

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMANCILIK VE ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**GÜMÜŞHANE YÖRESİ *Juniperus excelsa* M. Bieb. (BOYLU ARDIÇ) BİTKİ
KISIMLARINDAN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN KİMYASAL İÇERİĞİ
VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ**

YÜKSEK LİSANS

Emrah SARUHAN

OCAK-2022
GÜMÜŞHANE



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMANCILIK VE ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

GÜMÜŞHANE YÖRESİ *Juniperus excelsa* M. Bieb. (BOYLU ARDIÇ) BİTKİ
KISIMLARINDAN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN KİMYASAL İÇERİĞİ
VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ

CHEMICAL CONTENT AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF ESSENTIAL
OILS OBTAINED FROM PLANT PARTS IN *Juniperus excelsa* M. Bieb. OF
GUMUSHANE REGION

YÜKSEK LİSANS

Emrah SARUHAN

OCAK-2022
GÜMÜŞHANE



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMANCILIK VE ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

GÜMÜŞHANE YÖRESİ *Juniperus excelsa* M. Bieb. (BOYLU ARDIÇ) BİTKİ
KISIMLARINDAN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN KİMYASAL İÇERİĞİ
VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ

CHEMICAL CONTENT AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF ESSENTIAL
OILS OBTAINED FROM PLANT PARTS IN *Juniperus excelsa* M. Bieb. OF
GUMUSHANE REGION

YÜKSEK LİSANS

Emrah SARUHAN

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZ

OCAK-2022
GÜMÜŞHANE

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans olarak hazırlamış olduğum “**Gümüşhane Yöresi *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitki Kısımlarından Elde Edilen Uçucu Yağların Kimyasal İçeriği ve Biyolojik Aktiviteleri**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmalarını kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğum intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

21/01/2022

.....
Emrah SARUHAN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisansımın başlangıcından bitişine kadar gösterdiği sabır ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra; benden bilgilerini, tecrübesini, zamanını ve maddi manevi hiçbir yardımını esirgemeyen çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZ'e, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Gıda Mühendisliği Bölümü'nden değerli hocam Doç. Dr. Cemalettin BALTACI ve Arş. Gör. Dr. Şeyda Merve KARATAŞ'a, tür teşhisinde yardımcı olan Sayın hocam Doç. Dr. Sefa AKBULUT'a ve yapılan çalışmaya görüş ve önerileriyle katkı sağlayan ve değerli zamanlarını ayıran sayın hocalarım Prof. Dr. Selim ŞEN ve Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ'ye teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Son olarak da tez çalışmam boyunca manevi desteği ile hep yanımda olan Ziraat Yüksek Müh. Ayla Sevim SATILMIŞ'a ve emeklerinden dolayı değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Gümüşhane Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nce desteklenmiştir (Proje No: 20.E3105.07.01).

Emrah SARUHAN
GÜMÜŞHANE – 2022

ÖZET

Bu çalışma *Juniperus excelsa* M. Bieb. bitki kısımlarından elde edilen uçucu yağının kimyasal içeriği ile antioksidan, antifungal ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada, Gümüşhane ilinde doğal olarak yetişen *Juniperus excelsa* M. Bieb. bitkisinin kozalak, yaprak ve dal odunlarının uçucu yağları elde edilerek ve uçucu yağların yüzde oranları ve kimyasal bileşenleri belirlenmiştir. Elde edilen uçucu yağların antioksidan aktivite tayinleri, DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi tayini, Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) tayini ve ABTS●+ radikal katyonu giderme aktivitesi yöntemine göre yapılmıştır. Ayrıca toplam antioksidan madde içeriği analizi, toplam flavonoid madde tayini ve toplam fenolik madde tayini analizleri yapılmıştır. Uçucu yağların antimikrobiyal aktivite testleri ise disk difüzyon yöntemi ile 23 farklı mikroorganizmaya karşı belirlenmiştir. *Juniperus excelsa* M. Bieb. türünün uçucu yağ analiz sonucunda yüzde olarak uçucu yağ verimi kozalak, yaprak ve dallardaki uçucu yağ oranları sırasıyla; % 5.88, % 2.00 ve % 0.62 olarak belirlenmiştir. Kozalak, yaprak ve dal uçucu yağlarında en fazla bulunan ana bileşik α -pinen ve yağ analizleri sonucunda % miktar olarak en fazla bulunan kimyasal sınıf, monoterpenler olmuştur. *Juniperus excelsa* M. Bieb. bitkisinin genel olarak uçucu yağların antioksidan aktivite tayini sonuçları değerlendirildiğinde antioksidan özelliklerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. *Juniperus excelsa* M. Bieb. türünün kozalak, yaprak ve dal uçucu yağları üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivite testinde kozalakların, yaprakların ve dalların bakteri, maya ve küflere karşı önemli antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal Aktivite, Antioksidan Aktivite, GC-MS, *Juniperus excelsa* M. Bieb, Uçucu yağ

SUMMARY

This study was carried out to determine the chemical content and antioxidant, antifungal and antimicrobial properties of essential oil obtained from *Juniperus excelsa* M. Bieb. plant parts.

In the study, the essential oils were obtained of the cone, leaf and branch wood of *Juniperus excelsa* plant, which grows naturally in Gümüşhane province. The percentages and chemical components of essential oils were determined. Antioxidant activity analyzes of the obtained essential oils were made according to DPPH free radical scavenging activity, Iron (III) ion reducing antioxidant power (FRAP) determination and ABTS •+ radical cation scavenging activity method. In addition, analysis of total antioxidant substance content, total flavonoid substance determination and total phenolic substance analysis were performed. Antimicrobial activity tests were determined against different microorganisms by the disc diffusion method of essential oils. As a result of the essential oil analysis of *J. excelsa*, the percentage of essential oil yields in cones, leaves and twigs, respectively; 5.88 %; 2.00 % and 0.62 %. The main compound in cone leaf and twig essential oil was determined as α -pinene and the chemical class with the highest % amount was monoterpenes. When the results of the antioxidant activity determination of *Juniperus excelsa* M.Bieb. essential oils in general were evaluated, it was determined that the antioxidant properties were quite high. In the antimicrobial activity test performed on the essential oils of cones, leaves and twigs of *Juniperus excelsa* M. Bieb, it was determined that cones, leaves and twigs showed significant antimicrobial effects against bacteria, yeast and molds.

Keywords: Antimicrobial Activity, Antioxidant Activity, Essential Oil, GC-MS, *Juniperus excelsa* M. Bieb.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
EKLER DİZİNİ.....	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Önemi	4
1.3. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç).....	5
1.4. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Farmakolojik Özellikleri	7
1.4.1. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) Antioksidan Potansiyeli	7
1.4.2. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) Antimikrobiyal Potansiyeli	8
1.4.3. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) Kimyasal ve Aktif Bileşenleri.....	9
1.4.4. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) Fenolik Bileşimi.....	10
1.4.5. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. Uçucu Yağların Kimyasal Profili	11
1.5. Uçucu Yağlar	13
1.5.1. Uçucu Yağların Elde Edilme Yöntemleri	14
1.5.1.1. Sıkma Tekniği	14
1.5.1.2. Destilasyon.....	15
1.5.1.3. Karbondioksit Ekstraksiyonu	15
1.5.1.4. Çözücü Ekstraksiyonu.....	15
1.5.1.5. Yağ Ekstraksiyonu (Anfloranj).....	15
1.6. Terpenler	16
1.7. Kromatografi	17
1.8. Antimikrobiyal Maddelerin Genel Özellikleri	18
1.9. Antioksidan Maddelerin Genel Özellikleri	18
2.LİTERATÜR ÖZETİ.....	20

3.YAPILAN ÇALIŞMALAR	23
3.1. Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar	23
3.1.1. Kullanılan Cihazlar	23
3.1.2. Kullanılan Kimyasallar	23
3.2. Materyal	24
3.3. Metod	25
3.3.1. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. Örneklerinden Uçucu Yağlarının Elde Edilmesi	25
3.3.2. GC-MS ile Uçucu Yağların Bileşenlerinin Analizi	26
3.4. Antioksidan Aktivite Tayini.....	27
3.4.1. DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini	27
3.4.2. Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP) Tayini.....	28
3.4.3. ABTS●+ Radikal Katyonu Giderme Aktivitesi Yöntemi.....	29
3.4.4. Toplam Fenolik Madde Tayini	30
3.4.5. Toplam Antioksidan Aktivitesi.....	31
3.4.6. Toplam Flavonoid Madde Tayini	33
3.5. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi	34
3.5.1. Disk Difüzyon Yöntemi	34
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	36
4.1. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Kozalak, Yaprak ve Dallarından Elde Edilen Uçucu Yağ Miktarları	36
4.2. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Kozalak, Yaprak ve Dallarından Elde Edilen Uçucu Yağ Bileşenlerine Ait GC/MS ve GC/FID Analiz Sonuçları.....	37
4.3. Antioksidan Aktivite Tayini Verileri	52
4.3.1. DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi Bulguları	52
4.3.2. ABTS●+ Radikal Katyonu Giderme Aktivitesi Bulguları.....	53
4.4. Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP) Bulguları.....	54
4.5. Toplam Fenolik Madde Miktarı Bulguları.....	55
4.6. Toplam Antioksidan Madde Miktarı Bulguları	56
4.7. Toplam Flavonoid Madde Miktarı Bulguları.....	57
4.8. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Kozalak, Dal ve Yapraklarından Elde Edilen Uçucu Yağların Antimikrobiyal Test Sonuçları	58

4.9. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Kozalak, Dal ve Yapraklarından Elde Edilen Uçucu Yağlarda Yapısı Aydınlatılan Bileşiklerin Formülleri	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
KAYNAKÇA	69
EKLER	78
ÖZGEÇMİŞ	81



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Çalışmada kullanılan cihazlar listesi.....	23
Tablo 2. Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler listesi.....	23
Tablo 3. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) araştırmak için kullanılacak GC/MS koşulları	27
Tablo 4. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) türüne ait incelenen kozalak, yaprak ve dal örneklerindeki uçucu yağ miktarları	36
Tablo 5. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) ağacının dallarından elde edilen uçucu yağın GC/MS ve GC/FID analiz sonuçları.....	37
Tablo 6. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) ağacının kozalağından elde edilen uçucu yağın GC/MS ve GC/FID analiz sonuçları.....	41
Tablo 7. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) ağacının yaprağından elde edilen uçucu yağın GC/MS ve GC/FID analiz sonuçları.....	45
Tablo 8. Dallarda bulunan bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması	49
Tablo 9. Kozalakta bulunan bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması.....	50
Tablo 10. Yaprakta bulunan bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması	51
Tablo 11. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağ DDPH sonuçları.....	52
Tablo 12. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağ ABTS sonuçları	53
Tablo 13. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağ FRAP sonuçları.....	54
Tablo 14. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağlarının toplam fenolik madde miktarı sonuçları.....	55
Tablo 15. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağlarının toplam antioksidan madde sonuçları	56
Tablo 16. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağlarının toplam flavonoid madde sonuçları	57
Tablo 17. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) kozalak uçucu yağının antimikrobiyal test analiz sonuçları.....	58
Tablo 18. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) dal uçucu yağının antimikrobiyal test analiz sonuçları	60

Tablo 19. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak uçucu yağının antimikrobiyal test analiz sonuçları.....	61
---	----



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. ve kozalağı.....	6
Şekil 2. Türkiye’ deki <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb (Boylu ardıç) Türünün Yayılış Gösterdiği Yerler	7
Şekil 3. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç)’ın toplandığı alan	24
Şekil 4. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) kozalak, yaprak ve dal örnekleri	24
Şekil 5. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. (Boylu ardıç) öğütülmüş hali.....	25
Şekil 6. Çalışmada kullanılan Clevenger düzeneği ve toplanan uçucu yağların renkli şişelere (vial) konulması	25
Şekil 7. GC-MS analizleri için kullanılan Agilent-7890 model cihazı	26
Şekil 8. Toplam DPPH serbest radikal temizleme kapasitesi kalibrasyon grafiği	28
Şekil 9. Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi kalibrasyon grafiği	29
Şekil 10. AA standartına ait kalibrasyon grafiği.....	30
Şekil 11. Toplam fenolik madde miktarı için kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği.	31
Şekil 12. Toplam antioksidan madde analizi kalibrasyon eğrisi.....	33
Şekil 13. Toplan Flavonoid madde analizi kalibrasyon eğrisi	34

EKLER DİZİNİ

Ek 1. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. bitkisinin kozalaklarının GC-FID spektrumu	78
Ek 2. <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. bitkisinin yapraklarının GC-FID spektrumu	79
Ek 3 <i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. bitkisinin dal odununun GC-FID spektrumu	80



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	: Kontrol Absorbansı
ABTS	: 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolin-6- sülfonat)
AchE	: Asetilkolinesteraz
B	: Örneğin Absorbansı
BchE	: Bütirilkolinesteraz
BHA	: Butillenmiş Hidroksianisol
BHT	: Butillenmiş Hidroksitoluen
C	: Konsantrasyon
DPPH	: 1,1-difenil-2-pikril hidrazil
FID	: Alev İyonizasyon Detektörü
FRAP	: Ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü
GK,GC	: Gaz Kromatografisi
GLC	: Gaz Sıvı Kromatografisi
GSC	: Gaz Katı Kromatografisi
HCl	: Hidroklorik asit
HO	: Hidroksil Radikali
JeD	: <i>Juniperus excelsa</i> dal
JeK	: <i>Juniperus excelsa</i> kozalak
JeY	: <i>Juniperus excelsa</i> yaprak
kg	: kilogram
LP	: Lipid Peroksidasyonu
LRI	: Literatür alıkonma indeksi
mg	: miligram
mL	: mililitre
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
ODOÜ	: Odun Dışı Orman Ürünleri
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
RI	: Alıkonma indeksi
SK,LC	: Sıvı Kromatografisi
TL	: Türk Lirası
TLC	: İnce Tabaka Kromatografisi

UV : Ultraviyole
WHO : Dünya Sağlık Örgütü



1.GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ormanlar, karadaki yaşamın biyoçeşitliliğinin büyük bir bölümüne ev sahipliği yapar ve bu biyoçeşitliliğin sürdürülmesi için de kilit bir göreve sahiptir. Ormanlar, insanların barınma, gıda gibi önemli insani fonksiyonlarını karşılamanın yanı sıra odun, yiyecek, lif ilaç vb. ürünlerle birlikte önemli bir ekonomik değer de ortaya koymaktadır. Ayrıca son yıllarda değeri belirgin bir biçimde öne çıkan tıbbi ve aromatik bitkilere ev sahipliği yapması da ormanlarımıza ayrıca bir önem katmaktadır. Hastalıkların tedavilerinde bitkilerin kullanılması neredeyse insanlık tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. İnsanlığın varoluşundan itibaren beslenmek ve tıbbi ihtiyaçları karşılamak için bitkilerden faydalanılmıştır. Tarih boyunca insanlar tarafından her zaman önemli kabul edilen tıbbi ve aromatik bitkiler, halen günümüzde de gıda, ilaç, çesni ve tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre hastalıkların tedavisi veya hastalıklardan korunmak amacıyla dünya nüfusunun büyük bir bölümü (% 70-80) “geleneksel tıp” tan yararlanmaktadır. Geleneksel tıp için kullanılan bitki türlerinin yaklaşık olarak 70.000 kadar olduğu tahmin edilmektedir (Başaran, 2012).

Ülkemizde Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin üretimini “Tarımı Yapılarak Üretilen Tıbbi ve Aromatik Bitkiler”, “Organik Tarım Kapsamında Üretilen Tıbbi ve Aromatik Bitkiler”, “Doğadan Toplanarak Üretilen Tıbbi ve Aromatik Bitkiler” şeklinde sınıflandırılabilir. Buna istinaden son yıllarda odun dışı orman ürünler (ODOÜ) adı altında ormanlarda yer alan bitkiler yeni yöntemlerle daha yararlı bir hale getirilerek ekonomik bir boyut kazanmıştır. Teknolojide meydana gelen gelişmeler ile birlikte tıbbi ve aromatik bitkilerde bulunan çeşitli kimyasal özellikler (fenolik, antioksidan, uçucu yağ, vb.) farklı metotlar kullanılarak tespit edilir, tespit edilen bu özellikler ise tıp, kozmetik, gıda gibi farklı alanlarda kullanılır. Yapılan bu çalışmalar ile birlikte tıbbi ve aromatik bitkilerin ekonomik değeri artarak, ülke ekonomisi için önemli bir katkı sağlayan sektör haline gelmiştir (Faydaloğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Tarım ve Orman Bakanlığının doğadan toplanan tıbbi, aromatik bitkileri, “Odun Dışı Ürünler/Tali Ürünler” olarak Orman Genel Müdürlüğü tarafından değerlendirilmektedir. Herhangi bir üretim planlaması olmayan ve üretiminde özel bilgi ya da herhangi bir beceriye gerek duyulmayan orman ürünleri orman kooperatiflere veya orman köylülerine satışı yapılmaktadır.

