriciliği

Dünyada yayılış alanı olarak, Akdeniz ikliminin hâkim olduğu bütün Akdeniz ülkelerinde yetişebilmektedir. Ülkemizde 600-800 m yüksekliklere kadar, güneyde Hatay'dan başlayarak Kuzeydoğu Karadeniz'e kadar bütün kıyılarda doğal olarak yetişebilmektedir. Toprak isteği fazla olmamakla beraber, rutubeti yeterli, dere yataklarında yayılış göstermektedir (Göker ve Acar, 1983). Ülkemizdeki defne popülasyonlarının yayılış noktaları, Şekil 2.1 de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Defne (*Laurus nobilis* L.) popülasyonları toplama noktaları (Anonim, 2016)



Defne yaprağının hasadı bitkinin vejetatif büyümesinin sonlandığı Temmuz-Ekim ayları arasında gerçekleştirilmekte, meyvelerinin hasadı ise Eylül-Ekim aylarında olgunlaşan meyveler toplanarak gerçekleştirilmektedir (Anonim, 1995). Hasat edilen meyvelerin uygun bir şekilde depolanarak küflenmesinin önlenmesi gerekmektedir. Hasat edilip dallarından ayrılan defne yaprakları 10-15 gün süre ile rutubetsiz ve gölge bir yerde 10-15 cm kalınlıkta yayılarak kurutulmalıdır. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra yapraklar selektörlerden geçirilip 2-10 ve 50 kg'lık boyutlarda ayarlanarak sınıflandırılmaktadır. Türkiye'de defne yaprağının üretim ve sınıflandırılması TSE tarafından 1985 yılında hazırlanan 1017 sayılı "Defne Yaprağının Standardizasyonuna" göre yapılmıştır (Anonim, 2016). Defne yaprağının kalite özelliklerini çeşitli faktörler etkilemektedir. Bunlar (Göker ve Acar, 1983):

- Bitki türü veya çeşidi (Türk defnesi, Fas defnesi vs.),
- Yetiştirme muhiti şartları (Karaburun, Bodrum vs.),
- Kültürel uygulamalar (gübre, ilaç vs. işlemler ile doğal veya kültür ürünü olması),
- Kurutma yöntemleri (kapalı alanda, gölgede veya suni kurutma),
- Depolama ve ambalajlama,
- Temizlik, lezzet, koku (aromatik madde miktarı),
- Renk (doğal koyu renk tercih edilmekte olup renk açıldıkça eterik yağ miktarı azalmaktadır)'tir.

Defne bitkisinden elde edilen uçucu yağ miktarı, bileşimi koku ve aroma bakımından defne yaprağında kaliteyi belirleyen unsurlar arasında yer almaktadır. Ülkemizin kıyı şeridinin çoğu kesiminde dağılım gösteren defne bitkisi kalite özelliklerinin oldukça farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Farklı bölgelerden hasat edilen defne yaprak örneklerinde uçucu yağ oranları karşılaştırıldığında uçucu yağ veriminin % 0,4-% 4,5 aralığında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Bölgelere göre uçucu yağ verimlerine bakıldığında ortalama uçucu yağ oranı Akdeniz, Ege, Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde sırası ile % 1,96; % 1,54; % 1,98 ve % 1,57 olarak tespit edilmiştir. Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinden hasat edilen bitki materyalinden elde edilen uçucu yağın daha yüksek olduğu ve 100 adet örnekte uçucu yağlarda bulunan ana bileşenlerin; 1,8-cineole (% 31,87-67,56),  $\alpha$ -terpinyl acetate (% 4,09-22,22),  $\alpha$ -terpineol (% 0,94-16,08), linalool (% 0,40-13,04), terpinen-4-ol (% 2,31-9,22) ve sabinene (% 0,56-9,08) olduğu belirlenmiştir (Karık vd., 2015).

### 2.3. Defne'nin Ekonomisi

Defne ve defneden elde edilen yan ürünlerin kozmetik, ilaç, kimya ve gıda endüstrileri gibi pek çok alanda kullanımının yaygınlaşması, yerel ticarete ve ihracatta önemini giderek arttırmaktadır. Türkiye, dünyadaki defne yaprağının en önemli üreticisi ve satıcısı konumunda olmasından dolayı her geçen yıl artmakta olan talebin karşılanması bakımından avantajlı durumdadır. Fakat son yıllarda Gürcistan üretim maliyetlerini düşürmesi sebebiyle üretici ülke konumuna geçmiştir.

Ülkemizin defne pazarındaki lider konumunu sürdürüp yerini başka ülkelere bırakmaması için kaliteli defne hasadı yapılması ve üretim maliyetlerinin en aza indirilmesi gerekmektedir. Defne yaprağının ihracatının yapıldığı ülkelerin başında Hong Kong, ABD, Almanya ve Brezilya gelmektedir. Türkiye yıllık ortalama 1 milyon \$ değerinde defne uçucu yağı ihraç etmektedir (Anonim 2016). Ayrıca, defne bitkisinin meyvelerinden elde edilen yağın sabun yapımında kullanılmak üzere Arap ülkelerine ihracatı gerçekleştirilmektedir. Defne yaprağı için ülkemizde yapılan envanter ve planlama verileri ile üretim, ithalat ve ihracat istatistik verileri Tablo 2.1'de sunulmuştur (Anonim, 2016).

**Tablo 2.1.** Defne envanter miktarı (Anonim, 2016)

İller	2015 yılı itibarı ile defne envanter miktarı alan (Ha)	2015 yılı itibarı ile defne envanter miktarı (ton)
Adana	22.239	26.309
Muğla	15.787	2.935
Mersin	15.581	34.379
Bursa	15.396	53.492
Kahramanmaraş	14.822	24.774
Antalya	12.463	15.058
İstanbul	9.050	15.369
Zonguldak	8.310	108.886
Kastamonu	7.305	8.429
Sakarya	6.227	10.784
İzmir	3.053	955
Balıkesir	2.991	2.489
Amasya	1.186	5.349
Bolu	239	160
Isparta	219	677

**Tablo 2.2.** Defne yaprağının 2005-2015 yılları arası üretim ve dış ticaret istatistik verileri  
(Anonim, 2016)

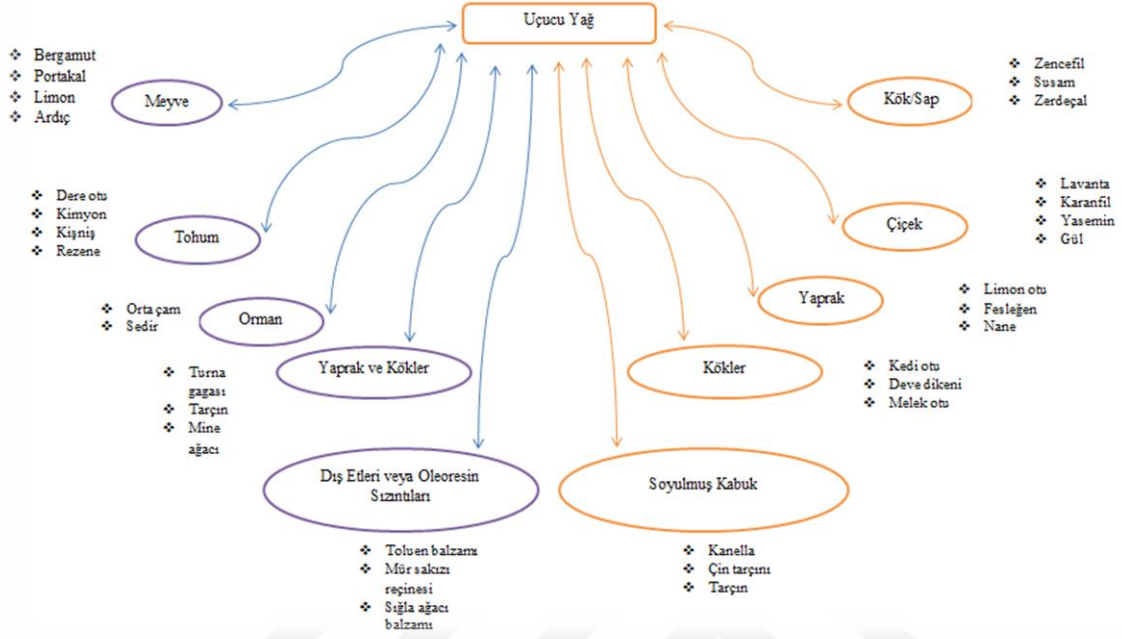
Yıllar	Üretim miktarı (ton)	Gelir miktarı (TL)	İthalat miktarı (ton)	İhracat miktarı (ton)
2005	6.436	136.922	33	5.557
2006	7.747	273.130	13	7.262
2007	11.645	229.336	12	7.519
2008	7.042	140.914	41	6.932
2009	18.256	365.180	177	9.063
2010	15.416	308.352	510	8.891
2011	13.928	427.022	85	9.345
2012	15.232	475.640	716	10.482
2013	15.177	598.689	882	10.676
2014	15.578	792.053	1.140	12.255
2015	21.634	1.398.483	2.302	12.741

#### 2.4. Uçucu Yağlar

Uçucu yağlar, bitkilerden veya bitkisel droglardan, su veya su buharı destilasyonu ile elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde olan, fakat bazen donabilen, uçucu, kuvvetli kokulu ve yağimsı karışımlardır. Açıkta bırakıldıklarında, oda sıcaklığında bile buharlaşabildiklerinden "uçucu yağ", eter gibi uçtuklarından "eterik yağ"; güzel kokulu olmaları ve parfümeride kullanılmaları nedeniyle "esans" gibi isimlerle anılırlar (Çalikoğlu vd., 2006). Birçok bitkinin karakteristik kokuları, içerdikleri uçucu yağdan kaynaklanmaktadır. Bunlar ayrıca su ile karışmadığından ve su yüzeyinde tabaka oluşturduğundan yağ adı ile de anılmakla birlikte farklılıklar söz konusudur. Uçucu yağlar su buharı ile sürüklenebilme özelliğine sahip olup, süzgeç kâğıdı üzerinde leke bırakmamaktadırlar. Sabit yağlar ise su buharında sürüklenmeyip, süzgeç kâğıdı üzerinde leke bırakmaktadırlar. Uçucu yağlar trigliserit yapısında değildirler. Ancak ışık ve hava karşısında zamanla oksitlenme ve reçineleşme görülebilmektedir. Uçucu yağların sulu etanolde çözünebilmesi onu sabit yağlardan ayıran diğer önemli bir farklılık olarak gösterilmektedir (Kaya ve Ergönül, 2015).

Uçucu yağ, bitkinin bağlı bulunduğu familyaya göre, belirli bir organda, ya salgı tüyünde, ya salgı ceplerinde, ya salgı kanallarında ya da salgı hücrelerinde toplanmaktadır. Bazen değişikliğe uğramış parenkima hücrelerinde, bazen de, gülde olduğu gibi, epiderma ya

da parenkima hücrelerinde dağılmış olarak bulunabilmektedir (Tanker ve Tanker, 1990). Şekil 2.2’de bazı uçucu bileşenlerin elde edildiği bitki kısımları görülmektedir.



Şekil 2.2. Uçucu bileşenlerin elde edildiği bitki materyali kısımları (Handa, 2008)

Uçucu yağlarda depolama önemlidir. Uçucu yağlar ağız sıkıca kapalı bir şekilde, hava geçirmez, koyu renkli cam ya da alüminyum kaplarda mümkünse azot altında, soğuk ve karanlık yerlerde muhafaza edilmelidir. Aksi halde uzun süre hava, ışık ve ısıya maruz kalmaları sonucunda oksidasyon, polimerizasyon ve hidrolizasyon gibi bozulma reaksiyonları gerçekleşmektedir (Kaya ve Ergönül, 2015; Başer, 2009).

#### 2.4.1. Uçucu Yağların Bileşimi

Uçucu yağlar, birçok sayıda bileşiğin karışımından oluşmaktadır. Organik bileşiklerin birçoğuna, hidrokarbür, alkol, keton, aldehit, ester, oksit, eter ve bunlara benzer yapıdaki diğer bileşiklere, bir arada rastlanabilir, ancak bazı uçucu yağlar tek bir maddeden oluşmuş gibidir. Örneğin, okaliptüs uçucu yağında % 80 ökaliptol, karanfil uçucu yağında % 85 fenolik maddeler ve başlıca öjenol bulunmaktadır, hardal uçucu yağında ise % 93 alil izotiyosiyanat vardır. Uçucu yağlar bileşim bakımından 4'e ayrılmaktadır. Bunlar:

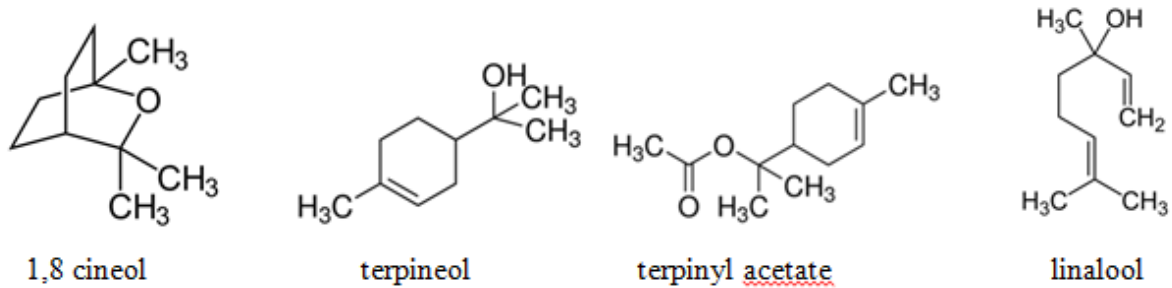
- Terpenik maddeler,
- Aromatik maddeler,
- Düz zincirli hidrokarbürler

- Azot ve kükürt taşıyan bileşikler olarak sınıflandırılmaktadır (Tanker ve Tanker, 1990).

Uçucu yağların büyük çoğunluğu (% 90'ı) terpenik maddelerden oluşmaktadır. Terpenik maddeler ise uçucu yağların içinde monoterpen, seskiterpen ve diterpen olarak bulunur. Terpenlerin oksitlenmesiyle meydana gelen oksijenli türevler, uçucu yağların kendine özgü kokusunu, tadını ve terapötik özelliğini verir. Bu nedenle uçucu yağ içeren bitkiler incelenirken içerdikleri oksijenli bileşikler esas alınır (Cellat, 2011).

Terpenler iki ya da daha fazla izopren ( $C_5H_8$ )<sub>n</sub> biriminden meydana gelmektedir. Formülde n=2 ise oluşan terpen monoterpen, n=3 olursa seskiterpen, n=4 ise diterpen, n=5 olursa sesterterpen, n=6 olursa da triterpenler olarak isimlendirilmektedir. Birçok uçucu yağın yapısında yüksek oranda terpen hidrokarbon mevcuttur (Bayrak, 2006). Benzonoitler alkoller, asitler, esterler, aldehitler, ketonlar vb. organik fonksiyonel grupların tümünü içermektedirler (Bayrak, 2006). Uçucu yağlarda azot ve kükürt içeren bileşikler yaygın olarak bulunmamakla birlikte, amonyak, trimetilamin, hidrosiyamik asit ve hidrojen sülfür gibi maddeler bitkilerin destilasyonu esnasında oluşmaktadır (Bayrak, 2006; Evren ve Tekgüler, 2011). Doğal olarak yapısında azot bulunduran indol ve skatol koku ve aroma üretiminde dikkat çekmektedir (Bayrak, 2006). Kükürtlü bileşiklerden bazıları (soğan, sarımsak, hardal uçucu yağlarında bulunan) enzimatik tepkimeler sonucunda oluşurken, hidrojen sülfür su destilasyonu sonucu gözlenmekte ve dimetil sülfüre ise nane yağının rektifikasyonu sonucu oluşan destilasyon ürününde rastlanmaktadır (Bayrak, 2006).