Çiçek soğanları, kekik, defne, ıhlamur, harnup gibi bitkiler odun dışı ürünler/tali ürünler olarak değerlendirilmektedir. İhracatı yapılan bu bitkilerin yıllık olarak yaklaşık 140 milyon dolar bir gelir kaynağı oluşturduğu bilinmektedir. Türkiye defne, kekik, kebere, kimyon gibi bitkilerde ülkemiz önemli bir tedarikçi konumunda olup bu bitkilerden gelirin büyük kısmını kekikten 56 milyon dolar ve defneden ise 32 milyon dolar gibi önemli bir gelir elde etmekteyiz (Kırıcı, 2015). Ülkemiz bulunduğu konumdan dolayı bitki çeşitliliği ve türü bakımından oldukça zengindir. Yapılan son araştırmalarda bu bilgiyi destekler nitelikte olup ülkemizde yaklaşık olarak 12.000 bitki taksonu olduğunu ve bu bitki taksonlarının yaklaşık olarak 500 tanesinin tıbbi ve aromatik bitki özelliği taşıdığı yapılan araştırmalar ile ortaya konmuştur. Bu tıbbi ve aromatik bitkilerin 200 tanesinin ihraç potansiyeli olduğunu ancak sadece 100 tanesinin ihraç ediliyor olduğu bilinmektedir (Baytop, 1999; Ekim vd., 2000; Aydın, 2004).

Ülkemizde ciddi bir tıbbi ve aromatik bitki potansiyeline sahip olmasına karşın halen ihraç edilemeyen çok sayıda bitkinin olduğu da bilinmektedir. Bundan dolayı bu bitki türlerinin tespit edilip araştırmalara konu olması ve böylece sektöre kazandırılması büyük önem arz etmektedir.

Bitkilerin bünyelerinde barındırdıkları biyokimyasal maddeler bitkilerin tıbbi ve aromatik özelliklere sahip olması ile doğrudan bağlantılıdır. Özellikle bünyesinde çeşitli uçucu bileşenleri bulundurması bitkilerdeki tıbbi ve aromatik özelliklerinin oldukça fazla olduğunun bir işaretidir. Bitkilerin, çiçek ve yaprak gibi yapılarında bulunan uçucu yağları barındıran salgı tüylerine sahiptir. Bu salgı tüylerinden elde edilen yağlar sayesinde başka bitkilere oranla daha çok aroma, tat ve koku niteliklerine sahiptirler (Faydaloğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Uçucu yağlar, sekonder metabolitler olarak tıbbi aromatik bitkilerin özünden elde edilen doğal, uçucu, kompleks bileşikler olarak tanımlanmaktadır. Uçucu yağları elde etmek için bitkinin yaprak, çiçek, tohum, kök, ağaç kabuğu, sap, odun gibi kısımları birbirinden ayrı ayrı kullanılabileceği gibi ayrılmadan bir bütün halinde de kullanılabilir. Bitkilerin bünyesinde barındırdığı uçucu yağ oranının belirlenmesi için bitkilerin belirli parçalarının kuru ya da yaş olarak distilasyon işleminden geçmesi gerekmektedir. Yapılan bu işlemde sonra uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi için GC ve GC-MS gibi yöntemler kullanılmaktadır (Başer, 2010).

Bitkilerden çeşitli yöntemler ile elde edilen uçucu yağların oranı % 0.01 ile % 10 arasında değişir. Bu uçucu yağlar, fenolik, antioksidan ve antimikrobiyal gibi etkin özellikleri nedeniyle hem tıbbi hem de farmoloji alanında, ayrıca gıdalar için doğal koruyucu olarak, yabancı otlara ve bitki zararlılarına karşı doğal bir herbisit olarak

günümüzde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu kullanım alanlarının başında ham madde olarak ilaç, gıda ve kozmetik gibi sektörlerde kullanılmasıdır. Yara iyileştirici, sakinleştirici, stres azaltıcı, ağrı kesici, mikrop ve mantar öldürücü, ferahlatıcı, zihin açıcı, uyutucu etkileri bulunmaktadır. Çoğu uçucu yağlar, güçlü antimikrobiyal özelliğe de sahiptirler. Uçucu özelliklerinden dolayı uçucu yağlar, ortamdaki mikropları yok ettikten sonra ortamdan uzaklaştıkları için geride herhangi bir atık bırakma riski de taşımazlar. Literatürde, bitkilerden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi ve bu yağların antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi üzerine pek çok çalışma mevcuttur (Üçüncü, 2010).

Ülkemizde doğal orman alanlarında bulunan birçok bitki türünün literatürlerdeki uçucu yağ oranları ve bileşenleri belirlenmiştir. OGM (2015), den edinilen bilgilere göre yaklaşık orman varlığımız 22.3 milyon ha'dır. Ayrıca ülkemizdeki en önemli tıbbi aromatik bitki türlerini bulunduran familyalar ise; *Cupressaceae*, *Lamiaceae*, *Pinaceae*, *Rosaceae*, *Myrtaceae*, *Asteraceae*, ve *Lauraceae*'dir. Bu familyalardan *Cupressaceae* içersindeki ardıç çeşitleri yaklaşık 958.423 ha ile ülkemizdeki orman alanının önemli bir kısmını kaplayan ve bu ardıç türlerinden elde edilen uçucu yağlardan dolayı oldukça önemlidir (OGM, 2015). Ülkemizde ardıç türlerinin *Juniperus* seksiyonu, *Caryocedrus* seksiyonu ve *Sabina* seksiyonu olmak üzere 3 farklı seksiyon içerisinde 7 türe bağlı 11 farklı taksonu bulunmaktadır (Fakir, 2014). Ülkemizde bu taksonlardan *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) türü oldukça geniş bir yayılış alanına sahip olduğu bilinmektedir. Bu tür yetiştirme ortamı bakımından ekstrem koşullara dayanıklı olması, yaban hayatı için beslenme ve barınma ortamını oluşturduğu için orman ekosistemleri içerisinde önemli bir yere sahiptir (Gültekin, 2007; Mert ve Yalçınkaya, 2017).

Ayrıca *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) odununun yumuşak olması, kolay işlenebilmesi ve reçine içermemesinden dolayı baston, müzik aletleri ve kırbaç sapının yapılması gibi değişik alanlarda kullanıldığı görülmektedir. Yaprak ve kozalağında çeşitli kimyevi maddeler barındırmasından dolayı eczacılık, tıp gibi birçok farklı endüstriyel kollarda kullanımı yaygındır (Fujita vd., 1995; Erenler, 1997; Baytop, 1999). Bu türün meyvelerinden ve yapraklarından elde edilen uçucu yağlar antioksidan, antimikrobiyal ve spazm önleyici etkilerinin olduğu yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur (Ataş vd., 2012).

Juniperus excelsa M. Bieb. (Boylu ardıç) türleri, sahip olduğu bu özelliklerinden dolayı hem dünya genelinde hemde ülkemizde birçok araştırmaya konu olmuştur. Yapılan bir çalışmada türünün kozalaklarının uçucu yağ bileşenleri tespit edilmiştir ve bu çalışmada *Juniperus excelsa*'nın uçucu yağının 44 farklı bileşen içerdiği ve bu

bileşenlerden α -pinen (% 55.5), α -sedrol (% 7.7), sabinen (% 3.5) ve verbenon (% 2.4)'un en önemli bileşenler olduğunu belirtmişlerdir (Ünlü vd., 2008). Ayrıca *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) parfümeri endüstrisinde yaprak ve odunundan destilasyon yöntemiyle elde edilen esans yağının kullanıldığı da belirtilmiştir (Ebcioglu, 2003).

Yapılan bu çalışmada, Gümüşhane yöresinde yetişen *Juniperus excelsa* M. Bieb. ağacının kozalak, yaprak ve dal odunlarından elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimlerinin belirlenerek, uçucu yağlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.2. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Önemi

İnsanoğlunun ilk çağlardan beri orman ekosisteminden çeşitli şekillerde yararlanmaktadır. Günümüzde yapılan çalışmalarda göstermektedir ki insanlar, besin, ilaç, barınma, sağlık problemlerini gidermek ve diğer nedenlerden dolayı tarih boyunca çeşitli bitkilerden yararlanmışlardır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) açıklamasına bakılarak, Dünya üzerinde yaklaşık olarak 20 bin dolayında tıbbi ve aromatik bitki var olup bunların ise yaklaşık 4 bini yaygın olarak tıbbi, ilaç sanayi, kozmetik, baharat olarak kullanılmasıyla birlikte halen Dünya üzerinde 2 bin, Avrupa'da ise 500 tıbbi bitkinin ticaretinin yapıldığı belirtilmiştir (OGM, 2020).

Türkiye'de bulunduğu konum itibarıyla bitki florasına bakıldığında 7 coğrafi bölgeye 11.466 bitki türünün dağıldığı görülmektedir. Bu bitkilerin 3.649'unun endemik özellik gösterdiği, 1700'ünün tıbbi özelliğe sahip olduğu ve bitkilerin 500 tanesinin ise tıbbi ve aromatik özelliğe sahip olduğunu yapılan araştırmalar göstermektedir (OGM, 2020). Dünya üzerinde bulunan tıbbi ve aromatik bitkilerin ise yaklaşık % 6'sının ülkemizde bulunduğu bilinmektedir.

Ülkemizde 2020 yılında 829.000 ton odun dışı orman ürünlerinden elde edilen satış geliri 15.288.108 TL olup envanter çalışmalarının sonucunda 523.664 hektar alanda 193.124 ton odun dışı orman ürünü olduğu tespit edilmiştir (OGM, 2020).

Tarım ve Orman Bakanlığı 'Doğadan toplanarak üretilmiş Tıbbi Aromatik Bitkiler', Orman Genel Müdürlüğüne "Odun Dışı Ürünler/Tali Ürünler" olarak programlanmaktadır. Bazı ormanlardaki ağaçlardan tekniğe uygun metotlar yardımıyla gövdelerinden reçine, sığla yağı vb. defne, okaliptüs elde edilir, bazı ağaçların meyveleri ile orman rejimine giren eğreti otu, nane, kekik, adaçayı gibi orman alt florasını oluşturan bitkiler, üretim artışı olan ağaç kabukları, mantarlar, kozalak, çalı, yonga, kök gibi ürünler ODOÜ'dir (İlter ve Ok, 2012). Üretim programında

bulunmayan ve üretimi özel teknik gerektirmeyen her türlü orman ürünü orman köylülerine ve kooperatiflerine satılmaktadır.

Defne, kekik, çiçek soğanları, sumak, ıhlamur gibi tıbbi aromatik bitkiler “Odun Dışı Ürünler/Tali Ürünler” kapsamında değerlendirilmesinden kaynaklı olarak ülkemiz tıbbi aromatik bitkiler bakımından önemli bir tedarikçi ülke olarak en fazla 56 milyon dolar civarında kekikten, kekikten sonra ise 32 milyon dolar civarında defne bitkisinden gelir elde ederek yıllık 140 milyon dolar gelir sağlanmaktadır (Kırıcı, 2015).

Davis ve Summer (2002), Amerika’da yaptıkları çalışmada ODOÜ’nün hem ekonomik hem de ekolojik bakımdan önemli olduğunu ve bu önemin önümüzdeki yıllarda daha da artacağını belirtmişlerdir. Ayrıca bu ürünlerin toplanması ve ticareti ekonomiye önemli katkılarının olduğunu ve ODOÜ’nden elde edilen gelirin toplayıcıların çoğu için yıllık gelirlerinin önemli bir kısmını oluşturduğunu yapılan araştırma ile göstermişlerdir. Charnley vd. (2007) yaptıkları çalışmada Amerika’nın Kuzeybatı Pasifik bölgesinde bulunan ormanların biyoçeşitliliği korumada hem yerel hem de geleneksel ekolojik bilgilerden yararlanmanın önemini belirtmişlerdir (Charnley vd., 2007).

Alaska Orman Konseyi’nin yayınladığı PNW-GTR-579 (2003) raporuna göre ise, ODOÜ ile ilgili yapılan bir çalışmanın başarılı şekilde sonuçlanabilmesi için, yerli halkın ormana olan genel bakışı, hayatlarında ormanın ne kadar önemli olduğu, geleneksel bilgilerini paylaşımları ve ormandan elde edilen ekonomik faydadan yararlanma şartları konularının büyük öneme sahip olduğu belirtilmiştir (Altunel, 2012).

1.3. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç)

Juniperus excelsa M. Bieb. boyu 25 m’ye kadar ve gövde çapı ise 2.5 m’ye kadar olabilen yılın her ayında her daim yeşil kalan ağaç türlerindendir (Şekil 1). Gövde kabuğunun rengi gri-kahverengi ve gövdesi boyuna doğru çatlaklı şeritler halinde olan gövde kabukları ağaç genç iken kahverengi bir renkte olup yaşlanınca ise ağaç kabuğunun rengi griye dönüşmektedir (Gültekin ve Gültekin, 2006; Weli vd. 2014). Genç ağaçlarda dar, piramidal yapıda olan habitusum, daha sonra türün yaşlılık döneminde yuvarlak veya dağınık tepeli bir gövde oluşturur. Ağaçların yaprak rengi boz, mavi, yeşil tonlarında olup karşılıklı olarak ince uzun sürgünler üzerinde dizilmiş olup üzerlerinde ise yağ bezeleri barındırmaktadırlar. Nisan-Mayıs gibi ağacın çiçekleri bir önceki yıla ait kahverengi-kırmızımsı sürgünler üzerinde açmaktadır. Ağacın dal oluşumu genellikle yetiştiği çevrenin ekolojik şartlarına göre farklılık göstermektedir. İklim şartlarına bağlı olarak dallar aşağı, yukarı veya yatay yönde uzayabilirler. Bu

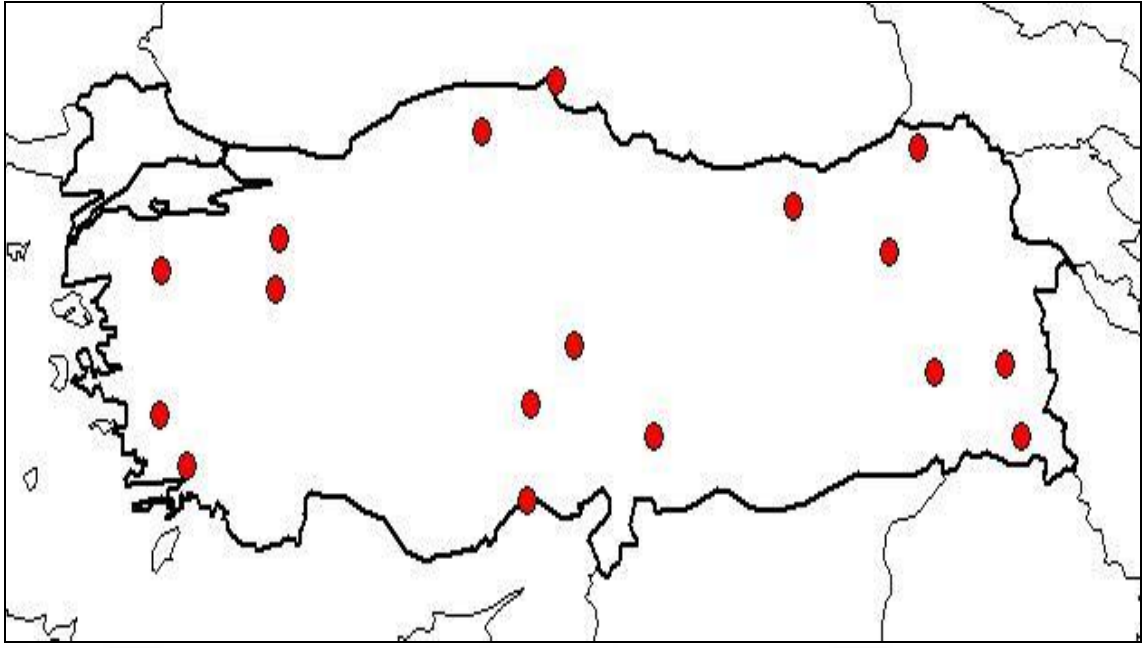
türün kozalak gelişimi 20-25 yaşından sonra başlamaktadır. Ortalama olarak ömrü 2000 yıl kadardır (Yaltırık ve Akkemik, 2011).



Şekil 1. *Juniperus excelsa* M. Bieb. ve kozalağı

Juniperus excelsa M. Bieb. ağacının kozalakları genel olarak 8-12 mm çapında ve 4-6 puldan oluşmaktadır. Kozalaklar yaklaşık olarak 2 yılda olgunlaşır ve olgun kozalaklarda siyah veya koyu morumsu kahverengi renktedirler. Kozalakların üzerleri genellikle dumanlıdır (Sarıbaş, 2014).

Juniperus excelsa M. Bieb. türünün genel yayılışı Doğu Akdeniz'den Yunanistan, Makedonya, Türkiye, Kafkaslar, İran, Afganistan ve Pakistan'a kadar uzanan bir ağaç türüdür. Türkiye'de % 82 yayılış oranıyla ardıç türlerinin oluşturdukları ormanlar arasında en baskın tür *Juniperus excelsa* M. Bieb. olduğu bildirilmiştir (OGM, 2014). Ülkemizde bu tür, özellikle Antalya, Kayseri, Hakkari, Sinop, Bilecik, Tokat, Eskişehir, Muğla, Balıkesir, Van, Gümüşhane, Burdur ve Maraş başta olmak üzere genellikle İç Batı Anadolu'daki illerimizde geniş alanlar kaplamaktadır (Gültekin vd., 2003; Carus, 2004). Bu türe ve oluşturdukları ormanlara genellikle deniz etkisinin azaldığı veya bittiği alanlar ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi dışındaki bölgelerde daha sıklıkla rastlanmaktadır. Türkiye'de genel olarak denizsel iklimden uzaklaşarak 500 metre ile kır zonu arasında yayılış göstermesine karşın bazı yerlerde bireysel olarak bakıldığında ise 100 m'ye kadar düştüğü görünür. Ayrıca Doğu Anadolu Bölgesi'nde 3000 metreye kadar çıktığı alanlar da vardır. Bu tür en önemli ormanlarını genellikle Akdeniz iklim kuşağının 1000-1300 metre yüksekliklerinde oluşturur. Genel olarak kuraklığa, sıcağa ve soğuğa dayanıklı olmasından dolayı karasal iklim ağacı olarak bilinmekte olup kanaatkar bir türdür (Eliçin, 1977).



Şekil 2. Türkiye’deki *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Türünün Yayılış Gösterdiği Yerler (URL-1, 2021)

1.4. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Farmakolojik Özellikleri

1.4.1. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Antioksidan Potansiyeli

Emami vd. (2011) yaptıkları çalışma ile *Juniperus excelsa* M. Bieb. subsp. *excelsa* ağacının farklı kısımlarından elde edilen uçucu yağların antioksidan aktivitesini incelemiş olup elde ettikleri sonuca göre antioksidan aktivitesi olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca düşük dozlardaki bu türün uçucu yağlarının doğal antioksidan olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

J. excelsa içerdiği flavonoidlerinin antioksidan aktivitesi butillenmiş hidroksianisol (BHA), butillenmiş hidroksitoluen (BHT) gibi gıda sentetik antioksidanlar ile karşılaştırıldığından fenolik ve flavonoidlerin içeriğinin yüksek antioksidan kapasitesine sahip bileşenler içermesinden kaynaklı olarak LP’nin inhibe edilmesinde ya da HO • nun nötralizasyonunda önemli ölçüde daha iyi olduğunu ve yaprağının antioksidan etkisinin meyvesine göre daha güçlü olduğu belirtilmiştir (Lesjak vd., 2017).

Bugüne kadar, *J. excelsa* özleri ve uçucu yağlarının antioksidan özelliğini belirlemek için yapılan çalışmalarda toplam fenolik ve flavonoid içeriğinin diğer çalışmalara kıyasla antioksidan kapasitesinin daha düşük olduğu ortaya konulmuştur (Orhan vd., 2011; Emami vd., 2011; Öztürk vd., 2011).

Öztürk vd. (2011)'de yaptıkları çalışmada, *Juniperus L. (Cupressaceae)* 6 türünün antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Elde edilen bulgulara göre β -karoten-linoleik asit testinde, *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *J. sabina*, *J. excelsa*, *J. phoenicea* ve *J. sabina*'nın metanol ekstraktları, linoleik asidin oksidasyonunu etkili bir şekilde inhibe ettiğini, *J. oxycedrus* subsp. *J. oxycedrus*, *J. foetidissima* ve *J. phoenicea*'nin heksan özlerinin AChE ve BChE'ye karşı dikkate değer bir inhibitör etki gösterdiği sonucuna varmışlardır. Çalışma sonucunda ise yüksek antioksidan aktivitelerinden dolayı *J. excelsa*, *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *J. sabina* ve *J. phoenicea* gıda endüstrisinde koruyucu ajanlar veya çiğ ve işlenmiş gıdaların raf ömrünün uzatılması için kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus* ve *J. foetidissima* önemli antikolinesteraz aktivitesi gösterdiğini bildirmişlerdir.

1.4.2. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Antimikrobiyal Potansiyeli

Sela vd. (2015), *J. excelsa*'nın kozalakları ve yapraklarının uçucu yağlarının verimi, kimyasal bileşimi ve antimikrobiyal aktivitesi belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, kozalakların esansiyel yağ verimi, 1.6-9.4 mL/kg ve yaprakların esansiyel yağ verimi 8.9-13.9 mL/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uçucu yağın iki kemotipi α -pinen tipi (kozalakta % 70.81 α -pinen ve yaprakta % 33.83 ile), ayrıca limonen, β -pinen ve β -mirsen içerirken sabinen tipi (58.85-62.58 ile) kozalakta % sabinen ve yaprakta (% 28.52-29.49), α -pinen, β -mirsen, limonen, *cis*-thujone, terpinolen ve *a*-thujene açısından zengin olduğunu bildirmişlerdir. Kozalağın antimikrobiyal aktivitesine en duyarlı bakteri *Haemophilus influenzae* olduğunu ifade etmişlerdir (MIC = 31 μ L/mL). Yaprığın antimikrobiyal aktivitesi *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* ve *Haemophilus influenzae* (MIC = 125 μ L/mL)'e karşı yüksek aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir. Pinen tipi uçucu yağ, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium spp.*ye karşı orta düzeyde aktivite göstermiştir ve *Campylobacter jejuni* (MIC >% 50). Yağın sabinen tipi, *Streptococcus pyogenes*, *Haemophilus influenzae*, *Campylobacter jejuni* ve *Escherichia coli*'ye (MIC >% 50) orta düzeyde aktivite gösterdiğini, *Candida albicans*'a karşı herhangi bir aktivite gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Umman yöresinde bulunan *J. excelsa* türünün uçucu yağının kimyasal bileşenleri ve bu yağın gıda kaynaklı patojenik bakteriler üzerine bir araştırma yapmışlardır (Weli vd., 2014). Elde ettikleri sonuca göre % 0.27 oranında uçucu yağ elde etmişler. Bu

yağın içerisinde % 23.85 oranında α -terpinen, % 23.42 limonen, % 6.57 fensen, % 6.21 kamfen, % 4.17 δ -3-karen, % 2.93 4-terpinol ve % 2.21 Germakren B, kimyasal bileşen elde edildiğini ifade etmişlerdir. 2 adet gram negatif ve 1 adet gram pozitif gıda kaynaklı patojenik bakteri üzerinde deneme yapılan bu yağ herhangi bir aktivite göstermediğini söylemişlerdir.

Sokovic' vd. (2004)'deki çalışmasında uçucu yağın 17 mikromisetler (*Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *A. ochraceus*, *A. terreus*, *A. versicolor*, *A. flavus*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fusarium tricinctum*, *Penicillium ochrocloron*, *Phomopsis helianthi*, *Trichoderma viride*, *P. funiculosum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *T. rubrum*, *T. tonsurans*, *Epidermophyton floccosum*, *Microsporum canis*) üzerine antifungal aktivitesini değerlendirmişler ve uçucu yağların test edilen mikroorganizmalara karşı antifungal özellikte olduğunu ortaya koymuşlardır.

Memiş (2011) *Juniperus L.* türlerinde yaptığı çalışmada, *J. excelsa* meyvelerinde tespit edilen uçucu yağların mikroorganizmalar üzerinde herhangi bir inhibisyon etkisinin olmadığını ancak oda sıcaklığında ise elde edilen metanol ekstraktının *Staphylococcus aureus* (Koog +) ve *Bacillus cereus* 863 üzerinde ve metanol ile yapılan Soxhlet ekstraktının ise *Pseudomonas aeruginosa* 1785 üzerinde önemli inhibisyon etkilerine sahip olduğunu belirlemiştir. Araştırılan uçucu yağların, ishal veya enterotoksinlerle zehirlenmeye neden olan Gram-pozitif bakterilere karşı önemli bir etki gösterdiği düşünüldüğünde, özellikle *S. aureus*'un büyümesine karşı, gözlemlenen aktiviteden sorumlu terpen bileşenlerinin belirlenmesi için daha ileri araştırmalar gerekli olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, *Juniperus* türlerinin incelenen suşlara karşı kanıtlanmış antimikrobiyal aktivitesi, gıda endüstrisinde bir koruyucu ve ayrıca bir nutrasötik olarak genel uygulamalarına katkıda bulunabileceğini ifade etmiştir. *J. excelsa* türünden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal, antioksidan ve spazm önleyici etkileri incelenen farklı bir çalışmada, uçucu yağların, test edilen mikroorganizmalara karşı önemli derecede etkili olduğu gözlenmiştir (Ataş vd., 2012).

1.4.3. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Kimyasal ve Aktif Bileşenleri

Gülser vd. (2012) *J. excelsa*'nın kozalaklarının kimyasal bileşimini fosfor (P) yüzdesini % 0.17-0.21, magnezyum (Mg) yüzdesini % 1.77-3.81, potasyum (K) yüzdesini % 5.02-6.81, azot (N) yüzdesini % 0.36-0.64, kalsiyum (Ca) yüzdesini % 0.94-1.77 ppm, mangan (Mn) miktarı 7.81- 19.41 ppm, demir (Fe) miktarı 63.57-119.68 ppm, çinko (Zn) miktarı 14.14 ppm-19.29 ppm, bakır (Cu) miktarı 18.15 ppm-22.03 ppm olarak tespit etmişlerdir. Su buharı distilasyonu ile boylu ardıç

yapraklarından elde edilen uçucu yağın temel bileşenleri genellikle (+)-sabinen (% 36.1), (+)-limonen (% 7.3), 1- β -menten (% 4,5), β -fellandren (% 2.0) ve γ -terpinen (% 1.3) olarak bulunmuştur (Thappa vd., 1987).

1.4.4. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Fenolik Bileşimi

Flavonoidlerin sarı renge sahip olmaları sebebiyle latince “sarı” anlamında olan “flavus” kelimesinden ismini almıştır. Doğal kaynakların en geniş bileşik sınıfını oluşturan Flavonoidler bir propan zincirinin iki fenil halkasını birleştirmesinden oluşan difenilpropan (C₆-C₃-C₆) iskeletine sahip bileşiklerdir (Kahraman, 2002).

Yapılan sınırlı çalışmalar göstermiştir ki *Juniperus* türlerinin fenolik bileşikleri; cosmoisin, epigallocatechin, rutin, catechin, methyl, robustone, *p*-methylolphenol quercitrin, sennidin A ve sennosidemonoglucoside B’idi. Catechin ve rutin ise *Juniperus* türlerinin ana fenolik bileşikleri olarak belirlenmiştir (Yağlıoğlu ve Eser, 2017). Bu türün tohum ve yapraklarında sırasıyla yaprakların % 41.8’inin ve tohum kozalak ekstresinin % 13.7 olarak flavonoid bulunduğu belirtilmiştir.

Lesjak vd. (2017) yaptıkları araştırmada flavonoidlerin en bol olduğu bölgenin yapraklar olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışma ile altı flavonoidin; kateşin, kersitrin, epikateşin, rutin, apigenin ve amentoflavonun hem yaprakta hem de tohum ekstraktında önemli miktarlarda mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Fenolik asitler küçük miktarlarda gözlemlendiğini (sırasıyla yaprak ve tohum kozalaklarının % 0.26 ve % 0.48’i) ve en yaygın olanların 2.5-dihidroksibenzoik ve *p*-hidroksibenzoik asit olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca, esas olarak matairesinol olmak üzere lignanlar, tohum konilerinde orta miktarlarda bulunurken, kumarinler her iki ekstraktın da çok küçük miktarlarda bulunduğunu ifade etmişlerdir (Lesjak vd., 2017).

Kılıç vd. (2011) Türkiye’de toplanan *J. excelsa* tohum kozalaklarında GC-MS kullanılarak 16 fenolik madde tespit etmişlerdir. Ancak yaptıkları çalışmada *p*-hidroksibenzoik asit ve matairesinol tespit etmemiş olup kateşin ise yapılan son çalışmaların sonucuna göre 282 kat daha az miktarda bulmuşlardır. Sonuçlar arasındaki uyumsuzluk, muhtemelen fenoliklerin tespiti için uygun olmayan metodolojinin uygulanmasından kaynaklanmakta olduğunu ifade etmişlerdir. Bu türde belirlenen baskın fenoliklerin büyük biyoaktivite ifade ettikleri, kanser, kalp damar rahatsızlıkları, nörodejeneratif hastalıklar, obezite ve bulaşıcı hastalıklar gibi çeşitli hastalıkları önledikleri ve yemeklerde baharat olarak çok uzun yıllardır kullanıldığı bilinmekte olup işlenmiş gıda ürünlerinde genel sağlığın korunmasında ve geliştirilmesinde güçlü

nutrasötikler olarak düşünülebileceğini bildirmişlerdir (Jang vd., 2011; Johnson vd., 2012; Bahadori vd., 2017).

Lesjak vd. (2017) yaptıkları çalışmada *J. excelsa*'nın yapraklarının ve meyvelerinin biyoaktivitesini ve kimyasal profilini değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmede de hem yaprağının hem de meyvesinin fenolik madde içeriği oldukça önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. Türün, bütillenmiş hidroksianisol (BHA), özellikle gıda kalitesinin korunmasında özellikle önemli olan HO• ve lipid peroksidasyonu (LP) inhibisyonuna karşı yaprak ekstratının önemli bir antioksidan değeri gösterdiğini belirtmişlerdir. Yaprakların uçucu yağı, eikosanoid üretiminin inhibisyonu ve önemli ölçüde antimikrobiyal olması yoluyla önemli anti-inflamatuar aktivite gösterdiğini ifade etmişlerdir. Klinik olarak veya gıda kaynaklı hastalığa neden olan bakterilere karşı yüksek fenolik içeriği önemli biyoaktivitesi nedeniyle gıda katkı maddesi olarak kullanımı desteklenmeli sonucuna varmışlardır.

J. excelsa'nın fenolik içeriğinde önemli miktarda bulunan kateşin, rutin ve quercetin, bakteri ve mantarlar tarafından gıda bozulmasını durdurmak için doğal bir koruyucu olduğu bildirilmiştir (Senanayake vd., 2013; Vaquero vd., 2013; Stojković vd., 2013).

1.4.5. *Juniperus excelsa* M. Bieb. Uçucu Yağların Kimyasal Profili

Dünyada ve ülkemizde önemli bir yayılış alanı olan *J. excelsa* yaprakları, dal ve meyvesinde bulunan uçucu yağ miktarları araştırılmış ve bu uçucu yağların bileşenleri yapılan çeşitli çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalarda meyve ve yaprağındaki uçucu yağ bileşenleri farklı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Yaprakların ve meyvelerinin uçucu yağları, monoterpen hidrokarbonların hakim olduğu benzer bir kalitatif profile sahiptir. Hem yaprak hem de meyvesindeki yağda en yaygın monoterpen hidrokarbonları α -pinen ve limonendir. Seskiterpen hidrokarbonlar, yağlarda monoterpen hidrokarbonlara kıyasla daha düşük bir yüzdede mevcut olduğunu ve sedrolün dikkat çekici şekilde yüksek olduğu belirtilmiştir (Lesjak vd., 2017).

Memiş (2011) yaptığı çalışmada, *J. excelsa* meyvelerinden elde ettiği uçucu yağın bileşenlerinin 5 tanesini belirlemiş ve majör bileşenin sedrol (% 39.26) olduğunu ve diğer bileşenlerinin; pinokarveol (% 10.40), D-verbenon (% 9.65) ve sedranon (% 4.95) olarak belirlendiğini ortaya koymuştur.

Moein vd. (2010) yaptıkları araştırmada, *J. excelsa* yapraklarından elde edilen uçucu yağın GC-MS tekniği ile bileşenlerini belirlemişler ve elde edilen yağın antifungal, antioksidan ve antimikrobiyal niteliklerini araştırmışlardır. Elde edilen

sonuçlara göre; α -pinen (% 67.71), α -cedral (% 11.5), δ -3-karen (% 5.19) ve limonen (% 4.41) uçucu yağın başlıca bileşenleri olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca buna ek olarak Gram (-) ve Gram (+) bakteriler 16 uçucu yağın bileşenlerine karşı duyarlılık gösterdiklerin ve uçucu yağın da antioksidan bir özelliğe sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada *J. excelsa* yapraklarında % 0.87 ± 0.12 v/w uçucu yağ belirlenmiştir (Gülsoy ve Merdin, 2017).