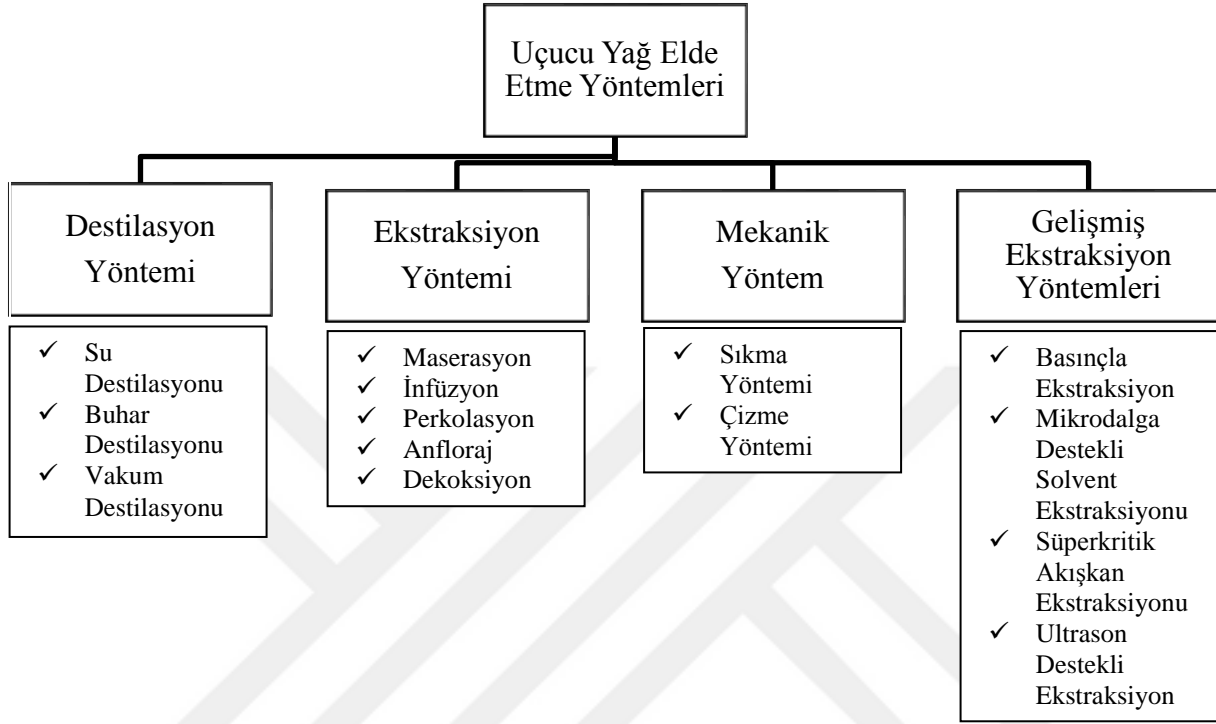
Yapılan çalışmalar sonucunda defne uçucu yağında tespit edilen en önemli bileşikler monoterpen yapıdaki 1,8 cineole, terpineol, terpinyl acetate, linalool olarak bildirilmektedir (Karık, vd, 2015; Karaoğul, vd, 2012) (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Defne uçucu yağında bulunan başlıca bileşenler

## 2.4.2. Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri

Uçucu yağlar, bitkilerdeki uçucu yağ miktarına, cinsine ve bitki kısmına göre farklı yöntemlerle elde edilebilmektedirler (Kaya ve Ergönül, 2015). Bazı uçucu yağ elde etme yöntemleri, Şekil 2.4' de verilmiştir.



Şekil 2.4. Uçucu yağ elde etme yöntemleri (Kaya ve Ergönül, 2015; Toroğlu ve Çenet, 2006; Yaylı 2013)

Destilasyon, bir karışımda bulunan iki veya daha fazla sıvı bileşeni kaynama noktası veya uçuculuk farkından yararlanarak ayırmakta kullanılan bir yöntemdir. Bileşenlerin uçuculukları arasındaki farkların çok olması destilasyondan yararlanılarak karışımların ayırımı kolaylaştırmaktadır (Mujtaba, 2004).

Destilasyon yöntemleri, su destilasyonu, buhar destilasyonu ve vakum destilasyonu olarak 3'e ayrılmaktadır (Kılıç, 2008). Su destilasyonu uçucu bileşenlerin elde edilmesinde kullanılan eski bir yöntem olup yaygın olarak kullanılmaktadır. Kurutulmuş materyale veya kaynatıldığında bozulmayan taze bir bitki materyaline uygulanabilir (Tanker ve Tanker, 1990). Yöntemde soğutucu ile birleştirilen bir cam balon içerisine su ve bitki materyeli yerleştirilerek 3-4 saat ısıtılıp işleme tabi tutulur, su buharı ile sürüklenen yağ molekülleri soğutucuda yoğunlaşarak florentin haznesinde toplanır (Roldan-Gutierrez, J.M., vd., 2008; Çalikoğlu vd., 2006).

Bu yöntemde materyal tamamen suya batırılarak doğrudan alev, buhar ceketini ya da kapalı buharla ısı uygulanarak kaynatılır. Materyalin tamamen suya batırılma işlemi gerçekleşmezse ortamda ısı etkisi sonucu materyal yanarak, bozunma ürünleri oluşturmaktadır, yoğunlaşan uçucu yağın suda çözünmemesinden dolayı faz ayrımı oluşmaktadır. Elde edilen yağın yoğunluğunun sudan ağır ya da hafif olmasına göre suyun üzerinde ya da altında birikme gerçekleşebilmektedir (Handa, 2008).

Avantajları;

- Materyalde topaklaşma meydana gelmemesi sonucu nüfuz etme özelliğinin etkin gerçekleşmesi ve kütle transferinin devam etmesi,
- Maliyetinin düşük olması
- Kurulumunun kolay olması (Handa, 2008)

Dezavantajları;

- Yağda bulunan ester yapıdaki bileşenlerin hidrolize olması,
- Hidrokarbonlar, aldehitler gibi bileşenlerin polarizasyona duyarlı olması,
- Fenolik bileşenlerin suda çözünmesinden dolayı destilasyon sonunda tamamının alınamaması,
- İşlem süresinin uzun olmasından dolayı iyi kalite ve kötü kalite yağın birbiriyle karışması,

olarak sıralanabilir (Handa, 2008).

Yürütülen tez çalışmasında su destilasyonu yöntemi kullanıldığı için diğer yöntemlere yer verilmemiştir.

## **2.5. Enzimatik Ekstraksiyon**

Ekstraksiyon; taşıyıcı olarak tanımlanan katı veya sıvı bir materyalin bileşimindeki komponent ya da komponentler karışımının, uygun seçicilikteki bir çözücü yardımı ile, birlikte olduğu diğer maddelerden ayrılmasıdır (Kayahan, 2004). Ekstraksiyon işleminde elde edilen uçucu yağ veriminin artırılması ve sunduğu çeşitli avantajlar nedeniyle enzimler kullanılabilir. Yağlı tohumların hücre duvarlarının egzojen (dışsal) enzimlerle yıkılması hücre içerisindeki komponentlerin daha kolay salınımına olanak sağlamaktadır. Bitki hücreleri kofullar içerisinde yağ barındırırlar, böylece bu yağın ekstraksiyon verimi

hücre duvarını etkileyen karbohidrazların ve proteazların hidrolitik müdahalesi ile arttırılabilir. Enzim destekli su ekstraksiyonu ifadesi de buradan gelir (Ramadan vd., 2009).

Bu yöntemin avantajları;

- Çevre dostu olması,
- Yangın ve patlama riski içermemesi,
- Güvenli çalışma olanağı sağlaması,
- Esnek çalışma olanağına sahip olması,
- Çözücü olarak suyun maliyetinin ucuz olması
- Toksik etkisinin olmaması,
- Hava kirletici olarak uçucu organik bileşikler vermemesi,
- Kolay çalışma koşullarının olması,
- Daha iyi oksidatif kararlılıkta olması,
- Yağlı tohumlardan aynı anda yağ ve protein eldesine olanak sağlaması olarak bildirilmektedir.

Dezavantajları ise;

- Düşük yağ verimi,
- Uzun proses zamanına ihtiyaç duyulması,
- Fazla atık su,
- Yağ eldesi kademelerinin daha komplike olması olarak bildirilmektedir (Ramadan vd., 2009).

Ekstraksiyonu etkileyen faktörler;

- Enzim bileşimi ve konsantrasyonu,
- Yağlı materyalin boyutu,
- Katı-sıvı oranı,
- İnkübasyon sıcaklığı,
- Tampon çözeltinin pH'sı,
- Çalkalama hızı,
- İnkübasyon süresi olarak bildirilmektedir (Santamaria vd., 2003).

## 2.6. Ultrases

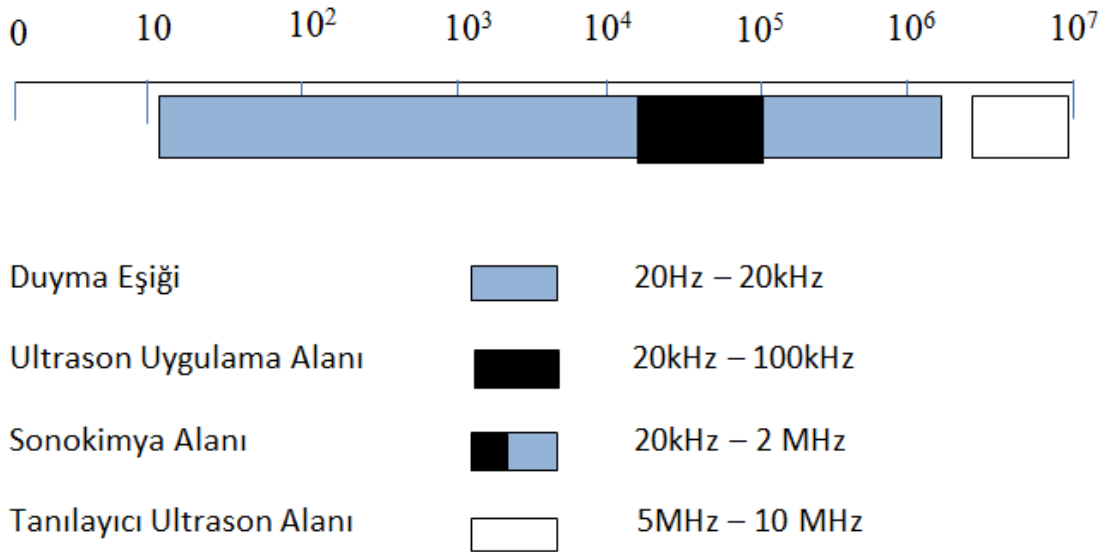
Günümüzde az işlem görmüş, duyuusal ve besin kalitesinin yüksek olduğu gıdalar tercih edilmektedir. Bu amaçla ısısı olmayan teknolojilerin gıdaların işlenmesinde ve muhafazasında kullanımını artmaktadır. Termal olmayan gıda işleme yöntemlerinden olan



ultrases gıdaların işlenmesinde ekstraksiyon amacıyla ve hücrelerde parçalanmalara sebep olmak amacıyla tercih edilen bir yöntemdir (Baysal ve İçier, 2012).

Ultrases üç frekans bölgesine ayrılır. 16 ile 100 kHz'lik kısma güç ultrasesi, 100 kHz ile 1 MHz arası yüksek frekanslı ultrases, 1 ile 10 MHz arası tanıyıcı ultrases olarak tanımlanmıştır. Ultrases ya basınç elektriği ile (piezoelektrik) ya da yüksek enerji titreşimleri oluşturan manyetik sıkıştırırmalı dönüştürücülerle (transducer) üretilir (Ulusoy ve Karakaya, 2011; Yüksel, 2013). Ultrases uygulamalarında üretilen enerji sonucu açığa çıkan sesin sınıflandırılması önemlidir. Ultrases, ses gücü (W), ses yoğunluğu ( $W/m^2$ ), ya da ses enerjisi yoğunluğu ( $Ws/m^3$ ) olarak ifade edilmektedir (Yüksel, 2013). Ses frekanslarının dağılımı, Şekil 2.5' de verilmiştir.

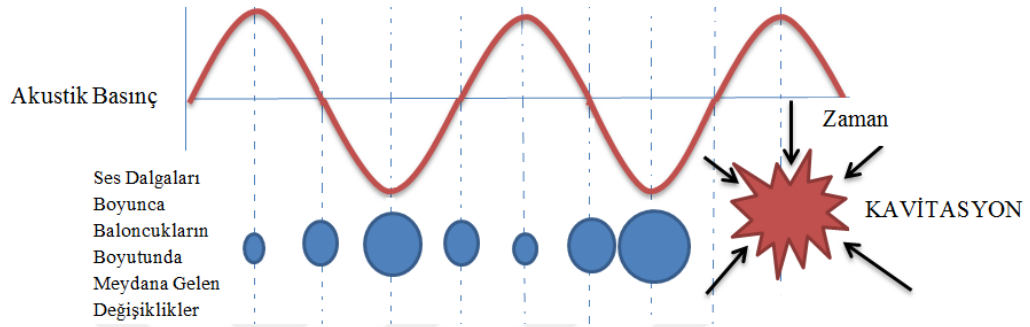
Ultrases, frekansı insanların duyma sınırının üzerinde bulunan mekanik titreşimlerden meydana gelmiş bir enerji çeşididir. Ultrases frekansının alt sınırı genellikle yaklaşık 20 kHz'dir. Sıvı ortamdaki ultrasonik dalgalar arasındaki etkileşim akustik kaviteasyon olayına yol açar (Duran vd., 2006; Chandrapala vd., 2012; Karadağ ve Büyüktanır, 2010; Soria ve Villamiel, 2010)



Şekil 2.5. Ses frekanslarının dağılımı (Duran vd., 2006)

Ultrases dalgaları sıkışma-gevşeme şeklinde maddesel ortamlarda yayılan titreşim enerjisidir. Ultrases sıvılardaki kaviteasyon kabarcıklarının üretimi ve ardından çökmesi ile mekanik, kimyasal ve biyokimyasal etkilere sebep olur (Duran vd., 2006). Ultrases dalgalarının sıvı ortamda yayılması esnasında basıncın düşmesi sonucu (gevşeme fazında) moleküller arası boşlukların artmasıyla kabarcıklar oluşur. Sürekli ses dalgalarına maruz

kalan ortamda kabarcıklar giderek büyür, daha fazla enerji absorblayamayacakları hacme ulaştıklarında içe doğru patlama gerçekleşir (Ince vd., 2001; Tüfekçi ve Özkal, 2015). Kavitasyon olarak adlandırılan bu olay sonucunda 1000 atm'nin üzerinde basınç ve büyük bir enerji açığa çıkar. Bu enerji, kabarcıkların bulunduğu bölgeyi ısıtır ve kimyasal reaksiyonlara neden olur. Ultrasesin temel prensibi de açığa çıkan bu yüksek ısı ve enerjinin kullanılabilirliği üzerinedir (Duran vd., 2006; Ulusoy ve Karakaya, 2011; Yüksel, 2013) (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Ultrasonik kavitasyon (Tüfekçi, 2014)

Günümüzde dünya enerji kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle enerji giderlerini en aza indirmek için çevreci yöntemlerin geliştirilmesi, işlem sürelerini kısaltan, kimyasal kullanımını azaltan ve çevre kirliliğini önleyici termal olmayan yeni ekstraksiyon tekniklerine gereksinim giderek artmaktadır (Tavman vd., 2009; Yüksel, 2013).

Bitki materyaline ultrases uygulaması sonucu hücre duvarı deforme olarak hücre içindeki sıvının kolayca hücre dışına salınımı sağlanmaktadır. Bu durum ekstraksiyon işlemini hızlandırarak süreyi kısaltmaktadır. Ultrases uygulaması ile partikül çapının azalması sonucu katı ve sıvı fazlar arasındaki yüzey geriliminin artması sağlanmış olur. Ultrasesin mekanik etkisi solventin dokulara doğru hareketini hızlandırır. Mekanik olarak yıkılan hücre duvarı sonucunda hücre içindeki bileşenin çözücü solvante kolayca geçmesi sağlanmış olur (Ergün vd., 2013).



**Şekil 2.7.** Ultrasonik Su Banyosu

Ultras ses teknolojisinin:

- Çevre dostu olması
- İşlem süresini kısaltması
- Daha iyi kalitede ürün elde edilebilmesi
- Azaltılmış kimyasal ve fiziksel tehlikeler
- Daha yüksek verim ve seçicilik sunması
- Kütle transferini kolaylaştırması
- Daha düşük enerji tüketimi sağlaması
- Gıdaya daha az zarar vermesi,
- Gıdanın tat ve koku gibi duyuşsal özelliklerine etkisinin sınırlı olması
- Endüstriyel kapasitede pratik ve güvenilir ultras ses ekipmanının sağlanabilmesi

gibi avantajları bulunmaktadır (Entezari vd., 2004; Chemat vd., 2011; Yüksel, 2013; Ercan ve Soysal, 2013). Çalışmamızda kullanılan ultras ses su banyosu, Şekil 2.7' de görölmektedir.