Sela vd. (2015) Makedonya’da toplanan *J. excelsa* ile gerçekleştirilen bir çalışmada % 0.89 ile % 1.39 arasında, Adams (1990) yaptığı çalışmada Yunanistan’ daki *J. excelsa* türünün uçucu yağ oranı yapraklarında % 0.78 ile % 1.85 v/w arasında ve Ehsani vd. (2012) yaptıkları bir çalışmada İran’daki *J. excelsa* yapraklarında % 0.8 v/w olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye’de yapılan bir çalışmada Topçu vd. (2005), *J. excelsa* yapraklarının uçucu yağ bileşenlerinin oranlarını tespit etmek için yaptıkları araştırmada başlıca uçucu yağ bileşenlerinin sırasıyla α -pinen (% 29.7), sedrol (% 25.3), α -murolen (% 4.4) ve 3-karen (% 3.8) olduğunu belirtmişlerdir. Ünlü vd. (2008)’de yaptıkları bir araştırmada bu türün uçucu yağının başlıca bileşenleri olarak α -pinen (% 55.5), α -sedrol (% 7.7), sabinen (% 3.5) ve verbenon (% 2.4) olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada ise bu türün yapraklarının ana bileşenleri α -pinen (% 36), β -pinen (% 30.2), limonen (% 12.6), β -fellandren (% 3.9) olarak belirlenmiştir (Nadir vd., 2013).

Konuyla ilgili yapılan araştırmalar gösteriyor ki α -pinen majör bileşen olarak tespit edilmiş olup α -pinen ve diğer uçucu yağ bileşen oranlarında küçük farklılıklar belirlenmiştir. Bu farklılıkların bitkinin uçucu yağ bileşiklerinin kimyasal bileşiminin genetik olarak düzenlenmediği ve büyük ölçüde bunu çevresel koşullar, büyüme ve toplama süresi gibi genetik olmayan faktörlerin etkilediği yapılan araştırmalar ile ortaya konmuştur (Almaarri vd., 2010; Shanjani vd., 2010; Avcı ve Nebi, 2014).

J. excelsa türünden elde edilen uçucu yağın kimyasal profili, özellikle geleneksel tıpta olası bir terapötik ajan kaynağı olarak kullanımına yardımcı olabileceği, örneğin, α -pinen ve sedrolce zengin yağ, yerel bir antiseptik olarak etkili bir şekilde kullanılabileceği ifade edilmiştir (Jeong vd., 2014).

Applewhite vd. (2007) yaptıkları çalışmada, bu türün uçucu yağlarının limonen bakımından zengin içeriğinden dolayı doğal koruyucular olarak kullanılabileceğini, yani limonen, mikrobiyal kontaminasyonu azaltabilir ve gıda bozulmasını önleyebileceğini belirtmişlerdir.

1.5. Uçucu Yağlar

Tıbbi ve aromatik bitkilerin en önemli özellikleri bünyelerinde barındırdıkları biyokimyasal etken maddeleriyle ilgilidir. Bu biyokimyasal maddeler farklı uçucu bileşimlerinden meydana geliyorsa bitkilerdeki tıbbi ve aromatik özelliklerinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Uçucu yağlar genellikle hoş kokusu olan suda çözünmeyen genellikle ağaçlardan veya bitkilerden elde edilen, suda çözünmeyen ve yoğunlukları 0.8-1.3 olan açık havayla uzun süre temas ettiğinde buharlaşan yağimsı sıvılardır. Tıbbi aromatik bitkilerin bünyesinde bulunan uçucu yağların kullanımının çok eski zamanlara kadar dayandığı bilinmektedir. Günümüzde uçucu yağların bileşiminden 2000'in üzerinde kimyasal bileşik olduğunu ve bu bileşiklerin en önemlilerinin terpenler, alkoller, aldehytler, esterler ve kumarinler olduğu bilinmektedir. Uçucu yağların su buharında, oldukça fazla uçucu özelliğe sahip azot ve kükürt bünyesinde barındıran bileşiklerin olduğu görülmüştür. Uçucu yağlardaki bu bileşikler antivirütik, antispazmodik, ekspektoran, antiseptik, antioksidik, aneljezik, bakterisid, diüretik, antidepresan sedatif, tonik, tansiyon dengeleyici gibi çok fazla etkenlere sahiptir. Farklı bitkilerden elde edilen eterik ve esansiyel yağların antimikrobiyal ve antioksidan etkenlere sahip olduğu bilinmektedir. Uçucu yağlar bitkilerde çiçek, meyve, taç, yaprak, kabuk, reçine ve odunsu gövde gibi farklı organları üzerindeki salgı tüylerinde barındırdıkları yağ bezelerinden dolayı diğer bitkilere oranla tat ve koku özellikleri daha fazladır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). Uçucu yağları kimyasal bileşimi ve miktarları üretim yapılan bitkilerin cinsine, türüne, yetiştirme ortamına ve iklim özelliklerine göre değişkenlik gösterebilir.

Bitkilerin çiçek, yaprak ve dal gibi kısımlarından uçucu bileşenlerin elde edilmesi için bu kısımların kurutularak veya yaş (taze) olarak distilasyon işleminin uygulanması gerekmektedir (Başer, 2010). Yapılan distilasyon işleminden sonra uçucu yağ miktarları ve bileşenleri ise GC ve GC-MS gibi yöntemler kullanılarak belirlenmektedir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağların özelliklerine (miktar ve bileşim), kullanılan yöntemin yanında, uçucu yağ elde edilecek bitkinin cinsi, bitkinin hangi kısmının kullanılacağı, olgunluk dönemi, bitkinin üretim şekli ve genetik koşullara bağlı olarak birçok değişkenin etkili olmaktadır. Bunların yanı sıra özellikle bitkilerin uçucu yağ özellikleri üzerine yapılan bazı çalışmalarda ise türün yetiştiği yörenin iklimi ve coğrafik özelliklerinde etkili olduğu ifade edilmiştir (Baydar, 2005; Toroğlu vd., 2006; Bağcı ve Koçak, 2008; Gülsoy, 2011). Bu özelliklerin iyi bir şekilde belirlenmesi sonucunda doğada ve kültüre alınmış bitkilerde uygun yetiştirme ortamı koşulları bilinerek mevcut türlerin bu özelliklerinden daha aktif yararlanılması mümkün

olabilecektir. Bu açıdan düşünüldüğünde özellikle ülkemiz ormanlarının sahip olduğu bitki tür zenginliği içerisinde yer alan tıbbi ve aromatik bitki potansiyeline sahip türlerin ekolojisine yönelik çalışmaların yapılmasının oldukça önemli olduğu görülmektedir. Araştırılan literatürlerde bitkilerin kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi için uçucu yağların elde edilmesi gerekmektedir. Bu uçucu yağların elde edilmesi üzerine pek çok çalışma olup bitkilerin kullanılan kısımlarına, uçucu yağ miktarlarına ve hassasiyetlerine göre değişik tekniklerle elde edilmektedirler (Üçüncü vd, 2010). Uçucu yağ elde etme teknikleri olarak; yağ ekstraksiyonu, sıkma, destilasyon, karbondioksit ekstraksiyonu, çözücü ekstraksiyon ve hidrodüfüzyon/süzme kullanılmaktadır (Öztürk, 2015).

1.5.1. Uçucu Yağların Elde Edilme Yöntemleri

Bitkilerden uçucu yağlar; genellikle destilasyon ile elde edilen, oda sıcaklığında sıvı nadiren katılaşabilen sekonder metabolitlerdir; uçucu, kuvvetli kokulu ve yağimsi kompleks karışımlardır. Uçucu yağlar destilasyon veya çeşitli ekstaksiyon yöntemleri kullanılarak elde edilirler. Uçucu yağları elde edebilmek için genellikle çeşitli damıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Bitkilere uygulanan bu teknikler onların biyolojik etkilerini veya organik yapıları etkilemezler. Bitkilere uygulanan teknikler şunlardır:

- ✓ Sıkma
- ✓ Destilasyon
- ✓ Karbondioksit Ekstraksiyonu
- ✓ Çözücü Ekstraksiyonu Hidrodüfüzyon / Süzme
- ✓ Yağ Ekstraksiyonu (Anfloranj)

1.5.1.1. Sıkma Tekniği

Narenciye meyvelerinin kabuklarındaki uçucu bileşikler destilasyon yöntemi uygulandığında bozulduğu için daha çok bu meyvelerde presleme (sıkma) tekniği kullanılmaktadır. Bez bir torbaya konulan narenciye meyvelerinin kabukları soğuk hidrolik preslerde sıkılarak uçucu yağları elde edilmektedir. Yapılan işlem sırasında sıcaklığın olmadığından uçucu olmayan bileşenlerin de yağ içerisinde kalmasından kaynaklı olarak bu teknik ile elde edilen yağlara daha üstün aroma özelliği kazandırır (Bayrak, 2006; Öztürk, 2015).

1.5.1.2. Destilasyon

Bitkilerden uçucu yağ elde edilmesindeki en eski, en ekonomik ve en çok kullanılan yöntemdir. Destilasyon prensibi bitkilerden elde edilen iki veya daha fazla sıvı bileşenin kaynama noktası veya uçuculuk farkına dayanarak bir karışım içerisinde ayırma işlemidir. Destilasyonda temel olan ısı ve buhar, bitkinin hücre yapısının ayrışmasını sağlar ve uçucu yağlar bu ayrışma sonucunda serbest kalarak su buharıyla beraber soğutucuya taşınır. Soğutucu içerisindeki yoğunlaşmadan sonra uçucu yağlar sudan hafif ise su yüzeyinde eğer sudan ağır ise su tabakasının altında toplanır (Öztürk, 2015).

1.5.1.3. Karbondioksit Ekstraksiyonu

Genellikle 1980'lerdeki parfüm endüstrisinde kullanılan bu yöntem uygulamadaki ekipmanlardan kaynaklı olarak oldukça pahalı bir tekniktir. Bu teknikte karbondioksit soğutulduktan sonra basınç işlemi gerçekleştirilerek sıvı hale getirilir ve bitkiden uçucu yağı ekstrakte etmek için elde edilen bu sıvı bir çözücü görevi üstlenmektedir. Karbondioksit uygulanan basınç kaldırıldığında karbondioksit buharlaşarak ortamdan uzaklaşır ve geride sadece uçucu yağ kalır. Karbondioksit ekstraksiyonu ile elde edilen uçucu yağlar bitkide var olduğu şekline oldukça yakın bir saflıkta elde edilir (Öztürk, 2015).

1.5.1.4. Çözücü Ekstraksiyonu

Bu ekstraksiyon tekniği klasik olarak uygulanan tekniklere bir alternatif teknik olarak geliştirilmiştir. Ekstraksiyonun avantajları; süresi, verim, çözücü tüketimi ve tekrarlanabilirliktir. Bu tekniğin etkinliğini arttırmak için yüksek basınç ve sıcaklıkta bir karbon içeren organik çözücü ile organik çözücünün yavaşça ısıtılmak suretiyle devamlı şekilde bitkinin üzerinden geçirilmesiyle (soksilet prensibi) ekstrakte edilir. Böylece sabit uçucu yağ organik çözücülerde çözünerek organik çözücünün bünyesine geçer. İşlem sonucunda süzülerek elde edilen organik çözücü vakumla tamamen ortadan kaldırılır. Sulu etanolya da etanol ile çözülerek uçucu yağ elde edilir. -15 °C de belirli bir süre, yaklaşık olarak bir gece bekletilir. Dibe çöken kısımlar ayrıldıktan sonra, çözücü vakum ile uçurularak uçucu yağları elde edilir (Öztürk, 2015).

1.5.1.5. Yağ Ekstraksiyonu (Anfloranj)

Günümüzde pahalı olması ve tekniğin çok zaman kaybettirmesinden dolayı çok fazla kullanılmayan bu yöntem, bitki materyalindeki uçucu yağı az ve kıymetli olan

bitkiler için kullanılmakta olup ve genellikle üretim yönteminde taze olan materyaller ile çalışılmaktadır. Özellikle taze materyaller, cam plaklar üzerine konur ve bu plaklar soğuk bir yağ ile kaplanmıştır. Bu yağ bitkide bulunan uçucu yağları absorblaması için kullanılmaktadır. Bu işlemde bitki birkaç saat veya gün sonra yenisiyle değiştirilir ve bu işlem yağ doyana kadar tekrarlanır. Alkol ekstraksiyonu ile cam plaket üzerine sürülmüş olan yağdan, uçucu yağ alınır. Parfümeri endüstrisinde oldukça önemli olan, ama bitkideki oranı oldukça düşük olan uçucu yağların elde edilmesinde ekonomik olabilmektedir (Öztürk, 2015).

1.6. Terpenler

Uçucu yağlar, farklı konsantrasyonlarda genellikle 20 ila 60 arasında karmaşık bir bileşik karışımından oluşur. Uçucu yağların ana bileşenleri olan terpenler, izoprenoid yoldan türetilir ve özel bitki dokularından üretilir ve çoğunlukla bitkilerde bulunan doğal olarak oluşan bileşiklerin en büyük ve en çeşitli grubudur. Ancak steroller ve skualen gibi daha büyük terpen sınıfları hayvanlarda bulunabilir (URL-2, 2021). Bitkilerin koku, tat ve pigmentlerinden sorumludurlar. Terpenler, organizasyon ve içerdiği izopren birimlerinin sayısına göre sınıflandırılır. Bir izopren birimi, C_5H_8 moleküler formülünü içeren gaz halinde bir hidrokarbon olan terpenlerin yapı taşıdır. İki izopren birimi monoterpenleri (C_{10}), üç izopren birimi seskiterpenleri (C_{15}), dört izopren birimi diterpenleri (C_{20}), altı izopren birimi triterpenleri (C_{30}) ve sekiz izopren birim karotenoidleri (C_{40}) oluşturur. Terpenler, kendisini belirli bitki türlerinden beslenen organizmalardan korumak için bir koku veya tat veren, doğal olarak oluşan, uçucu, doymamış 5-karbonlu siklik bileşikler olan izopren birimlerinin bir düzenlemesidir. Terpenlerin bitkilerde ısı koruyucu, sinyal verme işlevleri ve bunlarla sınırlı olmamak üzere pigmentler, aroma vericiler ve çözücüler gibi pek çok işlevi olmakla birlikte çeşitli tıbbi kullanımları da vardır (Yang vd., 2012). Terpenlerden sonra, aromatik maddeler uçucu yağlarda bulunan önemli bir bileşik, alkol (linalool, geraniol, karveol, sitranelol, terpineol, mentol, borneol ve bisabolol), aldehit (sital ve sitranelal), fenol (timol ve karvakrol), keton (karvon ve kafur), asit, ester, eter (okaliptol) ve hidrokarbon (simen, pinen, limonen ve fellandren) ve propilbenzen, benzen veya p-simen bileşik yapısında olan organik fonksiyonel grupları taşıyabilirler. Koku ve tat açısından uçucu yağların en önemli bazı belirgin fizyolojik etkilere sahip olan kısmını oluştururlar. Farmakolojik etkilere sahip olan uçucu yağlar bu etkilere göre gruplandırılırlar. Bunlar öksürük kesici, antiromatizmal, idrar söktürücü, dezenfektan, iltihap azaltan vs. gibi gruplandırmaya da tabi tutulurlar (Ceylan, 1987).

1.7. Kromatografi

Kromatografi, katı veya yüzeye uygulanan karışım halindeki moleküller ile sıvı sabit (kararlı) fazın hareketli bir faz yardımıyla hareket ederken birbirinden ayrılması esasına dayanmaktadır. Kantitatif ve kalitatif analiz için bir karışımın içinde bulunan bileşenlerin ayrılmasını, tanımlanmasını ve saflaştırılmasını sağlayan önemli bir tekniktir. Bu ayırma işleminde, adsorpsiyon (sıvı-katı), bölünüm (sıvı-katı) ile ilgili moleküler özellikler ve afinite veya moleküler ağırlıkları arasındaki farklılıklar gibi faktörler etkili olabilmektedir (Cuatrecasas vd., 1968; Porath vd., 1997) Bu farklılıklar nedeniyle, karışımın bazı bileşenleri durağan fazda daha uzun süre kalır ve kromatografi sisteminde yavaş hareket ederken, diğerleri hızlı bir şekilde mobil faza geçerek sistemden daha hızlı ayrılır (Harris, 2004). Bu yaklaşıma dayalı olarak üç bileşen kromatografi tekniğinin temelini oluşturur. Sabit faz: Bu faz her zaman bir "katı" fazdan veya "yüzeyde katı bir destek üzerine adsorbe edilen bir sıvı tabakasından" oluşur. Mobil faz (Hareketli faz): Bu faz her zaman "sıvı" veya "gaz halindeki bir bileşenden" oluşur. Sabit fazın üzerinden akan hareketli faz ise bir gaz veya sıvı olabilir. Kromatografide sabit faz, sıvı faz veya bir katı fazın yüzeyi üzerine kaplanmış bir katı faz olabilmektedir. Sabit fazın üzerinden akan hareketli faz, sıvı gaz veya fazdır. Hareketli faz gaz ise gaz kromatografisi (GC), sıvı ise sıvı kromatografisi (LC) olarak isimlendirilir. Gaz kromatografisi, gazlar ve uçucu sıvıların ve katı maddelerin karışımları için uygulanır. Sıvı kromatografisi özellikle termal kararsız ve uçucu olmayan numuneler için kullanılır (Donald vd., 2006). Gaz kromatografisi; gaz, uçucu sıvı ve katı karışımlar için uygulanan bir yöntemdir. Sıvı kromatografisi ise bilhassa uçucu olmayan ve ısıl kararsız numuneler için kullanılmaktadır. Durağan faz, hareketli faz ve karışımın içerdiği maddeler arasındaki etkileşim türü, moleküllerin birbirinden ayrılmasında etkili olan temel bileşendir. Bölünmeye dayalı kromatografi yöntemleri, karbonhidratlar, amino asitler ve yağ asitleri gibi küçük moleküllerin tanımlanmasında ve ayrılmasında çok etkilidir. Afinite kromatografileri ise (yani iyon değişim kromatografisi), makromoleküllerin proteinler ve olarak nükleik asitler ayrılmasında daha etkili olmaktadır. Gaz-sıvı kromatografisi alkol, ester, lipid ve amino gruplarının ayrılmasında ve enzimatik etkileşimlerin gözlemlenmesinde kullanılırken; moleküler elek kromatografisi özellikle proteinlerin moleküler ağırlıklarının belirlenmesinde, kağıt kromatografisi, proteinlerin ayrıştırılmasında ve protein sentezi ile ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır. Ayırma dışında bir nicel analiz yöntemi olarak kullanılan kromatografinin uygulanmasındaki amaç, uygun bir zaman aralığında tatmin edici bir ayırma elde etmektir. Bu amaçla bazı kromatografi yöntemleri geliştirilmiştir.

Bunlardan bazıları gaz kromatografisi, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi, ince tabaka kromatografisi (TLC), kolon kromatografisi, jel geçirgenlik kromatografisi, kağıt kromatografisi, iyon değişim kromatografisi ve afinite kromatografisini içermektedir (Harwood vd.,1989)

Gaz kromatografisi, gaz fazındaki uçucu maddeleri analiz etmek için kullanılan analitik ayırma teknikleri grubunu tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Gaz kromatografisinde, numunenin bileşenleri bir çözücü içinde çözülür ve numuneyi iki faz arasında dağıtarak analitleri ayırmak için buharlaştırılır: sabit faz ve hareketli faz. Mobil faz, analitin moleküllerini ısıtılmış kolon boyunca taşımaya yarayan kimyasal olarak inert bir gazdır.

Gaz kromatografisi, analit ile etkileşim için mobil fazı kullanmayan tek kromatografi biçimlerinden biridir. Sabit faz, gaz-katı kromatografisi (GSC) olarak adlandırılan katı bir adsorban veya gaz-sıvı kromatografisi (GLC) olarak adlandırılan inert bir destek üzerinde bir sıvıdır. Gaz kromatografisi, diğer organik bileşiklerin ilaç analizi, kundaklama, toksikoloji analizlerinde adli olarak kullanılan enstrümantal bir tekniktir (Kaur ve Sharma, 2018).

1.8. Antimikrobiyal Maddelerin Genel Özellikleri

Mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal maddeler çeşitli etkilere sahip olup ve mikroorganizmanın cins sayısına göre bu etkiler iki şekilde sınıflandırılır. İlk olarak dar spektrumlu hal dediğimiz mikroorganizma sayısının az olduğu durum ve ikincisi ise geniş spektrumlu hal olarak adlandırdığımız mikroorganizma sayısının çok olduğu durumdur. Dar spektrumlu hallerde enfeksiyona neden olan mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal maddeler oldukça etkili olup, tedavi için ideal oldukları kabul edilir. Geniş spektrumlu antimikrobiyal maddeler ise bir canlıdaki hemdoğal bağışıklığı hem de ekolojik dengeyi koruyan normal mikroorganizmaların doğal yapısını bozalar. Bunun için geniş spektrumlu antimikrobiyal maddeler genellikle bir veya daha çok patojenin ortaya çıkardığı enfeksiyonlarda ya da mikrobiyoloji laboratuvarı sonuçlarının beklenemeyeceği acil durumlarda kullanılmaktadır. Antimikrobiyal etkilerin belirlenmesinde ise agar difüzyon yöntemi ve MIC yöntemleri kullanılmaktadır (Sağdıç, 2002).

1.9. Antioksidan Maddelerin Genel Özellikleri

Antioksidanlar, vücudun çevresel ve diğer baskılara tepki olarak ürettiği kararsız moleküller olan serbest radikallerin hücrelere verdiği zararı ortadan kaldıran ya da

hafifleten maddelerdir. Antioksidanlar "serbest radikal temizleyiciler" olarakta bazen isimlendirilmektedir. Antioksidanlar doğal ya da yapay kaynaklardan elde edilebilir. Bazı bitkisel gıdaların antioksidanlar açısından oldukça zengin olduğu belirtilmiştir. Gıdalar yoluyla alınan ve canlının vücudunu zararlı serbest radikallerden koruyan ve doğal antioksidanlar olarak adlandırılan gruplar ise temel olarak vitaminler (A, C ve E vitaminleri), flavonoidler, Polifenoller ve karotenoidlerdir. Canlının vücudu yediği yiyecekleri sindirirken ve çevreye tepki verirken hücreler tarafından atık maddeler üretilir ve bu atık maddelere serbest radikaller denilmektedir. Canlının vücudu bu atık maddeleri iyi bir şekilde işleyemez ve yok edemezse, oksidatif stres ortaya çıkabilir ve bu stres hücrelere ya da vücut işlevine zarar verebilir. Reaktif oksijen türleri (ROS) olarakta adlandırılan serbest radikaller iltihaplanma gibi dahili veya örneğin kirlilik, UV'ye maruz kalma ve sigara dumanı gibi faktörler nedeniyle insan vücudunda üretimi artmaktadır. Vücudumuzdaki bu serbest radikalleri antioksidanlar sayesinde nötralize edilebildiği ve bunun genel sağlığı iyileştirdiği belirtilmektedir. Antioksidanlar vücut hücreleri tarafından üretilmesinin yanı sıra gıdalar vasıtasıyla da alınabilmektedir. Yapılmış olan araştırmalarda meyve ve sebze tüketimi ile bazı kalp ve kanser hastalıklarının oluşumu arasında ters orantılı bir ilişki olduğu saptanmıştır (Nacak, 2014). Antioksidanlar insan sağlığının yanında gıda sektörü içinde oldukça önemli bir konuma sahiptir. Lipid peroksidasyonunun (LP) inhibisyonu ya da küflenme gıda endüstrisi için önemli bir sorundur. LP, lipidlerin oksidatif hasarına neden olan en sık görülen ve sonucunda ise gıda maddelerinin tadının ve kokusunun bozulmasına neden olur. LP, başta hidroksil radikali (HO •) olmak üzere serbest radikallerin ve radikal oluşumunu başarıyla önleyebilen ve gıda endüstrisi için büyük öneme sahip olan antioksidanların kullanılmasını zorunlu kılmıştır (Sohaib vd., 2016).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Leşjak vd. (2017) yaptıkları çalışmada *J. excelsa*'nın yapraklarının ve meyvelerinin biyoaktivitesini ve kimyasal profilini araştırmışlardır. Bu araştırmada hem yaprağının hem de meyvesinin fenolik madde içeriği oldukça önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda yaprakların önemli ölçüde antioksidan, antimikrobiyal ve anti-inflamatuar aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Gülsoy ve Merdin (2017)'de yaptıkları araştırmada Batı Akdeniz bölgesindeki *J. excelsa*'nın yapraklarındaki uçucu yağ miktarı ve özelliklerini araştırmışlardır. Bu araştırmada yaprak örneklerini 20 farklı alandan toplamışlardır. Toplanan bu yaprak örneklerinden buhar damıtma yöntemi ile uçucu yağlar elde etmişlerdir. Yapraklardaki uçucu yağ oranının ortalama olarak % 0.87 ± 0.12 v/w düzeyinde olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı alanlardan alınan örneklerden GC/MS yöntemiyle uçucu yağ bileşenlerini belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda yapraklarda α -pinen (% 81.28 ± 2.76), mirsen (% 5.19 ± 0.91) ve limonen (% 4.52 ± 0.86)'in majör uçucu bileşenler başta olmak üzere toplam olarak 41 farklı uçucu bileşeni tespit etmişlerdir.

Sokovic' vd. (2004) *J. excelsa* uçucu yağın 17 mikroorganizma ile yaptıkları antifungal aktivitesi çalışmasında uçucu yağların antifungal özelliği olduğunu ortaya koymuşlardır.

J. excelsa taze meyvelerinden Clevenger aparatında hidro-damıtma yoluyla elde edilen uçucu yağlarının gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ile analizi sonucunda uçucu yağın bileşiminin % 89.74'ünü oluşturan 48 kimyasal bileşik belirlendiği bildirilmiştir. Başlıca kimyasal bileşenlerin α -terpinen (% 23.85), limonen (% 23.42), fenchen (% 6.57), kamfen (% 6), δ -3-careen (% 4.17), 4-terpineol (% 2.93), Germakren B (% 2.21), mirsen (% 1.96), α -pinen (% 1.77), β -pinen (% 1.53) ve abietatrien (% 1.13) olduğunu ifade etmişlerdir. Bu türün uçucu yağının antimikrobiyal aktivitesi, bir Gram pozitif ve iki Gram negatif gıda kaynaklı *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* patojen bakterilerine karşı aktivitesinin olduğunu belirlemişlerdir (Weli vd., 2014).

Öztürk vd. (2011)'de yaptıkları çalışmada *Juniperus L. (Cupressaceae)* 6 türünün antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. Elde edilen çalışma sonucunda yüksek antioksidan aktiviteleri tespit edildiğinden dolayı *J. excelsa*, *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *J. sabina* ve *J. phoenicia* gıda endüstrisinde koruyucu

ajanlar veya çiğ ve işlenmiş gıdaların raf ömrünün uzatılması için kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Gülsoy vd. (2017) uçucu yağ oranları ile meyvelerinin fiziksel özelliklerinin araştırıldığı ardıç türlerinden *J. excelsa* 40 farklı ve *Juniperus foetidissima* Willd (Kokulu ardıç) 12 farklı örnek alandan olgun kozalakları örnek olarak toplamışlardır. Laboratuvar çalışmasında ilk önce kozalakların fiziksel ölçümlerini (en, boy, 1000 tane ağırlığı, nem oranı) yapmışlardır. Daha sonra bu kozalakların Clevenger düzeneğinde su destilasyonu ile damıtılarak örneklerin uçucu yağ oranlarını belirlemişlerdir. *Juniperus foetidissima* Willd ortalama % 2.43 v/w, *J. excelsa*'da ise % 3.82 v/w oranında uçucu yağ oranı olduğunu tespit etmişlerdir.

J. excelsa kozalaklarından elde edilen uçucu yağın bileşimi ve antimikrobiyal aktivitesi üzerine yapılan çalışmada GC- MS analizi sonucunda uçucu yağın 44 bileşenden oluştuğunu ve α -pinen (% 55.5), α -sedrol (% 7.7) ve sabinen (% 3.5)'in başlıca bileşenlerin olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucunda elde edilen uçucu yağın anaerobik bir bakteri olan *Clostridium perfringens*'e karşı güçlü aktiviteye gösterirken, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Candida albicans*, *Mycobacterium smegmatis* ve *Candida crusei*'ye karşı ise daha zayıf bir aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Ünlü vd., 2008).

Moein vd. (2010) *J. excelsa* yaprakları ile yaptıkları çalışmada elde edilen uçucu yağın bileşimini, antioksidan, antifungal ve antimikrobiyal nitelikleri belirlemişlerdir. Çalışma sonunda; α -pinen (% 67.71), α -cedral (% 11.5), δ -3-karen (% 5.19) ve limonen (% 4.41) uçucu yağın başlıca bileşenleri olarak bulunduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca uçucu yağın antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Thappa vd. 1987 yılında yaptıkları çalışmada *J. excelsa* yapraklarından su buharı destilasyon tekniği ile elde edilem uçucu yağın bileşimi ve bazı fiziksel nitelikleri belirlemiş ve bu yağın başlıca bileşenlerini (+)-sabinen (% 36.1), (+)-limonen (% 7.3), 1- β -menten (% 4.5), β -fellandren (% 2.0) ve γ -terpinen (% 1.3) olarak belirlemişlerdir. Temel bileşenler olarak meyve yağında ana bileşenleri α -pinen (% 89.49), germakren B (% 4.36) ve yaprak uçucu yağında ana bileşenlerini ise sedrol (% 28.1), α -pinen (% 22.5) ve limonen (% 22.7) olduğunu belirlemişlerdir (Ehsani vd., 2012).

Asili vd. (2008), *J. excelsa* türünün kozalak ve yapraklarındaki uçucu yağı belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda; kozalaklarında % 1.66 (v/w) yapraklarında ise % 1.50 (v/w) uçucu yağ belirlemişlerdir.

Emami vd. (2011) yaptıkları çalışma ile *J. excelsa* M. Bieb. subsp. *excelsa* ağacının farklı kısımlarından elde edilen uçucu yağların antioksidan aktivitesini incelenmiş olup elde ettikleri sonuca göre antioksidan aktivitesi olduğu belirtmişlerdir.

J. excelsa türünden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal, antioksidan ve spazm önleyici etkilerini inceledikleri çalışmada, uçucu yağların, test edilen mikroorganizmalara karşı önemli derecede etkili olduğu ve yapılan beta karotenlinoleik asit testine göre ise bu uçucu yağlarda orta seviyede antioksidan etkisi olduğu gözlemlenmiştir (Ataş vd., 2012).

Khajjak vd. (2012), Pakistan'da yetişen *J. excelsa*'nın uçucu yağ oranlarının bölgelere göre miktarlarının belirlendiği bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucuna göre ise Ziaratta bölgesindeki türün uçucu yağ oranı % 5.8, Zarghoonghar'da % 6.5 ve Harboi bölgesi Kalatta da ise % 4.5 oranında uçucu yağ olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmaya göre Ziarat bölgesindeki türün uçucu yağının, sedrol, α -pinen, ferruginol, kampen, kopen, pillokladen, entpimaradien ve podocarpus oranları bakımından daha zengin olduğunu ifade etmişlerdir. Elde edilen sonuca göre, *J. excelsa* yetiştiği alana göre uçucu yağların oranları ve bileşenleri bakımından farklılık olduğunu belirtmişlerdir.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

3.1. Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar

Bu araştırmadaki yapılan analizlerde Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümü araştırma laboratuvarındaki cihazlar kullanılmıştır. Yapılan çalışmada kullanılan cihazlar Tablo 1’de ve kullanılan kimyasal maddeler ise Tablo 2’de verilmiştir.

3.1.1. Kullanılan Cihazlar

Tablo 1. Çalışmada kullanılan cihazlar listesi

Cihaz Adı	Marka/Model
GC-FID sistem	Agilent-7890A
MS sistem	Agilent-5975C
UV-vis spektrofotometre	Optizen MECASYS
Clevenger destilasyon düzeneği	
Soğutucu	Jsr Ref. Bath
Hassas Terazı	Ohaus PA 214C
Saf Su Cihazı	Mes 13 MINIpure
Magnetik karıştırıcı	Heidolf
Homojenizatör	Heidolf rpm1000
Yarı otomatik pipetler	Eppendorf Research® Plus
Evaporatör	Heidolf

3.1.2. Kullanılan Kimyasallar

Tablo 2. Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler listesi

Kullanılan Kimyasal	Satın Alındığı Firma
Metanol-LC Saflıkta	Sigma-Aldrich Germany
Follin-Ciocalteu’s fenol reaktifi	Sigma-Aldrich Germany
Nutrient Broth	Merck, Germany
Nutrient Agar	Merck, Germany
Malt Extract Agar	Merck, Germany
Hegzan (GC saflıkta)	Sigma-Aldrich Germany
Sigma-Aldrich C ₆ -C ₃₂ karbon sayılı doymuş Alkan standardı	Sigma-Aldrich Germany
Bakteri ve maya-küf şuşları	
Helyum Gazı (GC saflıkta)	
Hidrojen Gazı (GC saflıkta)	
Kuru Hava Gazı (GC saflıkta)	
Gallik Asit	

3.2. Materyal

Çalışmaya konu olan *J. excelsa* ağacının kozalak, yaprak ve dal örnekleri 13 Eylül 2020 tarihinde Gümüşhane ili Merkez Hacıemin Mahallesi'nden insan faaliyetlerinin bulunmadığı doğal alanlardan toplanmıştır. Bitkilerin tür teşhisleri Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Sefa AKBULUT tarafından gerçekleştirildi (Kato Herbaryum No:19555). Toplanan örnekler gölge ve havadar ortamda bekletilerek kurumaları sağlandı. Kurutulan örnekler analizler yapılıncaya kadar en az -18 derecede bekletildi.