## **2.7. Enzimatik Ekstraksiyon Ve Ultras ses Destekli Enzimatik Ekstraksiyon Uygulamaları**

Enzimatik ekstraksiyon yöntemiyle defne uçucu yağı elde edilen bir çalışmada defne yaprakları öğütme işlemini gerçekleştirildikten sonra destilasyon gerçekleştirilmiştir. Uygulamada selüloz, hemiselüloz, ksilanaz ve bu enzimlerin karışımları kullanılarak

ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu olarak konvensiyonel destilasyon yöntemi uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Konvensiyonel yöntemle elde edilen uçucu yağ verimi % 0,37 olarak tespit edilmiştir. Enzimatik ekstraksiyon uygulanan destilasyon işlemleri sonucunda en iyi uçucu yağ verimi % 1,25 ile selülaz enziminin kullanıldığı ekstraksiyon sonrası destilasyon sonucunda elde edilmiştir. Enzimatik ekstraksiyon uygulamaları sonrası destilasyonlarda elde edilen uçucu yağ veriminin arttığı daha iyi antioksidan etkiye sahip yağların elde edildiği görülmüştür. Yöntemin geliştirilmesinin gelecek vadettiği alternatif bir metot olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Boulila vd., 2015).

Dimaki vd. (2017) farklı metotlar uygulayarak dağ çayı bitki materyalinden uçucu yağ ekstraksiyonu verimini inceledikleri bir çalışmada, maserasyon, klasik yöntem olarak hidrodistilasyon işlemi, enzimatik ekstraksiyon, ultrases destekli ekstraksiyon ve ultrases destekli enzimatik ekstraksiyon işlemine tabi tutulan bitki materyallerinin uçucu yağ verimleri karşılaştırılmıştır. Hidrodistilasyon işlemi Clevenger aparatı ile gerçekleştirilmiştir. Ultrases destekli ekstraksiyon için ultrasonik su banyosu kullanılmıştır. Enzimatik ekstraksiyon işlemi öncesi bitki materyali sitrik asitle ön muameleye maruz bırakılmıştır. Enzimatik ekstraksiyon için kullanılan enzimler selülaz, hemiselülaz ve pektinaz olarak belirlenmiştir. Maserasyon uygulaması sonucu elde edilen uçucu yağ veriminin % 1,23 olduğu belirlenmiştir ancak bu uygulamanın işlem süresinin uzamasına ve uçucu yağ kaybına neden olduğu tespit edilmiştir. Ultrases destekli ekstraksiyon uygulaması sonucu % 1 oranında uçucu yağ elde edilmiştir. Ultrases destekli enzimatik ekstraksiyon uygulamalarında hidrodistilasyon öncesi enzimlerle muamele edilen örneklerde uçucu bileşenlerin sayısının ve toplam miktarının önemli derecede arttığı görülmüş olup, sitrik asit ile ön muamelenin bu durumda etkili olduğu bildirilmiştir. Selülaz enziminin en yüksek pozitif etki gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen uçucu yağ verimi % 1,33 olarak belirlenmiştir. Enzim ve asit ile ön muamele sonucu elde edilen örnek suyunun konvensiyonel yöntemle elde edilene göre daha kokulu olduğu saptanmıştır. Enzim ile ön muamele edilmiş bitki materyalinden ultrases ile uçucu yağ ekstraksiyonu sinerjik etki sonucu hücre bileşenlerinin deformasyona uğrayıp ozmotik farklılıklara bağlı turgor basıncını arttırarak yağ ekstraksiyonunu kolaylaştırdığı, işlem süresini kısaltarak yağ veriminde artışa sebep olduğu tespit edilmiştir.

Hosni vd. (2013) yapmış oldukları bir çalışmada kekik (*Thymus capitatus* L.) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitki materyallerinden uçucu yağın eldesinde enzimatik ekstraksiyon yönteminin uçucu yağ verimine, kimyasal bileşime ve antimikrobiyal aktiviteye

etkisini araştırmışlardır. Çalışmada sellz, hemiselülöz ve her iki enzimin 1/1 oranında karışımı kullanılmıştır. Kontrol grubu ve enzimatik ekstraksiyon sonrası rnekler Clevenger ile 2 saat boyunca hidrodistilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Enzim ile n muamelenin uçucu yağ veriminde artışa neden olduğu gözlenmiştir. Kekik uçucu yağ verimindeki en iyi sonuç karışım halindeki enzimlerin kullanıldığı uygulamada elde edilmiştir. İki enzimin sinerjik etkisi sonucu yağ salınımını kolaylaştırarak verimi arttırdığı dşnlmştir. Biberiye uçucu yağı eldesindeki en iyi verim ise hemiselülöz enziminin kullanıldığı destilasyonda tespit edilmiştir. Bunun sonucunda enzimatik ekstraksiyon yönteminin gelecek vaad eden bir yöntem olduğu bildirilmiştir.

Baby ve Ranganathan (2016) yaptıkları bir çalışmada rezene tohumlarından uçucu yağın elde edilmesinde enzimatik ekstraksiyon yöntemini kullanmışlardır. Rezene tohumlarının enzim ile n muamelesi ile uçucu yağ eldesinin elektron mikroskobu görüntüleri incelendiğinde rezene tohumlarının bitki hücre yapılarında kontrol grubuna kıyasla belirgin farklılıkların oluştuğu tespit edilmiştir. n denemelerle en iyi sonuçların 50 C’de, 90 dk. inkübe edilen pH’nin 5, enzim konsantrasyonunun % 1 olduğu parametrelerde elde edilmiştir. Kullanılan enzim miktarı kademeli arttırıldığında, yağ veriminde % 1 oranına kadar artış saptanmış, yüksek enzim miktarlarında yağ veriminde kayda değer bir artış gözlenmemiştir. Bu durumun enzim bölgelerinin doygunluğa ulaşmasından dolayı kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Sıcaklık değerinin 50 C’yi ařtıķa yağ veriminde düşmelere neden olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun enzimlerin biyolojik katalizör olup, sıcaklığa duyarlı olduklarından kaynaklanabileceği dşnlmştir. Yağ veriminde en iyi sonuç viscozyme enziminin kullanıldığı uygulamada % 22,5 olarak tespit edilen oranla elde edilmiştir. Ekonomik açıdan bakıldığında uçucu yağ verimini arttırmak için bu yöntemin uygulanmasının etkin sonuçlar verdiği grlmştir.

Sowbhagya vd. (2011) kimyon tohum uçucu yağlarını enzimatik ekstraksiyon yöntemi kullanarak elde etmişlerdir. Kimyon tohumları farklı enzimlerle çeşitli konsantrasyonlarda farklı sürelerde inkübasyona tabi tutulmuştur. En iyi yağ verimi % 3,2 olarak % 0,5 konsantrasyondaki sellz enzimi ile n muamele edilen tohumlarda tespit edilmiştir. 120 dk. inkübe edilen tohumlardan % 3,3; enzimle muamele edilmeden ekstrakte edilen tohumlardan ise % 2,7 yağ elde edilmiştir. İstatistiki açıdan karşılaştırıldığında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Optimum koşullarda en iyi yağ verimi 60 dk. süreyle sellz enzimi kullanılarak yapılan inkübasyon sonucu elde edilmiştir. Yapılan çalışmada enzimle n muamelenin uçucu yağ veriminde belirgin bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağın fiziksel ve

kimyasal özelliklerinde gözle görülür herhangi bir değişikliğe rastlanmamıştır. Bu çalışmanın baharat endüstrisinde ilgi uyandırabileceği bildirilmiştir.

Gölükü vd. (2018) yapmış oldukları bir çalışmada defne uçucu yağ bileşimi üzerine destilasyon süresinin etkisi araştırılmıştır. 5 farklı destilasyon süreleriyle (10, 20, 30, 60, 120) çalışılmıştır. Defne uçucu yağ bileşimine destilasyon süresinin oldukça etkili olduğu gözlenmiştir. Defne uçucu yağının en önemli bileşeni olan 1,8 sineol uygulama süresine bağlı olarak % 57,7-79,4 aralığında değişim göstermiştir. İlk 30 dk.'lık sürede uçucu yağın % 80'i ikinci 30 dk'lık sürede ise toplam uçucu yağın % 20'si destilasyon yoluyla elde edilmiş olup, destilasyonun 60. ve 120. dk. aralıklarında toplam uçucu yağ miktarında oransal olarak herhangi bir artış olmadığı gözlemlenmiştir. Destilasyon süresindeki ilerlemeyle birlikte bazı bileşenlerin oranında da istatistiksel olarak önemli düzeyde artışlar meydana gelmiş, bu anlamda en büyük artışın 3,2 kat ile  $\alpha$ -pinen ve 2,5 kat ile  $\beta$ -pinen de saptanmış, bu bileşenleri  $\alpha$ -terpinil asetat ve sabinen takip etmiştir. Bunların yanı sıra limonen, terpinen-4-ol, metil ojenol ve p-simen oranlarında da kısmi artışlar saptanmıştır. Linalool ve  $\alpha$ -terpineol gibi bazı bileşenlerin oranlarında ise belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Elde edilen verilerin her bir bileşen için destilasyon süresinin farklı düzeyde ve yönde etkisinin olabileceğini gösterdiğini bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Defne yaprakları (*Laurus nobilis* L.) Muğla bölgesindeki çiftçilerden kuru olarak temin edilmiştir. Taze defne yaprakları Temmuz ayında toplanmıştır. Laboratuvara Ağustos ayında getirilen gölgede kurutulmuş olan defne yaprakları plastik poşetlere konulmuş ve deneylerde kullanılmaya kadar -20 °C'ta muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan defne yaprakları Şekil 3.1' de görülmektedir. Destilasyon öncesi enzim uygulamasında selülaz ve ksilanaz (Sigma-Aldrich) enzimleri, Clevenger aparatının temizliğinde ise teknik metanol kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan defne yaprakları

#### 3.2. Aletler ve Cihazlar

Defne yapraklarının tartımını yapmak için SHIMADZU (Shimadzu Scientific Instruments, Japan) marka UW6200H model ve 0,01 g hassasiyette olan terazi kullanılmıştır. Tartılan defne yapraklarını koymak için 25\*40 cm boyutlarında plastik poşetler kullanılmıştır. Defne uçucu yağının destilasyonu için sudan hafif 1000 ml lik balon kapasitesi ve 5ml lik ölçü skalasına sahip Clevenger tipi (Çalışkan, Türkiye) hidrodestilasyon cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.2.). Florentin kabından alınan defne uçucu yağını santrifüj etmek için WiseSpin (Wisd Laboratory Instruments, Korea) marka CF-10 model santrifüj kullanılmıştır. Defne uçucu yağının muhafaza etmek için 2 ml'lik ependor tüpleri kullanılmıştır. Ultrases işlemi uygulaması için 40 kHz 253 W gücünde olan WiseClean (Wisd Laboratory Instruments, Korea) marka WUC-D06H model ultrasonik su banyosu kullanılmıştır. İnkübatör olarak Nüve

marka FN 500 model etüv kullanılmıştır. Defne uçucu yağı bileşenlerinin tespiti için Agilent Marka gaz kromatografî/kütle spektroskopisi kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan Clavenger Düzeneği

### 3.3. Yöntem

Destilasyon işlemleri konvensiyonel; ultrases ön muamelesi sonrası destilasyon; enzim ön uygulaması sonrası destilasyon ve hem ultrases hem enzim uygulaması sonrası destilasyon ve bunlara ilâve olarak öğütölmüş defne yaprakları ile konvensiyonel ve enzim uygulaması sonrası destilasyon olmak üzere 6 farklı şekilde 3 tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir. Destilasyon işlemleri sonucu elde edilen uçucu yağ ependor tüpüne alınmıştır. Uçucu yağda bulunan su fazı santrifüj uygulanarak (1350 rpm, 2 dk) ayrılmış ve elde edilen defne uçucu yağ -20 °C de karanlıkta muhafaza edilmiştir. Elde edilen defne uçucu yağlarının miktarları Clavenger aparatının skalasında ml olarak ölçölmüş ve tez çalışmasında % oran (mL/g; defne uçucu yağ/defne yaprağı) olarak verilmiştir.



### 3.3.1. Konvensiyonel Yöntemle Defne Uçucu Yağı Eldesi

Bütün haldeki defne yapraklarından 20 g tartılıp Clevenger tipi hidro-destilasyon balonuna alınmış ve üzerine 500 mL saf su ilâve edilerek cihaza yerleştirilmiştir. İlk yoğuşmanın birikmeye başladığı anın gözlenmesi ile süre tutulmaya başlanmış ve destilasyona 3 saat devam edilmiştir. Yarım saat aralıklarla Clevengerin ölçü skalasında toplanan uçucu yağ miktarı kaydedilmiştir. Süre sonunda ependor tüpüne alınan defne uçucu yağı 1350 rpm'de 2 dk santrifüj edilerek yağ ve su fazının birbirinden ayrımı sağlanmıştır. Otomatik bir pipet yardımıyla üst fazdaki uçucu yağ bir başka ependor tüpüne aktarılmış ve GC/MS analizleri yapılana dek -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

### 3.3.2. Ultrases Ön Uygulaması ile Defne Uçucu Yağı Eldesi

Bütün haldeki defne yapraklarından 20 g tartılıp ultrasese dayanıklı naylon poşete yerleştirilip üzerine 500 mL saf su ilâve edilmiştir. İki farklı genlikte (% 50 - % 100) 15 ve 20 dk. olmak üzere iki farklı süre ile ultrasese maruz bırakılmıştır. Sıcaklık, uçucu yağ kaybını önlemek amacıyla buz paketleri yardımıyla 15 °C - 28 °C aralığında tutulmuştur. Süre sonunda defne yaprakları ve poşetteki su balona aktarılmıştır. Balonun Clevenger aparatıyla bağlantısı yapılarak konvensiyonel destilasyon işlemine tabi tutulmuştur.

Yapılan ön denemelerde elde edilen uçucu yağ miktarı göz önünde bulundurularak ultrases genliğinin % 100; süre 15 ve 20 dk. olarak kullanılmasına karar verilmiştir. 15 dk. ultrases uygulaması sonrası defne yapraklarındaki değişim, Şekil 3.3.' de verilmiştir.



Şekil 3.3. Ultrases uygulaması (15 dk) sonrası defne yaprakları

### 3.3.3. Enzim Ön Uygulaması ile Defne Uçucu Yağı Elde Edilmesi

Bütün halde 20 g tartılan defne yaprakları Clevenger balonuna yerleştirilmiştir. pH'sı sitrik asitle ayarlanmış 500 mL saf suda 30 mg enzim cam bir bagetle karıştırılarak çözündürülmüş ve sonrasında defne yapraklarının üzerine ilâve edilip balon iyice çalkalanarak karıştırılmış ve 1 saat 40 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Kullanılacak enzim miktarları Boulila vd. (2015) yaptıkları çalışmada bildirdikleri oranlara göre belirlenmiştir. Süre sonunda balonun Clevenger aparatıyla bağlantısı yapılarak konvensiyonel destilasyon işlemine tabi tutulmuştur.

Ekstraksiyonda kullanılan enzimlerin inkübasyon pH ve sıcaklık koşulları ile kullanım miktarları, Tablo 3.1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Çalışmada kullanılan enzimlerin inkübasyon koşulları

	Selülaz	Ksilenaz	selülaz + ksilenaz
pH	5,0	6,5	6,0
İnkübasyon sıcaklığı, °C	40	40	40
Enzim/Yaprak ağırlığı, mg/100 g	30 mg	30 mg	30 mg

### 3.3.4. Destilasyon İşlemi Öncesi Ultrases Destekli Enzim Uygulaması ile Defne Uçucu Yağı Elde Edilmesi

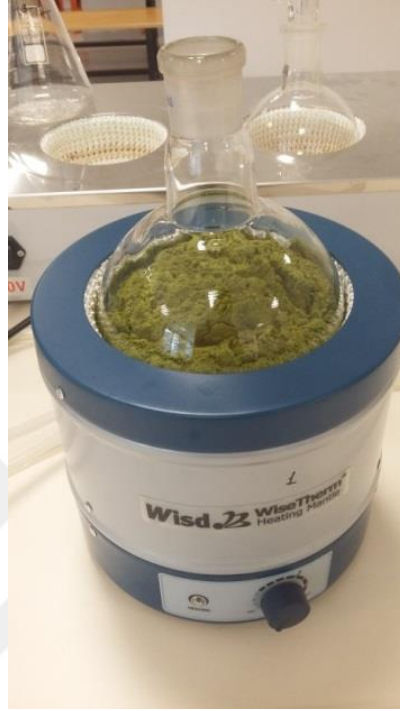
20 g tartılan bütün haldeki defne yaprakları ultrasese dayanıklı naylon poşete aktarılıp üzerine 500 mL pH'sı ayarlanmış (Tablo 3.1) su ilâve edilerek 15 dk. süre ile % 100 genlikte ultrasese maruz bırakılmıştır (başlık 3.3.2). Ultrases sonrası defne yaprakları suyu ile Clevenger balonuna aktarılmış ve ağzı sıkıca bir tıpa ile kapatılarak 40 °C'ye ayarlanmış inkübatöre yerleştirilmiştir. Balonun iç sıcaklığı belirlenen sıcaklığa yükseldikten sonra bir miktar su küçük bir erlene aktarılmış, üzerine enzim eklenerek cam bir bagetle karıştırılarak çözündürülmüştür. Enzim karışımı balona aktarıldıktan sonra balon iyice çalkalanarak karıştırılmış ve 40 °C'de 1 saat inkübe edilmiştir.

Süre sonunda balonun Clevenger aparatıyla bağlantısı yapılarak ısıtıcısı üzerine yerleştirilmiştir. Konvensiyonel destilasyon uygulanarak uçucu yağ elde etme işlemi tamamlanmıştır.

### 3.3.5. Öğütme İşlemi Sonrası Defne Uçucu Yağı Eldesi

Ticari elektrikli kahve değirmeninde öğütülmüş defne yaprakları 35 mesh'lik elekten geçirilmiştir. Öğütülmüş defne yaprağından 100 g tartılıp Clevenger balonuna aktarılmış ve

üzerine 500 mL saf su ilâve edilmiştir. Balonun Clevenger aparatıyla bağlantısı yapılarak ısıtıcısı üzerine yerleştirilmiştir. Konvensiyonel destilasyon uygulanarak uçucu yağ elde etme işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 3.4. Öğütülmüş defne yaprağı

### 3.3.6. Öğütme İşlemi Sonrası Enzim Uygulaması ile Defne Uçucu Yağı Eldesi

Bir önceki başlıkta açıklandığı gibi hazırlanan öğütülmüş defne yaprağından 100 g tartılarak Clevenger balonuna aktarılmış üzerine 30 mg enzim (selülaz) içeren 40 °C'deki 500 mL pH'sı ayarlanmış saf su ilâve edilmiştir. Balonun ağzı bir tıpa ile sıkıca kapatıldıktan sonra balon iyice çalkalanarak karıştırılmış ve sıcaklığı 40 °C'ye ayarlanmış inkübatörde 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda balonun Clevenger aparatıyla bağlantısı yapılmış ve konvensiyonel destilasyon işlemine tabi tutularak uçucu yağ elde etme işlemi tamamlanmıştır. Öğütülmüş defne yaprakları, Şekil 3.4' de görülmektedir.

### 3.3.7. Defne Uçucu Yağının GC/MS'teki Bileşen Analizi

Defne uçucu yağının bileşen analizleri Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde hizmet alımı şeklinde yapılmıştır. Analizde kullanılan cihaz ve çalışma koşulu aşağıda verilmiştir.

Cihaz : Agilent Marka gaz kromatografi/kütle spektroskopisi (AGILENT 5975 C AGILENT 7890A GC)  
Kolon : CP WAX 52 CB (50\*0,25 mm, 0,20  $\mu$ m)  
Kütüphane : WILEY  
Örnek miktarı : 200  $\mu$ L  
Enjeksiyon hacmi : 1  $\mu$ L  
Çalışma sıcaklığı : Fırın başlangıç sıcaklığı 60 °C'dir. 60 °C'de 2 dk. bekletildikten sonra dk.'da 2 °C'lik artışla 220 °C'ye çıkılmıştır. Bu sıcaklıkta 20 dk. beklenmiştir (Baydar vd., 2013a). Enjektör sıcaklığı 240 °C, dedektör sıcaklığı 250° C olarak çalışılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız GC-MS resmi, Şekil 3.5' de görülmektedir.



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan GC/MS cihazı

### 3.3.8. İstatistik Analizler

Analizler sonucu elde edilen veriler, SAS University Edition (2018) programında Anova prosedürü ile tek yönlü varyans analizi ve Duncan çoklu ortalama karşılaştırma testi ile analiz edilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Elde Edilen Defne Uçucu Yağı Miktarları

KY; U10, U20; K, S, KS; KSU, SU, KU uygulamaları sonrası elde edilen defne uçucu yağ miktarlarına ait verim değerleri, Tablo 4.1'de sunulmuştur. Çalışmamızda kullandığımız defne yapraklarının uçucu yağ verimi % 3-3,25 (mL/g) aralığında tespit edilmiştir. Karık vd. (2015) yapmış oldukları bir çalışmada farklı lokasyonlardan toplanan yaprak örneklerinden uçucu yağ elde edilmiş olup çalışmada kullanılan defne yapraklarıyla aynı yöreden (Muğla/Milas-Kemerköy) toplanan yapraklardan elde edilen uçucu yağ miktarı maksimum % 3,2 olarak tespit edilmiş olup bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir. Konvansiyonel yöntemle elde edilen uçucu yağ miktarı ortalama % 3 olup bu sonuca 180 dk. sonunda ulaşılmıştır. Yapılan ön işlemler sonrası destilasyonlar sonucu elde edilen uçucu yağ miktarlarıyla kıyaslama yapıldığında en yüksek pozitif etki ksilenaz enzimi kullanılarak gerçekleştirilen ekstraksiyon sonrası destilasyon işlemi sonucunda 120. dk.'da % 3,25 olarak elde edilmiş olup, aynı sonuç ultrases ön muamelesi sonrası selülaz enzimi kullanılarak gerçekleştirilen ekstraksiyon sonrası destilasyon işlemi sonucunda da elde edilmiştir. Konvansiyonel yöntemle göre süreyi 60 dk. kısaltmış olması ve ortalama uçucu yağ verimi bazında artış sağlaması bu yöntemin sağladığı avantaj olarak değerlendirilebilir. Ayrıca sadece ultrasesle (% 100 genlik ile 20 dk.) ön muamele edilen defne yapraklarına uygulanan destilasyon işleminde 150. dk.'da % 3,25 sonucuna ulaşılmıştır. Enzimin sürekli bir maliyet getirisi olacağından ultrases teknolojisinin kullanılması maliyeti düşürmek açısından daha avantajlı olabileceği düşünülmüştür. Ultrasonik su banyosu yerine prob kullanılmasının destilasyon süresini daha da kısaltılabileceği öngörülmüştür.

ÖK uygulaması sonucu elde edilen uçucu yağ miktarı % 1,76 olup, öğütme esnasında uçucu yağ kaybı olduğu saptanmıştır. ÖSE uygulaması sonrası elde edilen uçucu yağ miktarı ise ortalama % 1,76 olarak tespit edilmiş olup iki uygulama sonucu elde edilen uçucu yağ miktarının aynı olduğu gözlenmiştir. Boulila ve arkadaşları (2015) defne yapraklarından öğütme sonrası enzim destekli ekstraksiyon yöntemiyle uçucu yağ elde ettikleri bir çalışmada üç farklı enzim ve bunların karışımları kullanılarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu olarak konvansiyonel destilasyon yöntemi uygulanarak kıyaslama yapılmıştır. Konvansiyonel yöntemle elde edilen uçucu yağ verimi % 0,37 olup, selülaz enzimi ile ekstraksiyon sonrası uçucu yağ miktarında artış saptadıkları ve % 1,25 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda enzim ekstraksiyon metodu bu çalışma baz alınarak yapılmış olup selülaz enzimi kullanılarak uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Öğütme sonrası

konvensiyonel yöntem ve enzimatik ekstraksiyon yöntemleriyle elde ettiğimiz uçucu yağ oranlarının aynı olduğu herhangi bir artış gözlenmediği tespit edilmiştir. Bu nedenle ksilenaz enzim uygulaması yapılmamıştır. Öğütme işleminin uçucu yağ kaybına neden olduğu görülmüştür. Bulgularımız Boulila vd (2015)'nin çalışma bulgularıyla çelişmektedir.



**Tablo 4.1.** Süre bazında ölçülen defne uçucu yağ miktarları (% v/w)

Uygulama / Süre	30 dk.	60 dk.	90 dk.	120 dk.	150 dk.	180 dk.
S	1,83 <sup>bc</sup> ±0,14	2,50 <sup>b</sup> ±0,00	3,00 <sup>a</sup> ±0,00	3,07 <sup>bc</sup> ±0,03	3,17 <sup>ab</sup> ±0,01	3,25 <sup>a</sup> ±0,00
K	2,00 <sup>ab</sup> ±0,00	2,75 <sup>a</sup> ±0,00	3,03 <sup>a</sup> ±0,06	3,25 <sup>a</sup> ±0,00	3,25 <sup>a</sup> ±0,00	3,25 <sup>a</sup> ±0,00
SU	2,00 <sup>ab</sup> ±0,00	2,50 <sup>b</sup> ±0,00	3,00 <sup>a</sup> ±0,00	3,25 <sup>a</sup> ±0,00	3,25 <sup>a</sup> ±0,00	3,25 <sup>a</sup> ±0,00
KU	2,15 <sup>a</sup> ±0,00	2,75 <sup>a</sup> ±0,00	3,03 <sup>a</sup> ±0,06	3,18 <sup>a</sup> ±0,06	3,22 <sup>ab</sup> ±0,06	3,22 <sup>a</sup> ±0,06
U15	1,92 <sup>bc</sup> ±0,14	2,67 <sup>ab</sup> ±0,14	2,92 <sup>ab</sup> ±0,14	3,00 <sup>c</sup> ±0,00	3,07 <sup>c</sup> ±0,12	3,22 <sup>a</sup> ±0,06
U20	2,00 <sup>ab</sup> ±0,00	2,53 <sup>b</sup> ±0,06	2,92 <sup>ab</sup> ±0,14	3,03 <sup>c</sup> ±0,06	3,25 <sup>a</sup> ±0,00	3,25 <sup>a</sup> ±0,00
KS	1,92 <sup>bc</sup> ±0,14	2,50 <sup>b</sup> ±0,00	2,75 <sup>bc</sup> ±0,00	3,00 <sup>c</sup> ±0,00	3,13 <sup>bc</sup> ±0,03	3,13 <sup>b</sup> ±0,03
KY	1,83 <sup>bc</sup> ±0,14	2,55 <sup>b</sup> ±0,18	2,70 <sup>d</sup> ±0,17	2,83 <sup>d</sup> ±0,14	2,93 <sup>d</sup> ±0,06	3,00 <sup>c</sup> ±0,00
KSU	1,75 <sup>c</sup> ±0,14	2,60 <sup>ab</sup> ±0,10	3,00 <sup>a</sup> ±0,00	3,17 <sup>ab</sup> ±0,08	3,25 <sup>a</sup> ±0,00	3,25 <sup>a</sup> ±0,00

**S:** Selülaz enzimi ile inkübasyon sonrası destilasyon, **K:** Ksilenz enzimi inkübasyon sonrası destilasyon,

**SU:** % 100 genlik – 15 dk. ultrases uygulaması ve selülaz enzimi ile inkübasyon sonrası destilasyon,

**KU:** % 100 genlik – 15 dk. ultrases uygulaması ve ksilenaz enzimi ile inkübasyon sonrası destilasyon,

**U15:** % 100 genlik – 15 dk. ultrases uygulaması sonrası destilasyon, **U20:** % 100 genlik – 20 dk. ultrases uygulaması sonrası destilasyon,

**KS:** Selülaz ve Ksilenz enzimlerinin karışımı ile inkübasyon sonrası destilasyon, **KY:** Konvensiyonel yöntem,

**KSU:** % 100 genlik – 15 dk. ultrases uygulaması ve selülaz-ksilenaz enzimlerinin karışımı ile inkübasyon sonrası destilasyon,

Her satırdaki farklı harfler ortalamalar arasında P<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

Baytöre'nin (2014), Yalova yöresinde farklı yüksekliklerde doğal olarak yetişen defne popülasyonlarında bazı morfolojik ve kalite özellikleri ile ontogenetik varyabilitenin belirlenmesi üzerine yapmış olduğu çalışmada, defne yapraklarından uçucu yağ su destilasyonu yöntemi ile Clevenger aparatı kullanılarak 4 saat süre sonunda elde edilmiştir. En yüksek uçucu yağ oranı defne yapraklarından meyve olum döneminde % 3,1 olarak elde edildiği belirlenmiştir. Çalışmamızda ise daha kısa sürelerde (K ve SU uygulamaları 120 dk.; U20 uygulaması 150 dk. sonunda) daha yüksek verimde (% 3,25) uçucu yağ elde edildiği tespit edilmiştir.

Boza (2013), Karaburun, Urla ve Dilek Yarımadası'nda bulunan doğal defne (*Laurus nobilis* L.) popülasyonlarında 2006 ve 2007 yıllarında fenolojik gözlemlerde bulunduğu bir çalışmada uçucu yağ elde etmede konvensiyonel yöntem kullanılmıştır. Uçucu yağ verimi bakımından sırasıyla Karaburun'da ilk yıl haziran ayında % 2,37 ile en yüksek verim elde edilirken, sonraki yıl verim farklılığı görülmediği tespit edilmiştir. Urla'da haziran ayında en yüksek verim ilk yıl % 2,39 iken diğer yıl % 2,09 olarak saptanmıştır. Dilek Yarımadası'nda temmuz ayında hasat edilen defne yapraklarından elde edilen uçucu yağların 2006 yılında en yüksek veriminin % 2,0 olduğu 2007 yılında ise % 1,94 olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucuna göre Ege bölgesinde uçucu yağ verimi bakımından en uygun hasat zamanının haziran ve temmuz aylarının olması gerektiği belirlenmiştir. Çalışmada kullandığımız defne yapraklarının hasat zamanının bu aralıkta olduğu ve uçucu yağ veriminin % 3 olarak belirlendiği gözlenmiş olup, konvensiyonel yöntemle kıyaslama yapıldığında daha yüksek verimde uçucu yağ elde ettiğimiz tespit edilmiştir. Bu durumun toplama merkezlerinin farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

Derwich vd. (2009), Fas çevresinden hasat edilen defnenin (*Laurus nobilis* L.) kimyasal bileşimi ve antibakteriyel aktivitesini inceledikleri bir çalışmada defne bitki materyali nisan ayında toplanıp kurutulmuştur. Uçucu yağ elde etmede hidrodistilasyon yöntemi kullanılarak işlem 150 dk.'da gerçekleştirilmiştir. Elde edilen uçucu yağ oranı % 1.86 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada test edilen bakteriyel suşların uçucu yağlara duyarlı olduğu ve 0.01 ila 1 mg / ml arasında değişen minimum inhibitör konsantrasyonlar (MIC) ile çok etkili bir antibakteriyel etkinlik gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmamıza bakıldığında konvensiyonel yöntemle elde edilen uçucu yağ miktarı 150. dk.'da % 2,93 olarak tespit edilmiş olup 180 dk. sonunda bu değer % 3'e ulaştığı belirlenmiştir. Daha yüksek uçucu yağ verimi elde etmemizin hasat dönemi ve bölge farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.



Erden'nin (2005), Akdeniz defnesinde (*Laurus nobilis* L.) mevsimsel varyabilite ve optimal kurutma yöntemlerinin araştırılması üzerine yaptığı bir çalışmada, Mersin yöresinden Ekim 2003- Ağustos 2004 tarihleri arasında farklı periyotlarla toplanan defne yapraklarına farklı kurutma teknikleri uygulayarak kurutup uçucu yağ elde etmiştir. Kuru yaprakta % 2,89 ve % 2,88 ile gölgede ve solar kurutucuda, % 3,02 ile kabin tipi kurutucuda Ekim ayında ve 50 °C kurutma sıcaklığında en yüksek uçucu yağ miktarlarını elde ettiğini bildirmiştir. Daha yüksek kurutma sıcaklıklarının uçucu yağ kaybına neden olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin (Tablo 4.1.) Erden'in elde ettiği verilerden yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun bölgesel farklılıklar nedeniyle oluşabileceği düşünülmüştür.