Şekil 3. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç)'ın toplandığı alan



Şekil 4. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) kozalak, yaprak ve dal örnekleri

3.3. Metod

3.3.1. *Juniperus excelsa* M. Bieb. Örneklerinden Uçucu Yağlarının Elde Edilmesi

Toplanan *J. excelsa* ağacının kozalak, yaprak ve dal kısımlarından 100'er gram numuneler alınarak Şekil 5'de gösterildiği gibi öğütüldü.



Şekil 5. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) öğütülmüş hali

Toplanan *J. excelsa* türünün kozalak, yaprak ve dallarından 100'er gram numuneler alınarak öğütüldü. Sırasıyla 100 g homojen hale getirilmiş kozalak, yaprak ve dal numuneleri 2000 mL altı yuvarlak clevenger cihazı balonunda tartılarak 1000 mL saf su ilave edildi. Modifiye edilmiş clevenger cihazına yerleştirildi. Clevenger cihazında toplama kısmına 2 mL n-Hekzan kondu. Soğutucunun sıcaklığı +4.0 C ayarlandı. 4 saat kısık ayarda kaynatılarak uçucu yağlar toplandı. Ağırlıkça uçucu yağların yüzde verimleri kozalak, yaprak ve dalları için sırasıyla hesaplandı. Bu türe ait uçucu yağlar n-Hekzan içerisinde renkli şişelere konularak GC kalitesinde ağzı kapatılarak saklandı. Çalışmada kullanılan Clevenger düzeneği ve toplanan uçucu yağlar Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Çalışmada kullanılan Clevenger düzeneği ve toplanan uçucu yağların renkli şişelere (vial) konulması

3.3.2. GC-MS ile Uçucu Yağların Bileşenlerinin Analizi

Clevenger sisteminde su buharı destilasyonu ile elde edilen uçucu yağlar hekzanda çözülmüş olarak filtreden geçirildi, koyu renkli şişelere konularak ve otosampler kısmına yerleştirildi. HP-5 apolar kapiler kolonun kullanıldığı GC uygulamasında 70 dakika süren bir koşturma sonucu bileşenler ayrıldı.

Uçucu bileşikler gaz kromatografisi kolonunda ayrıldıktan sonra kütle spektrofotometresinde her birinin tek tek kütle spektrumları alındı. Her bir bileşenin kütle spektrumları Willey ve NIST kütüphanelerinin referans bileşikleriyle karşılaştırarak yapı aydınlatılması yapıldı ve tespit edilen bileşiklerin doğrulanması için bileşiklere ait alıkonma zamanları literatür verileriyle karşılaştırıldı. Uçucu yağların ölçümü ise Gaz Kromatografisi Alev İyonizasyon Detektörü (FID) ile yapıldı. Tablo 3'te verilen GC-MS çalışmasında tanımlanan şartlar, GC içinde aynı olup, aynı kolona 1 µL hegzan içerisinde uçucu yağ enjekte edildi. Split oranı 1:5 şeklindedir.

GC-MS analizleri, Agilent-7890 model cihazında yapıldı ve analiz için HP-5 model apolar kapiler kolon (30 m x 0.32 mm, film kalınlığı 0.25 µm) kullanıldı. Taşıyıcı gaz olarak 1 mL/min akış hızıyla helyum kullanılarak enjeksiyonlar 240 °C'de splitless modunda uygulandı. Hegzan (GC sınıfı) içindeki 1 µL uçucu yağ çözeltisi enjekte edildi ve başlangıçta 60 °C'de 2 dakika tutularak sonrasında 3 °C/min artışla 240 °C'ye çıkarılarak spektrumlar alındı.



Şekil 7. GC-MS analizleri için kullanılan Agilent-7890 model cihazı

Tablo 3. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) araştırmak için kullanılacak GC/MS koşulları

Sistem:	GC-FID Agilent-7890, MS Agilent 5975 model
Kolon:	HP-5 model apolar kapılar kolon (30 m x 0.32 mm i.d., film kalınlığı 0.25 µm)
Taşıyıcı Gaz ve Akış Hızı:	Helyum 1 mL/dak
Dedektör:	FID
Enjeksiyon Sıcaklığı:	240 °C
Kolon Sıcaklığı:	60°C'de 2 dak., dakikada 3°C artışla 240°C'ye programlanmış, 240°C'de tutulacaktır
Split Oranı:	1:5
Elektron enerjisi:	0 eV
Enjeksiyon Miktarı:	1 µL

3.4. Antioksidan Aktivite Tayini

3.4.1. DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini

Ana stok DPPH reaktifinin hazırlanması: 39.5mg DPPH (2,2 diphenyl 1-picrylhydrazyl) 10 mL metanol içinde çözüldü. Elde edilen çözelti daha sonraki kullanımlar için buzdolabında saklandı. Ana stok çözeltisinden 2.5 mL alınıp 250 mL'ye metanol ile tamamlandı. Tamamlanan çözeltinin absorbansı 517 nm'de okunduğunda 0.980 ± 0.02 gelmelidir. Duruma göre seyreltme ya da ana stoktan ilave edilerek absorbansı 0.980 ± 0.02 değere ayarlandı. *J. excelsa* türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından % 0.20'lik numuneler hazırlandı. Metanol (HPLC saflıkta), Analitik saflıkta DPPH ve Analitik saflıkta L-Askorbik asit (AA) kullanıldı. Askorbik asit'in metanolde çalışma çözeltileri 20, 50, 100, 150, 200 ve 250 mg/L hazırlandı. Karışım vortekslenip 30 dk karanlıkta bekletildi. Elde edilen çözelti daha sonra 517 nm'de Spektrofotometre absorbansı okundu. Kör olarak metanol kullanıldı. Standartlardan (Askorbik asit) alınıp aynı işlemler yapıldı. Sonuçlar Eşitlik 1 ve Eşitlik 2 yardımı ile hesaplanarak % inhibisyon ve mg AA cin./kg olarak verildi. Bu türün örneklerinden DPPH radikal temizleme miktarları aşağıdaki şekilde hesaplandı (Ahmed vd., 2015). Toplam DPPH serbest radikal temizleme kapasitesi Askorbik asit için hazırlanan kalibrasyon eğrisi Şekil 8'de verilmiştir.

$$\% \text{ Inhibisyon} = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Bu eşitlikte:

A : Kontrol Absorbansı

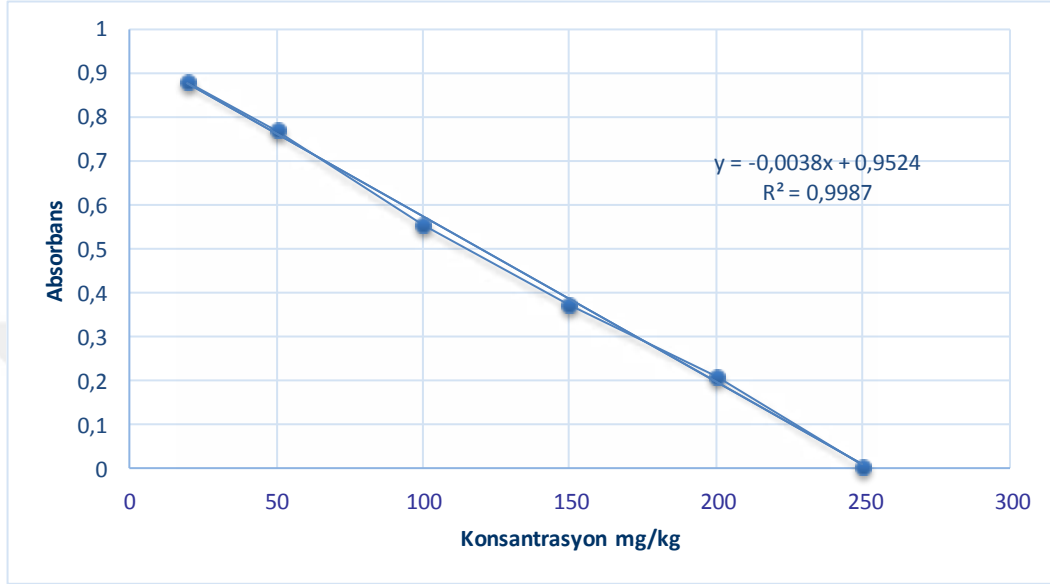
B : Örneğin Absorbansı

$$C = \frac{(Absorbans - 0.9524)}{-0.0038} \times 2$$

(Eşitlik 2)

Bu eşitlikte:

C : Konsantrasyon mg AA Eşdeğeri/ kg



Şekil 8. Toplam DPPH serbest radikal temizleme kapasitesi kalibrasyon grafiği

3.4.2. Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP) Tayini

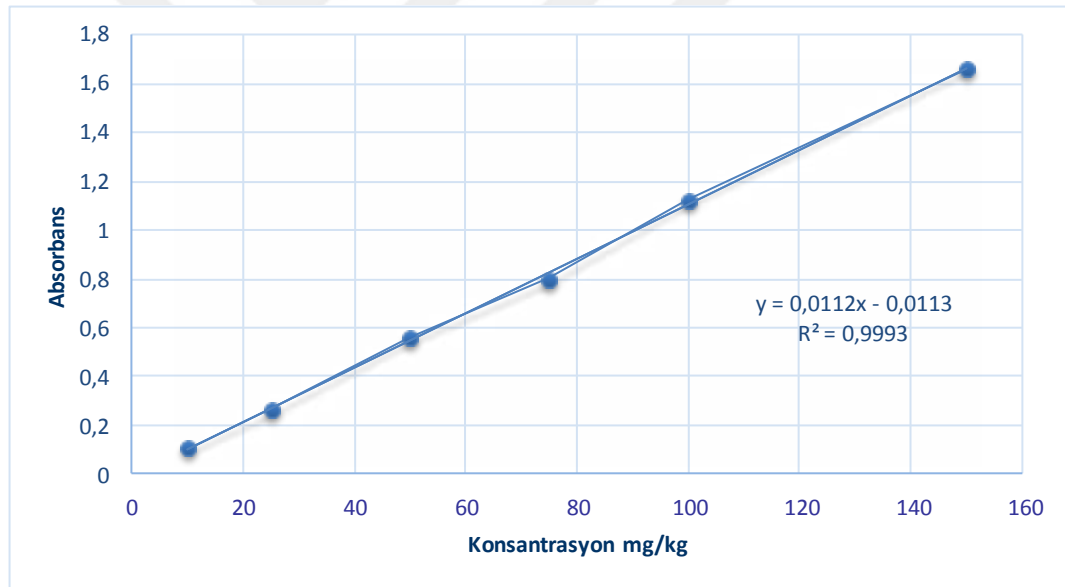
Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP) Yöntemi için kullanılan reaktifler; Metanol (HPLC saflıkta) % 30 v/v, Analitik saflıkta 2,4,6-Tri(2-pyridyl)-s-triazine, TPTZ, Analitik saflıkta Sodyumasetat trihidrat ($C_2H_3NaO_2 \cdot 3 H_2O$), Analitik saflıkta Glasial asetik asit, Analitik saflıkta Hidroklorik asit (HCl), Analitik saflıkta Demir üç klorür heksahidrat ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) Analitik saflıkta Demir iki sülfat heptahidrat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), 300 mM asetat buffer: Litrelük balona 3.1 g Sodyumasetat trihidrat tartıldı. Bir miktar saf su ile çözüldü. Üzerine 16 mL Glasial asetik asit ilave edildi. PH'ı 3.60'a ayarlandı. 40 mM HCl çözeltisi: 1.19, % 37'lik derişik HCl'den 3.4 mL alınarak hacmi 1 litreye tamamlandı. 10 mM TPTZ çözeltisi: 3.123 g TPTZ 40 mM HCl çözeltisi ile hacmi 1 litreye tamamlandı. 20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ çözeltisi: 5.406 g $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ saf su ile hacmi 1 litreye tamamlandı. FRAP çözeltisi: 10:1:1 (Asetat buffer çözeltisi: 10 mM TPTZ çözeltisi: 20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$). FRAP çözeltisi kullanılmadan önce 37 °C'de 15 dk inkübe edildi. Ana Stok 1000 mg/L Demir iki sülfat heptahidrat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) çözeltisi: 0.1830 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ tartılarak 1 litreye tamamlandı.

J. excelsa türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağ örneklerinden % 0.04'lük numuneler hazırlandı. Çalışma standartları: Ana stok Demir iki sülfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) çözeltisinden 10, 25, 50, 75, 100, 150 mg/L çözelti hazırlandı. Karışım vortekslenip, 30 dk karanlıkta bekletildi. Elde edilen çözelti daha sonra 593 nm'de spektrofotometre absorbansı okundu. Kör olarak saf su kullanıldı. Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi Eşitlik 3 yardımı ile hesaplanarak mg FeSO_4 cin./kg olarak tespit edildi (Ahmed vd., 2015). Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi Şekil 9'da verildi.

$$C = \frac{(\text{Absorbans} + 0.0113)}{0.0112} \times 2 \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Bu eşitlikte:

C : Konsantrasyon mg FeSO_4 Eşdeğeri/ kg



Şekil 9. Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi kalibrasyon grafiği

3.4.3. ABTS●+ Radikal Katyonu Giderme Aktivitesi Yöntemi

J. excelsa türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağ örneklerinden 150 µL numune alınarak 2850 µL ABTS çalışma çözeltinin ilave edildi. Askorbik asit (AA)'in çalışma çözeltileri 2, 5, 10, 15, 20 ve 50 mg/L hazırlandı. Karışım vortekslenip ve 120 dk karanlıkta beklendi. Elde edilen çözelti sonra 734 nm'de Spektrofotometre absorbansı okundu. Kör olarak 150 µL metanol kullanıldı. Standartlardan (Askorbik asit) 150 µL alınıp aynı işlemler yapıldı. Örneklerinde ABTS

katyonu giderme aktivitesi miktarları Eşitlik 4 ve Eşitlik 5 yardımı ile hesaplanarak % inhibisyon ve mg AA/kg olarak verildi (Ahmed vd., 2015). Şekil 10’da AA standartına ait kalibrasyon grafiği verilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Bu eşitlikte:

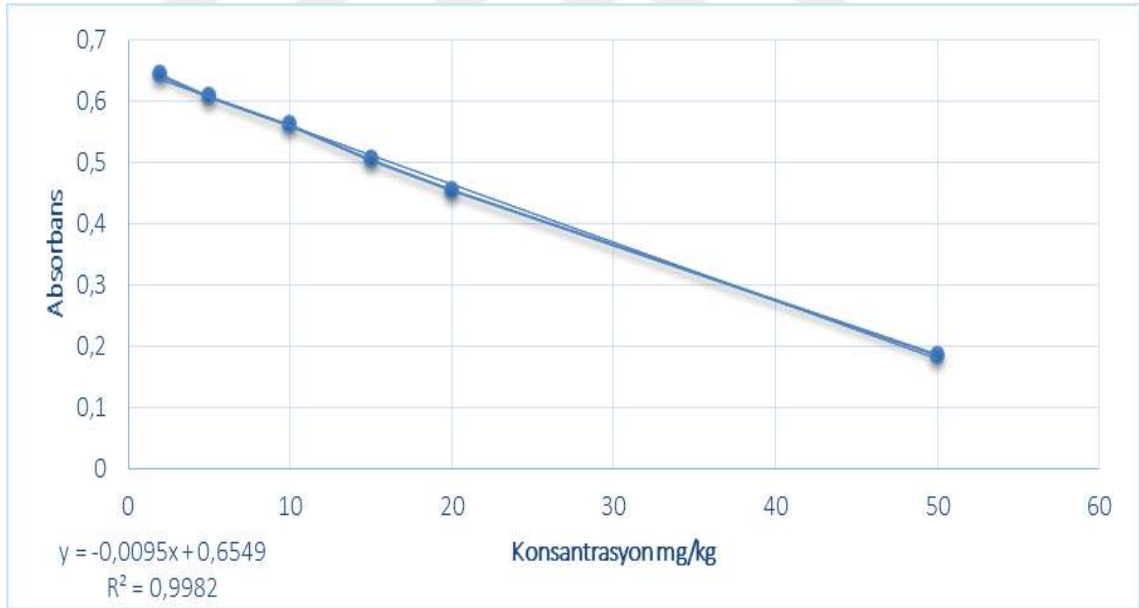
A : Kontrol Absorbansı

B : Örneğin Absorbansı

$$C = \frac{(\text{Absorbans} - 0.6549)}{-0.0095} \times 2 \quad (\text{Eşitlik 5})$$

Bu eşitlikte:

C : Konsantrasyon mg AA Eşdeğeri/ kg



Şekil 10. AA standartına ait kalibrasyon grafiği

3.4.4. Toplam Fenolik Madde Tayini

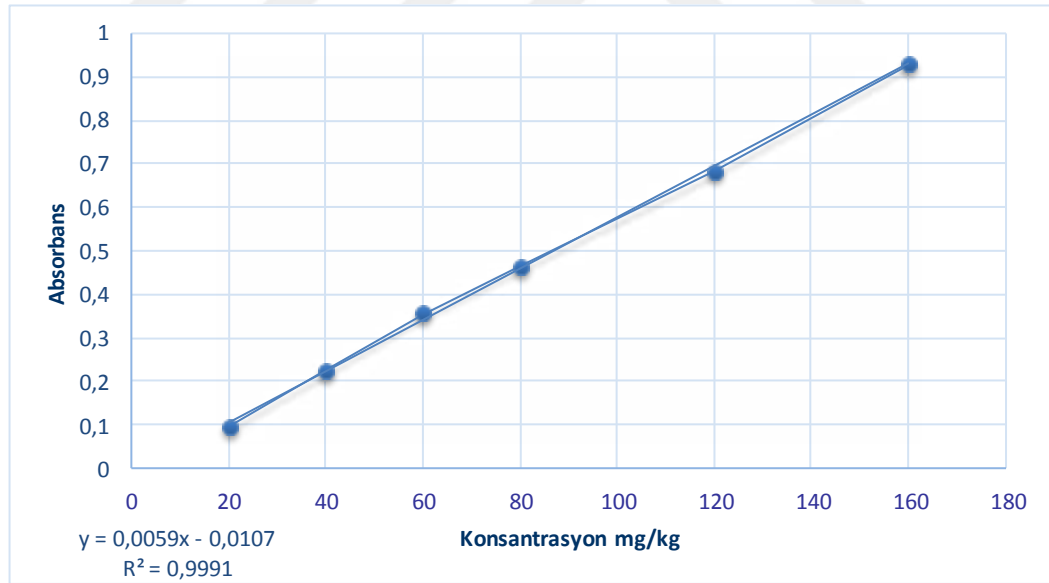
Toplam fenolik madde miktarı tayini için kullanılan reaktifler; % 10’lik Na_2CO_3 , Folin –ciocalteu’s reaktifi, Kalibrasyon eğrisi için Gallik asit (GA) kullanıldı. *J. excelsa*’nın kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından % 0.20’lik numuneler hazırlandı. Karışıma 0.5 mL metanol ve ardından 200 μL folin–

ciocalteu's reaktifi ilave edildi. Karışım vortekslenip, 10 dakika oda şartlarında inkübe edildikten sonra üzerine 600 µL % 10'lık Na₂CO₃ çözeltisi ilave edildi. Son karışım tekrar vortekslenildikten sonra 120 dakika oda şartlarında karanlıkta inkübe edilip inkübasyon süresinin sonunda karışımın 760 nm'deki absorbansı okundu. Kör olarak 3.7 mL su 500 µL metanol +100 µL folin–ciocalteu's reaktifi + 600 µL Na₂CO₃ karışımı kullanıldı. Örneklerinde fenolik madde miktarları; gallik asidin (20, 40, 60, 80, 120 ve 160 mg/L) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam fenolik madde miktarı Eşitlik 6 yardımı hesaplanarak mg GA cin./kg olarak ifade edildi (Kasangana vd., 2015). Toplam fenolik madde miktarı için kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği Şekil 11'de verildi.

$$C = \frac{(Absorbans + 0.0107)}{0.0059} \times 2 \quad (\text{Eşitlik 6})$$

Bu eşitlikte:

C : Konsantrasyon mg GA Eşdeğeri/ kg



Şekil 11. Toplam fenolik madde miktarı için kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği

3.4.5. Toplam Antioksidan Aktivitesi

Toplam antioksidan madde tayini için kullanılan reaktifler; Monobazik Sodyumfosfat (NaH₂PO₄.H₂O), Ammonium heptamolybdate tetrahydrate (ammonium molybdate) (H₂₄Mo₇N₆O₂₄.4H₂O), Analitik saflıkta Sülfirik Asit (H₂SO₄), Analitik saflıkta Askorbik asit (AA) çözeltisi kullanıldı. Reaktifin hazırlanması ise (1.6 mL

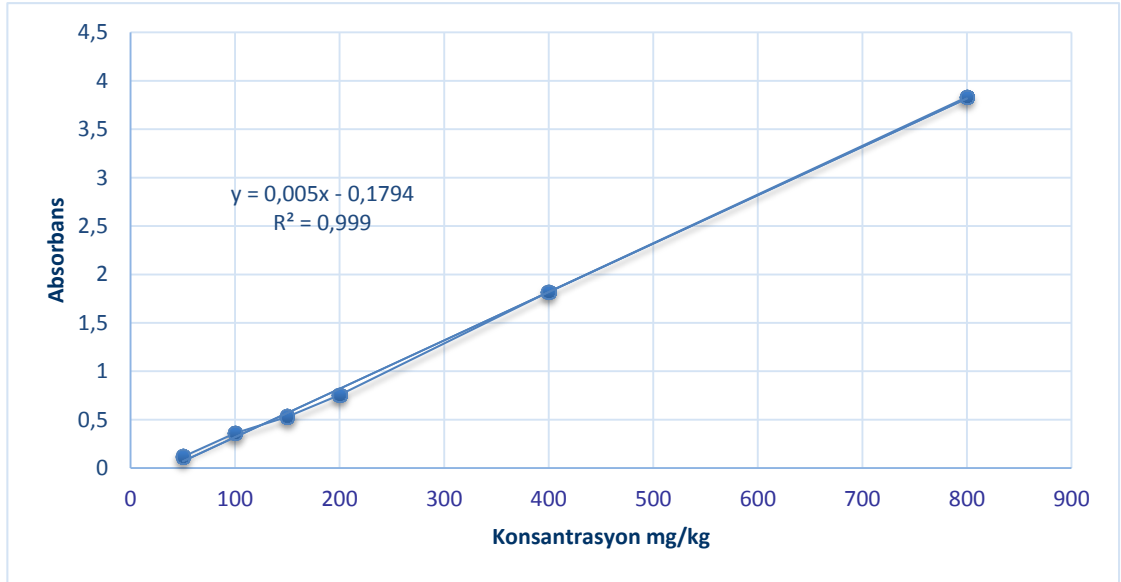
Sülfirik Asit (H₂SO₄), 28 mM (0.2295g) Monobazik Sodyumfosfat (NaH₂PO₄. H₂O), 4 mM (0.2472g) Ammonium heptamolybdate tetrahydrate (ammonium molybdate) (H₂₄Mo₇N₆O₂₄. 4H₂O) 12 mL metanole 1.6 mL Sülfirik Asit ilave edilip üzerine 28mM (0.2295g) Monobazik Sodyumfosfat (NaH₂PO₄. H₂O), 4 mM (0.2472g) az miktarda metanol ilave edilip tamamen çözüldükten sonra hacmi metanol ile 50 mL'ye tamamlandı.

J. excelsa'nın kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağ örneklerinden % 0.20'lik numuneler hazırlandı. Kalibrasyon eğrisi için Askorbik asit kullanıldı. Karışım vortekslendi ve 90 dakika 95 °C su banyosunda ağızları kapalı biçimde inkübe edildi. Su banyosundan alınarak oda şartlarında sıcaklığa gelmesi için 20-30 dk beklendi. Kör olarak örnek yerine 500 µL saf su kullanıldı. Elde edilen reaksiyon karışımlarının absorbansı 695 nm Spektrofotometre okundu. Standartlardan 500 µL alınıp aynı işlemler yapıldı. Kozalak, yaprak ve dal örneklerinin toplam antioksidan madde miktarları; Askorbik asidin (50, 100, 150, 200, 400 ve 800 mg/L) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam antioksidan madde miktarı Eşitlik 7 yardımı ile hesaplanarak mg AA/kg olarak belirlendi (Kasangana vd., 2015). Toplam antioksidan madde analizi kalibrasyon eğrisi Şekil 12'de verildi.

$$C = \frac{(Absorbans + 0.1794)}{0.005} \times 2 \quad (\text{Eşitlik 7})$$

Bu eşitlikte:

C : Konsantrasyon mg AA Eşdeğeri/ kg



Şekil 12. Toplam antioksidan madde analizi kalibrasyon eğrisi

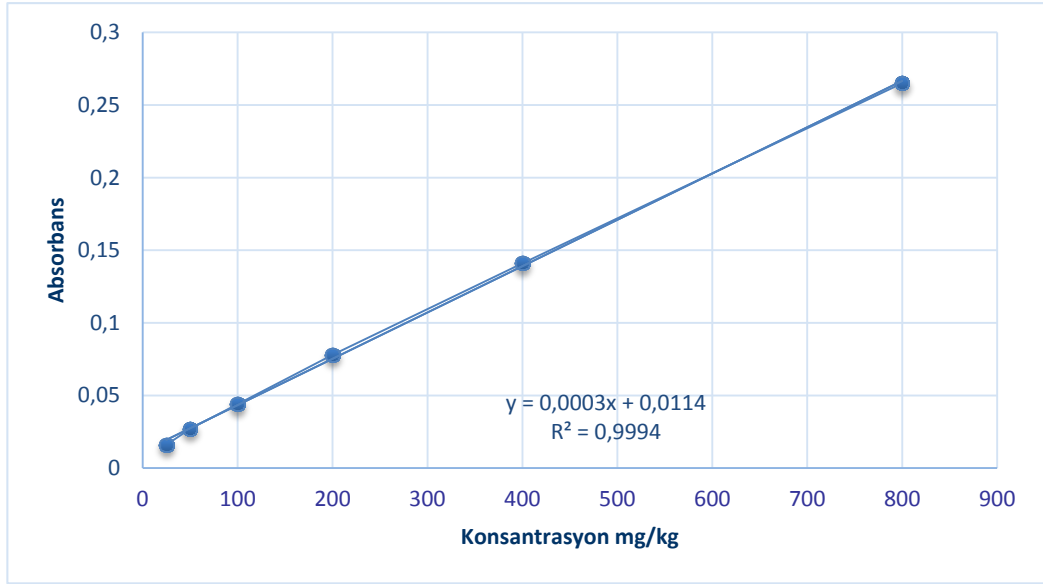
3.4.6. Toplam Flavonoid Madde Tayini

Toplam flavonoid madde tayininde kullanılan reaktifler; Metanol (HPLC saflıkta) % 30 v/v, Analitik saflıkta Sodyumnitrit NaNO_2 (0.5 M), Analitik saflıkta Aliminyumklörür AlCl_3 (0.3 M), Analitik saflıkta Sodyumhidroksit NaOH (1 M) çözeltileri kullanıldı. Kalibrasyon eğrisi için kateşin kullanıldı. *J. excelsa*'nın kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlardan % 0.20'lik numuneler hazırlandı. Karışım vortekslendi ve üzerine 0.5 M Sodyumnitrit çözeltisinden 150 μL ilave edilerek arkasından 150 μL 0.3 M Aliminyumklörür eklendi. 5 dk beklendi. 1 mL 1 M NaOH çözeltisi ilave edildi. Karışım tekrar vortekslendi ve 10 dk beklendikten sonra 506 nm'de spektrofotometrede absorbansı okundu. Kör olarak 500 μL saf su kullanıldı. Standartlardan 500 μL alınıp aynı işlemler yapıldı. 25, 50, 100, 200, 400 ve 800 mg/L çözeltisi standartları ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak, toplam flavonoid madde miktarı Eşitlik 8 yardımı ile hesaplanarak mg kateşin cin./kg olarak tespit edilmiştir (Kasangana vd., 2015). Toplam antioksidan analizi kalibrasyon eğrisi Şekil 13'de verildi.

$$C = \frac{(\text{Absorbans} - 0.0114)}{0.0003} \times 2 \quad (\text{Eşitlik 8})$$

Bu eşitlikte:

C : Konsantrasyon mg Kateşin Eşdeğeri/ kg



Şekil 13. Toplan flavonoid madde analizi kalibrasyon eğrisi

3.5. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi

J. excelsa bitki aksamlarından ekstrakte edilen uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Matuschek vd., 2014). Uçucu yağ örnekleri hegzanda çözülerek hazırlanmıştır. Yöntem için örnekler uçucu yağ yoğunluklarına bağlı olarak farklı konsantrasyonlarda; kozalak (100 ppm, 50 ppm, 25 ppm), yaprak (100 ppm, 50 ppm, 25 ppm) ve dal (6240 ppm, 1000 ppm, 500 ppm) kullanılarak aktiveleşen 23 farklı mikroorganizmaya karşı belirlenmiştir.

3.5.1. Disk Difüzyon Yöntemi

Disk difüzyon yöntemi mikroorganizmaların hazırlanması ile numunelerin hazırlanması olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Tüm test mikroorganizmaları Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'nden temin edilmiştir.

Örneklerin disk difüzyon yöntemi ile antimikrobiyal aktiviteleri tayini için *Aeromonas hydrophila* ATCC 35654, *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* O157:H7 35150, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Micrococcus luteus* KCTC 10240, *Proteus vulgaris* FMC 1, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Salmonella typhimurium* ATCC 23566, *Shigella flexneri* ATCC 12022, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501, olmak üzere 17 bakteri ile *Aspergillus flavus* ATCC 46283, *Candida*

albicans ATCC 10231, *Fusarium oxysporum* ATCC 44187, *Penicillium expansum* ATCC 7861, *Saccharomyces cerevisiae* S288C, *Zygosaccharomyces bailii* ATCC 66825 olmak üzere 6 maya-küf suşu kullanıldı.

Bu amaçla antibakteriyel analiz için, bakteriler Nutrient Broth besiyerinde 36 °C’de 24 saatlik birinci aktifleştirmeden sonra 36 °C’de 18 saatlik ikinci aktifleştirmenin ardından kullanıldı. İkinci aktifleştirme sonra, hazırlanan steril Nutrient Agar besiyerlerinin üzerlerine swap metodu ile sürüldü. Antifungal analiz için, maya ve küfler ise Malt Ekstrakt Broth besiyerinde 27 °C’de 48 saatlik birinci aktifleştirmenin akabinde 24 saatlik ikinci aktifleştirmeden sonra kullanıldı. İki kere aktifleştirilen maya ve küfler Malt Ekstrakt Agar üzerine, bakteriler de olduğu gibi swap metodu ile sürülerek analize hazırlandı. Clevenger yöntemi ile elde edilen uçucu yağlar steril antimikrobiyal disklerle 20 µL emdirilerek daha önceden hazırlanan petrilerin üzerine yerleştirildi. Bakteri içeren petriler 36 °C’de 24 saat, maya ve küf içeren petriler ise 27 °C’de 48 saat inkübasyona bırakıldı. Belirlenen süre sona erdiğinde disklerin etrafında meydana gelen şeffaf zonlar milimetre cinsinden ölçülerek antimikrobiyal aktivite sonuçları belirlendi.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmaya konu olan *J. excelsa* kozalak, yaprak ve dal örneklerinin uçucu yağları Clevenger tipi cihazda su buharı destilasyonu metodu ile elde edilerek ve uçucu yağların kimyasal bileşimleri GC-MS cihazı ile analiz edilerek belirlendi. Sonrasında ise elde edilen uçucu yağların antioksidan aktivite tayini DPPH üzerinden serbest radikal süpürücü etki tayini metodu, ABTS●+ radikal katyonu giderme aktivitesi tayini ve Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemine göre yapıldı. Ayrıca toplam fenolik madde tayini, toplam flavonoid madde içeriği ve toplam antioksidan madde içeriği analizleri yapıldı. Antimikrobiyal aktivite testleri ise disk difüzyon yöntemi ile en az 23 farklı mikroorganizmaya karşı belirlendi.

4.1. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Kozalak, Yaprak ve Dallarından Elde Edilen Uçucu Yağ Miktarları

2020 yılında toplanan *J. excelsa* türünün kozalaklarından, yapraklarından ve dallarından 100'er gram numune alınarak uçucu yağ elde etmek için kullanıldı. Analiz sonucunda bu türün kozalak kısımlarından elde edilen uçucu yağ miktarı 5883.4 mg, yaprak kısımlarından elde edilen uçucu yağ miktarı 1988.7 mg ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağ miktarı 618.9 mg olduğu belirlendi. Yüzde olarak uçucu yağ oranları ise kozalak kısmında % 5.88, yaprak kısmında % 2.00, dal kısmında % 0.62 olarak tespit edildi.

J. excelsa'ya ait incelenen kozalak, yaprak ve dal örneklerindeki uçucu yağ miktarları ve ağırlık oranları Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) türüne ait incelenen kozalak, yaprak ve dal örneklerindeki uçucu yağ miktarları

Örnek Adı	Hammadde (g)	Miktar (mg)	%Uçucu Yağ
Kozalak	100	5883.4	5.88
Yaprak	100	1988.7	2.00
Dal	100	618.9	0.62

Tablo 4'de verildiği gibi toplanan kozalak, yaprak ve dallarda tespit edilen uçucu yağ miktar ve yüzde oranı karşılaştırıldığında kozalaktaki uçucu yağ miktar ve oranın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tablo incelendiğinde kozalak, yaprak ve dallardaki uçucu yağ oranları sırasıyla; % 5.88, % 2.00 ve % 0.62 olarak belirlenmiştir.