Yazıcı (2002), Batı Karadeniz Bölgesi'nde yetişen defne (*Laurus nobilis* L.) yaprağının uçucu yağ miktarının belirlenmesi üzerine yapmış olduğu çalışmada elde edilen uçucu yağ oranının en yüksek Sinop yöresinde ağustos ayında % 2,49 değerinde, en düşük uçucu yağ miktarı ise Bartın yöresinde Haziran ayında % 0,30 olarak gözlemlenmiştir. Çalışmamızın bulguları (Tablo 4.1.) ile kıyaslama yapıldığında elde edilen verilerin bu çalışmaya oranla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumun bölgesel farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

#### **4.2. Defne Uçucu Yağının Uçucu Bileşenlerine ve Miktarlarına Ait Sonuçlar**

Elde ettiğimiz defne uçucu yağının GC/MS analizi sonuçlarına göre 35 adet bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin miktar ortalamaları % alan olarak, Tablo 4.2 - 4.5'te verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Defne uçucu yağında tespit edilen bileşenler (alpha-pinene, camphene, beta-pinene, sabinene, beta-myrcene, phellandrene, limonene, 1,8 cineole, gamma terpinene )

Uygulama / Bileşen Adı	alpha-pinene	camphene	beta-pinene	sabinene	beta- myrcene	phellandrene	limonene	1,8 cineole	gamma terpinene
RT	7,3	8,2	9,3	9,7	10,9	11,1	12,4	12,9	14,2
S	3,84 <sup>ab</sup> ±0,47	0,33 <sup>a</sup> ±0,02	2,96 <sup>a</sup> ±0,25	6,55 <sup>ab</sup> ±0,15	0,36 <sup>a</sup> ±0,08	0,04 <sup>c</sup> ±0,00	0,88 <sup>a</sup> ±0,07	60,25 <sup>a</sup> ±1,33	0,66 <sup>ab</sup> ±0,09
K	3,93 <sup>ab</sup> ±0,10	0,34 <sup>a</sup> ±0,02	3,04 <sup>a</sup> ±0,06	6,70 <sup>a</sup> ±0,24	0,40 <sup>a</sup> ±0,09	0,18 <sup>ab</sup> ±0,08	0,89 <sup>a</sup> ±0,05	59,03 <sup>ab</sup> ±0,85	0,65 <sup>ab</sup> ±0,02
SU	3,64 <sup>b</sup> ±0,48	0,35 <sup>a</sup> ±0,01	2,93 <sup>a</sup> ±0,24	6,07 <sup>b</sup> ±0,11	0,31 <sup>a</sup> ±0,02	0,17 <sup>ab</sup> ±0,08	0,86 <sup>a</sup> ±0,08	60,59 <sup>a</sup> ±1,63	0,66 <sup>ab</sup> ±0,06
KU	3,75 <sup>ab</sup> ±0,29	0,33 <sup>a</sup> ±0,06	2,96 <sup>a</sup> ±0,17	6,99 <sup>a</sup> ±0,57	0,43 <sup>a</sup> ±0,10	0,21 <sup>ab</sup> ±0,02	0,87 <sup>a</sup> ±0,06	58,65 <sup>ab</sup> ±1,08	0,58 <sup>b</sup> ±0,01
U15	4,08 <sup>ab</sup> ±0,27	0,37 <sup>a</sup> ±0,03	3,15 <sup>a</sup> ±0,14	6,94 <sup>a</sup> ±0,24	0,47 <sup>a</sup> ±0,10	0,31 <sup>a</sup> ±0,05	0,93 <sup>a</sup> ±0,04	58,51 <sup>ab</sup> ±1,00	0,60 <sup>ab</sup> ±0,14
U20	4,01 <sup>ab</sup> ±0,30	0,34 <sup>a</sup> ±0,03	3,10 <sup>a</sup> ±0,13	6,81 <sup>a</sup> ±0,24	0,37 <sup>a</sup> ±0,09	0,22 <sup>ab</sup> ±0,02	0,90 <sup>a</sup> ±0,06	58,99 <sup>ab</sup> ±1,20	0,64 <sup>ab</sup> ±0,01
KS	4,33 <sup>a</sup> ±0,13	0,40 <sup>a</sup> ±0,05	3,24 <sup>a</sup> ±0,05	6,96 <sup>a</sup> ±0,06	0,40 <sup>a</sup> ±0,08	0,16 <sup>b</sup> ±0,11	0,66 <sup>a</sup> ±0,49	57,72 <sup>b</sup> ±0,77	0,61 <sup>ab</sup> ±0,05
KY	4,38 <sup>a</sup> ±0,55	0,37 <sup>a</sup> ±0,40	3,25 <sup>a</sup> ±0,23	6,89 <sup>a</sup> ±0,58	0,39 <sup>a</sup> ±0,12	0,17 <sup>ab</sup> ±0,12	0,94 <sup>a</sup> ±0,07	58,99 <sup>ab</sup> ±1,87	0,72 <sup>a</sup> ±0,04
KSU	3,89 <sup>ab</sup> ±0,07	0,39 <sup>a</sup> ±0,02	3,06 <sup>a</sup> ±0,03	6,43 <sup>ab</sup> ±0,12	0,31 <sup>a</sup> ±0,02	0,19 <sup>ab</sup> ±0,05	0,88 <sup>a</sup> ±0,01	59,56 <sup>ab</sup> ±0,48	0,62 <sup>ab</sup> ±0,03

RT: Retention time

**Tablo 4.3.** Defne uçucu yağında tespit edilen bileşenler (o-cymene, terpineol, linalool, 2-cyclohexen-1-ol, bornyl acetate, beta elemene, 1-terpinen-4-ol, trans-limonene oxide)

Uygulama / Bileşen Adı	o-cymene	terpineol	linalool	2-cyclohexen- 1-ol	bornyl acetate	beta-elemene	1-terpinen-4- ol	trans- limonene oxide
RT	15,3	25,3	30	30,8	31,9	32,6	33,1	34,5
S	0,45 <sup>ab</sup> ±0,08	0,46 <sup>ab</sup> ±0,01	1,10 <sup>a</sup> ±0,93	0,10 <sup>a</sup> ±0,00	0,39 <sup>ab</sup> ±0,02	0,10 <sup>b</sup> ±0,03	2,04 <sup>a</sup> ±0,16	0,39 <sup>a</sup> ±0,04
K	0,45 <sup>ab</sup> ±0,03	0,46 <sup>ab</sup> ±0,01	1,51 <sup>a</sup> ±0,02	0,09 <sup>ab</sup> ±0,00	0,44 <sup>a</sup> ±0,01	0,11 <sup>ab</sup> ±0,04	1,96 <sup>a</sup> ±0,13	0,36 <sup>a</sup> ±0,00
SU	0,49 <sup>a</sup> ±0,06	0,45 <sup>b</sup> ±0,02	1,46 <sup>a</sup> ±0,03	0,10 <sup>a</sup> ±0,00	0,43 <sup>a</sup> ±0,02	0,09 <sup>b</sup> ±0,03	2,07 <sup>a</sup> ±0,11	0,42 <sup>a</sup> ±0,05
KU	0,45 <sup>ab</sup> ±0,06	0,47 <sup>ab</sup> ±0,01	1,54 <sup>a</sup> ±0,07	0,09 <sup>ab</sup> ±0,01	0,31 <sup>b</sup> ±0,14	0,09 <sup>b</sup> ±0,01	1,91 <sup>a</sup> ±0,14	0,55 <sup>a</sup> ±0,30
U15	0,33 <sup>b</sup> ±0,16	0,44 <sup>b</sup> ±0,02	1,50 <sup>a</sup> ±0,05	0,09 <sup>ab</sup> ±0,00	0,45 <sup>a</sup> ±0,03	0,15 <sup>a</sup> ±0,02	1,91 <sup>a</sup> ±0,07	0,33 <sup>a</sup> ±0,12
U20	0,44 <sup>ab</sup> ±0,04	0,46 <sup>ab</sup> ±0,02	1,48 <sup>a</sup> ±0,05	0,09 <sup>ab</sup> ±0,00	0,44 <sup>a</sup> ±0,01	0,12 <sup>ab</sup> ±0,03	1,93 <sup>a</sup> ±0,05	0,42 <sup>a</sup> ±0,04
KS	0,47 <sup>a</sup> ±0,03	0,48 <sup>ab</sup> ±0,02	1,47 <sup>a</sup> ±0,13	0,09 <sup>ab</sup> ±0,00	0,50 <sup>a</sup> ±0,06	0,16 <sup>a</sup> ±0,03	1,92 <sup>a</sup> ±0,03	0,39 <sup>a</sup> ±0,05
KY	0,48 <sup>a</sup> ±0,02	0,39 <sup>c</sup> ±0,03	1,39 <sup>a</sup> ±0,06	0,09 <sup>ab</sup> ±0,00	0,42 <sup>a</sup> ±0,03	0,12 <sup>ab</sup> ±0,03	2,00 <sup>a</sup> ±0,12	0,39 <sup>a</sup> ±0,04
KSU	0,55 <sup>a</sup> ±0,04	0,49 <sup>a</sup> ±0,02	1,41 <sup>a</sup> ±0,04	0,09 <sup>ab</sup> ±0,00	0,48 <sup>a</sup> ±0,02	0,09 <sup>b</sup> ±0,02	1,99 <sup>a</sup> ±0,03	0,46 <sup>a</sup> ±0,01

RT: Retention time

**Tablo 4.4.** Defne uçucu yağında tespit edilen bileşenler (terpinyl acetate, alpha-terpineol, gereanyl acetate, limonene oxide, 2,6-octadien-1-ol 3,7-dimethyl acetate, myrtenol, cis-p-mentha-1(7),8-dien-2-ol)

Uygulama / Bileşen Adı	terpinyl acetate	alpha- terpineol	alpha-terpinene	gereanyl acetate	limonene oxide	2,6-octadien- 1-ol 3,7- dimethyl acetate	myrtenol	cis-p-mentha- 1(7),8-dien- 2-ol
RT	35,8	37	38,6	40,1	40,5	41,8	43,4	43,7
S	0,85 <sup>ab</sup> ±0,03	0,29 <sup>a</sup> ±0,01	13,01 <sup>bcd</sup> ±0,27	0,24 <sup>ab</sup> ±0,02	0,22 <sup>a</sup> ±0,00	0,11 <sup>a</sup> ±0,01	0,06 <sup>a</sup> ±0,01	0,06 <sup>a</sup> ±0,01
K	0,88 <sup>ab</sup> ±0,01	0,27 <sup>ab</sup> ±0,01	13,07 <sup>bcd</sup> ±0,33	0,24 <sup>ab</sup> ±0,03	0,21 <sup>a</sup> ±0,01	0,11 <sup>a</sup> ±0,02	0,07 <sup>a</sup> ±0,01	0,06 <sup>a</sup> ±0,00
SU	0,89 <sup>ab</sup> ±0,04	0,29 <sup>a</sup> ±0,01	12,52 <sup>d</sup> ±0,21	0,22 <sup>b</sup> ±0,01	0,24 <sup>a</sup> ±0,04	0,09 <sup>ab</sup> ±0,01	0,06 <sup>a</sup> ±0,01	0,08 <sup>a</sup> ±0,01
KU	0,68 <sup>b</sup> ±0,37	0,25 <sup>b</sup> ±0,04	13,77 <sup>a</sup> ±0,32	0,24 <sup>ab</sup> ±0,03	0,20 <sup>a</sup> ±0,06	0,06 <sup>b</sup> ±0,02	0,07 <sup>a</sup> ±0,02	0,07 <sup>a</sup> ±0,03
U15	0,89 <sup>ab</sup> ±0,02	0,27 <sup>ab</sup> ±0,01	13,22 <sup>abc</sup> ±0,19	0,27 <sup>a</sup> ±0,02	0,21 <sup>a</sup> ±0,02	0,07 <sup>b</sup> ±0,01	0,07 <sup>a</sup> ±0,01	0,07 <sup>a</sup> ±0,02
U20	0,90 <sup>ab</sup> ±0,03	0,29 <sup>a</sup> ±0,02	13,23 <sup>abc</sup> ±0,22	0,24 <sup>ab</sup> ±0,02	0,23 <sup>a</sup> ±0,04	0,11 <sup>a</sup> ±0,02	0,07 <sup>a</sup> ±0,00	0,08 <sup>a</sup> ±0,02
KS	0,93 <sup>a</sup> ±0,01	0,29 <sup>a</sup> ±0,01	13,35 <sup>ab</sup> ±0,47	0,25 <sup>ab</sup> ±0,02	0,24 <sup>a</sup> ±0,03	0,12 <sup>a</sup> ±0,04	0,07 <sup>a</sup> ±0,02	0,07 <sup>a</sup> ±0,01
KY	0,88 <sup>ab</sup> ±0,01	0,27 <sup>ab</sup> ±0,01	12,74 <sup>cd</sup> ±0,38	0,23 <sup>ab</sup> ±0,01	0,20 <sup>a</sup> ±0,02	0,12 <sup>a</sup> ±0,02	0,07 <sup>a</sup> ±0,01	0,07 <sup>a</sup> ±0,01
KSU	0,94 <sup>a</sup> ±0,03	0,29 <sup>a</sup> ±0,01	13,00 <sup>bcd</sup> ±0,25	0,22 <sup>b</sup> ±0,01	0,24 <sup>a</sup> ±0,04	0,10 <sup>a</sup> ±0,01	0,08 <sup>a</sup> ±0,00	0,08 <sup>a</sup> ±0,01

RT: Retention time

**Tablo 4.5.** Defne uçucu yağında tespit edilen bileşenler (cyclooctene, carveol, methyl eugenol, p-cymene-8-ol, spathulenol, eugenol, isoeugenyl methyl ether)

Uygulama / Bileşen Adı	cyclooctene	carveol	methyl eugenol	p-cymene-8- ol	spathulenol	eugenol	isoeugenyl methyl ether	Tanımlana- mayan
RT	45,5	45,8	46,5	54,9	60	62	62,9	
S	0,02 <sup>b</sup> ±0,00	0,05 <sup>c</sup> ±0,05	1,23 <sup>c</sup> ±0,09	0,02 <sup>b</sup> ±0,01	0,58 <sup>a</sup> ±0,03	0,80 <sup>ab</sup> ±0,02	0,16 <sup>d</sup> ±0,01	0,28
K	0,04 <sup>ab</sup> ±0,00	0,03 <sup>c</sup> ±0,01	1,36 <sup>bc</sup> ±0,07	0,04 <sup>b</sup> ±0,01	0,28 <sup>bc</sup> ±0,14	0,79 <sup>ab</sup> ±0,02	0,18 <sup>cd</sup> ±0,02	0,29
SU	0,01 <sup>b</sup> ±0,00	0,03 <sup>c</sup> ±0,01	1,45 <sup>ab</sup> ±0,12	0,03 <sup>b</sup> ±0,01	0,36 <sup>bc</sup> ±0,01	0,62 <sup>abc</sup> ±0,29	0,45 <sup>bc</sup> ±0,27	0,33
KU	0,05 <sup>ab</sup> ±0,02	0,11 <sup>ab</sup> ±0,03	1,41 <sup>abc</sup> ±0,13	0,10 <sup>a</sup> ±0,02	0,35 <sup>bc</sup> ±0,00	0,87 <sup>a</sup> ±0,10	0,18 <sup>cd</sup> ±0,01	0,38
U15	0,07 <sup>ab</sup> ±0,03	0,12 <sup>a</sup> ±0,01	1,51 <sup>ab</sup> ±0,08	0,10 <sup>a</sup> ±0,03	0,10 <sup>d</sup> ±0,04	0,41 <sup>cd</sup> ±0,28	0,27 <sup>bcd</sup> ±0,06	0,26
U20	0,02 <sup>b</sup> ±0,02	0,01 <sup>c</sup> ±0,01	1,45 <sup>ab</sup> ±0,11	0,11 <sup>a</sup> ±0,01	0,35 <sup>bc</sup> ±0,05	0,27 <sup>cd</sup> ±0,02	0,78 <sup>a</sup> ±0,11	0,48
KS	0,03 <sup>ab</sup> ±0,01	0,04 <sup>c</sup> ±0,01	1,58 <sup>a</sup> ±0,17	0,03 <sup>b</sup> ±0,01	0,37 <sup>bc</sup> ±0,07	0,77 <sup>ab</sup> ±0,13	0,21 <sup>bcd</sup> ±0,00	0,31
KY	0,02 <sup>b</sup> ±0,01	0,05 <sup>c</sup> ±0,01	1,40 <sup>abc</sup> ±0,08	0,03 <sup>b</sup> ±0,00	0,24 <sup>bc</sup> ±0,14	0,72 <sup>abc</sup> ±0,03	0,23 <sup>bcd</sup> ±0,11	0,28
KSU	0,08 <sup>a</sup> ±0,07	0,07 <sup>ab</sup> ±0,05	1,37 <sup>abc</sup> ±0,03	0,12 <sup>a</sup> ±0,07	0,39 <sup>c</sup> ±0,03	0,54 <sup>bcd</sup> ±0,24	0,47 <sup>c</sup> ±0,31	0,29

RT: Retention time

Tablolara bakıldığında destilasyon öncesi uygulamalar sonucunda bazı bileşenlerin oranlarında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar meydana geldiği görülmüştür.

Uygulamaların tamamında defne uçucu yağı bileşiminin oransal olarak en önemli kısmını 1,8 cineole oluşturmuştur. Ökaliptol olarak da bilinen 1,8-cineol bileşiğinin gıda, kozmetik, ilaç gibi birçok üründe farklı amaçlarla kullanıldığı tespit edilmiştir. Akciğerlerde enflamasyonu önlediği, bronşit ve sinüzit enfeksiyonlarına karşı koruma sağladığı aynı zamanda öksürük giderici, analjezik ve anti-enflamatuar özelliklerinin olduğu bildirilmiştir (Santos ve Rao, 2000). Çalışmamızda en yüksek değer % 60,59 ile SU uygulaması sonucunda, en düşük değer ise % 57,72 ile KS uygulaması sonucu elde edilmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.2.). Bu her iki değer de KY uygulaması sonucu elde edilen % 58,99 değeri ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada 1,8 cineole değeri % 31,87-67,56 aralığında tespit edilmiş olup, bitki materyalinin hasat edildiği bölgeye göre defne yaprağı uçucu yağ bileşiminde önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Karık vd, 2015). Derwich vd. (2009) defne uçucu yağında elde ettikleri 1,8-cineole oranını % 52,43, Polat (1998) % 42,11, Fiorini vd. (1997) % 39,1, Pala (2010) % 27,14-43,37, Karaoğul vd. (2012) % 52,65-63,92, Özek vd. (1998) %49,7 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda konvensiyel yöntem sonucu elde edilen uçucu yağda tespit edilen 1,8 cineole miktarı % 58,99 olup bu değer, Karık vd. (2015)'nin, Karaoğul vd. (2012)'nin elde ettikleri aralıkta olduğu, Polat (1998), Fiorini vd. (1997)'nin ve Pala (2010)'nin ve Özek vd. (1998)'nin araştırma sonuçlarına göre daha yüksek elde edildiği tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada 1,8-cineole miktarı ultrases ön uygulamalı destilasyon işlemi (U20) sonucunda % 58,99 oranında tespit edilmiştir. Bu oran çalışmamızdaki konvensiyonel yöntem ile elde ettiğimiz değerle aynı olup literatürle de uyumludur.

Çalışmamızda en yüksek alpha terpinen miktarı KU uygulaması sonrası % 13,77 olarak belirlenirken, en düşük miktar % 12,52 olarak SU uygulaması sonrası elde edilen defne uçucu yağında tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.4.).Çok sayıda bitki ekstraktında tanımlanmış olan alpha terpinen bileşeninin antioksidan, antimikrobiyal ve anti-enflamatuar özelliklerinin olduğu ve yaygın olarak uçucu yağlarda bulunduğu, kozmetik endüstrisinde parfümeride kullanıldığı bildirilmiştir (Rudback vd., 2012) Litaretür çalışmalarında alpha terpinen miktarını Dadaloğlu ve Evrendirek (2004); % 12,53, Karık vd. (2015) % 0,94-16,08, Derwich vd.(2009) % 2,12 olarak bildirmişlerdir. Konvensiyonel yöntemle elde ettiğimiz sonuçların Karık vd. (2015)'nin tespit ettiği değer aralığında olduğu, Derwich vd. (2009)'nin sonuçlarına göre ise daha yüksek değerde olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.2.). Yaptığımız çalışmada alpha terpinen miktarı en düşük SU uygulaması sonucu % 12,52 olarak tespit

edilmiştir; ancak istatistiki açıdan konvensiyonel yöntem ile elde edilen sonuç benzerdir ( $P>0,05$ ).

Çalışmamızda en yüksek camphene bileşeninin miktarı KS uygulaması sonrası % 0,40, en düşük miktar ise S ve KU uygulamaları sonucu % 0,33 olarak elde edilmiştir ( $P>0,05$ ; Tablo 4.2.). Fiorini vd. (1997) yaptıkları çalışmada camphene bileşen miktarını % 0,2 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen verilerin bu çalışmaya göre yüksek olduğu tespit edilmiş olup, tüm ön işlem uygulamaları sonrası gerçekleştirilen destilasyonlar sonucunda elde edilen verilerin istatistiki açıdan konvensiyonel yöntemle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmamızda en yüksek beta pinene değeri KY uygulaması sonucu % 3,25 olarak belirlenirken, en düşük değer ise SU uygulaması sonucu % 2,93 olarak tespit edilmiştir ( $P>0,05$ ; Tablo 4.2.). Beta pinene konsantrasyonuna ve ortamdaki hücre yoğunluğuna bağlı olarak maya hücrelerinde solunum inhibisyonuna neden olduğu, hücre yoğunluğu arttıkça inhibisyonun etkisinin düştüğü ayrıca gram pozitif bakterilerde antimikrobiyal etki gösterdiği, viral çoğalmanın erken evresinde herpes simplex virüsüne % 100 antiviral etkili olduğu bildirilmektedir (Uribe vd., 1985; Leite vd., 2007; Astani ve Schnitzler, 2014). Literatürde defne uçucu yağında beta pinene bileşenini Karık vd. (2015) % 0,51-4,81, Gölükçü vd. (2018) % 1,71-4,21, Fiorini vd. (1997) % 1,7 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda Fiorini vd. (1997)'nin elde ettiği sonuçtan daha yüksek oranlarda beta pinene elde edilirken, Karık vd. (2015)'nin ve Gölükçü vd. (2018)'nin tespit ettiği değer aralığında olduğu görülmüştür. Çalışmamızda uygulanan ön işlemler sonrası destilasyon işlemi sonucu elde edilen beta pinen oranlarının konvensiyonel yöntemle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda sabinene bileşeninin miktarı en yüksek KU uygulaması sonrası % 6,99 KY uygulaması sonucunda ise % 6,89 ( $P>0,05$ ) olarak tespit edilirken, en düşük SU uygulaması sonrası % 6,07 ( $P<0,05$ ) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.2.). U15 (% 6,94), U20 (% 6,81) uygulamalarının sonuçlarının ise konvensiyonel yöntemle benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada sabinene değeri % 11,65-17,80 aralığında tespit edilmiş olup, bitkinin toplandığı bölgeye göre oranların farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Karaoğul vd., 2012). Defne uçucu yağı içeriğindeki sabinene bileşeni değerini Marzouki vd. (2009) % 5,6, Sangun vd. (2007) % 7,83-14,05, Özek vd. (1998) % 5,6 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda Marzouki vd.(2009)'nin ve Özek vd. (1998)'nin elde ettiği verilerden daha yüksek oranda ancak Karaoğul vd. (2012)'nin ve Sangun vd. (2007)'nin bulgularından daha düşük değerlerde sabinene tespit edilmiştir.

Çalışmamızda beta-myrecene bileşeninin değeri en yüksek U15 uygulaması sonucu % 0,47 olarak belirlenirken, SU ve KSU uygulamaları sonucu % 0,31 ile en düşük değer elde edilmiştir (P>0,05; Tablo 4.2.). KY uygulaması sonucunda ise % 0,39 (P>0,05) olarak tespit edilmiştir. Literatür çalışmalarına bakıldığında beta myrecene bileşeni değerini Dimaki vd. (2017) % 0,91-2,56 değer aralığında tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada beta myrecene değeri % 0,31-0,47 değer aralığında belirlenmiş olup, Dimaki vd. (2017)'nin çalışma bulgularından daha düşük miktarda sonuçlar elde ettiğimiz tespit edilmiştir.

Çalışmamızda phellandrene bileşeni değeri en yüksek U15 uygulaması sonrası % 0,31 olarak elde edilirken en düşük değeri ise S uygulaması sonrası % 0,04 olarak belirlenmiştir (P<0,05; Tablo 4.2.). Dimaki vd. (2017)'nin yapmış olduğu bir çalışmada phellandrene bileşeninin değeri % 1,28 olarak belirlenmiş olup, çalışmamızdaki bulguların bu değerden düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda konvensiyonel yöntemle elde edilen phellandrene ortalama miktarı % 0,17 olarak tespit edilmiş olup, S uygulaması sonucu elde edilen veri (% 0,04) ile istatistiki açıdan farklılık göstermekte; ultrases ön uygulamalı destilasyon işlemi (U15) sonucunda % 0,31 oranında tespit edilen değer ile istatistiki açıdan benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda belirlenen en yüksek limonene değeri KY uygulaması sonrası % 0,94, en düşük değer ise SU uygulaması sonrası % 0,86 olarak tespit edilmiştir (P>0,05; Tablo 4.2.). Limonene herpes simplex virüsüne viral çoğalmanın başlangıcında % 100 antiviral etkili olduğu bildirilmektedir (Astani ve Schnitzler, 2014). Literatür çalışmalarına bakıldığında limonene bileşeni değerini Karık vd. (2015) % 0,44-2,92, Gölükçü vd. (2018) % 0,84-1,14, Derwich vd. (2009) % 5,25 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki bulgular % 0,86-0,94 aralığında tespit edilmiş olup Karık vd. (2015)'nin ve Gölükçü vd. (2018)'nin elde ettiği aralıkta olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Derwich vd. (2009)'nin çalışmasında elde ettiği verilere göre daha düşük değerlerde bulgular elde ettiğimiz tespit edilmiştir. Çalışmamızda uygulanan ön işlemler sonrası destilasyon sonucu elde edilen limonene verilerinin konvensiyonel yöntemle elde edilen verilerle istatistiki açıdan benzer olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda alpha pinene miktarının en yüksek değeri KY uygulaması sonrası % 4,38 olarak belirlenirken en düşük değeri ise SU uygulaması sonrası % 3,64 olarak tespit edilmiştir (P<0,05; Tablo 4.2). Literatür çalışmalarında elde edilen alpha pinene bileşeninin değerini Dimaki vd. (2017) % 5,26-15,37, Karaoğul vd. (2012) % 3,64-4,38, Gölükçü vd. (2018) % 1,45-4,59, Derwich vd. (2009) % 3,72 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen bulguların Derwich vd.(2009)'nin ve Dimaki vd. (2017)'nin bulgularından düşük



miktarda olduğu tespit edilmiştir. Karaoğul vd. (2012)'nin ve Gölükçü vd. (2018)'nin bulguları ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmada alpha pinen değeri SU uygulaması sonucu % 3,64 olarak tespit edilmiş olup konvensiyonel yöntemle elde edilen % 4,38 değerine göre düşük tespit edilip bu durumun istatistiki açıdan da önemli bir farklılık olduğu saptanmıştır. Diğer ön işlemlerin (K, S, U15, U20, KS, KSU, KU) uygulanması sonrası gerçekleştirilen destilasyonların sonuçları ile konvensiyonel yöntemle elde edilen bulguların istatistiki açıdan benzer olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen gama terpinene bileşenin değeri en yüksek KY uygulaması sonrası % 0,72, en düşük KU uygulaması sonrası % 0,58 olarak tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.2.). Yapılan çalışmalarda gama terpinene değerini Karık vd. (2015) % 0,38-0,89, Dimaki vd. (2017) % 0,26-1,74 olarak elde etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler % 0,58-0,72 aralığında tespit edilmiş olup, bu çalışmalarla paralellik gösterdiği saptanmıştır. KU uygulaması sonucu elde edilen bulguların ise konvensiyonel yöntemle elde edilen verilere göre düşük olduğu bu durumun istatistiki açıdan da önemli bir farklılık gösterdiği belirlenmiş olup, diğer uygulamaların sonuçlarının konvensiyonel yöntemle istatistiki açıdan benzer olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda elde edilen en yüksek o-cymene değeri KSU uygulaması sonrası % 0,55 olarak tespit edilirken, en düşük U15 uygulaması sonrası % 0,33 olarak belirlenmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.3.). Marzouki vd. (2009) yaptıkları bir çalışmada o-cymene değerini % 0,2-0,7 aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen verilerin bu aralıkta olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda 15 dk. ultases ön uygulaması sonrası destilasyon (U15) sonucu % 0,33 olarak elde edilen verinin konvensiyonel yöntemle elde edilen % 0,48 değerine göre düşük olduğu ve bu durumun istatistiki açıdan da önemli olduğu tespit edilmiş olup, 20 dk. ultrases ön uygulaması sonrası destilasyon (U20) sonucu elde edilen veri ile konvensiyonel yöntemle elde edilen sonuçların istatistiki açıdan benzer olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda elde edilen terpineol bileşenin miktarı en yüksek KSU uygulaması sonrası % 0,49 olarak tespit edilmiş olup, en düşük değere ise KY uygulaması sonrası % 0,39 olarak ulaşılmıştır ( $P<0,05$ ; Tablo 4.3.). Konvensiyel yöntemle elde edilen verilerin ön işlem uygulamaları sonrası gerçekleştirilen destilasyonlar sonucu elde edilen verilere göre düşük olduğu ve bu durumun istatistiki açıdan da farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen linalool bileşenin en yüksek değeri KU uygulaması sonrası % 1,54, en düşük değeri ise S uygulaması sonrası % 1,10 olarak tespit edilmiştir ( $P>0,05$ ; Tablo 4.3.). Literatür çalışmalarına bakıldığında linalool bileşenin değerini Pala (2010) % 4,27-8,60, Marzouki vd. (2009) % 4,7, Derwich vd. (2009) % 3,14 olarak

bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler % 1,10-1,54 aralığında tespit edilmiş, yapılan çalışmalara göre düşük bulgular elde edildiği saptanmış, ancak uygulanan ön işlemler sonrası destilasyon sonucu elde edilen verilerin konvensiyonel yöntemle elde edilen veriler ile istatistiki açıdan benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen 2-cyclohexen-1-ol bileşeninin değeri en yüksek S ve SU uygulamaları sonrası % 0,10 olarak tespit edilmiştir. Diğer uygulamalarda (K, KU, KSU, U15, U20, KY, KS) elde edilen değer % 0,09 olup en düşük değer olarak belirlenmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.3.). Literatür çalışmalarına bakıldığında 2-cyclohexen-1 miktarını Ramos vd. (2012) % 0,1 olarak tespit etmişlerdir. Konvensiyonel yöntemle elde edilen veriler ön işlem uygulamaları sonrası destilasyonların sonuçları ile istatistiki açıdan benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda bornly acetate miktarı en yüksek KS uygulaması sonrası % 0,50 olarak, en düşük KU uygulaması sonrası % 0,31 olarak tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.3.). Literatür çalışmalarına bakıldığında bornly acetat miktarını Marzouki vd. (2009) % 1,2-1,6, Fiorini vd. (1997) % 0,1-0,4 olarak elde etmişlerdir. Çalışmamızda bornly acetat değeri % 0,31-0,50 aralığında tespit edilmiş olup Fiorini vd. (1997)'nin elde ettiği verilerden yüksek, Marzouki vd. (2009)'nin verilerinden düşük değerler elde ettiğimiz tespit edilmiştir. Çalışmamızda KU uygulaması sonucu elde edilen bulguların konvensiyonel yöntemle elde edilen verilere göre düşük olduğu ( $P<0,05$ ), ancak diğer ön işlem uygulamaları sonrası destilasyonlar sonucu tespit edilen verilerin konvensiyonel yöntemle tespit edilen verilerle istatistiki açıdan benzer olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda beta elemene bileşeninin değerine bakıldığında en yüksek verinin KS uygulaması sonucu % 0,16, en düşük verinin ise KSU, KU ve SU uygulamaları sonrası % 0,09 olarak elde edildiği tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.3.). Literatür çalışmalarında beta elemene bileşeninin değerini Fiorini vd. (1997) % 0,5, Dimaki vd. (2017) % 0,30-0,96 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler % 0,09-0,16 aralığında tespit edilmiş olup bu çalışmalardan düşük bulgular elde edildiği saptanmıştır. Yaptığımız çalışmada beta elemene miktarı ultrases ön uygulamalı destilasyon işlemi (U20) sonucunda % 0,12 oranında tespit edilmiştir. Bu oran çalışmamızdaki konvensiyonel yöntem ile elde ettiğimiz değerle istatistiki açıdan benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda elde edilen isoeugenyl methyl ether bileşeninin U20 uygulaması sonrası % 0,78 ile en yüksek, % 0,16 değeri ile S uygulaması sonrası en düşük değerlerine ulaşılmıştır ( $P<0,05$ ; Tablo 4.5.). Marzouki vd. (2009) defne uçucu yağı elde ettikleri bir çalışmada tespit edilen isoeugenyl methyl ether değerini % 0,4-0,5 olarak saptamışlardır. Çalışmamızda S, K, KU, KS, U15, KY uygulamaları sonrası değerler Marzouki vd. (2009)'nin verilerinden düşük

olduğu, SU ve KSU uygulamaları sonrası değerlerin aralıktadır olduğu, U20 uygulaması sonrası değerlerin bu çalışmadan ysek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.5.)

Çalışmamızda 1-terpinen-4-ol bileşeninin en ysek değerine SU uygulaması sonrası % 2,07, en düşük değerine ise KU ve U15 uygulamaları sonrası % 1,91 olarak ulaşılmıştır ( $P>0,05$ ; Tablo 4.3.). Literatür çalışmalarında 1-terpinen-4-ol bileşen miktarını Sangun vd. (2007) % 1,82-2,20, Polat (1998) % 2,97, Marzouki vd. (2009) % 2,6 olarak elde etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen değerler % 1,91-2,07 aralığında olup Sangun vd. (2007)'nin değerleriyle paralellik gösterdiği, Marzouki vd. (2009)'nin ve Polat (1998)'in bulgularından düşük değerler elde edildiği tespit edilmiştir. Çalışmamızda n işlemler sonrası uygulanan destilasyon sonucu elde edilen verilerin konvensiyonel yöntemle elde edilen verilerle istatistiki açıdan benzer olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda trans- limonene oxide bileşeninin değerlerine bakıldığında en ysek değerin KU uygulaması sonrası % 0,55 olarak, en düşük değerin ise U15 uygulaması sonrası % 0,33 elde edildiği tespit edilmiştir ( $P>0,05$ ; Tablo 4.3.). Yalçın vd. (2007) yapmış oldukları çalışmada trans limonene oxide bileşen miktarını % 0,06 olarak elde ettikleri ve bu sonucun bizim verilerimizden daha düşük olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda n işlemler sonrası uygulanan destilasyon sonucu elde edilen trans- limonene oxide verileri ile konvensiyonel yöntemle elde edilen verilerin istatistiki açıdan benzer olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda terpinyl acetate bileşeninin değerlerinde en ysek veri KSU uygulaması sonrası % 0,94, en düşük veri ise KU uygulaması sonrası % 0,68 olarak elde edilmiştir. ( $P<0,05$ ; Tablo 4.4.). KS ve KSU uygulamaları sonrası elde edilen verilerin en iyi sonuçları verdiği görülmüş olup diğer uygulamaların sonuçlarının konvensiyonel yöntem sonucu elde edilen veri ile istatistiki açıdan benzer olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda alpha terpineol bileşeninin en ysek değerine S, SU, U20, KS, KSU uygulamaları sonrası % 0,29 olarak en düşük değerine ise KU uygulaması sonrası % 0,25 olarak ulaşılmıştır ( $P<0,05$ ; Tablo 4.4.). Literatür çalışmalarında alpha terpineol bileşeni değerini Polat (1998) % 2.11, Derwich vd. (2009) % 1,56 olarak elde etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler % 0,25-0,29 aralığında tespit edilmiş olup, Polat (1998)'in ve Derwich vd.(2009)'nin çalışmalarında elde ettikleri bulgulardan düşük olduğu saptanmıştır. Yaptığımız çalışmada alpha terpineol miktarı ultrases n uygulamalı destilasyon işlemi (U20) sonucunda % 0,29 oranında tespit edilmiştir. Bu oran çalışmamızdaki konvensiyonel yöntem ile elde ettiğimiz değerle istatistiki açıdan benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda geranyl acetate bileşeninin en ysek değerine U15 uygulaması sonrası % 0,27 olarak, en düşük değerine ise KSU uygulaması sonrası % 0,22 olarak ulaşılmıştır

( $P < 0,05$ ; Tablo 4.4.). Literatür çalışmalarında geranyl acetate değerini Sellami vd. (2011), % 0,07-0,12; Jemaa vd. (2012), % 0,13; Taban vd. (2018), % 0,5-0,63 aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen verilerin Taban vd. (2018)'nin yapmış olduğu çalışmadaki verilerden düşük olduğu saptanmıştır. Yaptığımız çalışmada geranyl acetate miktarı ultrases ön uygulamalı destilasyon işlemi (U20) sonucunda % 0,24 oranında tespit edilmiştir. Bu oran çalışmamızdaki konvansiyonel yöntem ile elde ettiğimiz değerle istatistiki açıdan benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda limonene oxide bileşeninin en yüksek değerine SU, KS ve KSU uygulamaları sonrası % 0,24 olarak, en düşük değerine ise KY uygulaması sonrası % 0,20 olarak ulaşılmıştır ( $P < 0,05$ ; Tablo 4.4.). Yalçın vd. (2007) yapmış oldukları çalışmada limonene oxide miktarını % 0,08 olarak tespit etmişlerdir. Bu değer yapmış olduğumuz çalışmadaki değerlerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda ön işlemler sonrası uygulanan destilasyon sonucu elde edilen limonene oxide verileri ile konvansiyonel yöntemle elde edilen verilerin istatistiki açıdan benzer olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda eugenol bileşeninin en yüksek değerine KU uygulaması sonrası % 0,87 olarak, en düşük değerine ise U20 uygulaması sonrası % 0,27 olarak ulaşılmıştır ( $P < 0,05$ ; Tablo 4.5.). Literatür çalışmalarında eugenol bileşeninin değerini Pala (2010) % 0,66-4,90, Karık vd. (2015) % 0,54-6,82 olarak elde etmişlerdir. Çalışmamızda eugenol miktarı % 0,27-0,87 aralığında olup, U15 (% 0,41) ve U20 (% 0,27) uygulamaları sonucu elde edilen verilerin bu çalışmalardan düşük, diğer ön işlem uygulamaların sonucunda elde edilen verilerin ise bu çalışmalardaki değer aralığında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.5.). Yaptığımız çalışmada eugenol miktarı ön işlem uygulamaları sonrası destilasyonlar sonucu tespit edilen verilerin konvansiyonel yöntem ile elde ettiğimiz değerle benzer bulunduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda tespit edilen spathulenol bileşeninin en yüksek değerine S uygulaması sonrası % 0,58 olarak, en düşük değerine ise U15 uygulaması sonrası % 0,10 olarak ulaşılmıştır ( $P < 0,05$ ; Tablo 4.5.). Dimaki vd. (2017) defne uçucu yağı üzerine yaptıkları bir çalışmada spathulenol bileşeninin miktarını % 0,2-0,39 aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre U15 uygulaması sonrası elde edilen spathulenol bileşeninin değerinin % 0,10 olduğu ve Dimaki vd. (2017)'nin çalışmasından düşük değer elde edildiği tespit edilmiştir. K(% 0,28), SU(% 0,36), KU(% 0,35), U20(% 0,35), KS(% 0,37), KY(% 0,24) ve KSU(% 0,39) uygulamaları sonucu elde edilen verilerin Dimaki vd.(2017)'nin tespit ettiği aralıkta olduğu, S uygulaması sonucu elde edilen verinin (% 0,58) bu çalışmadan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada spathulenol miktarı ön işlem uygulamaları sonrası destilasyon işlemi (U15) sonucunda % 10 oranında tespit edilmiş

olup, bu oranın çalışmamızdaki konvansiyonel yöntem ile elde ettiğimiz değerden düşük olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). S uygulaması sonucu elde edilen verinin konvansiyonel yöntemle göre yüksek olduğu ve istatistiki açıdan farklılık gösterdiği belirlenirken, diğer uygulamaların (K, SU, KS, U20, KU, KSU) sonuçları konvansiyonel yöntemle benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda 2,6-octadien-1-ol 3,7-dimethyl acetate bileşeninin en yüksek değerine KS ve KY uygulamaları sonrası % 0,12 olarak, en düşük değerine ise KU uygulaması sonrası % 0,06 olarak ulaşılmıştır ( $P<0,05$ ; Tablo 4.4.). Bu bileşen miktarı Ramos vd., 2012 yılında yapmış oldukları bir çalışmada % 0,1 olarak saptanmıştır. Yapmış olduğumuz çalışmada elde edilen 2,6-octadien-1-ol 3,7-dimethyl acetate bileşeni KU (% 0,06) ve U15 (% 0,07) uygulamaları sonucu elde edilen verilerinin konvansiyonel yöntem sonucu elde edilen verilerden (% 0,12) düşük olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). U20 uygulaması sonucu elde edilen verilerin konvansiyonel yöntemle elde edilen verilerle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmamızda myrtenol bileşeninin en yüksek değerine KSU uygulaması sonrası % 0,08 olarak, en düşük değerine ise S ve SU uygulamaları sonrası % 0,06 olarak ulaşılmıştır ( $P>0,05$ ; Tablo 4.4.). Yalçın vd. (2007) yapmış oldukları çalışmada myrtenol miktarını % 0,10 olarak tespit etmişlerdir. Bu değer yapmış olduğumuz çalışmadaki değerlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda ön işlemler sonrası uygulanan destilasyon sonucu elde edilen myrtenol verileri ile konvansiyonel yöntem sonucu elde edilen verilerin istatistiki açıdan benzer olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda cis-p-mentha 1(7), 8-dien-2-ol bileşeninin en yüksek değerine SU, U20 ve KSU uygulamaları sonrası % 0,08 olarak, en düşük değerine ise S ve K uygulamaları sonrası % 0,06 olarak ulaşılmıştır ( $P>0,05$ ; Tablo 4.4.). Literatürde Karık vd. (2015) cis-p-mentha 1(7), 8-dien-2-ol bileşeninin miktarını % 0,35-0,83 aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin Karık vd. (2015)'nin değerlerinden düşük olduğu saptanmış olup, ön işlem uygulamaları sonrası destilasyon işlemi sonuçlarının konvansiyonel yöntem sonucu elde edilen verilerle istatistiki açıdan benzer olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda cyclooctene bileşeninin en yüksek değeri KSU uygulaması sonrası % 0,08, en düşük değeri ise SU uygulaması sonrası % 0,01 olarak tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.5.). Literatürde cyclooctene bileşeni ile ilgili herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Yaptığımız çalışmada KSU uygulaması sonucu elde edilen verinin konvansiyonel yöntemle göre yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). Diğer ön işlem uygulamaları sonrası

destilasyonların sonucunda elde edilen verilerin konvensiyonel yöntemle benzer sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Çalışmamızda carveol bileşeninin en yüksek değeri U15 uygulaması sonucu % 0,12, en düşük değeri ise U20 uygulaması sonucu % 0,01 olarak tespit edilmiştir ( $P>0,05$ ; Tablo 4.5.). Sellami vd. (2011) defne uçucu yağı üzerine yapmış oldukları bir çalışmada carveol miktarını % 0,2-0,21 aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen verilerin bu aralıkta olduğu saptanmıştır. U15 uygulaması sonucu elde edilen değerlerin konvensiyonel yöntemle elde edilen veriden yüksek olduğu saptanmıştır ( $P<0,05$ ).

Çalışmamızda methyl eugenol bileşeninin en yüksek değeri KS uygulaması sonrası % 1,58, en düşük değeri KSU uygulaması sonrası % 0,02 olarak tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.5.). Çalışmamızda ön işlem uygulaması sonrası yapılan destilasyonlar sonucu elde edilen verilerin konvensiyonel yöntemle elde edilen değerler ile istatistiki açıdan benzer olduğu tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalarda methyl eugenol bileşen miktarını Karık vd. (2015) % 13,5, Boulila vd. (2015) % 2,98 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda konvensiyonel yöntem sonucu tespit edilen methyl eugenol miktarı % 1,40 olup yapılan çalışmalardan düşük bulgular elde edildiği saptanmıştır.

Çalışmamızda p-cymene-8-ol bileşeninin en yüksek değeri KSU uygulaması sonrası % 0,12, en düşük değeri S uygulaması sonrası % 0,02 olarak tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ; Tablo 4.5.). Literatürdeki çalışmalarda p-cymene-8-ol bileşen verilerini Karık vd. (2015) % 0,32-2,18, Dimaki vd. (2017) % 0,38-1,67, Derwich vd. (2009) % 0,94 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler % 0,02-0,12 aralığında tespit edilmiş olup yapılan çalışmalardan düşük bulgular elde edildiği saptanmıştır. Yapmış olduğumuz çalışmada ultrases ön işlemi sonrası gerçekleştirilen destilasyonlar (U15; % 0,10, U20; % 0,11, KSU; % 0,12 ve KU; % 0,11) sonucu elde edilen verilerin konvensiyonel yöntem sonucu elde edilen veriye (% 0,03) göre yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

Çalışmamızda defne uçucu yağında tespit ettiğimiz bileşenlerin çeşit ve miktarları, literatürdeki diğer çalışmalarda bildirilen değerlerle benzerlik ve farklılıklar göstermektedir. Konvensiyonel yöntemle elde edilen uçucu bileşen farklılıklarının materyalinin toplama alanındaki toprak yapısı, iklim koşulları, kurutma yöntemleri, bitki materyali toplama saatindeki farklılıklar, bitkinin yaşı, toplanan yaprağın konumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Uygulanan ön işlemlerin ise uçucu yağ bileşimine büyük oranda olumsuz bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

## 5. SONUÇ

Ülkemizde defne uçucu yağ verimi % 0,4-4,5 arasında değişiklik göstermektedir. Defne uçucu yağı konvensiyonel olarak genellikle su destilasyonu ile elde edilmekte ve işlem ortalama üç saat sürmektedir. Dünya enerji kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle enerji giderlerini en aza indirerek işlem süresini kısaltmak ve elde edilen uçucu yağ verimini arttırmak için çevreci yöntemlerin geliştirilmesi veya konvensiyonel yöntemlerle kombine kullanılması önemli bir konu haline gelmiştir.

Çalışmamızda defne uçucu yağı eldesinde konvensiyonel su destilasyonu, destilasyon öncesi ultrases uygulaması ve yine destilasyon öncesi selülaz – ksilenaz enzimleri muamelesi ile ultrases-enzim yöntemlerinin kombinasyonları sonrası konvensiyonel destilasyon uygulanmış olup; yöntemlerin destilasyon süresi, defne uçucu yağ verimi ve uçucu bileşen miktarlarına olan etkisi araştırılmıştır.

Defne uçucu yağ verimi K ve SU uygulamaları sonucu 120 dk. sonunda % 3,25; U20 ve KSU uygulamaları sonucu 150 dk. sonunda % 3,25; SU uygulaması sonucu 180 dk. sonunda % 3,25; KU ve U15 uygulamaları sonucu 180 dk. sonunda % 3,22; KS uygulaması sonucu 150 dk. sonunda % 3,13; konvensiyonel yöntem (KY) ile gerçekleştirilen destilasyon sonucu 180 dk sonunda % 3 olarak tespit edilmiştir. Uygulanan ön işlemler sonucu elde edilen uçucu yağ miktarlarının konvensiyonel yöntemlere göre önemli oranda artış göstermiştir ( $P<0,05$ ).

Çalışmamızda elde edilen defne uçucu yağlarında tespit edilen bileşenler; 1,8 cineole, alpha-terpinene, camphene, beta-pinene, sabinene, beta-myrcene, phellandrene, limonene, alpha-pinene, gamma terpinene, o-cymene, terpineol, linalool, 2-cyclohexen-1, bornylacetate, betaelemene, isoeugenyl methyl ether, 1-terpinen-4-ol, trans-limonen oxide, terpinyl acetate, alpha-terpineol, geranyl acetate, limonene oxide, eugenol, spathulenol, 2,6-octadien-1-ol 3,7-dimethyl acetate, myrtenol, cis-p-mentha-1(7),8-dien-2-ol, cyclooctene, carveol, methyl eugenol, p-cymene-8-ol olarak saptanmıştır.

Çalışmamızda uygulamaların tamamında defne uçucu yağı bileşiminin oransal olarak en önemli kısmını oluşturan 1,8 cineole, alpha terpinen ve beta pinenin bileşenlerinin uygulanan ön işlemlerden olumsuz etkilenmediği belirlenmiştir. Sabinenin miktarı, konvensiyonel yöntemlere göre SU uygulaması sonucu % 11,9 oranında daha düşük olarak saptanmıştır, ancak U15 ve U20 uygulamaları sonucu tespit edilen verilerin konvensiyonel yöntemle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. SU uygulaması sonucu tespit edilen alpha pinen miktarının ise konvensiyonel yöntemlere göre % 16,9 oranında daha düşük tespit edilmiştir. 1,8

cineole, alpha terpinen, beta pinenin, sabinen ve alpha pinen dışında kalan uçucu bileşenlerin miktarlarının uygulanan bütün yöntemlerde istatistiki açıdan benzer olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda ön işlem uygulamaları sonucunda destilasyon etkinliği artmış, işlem süresi kısalmıştır. Enzim muamelesi ve ultrases ön işlemlerinin defne uçucu yağ bileşenlerinde önemli miktarlarda kayba neden olmadığı tespit edilmiştir. Enzim uygulamasında muamele öncesi destilasyon suyunun pH değerinin ayarlanması gerekliliği, inkübasyon süresi gerektirdiği, enzimin immobilize bile olsa tekrarlı kullanımın mümkün olmadığı ve işletmeye sürekli bir maliyet ve iş yükü getireceği göz önünde bulundurulduğunda ultrases teknolojisinin destilasyon sistemlerine entegrasyonu sağlanarak uçucu yağ verimi artışı, enerji ve zaman tasarrufu bakımından avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Ultrases sisteminin destilasyon sistemlerine dahil edilmesi yönünde araştırma-geliştirme çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç vardır.



## KAYNAKLAR

- Anonim, 1995. Orman Genel Müdürlüğü İşletme ve Pazarlama Dairesi Başkanlığı, Orman Tali Ürünlerinin Üretim ve Satış Esasları, Tebliğ No: 283, Ankara.
- Anonim, 2016. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Defne Eylem Planı, 2016-2020.
- Astani, A., Schnitzler, P., 2014. Antiviral activity of monoterpenes beta-pinene and Limonene against herpes simplex virus in vitro. *Iranian Journal of Microbiology*, 6(3), 149-155.
- Baby, K. C., Ranganathan, T. V., 2016. Effect of enzyme pre-treatment on extraction yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare*) volatile oil. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 8, 248–256.
- Başer, K.H., 2009. *Uçucu Yağlar ve Aromaterapi*, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Dosya: 1.
- Bayrak, A., 2006. *Gıda Aromaları*, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 32, Ankara.
- Baysal, T., İçier, F., 2012. *Gıda Mühendisliğinde Isıl Olmayan Teknolojiler*, Nobel Akademik Yayınları, No:37, Ankara.
- Baytöre, F., 2014. Yalova İlinde Farklı Yüksekliklerde Doğal Olarak Yetişen Defne (*Laurus nobilis* L.) Popülasyonlarına Bazı Morfolojik ve Kalite Özellikleri ile Ontogenetik Varyabilitenin Belirlenmesi, Doktora Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Boulila, A., Hassen, I., Haouari, L., Mejri, F., Amor, I. B., Casabianca, H., Hosni, K., 2015. Enzyme-assisted extraction of bioactive compounds from bay leaves (*Laurus nobilis* L.). *Industrial Crops and Products*, 74, 485–493.
- Boza, A., 2013. Karaburun, Urla (Çeşme Yarımadası) ve Dilek Yarımadasında bulunan doğal Defne (*Laurus nobilis* L.) popülasyonlarında fenolojik gözlemler ve yağ analizleri. *Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, 72, ISSN 1300-9508.
- Cellat, K., 2011. Bazı Endemik Bitkilerin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Ekstrakte Edilmesi ve İçeriklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Chandrapala, J., Oliver, C., B., Kentish, S., Ashokkumar, M., 2012. Ultrasonics in food processing- Food quality assurance and food safety. *Trends in Food Science and Technology*, 26, 88-98.
- Chemat, F., Huma, Z., Khan, M.K. 2011. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 813-835.

- Çalıkoğlu., E, Kıralan, M., Bayrak, A., 2006. Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış, *Türkiye 9. Gıda Kongresi Bildiri Özeti Kitabı*, Bolu, 569-570.
- Dadaloğlu, I., Evrendilek, G.A., 2004. Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish lavender (*Lavandula stoechas* L.), and fennel (*Foeniculum vulgare*) on common foodborne pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 8255-8260.
- Derwich, E., Benziane, Z., Boukir, A., 2009. Chemical composition and antibacterial activity of leaves essential oil of *Laurus nobilis* from Morocco. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3818-3824.
- Dimaki, V., Iatrou, G., Lamari, F., 2017. Effect of acidic and enzymatic pretreatment on the analysis of mountain tea (*Sideritis* spp.) volatiles via distillation and ultrasound-assisted extraction. *Journal of Chromatography*, 1524, 290–297.
- Duran, K., Bahtiyari, İ., Körlü A., Dereli, S., Özdemir, D., 2006. Ultrason teknolojisi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, 155-158.
- Entezari, M. H., Nazary, S. H., Khodaparast, M. H., 2004. The direct effect of ultrasound on the extraction of date syrup and its micro-organisms. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11, 379-384.
- Ercan, S., Soysal, Ç., 2013. Use of ultrasound in food preservation. *Natural Science*, 5, No.8A2, 5-13.
- Erden, Ü., 2005. Akdeniz Defnesi (*Laurus nobilis* L.)'nde Mevsimsel Varyabilite ve Optimal Kurutma Yöntemlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Ergün, A., Baysal, T. Bozkır, H., 2013. Ultrases yöntemi ile karotenoitlerin ekstraksiyonu. *Gıda*, 38(4), 239-246.
- Evren, M., Tekgüler, B., 2011. Uçucu yağların antimikrobiyal özellikleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 9(3), 28-40.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M., 2011. Geçmisten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1), 52 – 67.
- Fiorini, C., Fouraste, I., David, B., Bessiere, J. M., 1997. Composition of the flower, leaf and stem essential oils from *Laurus nobilis* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 12, 91-93.
- Göker, Y., Acar, İ., 1983. Orman yan ürünlerinden (*Laurus nobilis* L.) Akdeniz Defnesi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 33(1), 124-140.
- Gölükçü, M., Tokgöz, H., Turgut, D., 2018. Defne (*Laurus nobilis*) uçucu yağ bileşimi üzerine distilasyon süresinin etkisi. *ScientificWebJournals*, 4(1), 37-42.

- Güler, S., Başaran, S., 2013. Bozuk defne (*Laurus nobilis* L.)'likler için rehabilitasyon yönteminin belirlenmesi. *Orman Genel Müdürlüğü Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü*, Yayın no: 69, ISBN: 978-605-4610-37-2.
- Handa, S.S., 2008. *An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants in Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*, 21-52.
- Hosni, R., Hassen, I., Chaabane, H., Jemli, M., Dallali, S., Sebei, H., Casabianca, H., 2013. Enzyme-assisted extraction of essential oils from thyme (*Thymus capitatus* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): Impact on yield, chemical composition and antimicrobial activity. *Industrial Crops and Products*, 291– 299.
- Ince, N.H., Tezcanli, G., Belen, R.K., Apikyan, İ.G. 2001. Ultrasound as a catalyzer of aqueous reaction systems: the state of the art and environmental applications. *Applied Catalysis B: Environmental*, 29, 167-176.
- Jemâa, J. M. B., Tersim, N., Toudert, K. T., Khouja, M. L., 2012. Insecticidal activities of essential oils from leaves of *Laurus nobilis* L. from Tunisia, Algeria and Morocco, and comparative chemical composition. *Journal of Stored Products Research*, 48, 97-104.
- Karadağ, M., Büyüktanır, A., 2010. Ultrases (Ultrasound), T.C. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
- Karaoğul, E., Ertaş, M., Altuntaş, E., Alma, M. H., 2012. Karadeniz ve Akdeniz Bölgesinde yetişen Defne (*Laurus nobilis*)'nin kimyasal içeriği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, Özel Sayı,74.
- Karık, Ü., Çiçek, F., Oğur, E., Tutar, M., Ayas, F., 2015. Türkiye Defne (*Laurus nobilis* L.) populasyonlarının uçucu yağ bileşenleri, *Anadolu*, 1-16.
- Karık, Ü., Öztürk, M., 2009. Türkiye dış ticaretinde tıbbi ve aromatik bitkiler. *Bahçe*, 38(2), 21 – 31.
- Kaya, D. ve Ergönül, P.G. 2015. Uçucu yağları elde etme yöntemleri. *Gıda*, 40(5), 303-310.
- Kayahan, M., 2004. *Yağlı Tohumlardan Ham Yağ Üretim Teknolojisi*, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi No:7, Ankara.
- Kılıç, A., 2008. Uçucu yağ elde etme yöntemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10(13), 37-45.
- Leite, A. M., Lima, E. D. O., Souza, E. L. D., Diniz, M. D. F. F. M., Trajano, V. N., Medeiros, I. A. D., 2007. Inhibitory effect of  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -pinene and eugenol on the growth of potential infectious endocarditis causing gram-positive bacteria. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 43(1), 121-126.

- Marzouki, H., Elaissib, A., Khaldic, A., Bouzidd, S., Falconerie, D., Marongiu, B., Pirasa, A., Porcedda, S., 2009. Seasonal and Geographical Variation of *Laurus nobilis* L. essential oil from Tunisia. *The Open Natural Products Journal*, 2, 86-91.
- Mujtaba, I. M., 2004. Batch distillation design and operation. *Series on Chemical Engineering*, 3.
- Özek, T., Bozan, B., Başer, K. H. C., 1998. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of volatile components from leaves of *Laurus nobilis* L. *Chonistry of Nural Compounds*, 34(6), 668-671.
- Pala, B., 2010. Defne (*Laurus nobilis* L.) Üzerinde Bazı Agroteknik Çalışmalar, Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Polat, Ö., 1998. Ege Bölgesinde Yetişen Defne Bitkisi (*Laurus nobilis*)'nin Yapraklarında Bulunan Esansiyel Yağdaki Aroma Bileşenlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Ramadan, M. F., Moersel, J., Moersel T., 2009. Oil extractability from enzymatically treated goldenberry (*Physalis peruviana* L.) pomace: range of operational variables. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 435-444.
- Roldan-Gutierrez, J.M., Ruiz-Jimenez, J., Luque de Castro, M.D., 2008. Ultrasound-assisted dynamic extraction of valuable compounds from aromatic plants and flowers as compared with steam distillation and superheated liquid extraction. *Talanta*, 75, 1369-1375.
- Rudback, J., Bergstrom, M. A., Börje, A., Nilsson, U., Karlberg, A. T., 2012.  $\alpha$ -terpinene, an antioxidant in tea tree oil, autoxidizes rapidly to skin allergens on air exposure, *American Chemical Society*, 25, 713-721.
- Sangun, M. K., Aydın, E., Timur, M., Karadeniz, H., Çalışkan, M., Özkan, A., 2007. Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves and fruits from different regions of Hatay. *Journal of Environmental Biology*, 28(4), 731-733.
- Santamaria, R.I., Soto, C., Zuniga, M.E., Chamy, R., Lopez-Munguia, A., 2003. Enzymatic extraction of oil from *Gevuina avellana*, the Chilean hazelnut. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(1), 33-36.
- Santos, F.A., Rao, V.S.N. 2000. Anti-inflammatory and antinociceptive effects of 1,8-cineole a terpenoid oxide present in many plant essential oils. *Phytotherapy Research*, 14, 240-244.
- Sellami, I. H., Wannes, W. A., Bettaieb, I., Berrima, S., Chahed, T., Marzouk, B., Limam, F. 2011. Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves as affected by different drying methods. *Food Chemistry*, 126, 691-697.
- Soria, C. A., Villamiel, M., 2010. Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21, 323-331.

- Sowbhagya, H. B., Srinivas, P., Purnima, K. T., Krishnamurthy, N., 2011. Enzyme-assisted extraction of volatiles from cumin (*Cuminum cyminum L.*) seeds. *Food Chemistry*, 127, 1856–1861.
- Tanker, M. ve Tanker, N., 1990. *Farmakognozi*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları 65(2).
- Tavman, Ş., Kumcuoğlu, S. ve Akaya, Z., 2009, Bitkisel ürünlerin atıklarından antioksidan maddelerin ultrason destekli ekstraksiyonu. *Gıda Dergisi*, 34 (3), 175–182.
- Toroğlu, S., Çenet, M., 2006. Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 12-20.
- Tüfekçi, 2014. Ultrases Ön İşleminin Bamya ve Elma Örneklerinin Kurutma Performansları Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- Tüfekçi, S., Özkal, S. G., 2015. Gıdaların kurutulmasında ultrases kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, 21(9), 408-413.
- Ulusoy, K., Karakaya, M., Gıda endüstrisinde ultrasonik ses dalgalarının kullanımı. *Gıda*, 36(2), 113-120.
- Uribe, S., Ramirez, J., Peña, A. 1985. Effects of beta-pinene on yeast membrane functions. *Journal of Bacteriology*, 161(3), 1195-1200.
- Yalçın, H., Akın, M., Şanda, M. A., Çakır, A., 2007. Gas Chromatography/Mass Spectrometry analysis of *Laurus nobilis* essential oil composition of northern cyprus. *Journal of Medicinal Food J Med Food*, 10(4), 715–719.
- Yaylı, N., 2013. Uçucu Yağlar ve Tıbbi Kullanımları. 1. *İlaç Kimyası, Üretimi, Teknolojisi, Standardizasyonu Kongresi, Kimyagerler Derneği*, 29-31, Antalya.
- Yazıcı, H. 2002. Batı Karadeniz Bölgesinde Yetişen Defne (*Laurus nobilis L.*) Yaprak ve Meyvelerinden Faydalanma İmkanlarının Araştırılması, Doktora Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, Türkiye.
- Yüksel, F., 2013. Gıda teknolojisinde ultrases uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2), 29-38.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Hatice DEMİROK

Doğum Yeri ve Yılı: Milas / 07.11.1993



### Eğitim Durumu

	<u>Yıl</u>
Lise : Milas Cumhuriyet Anadolu Lisesi	2007-2011
Lisans : Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	2012-2016
Yüksek Lisans : Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	2016-

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar

1- Yemekçim Tabldot Turizm San. Tic. Ltd. Şti.	2016-2018
2- Dnz-Deniz Dış Tic. Ve San. Ltd. Şti.	2018-2019

### KONGRELER

Kuleaşan, Ş., Çınar, A., Demirok, H., Koca, A., Yaman, T., 2016. Sofralık Yeşil Zeytinin Ultrasonik Ortamda Tatlandırılması. Türkiye 12. Gıda Kongresi, s.70, 05-07 Ekim 2016, Edirne (Sözlü Bildiri)

Kuleaşan, Ş., Demirok, H., Çınar, A., 2017. Ham Soya Yağının Ultrases Eşliğinde Asitliğinin Giderilmesi. YABİTED III. Bitkisel Yağ Kongresi, s.58, 13-15 Nisan, İzmir-Hilton.(2017)

Kuleaşan, Ş., Demirok, H., Bedel, H., Aldemir, S., Çınar, A., Köse, B., Cihangir, M., 2017 The Effect of Ultrasonic Pretreated Maceration Procedure on Some Properties of Aromatized Olive Oil with Thyme. 1st International Congress on Medicinal And Aromatic Plants, 10-12 May 2017, Konya

Kuleaşan, Ő., Demirok, H., Güler, H.., ınar, A., 2017. Effect of Ultrasound Assisted Alkali Neutralization Process on Fatty Acid Profile of Soybean Oil. 2nd International Tourism and Microbial Food Safety Congress, 13-14 December, Antalya (Szl Bildirim)

Kuleaşan, Ő., Demirok, H., 2017 Lipid Extraction Applications by Ultrasound Assisted Enzymatic Extraction Method from Oil Seeds. 2nd International Tourism and Microbial Food Safety Congress, 13-14 December, Antalya