Gülsoy ve Merdin (2017)'de yaptıkları araştırmada Batı Akdeniz bölgesindeki *J. excelsa* ağacının yapraklarındaki uçucu yağ miktarı ve özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada yaprak örnekleri 20 farklı alandan toplamışlardır. Toplanan yaprak örneklerinden buhar damıtma yöntemi ile uçucu yağlar elde edildiği ve yapraklardaki uçucu yağ oranı ortalama olarak % 0.87±0.12 v/w düzeyinde belirlendiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca Makedonya'da gerçekleştirilen farklı bir çalışmada ise Sela vd. (2015), bu türün yapraklarından elde edilen uçucu yağ verimlerinin % 0.89 ile % 1.39 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Öncel (2016) Kastamonu'daki *J. excelsa*'nın mekaniksel, fiziksel, anatomik ve kimyasal özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, uçucu yağ bakımından kozalaklardan % 1.69 ile en fazla uçucu yağ elde etmiştir. Yapraklarından % 1.04, dallarından % 0.45 olarak uçucu yağ miktarı bulunduğunu belirtmiştir. Literatürlerde göstermektedir ki elde ettiğimiz bu sonuçlar yapılan çalışmalar ile uyumlu olup görülen küçük farklılıkların ise uygulanan yöntem, toplanma zamanı ve genetik gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.2. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Kozalak, Yaprak ve Dallarından Elde Edilen Uçucu Yağ Bileşenlerine Ait GC/MS ve GC/FID Analiz Sonuçları

Clevenger sisteminde su buharı destilasyonuyla elde edilen uçucu yağlar hekzanda çözülmüş olarak filtreden geçirildi, koyu renkli şişelere konularak ve otosampler kısmına yerleştirildi. HP-5 apolar kapiler kolonun kullanıldığı GC uygulamasında 70 dakika süren bir koşurma sonucu bileşenlerine ayrılan *J. excelsa* türünün dal, kozalak ve yapraklardan elde edilen sonuçlar sırasıyla Tablo 5, Tablo 6. ve Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 5. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) ağacının dallarından elde edilen uçucu yağın GC/MS ve GC/FID analiz sonuçları

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeD %M	RI*	LRI**/ MS
1	Heptan	Hidrokarbon	0.06	707	700 ^b
2	Siklohegzil metan	Hidrokarbon	0.06	726	725 ^a
3	Hegzanal	Aldehid	0.01	802	802 ^a
4	Trisiklen	Monoterpen	0.20	923	923 ^a
5	α -Thujen	Monoterpen	0.06	931	931 ^a
6	α -Pinen	Monoterpen	69.92	947	946 ^a
7	α -Fensen	Monoterpen	0.08	951	951 ^a

Tablo 5. (Devamı)

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeD %M	RI*	LRI**/ MS
8	Kamfen	Monoterpen	0.20	952	952 ^a
9	Verbenen	Monoterpen	0.03	957	953 ^a
10	Sabinen	Monoterpen	0.59	975	975 ^a
11	β -Mirsen	Monoterpen	1.16	993	993 ^a
12	α -Fellandren	Monoterpen	0.02	1006	1006 ^a
13	3-Karen	Monoterpen	0.26	1011	1011 ^a
14	α -Terpinen	Monoterpen	0.05	1017	1017 ^a
15	o-Simen	Monoterpen	0.09	1025	1025 ^a
16	Limonen	Monoterpen	0.72	1030	1030 ^a
17	Ökaliptol	Monoterpen	0.01	1032	1032 ^a
18	β -cis-Osimen	Monoterpen	0.02	1038	1038 ^a
19	γ -Terpinen	Monoterpen	0.13	1059	1059 ^a
20	Sabinen hidrat	Monoterpenoid	0.01	1068	1069 ^a
21	Terpinolen	Monoterpen	1.35	1090	1090 ^a
22	Linalool	Monoterpenoid	0.02	1100	1100 ^a
23	Nonanal	Aldehid	0.03	1104	1104 ^a
24	<i>p</i> -1,3,8-Mentatrien	Monoterpen	0.01	1113	1113 ^a
25	Fençol	Alkol	0.01	1115	1115 ^a
26	α -Kampolenal	Aldehid	0.13	1128	1128 ^a
27	1-Terpinenol	Monoterpenoid	0.01	1137	1137 ^a
28	L-Pinokarveol	Monoterpenoid	0.12	1141	1141 ^a
29	<i>trans</i> -Verbenol	Monoterpenoid	0.03	1143	1143 ^a
30	Kamfor	Monoterpenoid	0.12	1147	1147 ^a
31	α -Fellandren-8-ol	Monoterpenoid	0.05	1151	1151 ^a
32	Pinokamfon	Monoterpenoid	0.02	1162	1162 ^a
33	Pinokarvon	Monoterpenoid	0.03	1165	1165 ^a
34	Borneol	Monoterpenoid	0.15	1169	1169 ^a
35	Isokamfopinon	Monoterpenoid	0.01	1176	1176 ^a
36	Terpinen-4-ol	Monoterpenoid	0.13	1179	1179 ^a
37	<i>p</i> -Simen-8-ol	Monoterpenoid	0.02	1187	1187 ^a
38	α -Terpineol	Monoterpenoid	0.16	1193	1193 ^a
39	Mirtenol	Monoterpenoid	0.09	1198	1198 ^a
40	Homomirtenol	Monoterpenoid	0.02	1206	1212 ^a
41	Levoverbenon	Monoterpenoid	0.03	1212	1204 ^a
42	<i>trans</i> -Karveol	Monoterpenoid	0.03	1221	1221 ^a
43	Hegzil isovalerat	Ester	0.02	1242	1242 ^a
44	<i>p</i> -Simen-2-ol metil eter	Eter	0.04	1246	1246 ^a
45	Piperiton	Monoterpenoid	0.01	1258	1258 ^a
46	Mirtanol	Monoterpenoid	0.03	1263	1257 ^a
47	L-bornil asetat	Ester	0.21	1288	1285 ^a
48	2,4-Dekadienal, (E,E)-	Aldehid	0.03	1299	1295 ^a
49	4-Asetilanol	Keton	0.01	1305	1304 ^a
50	δ -Elemen	Seskiterpen	0.70	1342	1342 ^a
51	α -Kubeben	Seskiterpen	0.01	1353	1353 ^a
52	Ylangen	Seskiterpen	0.01	1376	1376 ^a
53	α -Kopaen	Seskiterpen	0.03	1380	1380 ^a
54	α -Funebren	Seskiterpen	0.01	1384	1385 ^a

Tablo 5. (Devamı)

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeD %M	RI*	LRI**/ MS
55	2-epi- α -Funebren	Seskiterpen	0.03	1389	1389 ^a
56	β -Elemen	Seskiterpen	0.34	1396	1396 ^a
57	α -Sedren	Seskiterpen	0.04	1407	1407 ^a
58	β -Sedren	Seskiterpen	0.12	1418	1418 ^a
59	Karyofilen	Seskiterpen	0.73	1426	1426 ^a
60	Eliksen	Seskiterpen	1.45	1439	1445 ^a
61	Aromandendren	Seskiterpen	0.01	1452	1447 ^a
62	<i>cis</i> - β -Farnesen	Seskiterpen	0.06	1459	1458 ^a
63	α -Elemen	Seskiterpen	0.02	1471	1469 ^a
64	Akoradien	Seskiterpen	0.01	1475	1476 ^a
65	γ -Muurolen	Seskiterpen	0.40	1482	1482 ^a
66	Germakren D	Seskiterpen	0.72	1488	1488 ^a
67	β -Selinen	Seskiterpen	0.22	1493	1493 ^a
68	β -Kadinen	Seskiterpen	0.05	1496	1493 ^a
69	α -Selinen	Seskiterpen	0.25	1501	1501 ^a
70	α -Muurolen	Seskiterpen	0.11	1505	1505 ^a
71	δ -Kadinen	Seskiterpen	0.74	1512	1512 ^a
72	Germakren B	Seskiterpen	2.47	1518	1516 ^a
73	γ -Bisabolen	Seskiterpen	0.04	1537	1537 ^a
74	Kubenen	Seskiterpen	0.04	1538	1538 ^a
75	γ -Selinen	Seskiterpen	0.18	1542	1532 ^a
76	Selina-3,7(11)-dien	Seskiterpen	0.15	1549	1547 ^a
77	Elemol	Seskiterpenoid	0.71	1558	1557 ^a
78	Salvia-4(14)-en-1-on	Seskiterpenoid	0.26	1584	1584 ^a
79	Karyofilen oksit	Seskiterpenoid	0.10	1592	1592 ^a
80	Globulol	Seskiterpenoid	0.02	1596	1596 ^a
81	Epiglobulol	Seskiterpenoid	0.16	1599	1599 ^a
82	Sedrol	Seskiterpenoid	2.49	1615	1615 ^a
83	Isoaromadendren epoksit	Seskiterpenoid	0.05	1617	1612 ^a
84	Spatulenol	Seskiterpenoid	0.36	1638	1624 ^a
85	γ -Ödesmol	Seskiterpenoid	0.22	1641	1641 ^a
86	τ -Muurolol	Seskiterpenoid	0.49	1651	1651 ^a
87	β -Ödesmol	Seskiterpenoid	0.62	1661	1661 ^a
88	β -Selinenol	Seskiterpenoid	1.03	1664	1664 ^a
89	Karyofilenol-II	Seskiterpenoid	0.11	1677	1674 ^a
90	Sedren-13-ol, 8-	Seskiterpenoid	0.09	1690	1690 ^a
91	14-Hidroksi- α -humulen	Seskiterpenoid	0.63	1702	1702 ^a
92	Juniper kamfor	Seskiterpenoid	0.04	1706	1709 ^a
93	6-Isopropenil-4,8a-dimetil- 1,2,3,5,6,7,8,8a- oktahidronaftalen- 2-ol	Seskiterpenoid	0.05	1712	1714 ^a
94	β -Santalol	Seskiterpenoid	0.08	1726	1724 ^a
95	Sesquikamaenol (1,10-seko-1- hidroksikalamenen-10-on)	Keton	0.03	1756	1748 ^a
96	Lanseol, <i>cis</i>	Seskiterpenoid	0.06	1775	1781 ^a
97	Isovalensenol	Seskiterpenoid	0.05	1778	1775 ^a
98	5,9,13-Pentadekatrien-2-on, 6,10,14-trimetil-, (E,E)-	Seskiterpenoid	0.01	1941	1933 ^a

Tablo 5. (Devamı)

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeD %M	RI*	LRI**/ MS
99	Isofillokladen	Diterpen	0.01	1966	1966 ^a
100	Sandarakopimaradien	Diterpen	0.03	1975	1975 ^a
101	Manoil oksit	Diterpen	0.12	1991	1991 ^a
102	Epimanoil oksit	Diterpen	0.31	2004	2005 ^a
103	Kauren	Diterpen	0.40	2024	2023 ^a
104	Kaur-16-en	Diterpen	0.03	2031	2032 ^a
105	Dehidroabietan	Diterpen	0.17	2068	2069 ^a
106	Geranik asit, 2-Feniletil ester	Ester	0.04	2094	2080 ^a
107	1-Adamantan karboksilik asit, 3-metilfenil ester	Ester	0.04	2148	2134 ^a
108	Dodesil benzoat	Ester	0.01	2155	2163 ^a
109	<i>p</i> -Metoksibenzoik asit, 2-isopropoksifenil ester	Ester	1.31	2200	2200 ^a
110	Podokarp-7-en-3-on,13 β -metil-13-vinil-	Diterpenoid	2.18	2234	2227 ^a
111	Metil sandarakopimarar	Ester	0.05	2246	2252 ^a
112	Neoabietal	Aldehid	0.06	2285	2288 ^a
113	Totarol	Diterpenoid	0.19	2294	2299 ^a
114	Ferruginol	Diterpenoid	1.85	2342	2336 ^a

%M: Numune içerisindeki % oranı

*RI: Alıkonma indeksi (C₆-C₃₂) karbon sayılı hidrokarbonlar standart olarak alındı,

**LRI: Literatür alıkonma indeksi

GC-MS şartları: Apolar HP-5 kolon, 30. m/0.32 mm/0.25 μ m, He, 3. K/min; Tstart: 60. °C; Tend: 230. °C

MS: NIST ve Willey kütüphaneleri

a: NIST'den b: Adams 2007'den

JeD: *Juniperus excelsa* dal

Tablo 5'de görüldüğü gibi *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) ağacının dallarından elde edilen bileşikler sırasıyla; (1), Heptan (2), Siklohegzil metan (3), Hegzanal (4), Trisiklen (5), α -Thujen (6), α -Pinen (7), α -Fensen (8), Kamfen (9), Verbenen (10), Sabinen (11), β -Mirsen (12), α -Fellandren (13), 3-Karen (14), α -Terpinen (15), o-Simen (16), Limonen (17), Ökalyptol (18), β -cis-Osimen (19), γ -Terpinen (20), Sabinen hidrat (21), Terpinolen (22), Linalool (23), Nonanal (24), *p*-1,3,8-Mentatrien (25), Fençol (26), α -Kampolenal (27), 1-Terpinenol (28), L-Pinokarveol (29), *trans*-Verbenol (30), Kamfor (31), α -Fellandren-8-ol (32), Pinokamfon (33), Pinokarvon (34), Borneol (35), Isokamfopinon (36), Terpinen-4-ol (37), *p*-Simen-8-ol (38), α -Terpineol (39), Mirtenol (40), Homomirtenol (41), Levoverbenon (42), *trans*-Karveol (43), Hegzil isovalerat (44), *p*-Simen-2-ol metil eter

(45), Piperiton (46), Mirtanol (47), L-bornil asetat (48), 2,4-Dekadienal, (E,E)- (49), 4-Asetilanol (50), δ -Elemen (51), α -Kubeben (52), Ylangen (53), α -Kopaen (54), α -Funebren (55), 2-epi- α -Funebren (56), β -Elemen (57), α -Sedren (58), β -Sedren (59), Karyofilen (60), Eliksen (61), Aromandendren (62), *cis*- β -Farnesen (63), α -Elemen (64), Akoradien (65), γ -Muurolen (66), Germakren D (67), β -Selinen (68), β -Kadinen (69), α -Selinen (70), α -Muurolen (71), δ -Kadinen (72), Germakren B (73), γ -Bisabolen (74), Kubenen (75), γ -Selinen (76), Selina-3,7(11)-dien (77), Elemol (78), Salvial-4(14)-en-1-on (79), Karyofilen oksit (80), Globulol (81), Epiglobulol (82), Sedrol (83), Isoaromadendren epoksit (84), Spatulanol (85), γ -Ödesmol (86), τ -Muurolol (87), β -Ödesmol (88), β -Selinenol (89), Karyofilenol-II (90), Sedren-13-ol, 8- (91), 14-Hidroksi- α -humulen (92), Juniper kamfor (93), 6-Isopropenil-4,8a-dimetil-1,2,3,5,6,7,8,8a-oktahidronaftalen-2-ol (94), β -Santalol (95), Seskikamaenol (1,10-seko-1-hidroksikalamenen-10-on) (96), Lanseol, *cis* (97), Isovalensenol (98), 5,9,13-Pentadekatrien-2-on, 6,10,14-trimetil-, (E,E)- (99), Isofilokladen (100), Sandarakopimaradien (101), Manoil oksit (102), Epimanoil oksit (103), Kauren (104), Kaur-16-en (105), Dehidroabietan (106), Geranik asit, 2-Feniletıl ester (107), 1-Adamantan karboksilik asit, 3-metilfenil ester (108), Dodesil benzoat (109), *p*-Metoksibenzoik asit, 2-isopropoksifenil ester (110), Podokarp-7-en-3-on, 13 β -metil-13-vinil- (111), Metil sandarakopimarar (112), Neoabietal (113), Tatarol (114), Ferruginol' dur.

Tablo 6. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) ağacının kozalağından elde edilen uçucu yağın GC/MS ve GC/FID analiz sonuçları

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeK %M	RI*	LRI**/MS
1	Heptan	Hidrokarbon	0.02	706	700 ^b
2	Siklohegzil metan	Hidrokarbon	0.03	725	725 ^a
3	Hegzanal	Aldehid	0.01	802	802 ^a
4	Trisiklen	Monoterpen	0.20	928	928 ^a
5	α -Pinen	Monoterpen	85.78	951	951 ^a
6	Kamfen	Monoterpen	0.37	959	959 ^a
7	Verbenen	Monoterpen	0.01	962	962 ^a
8	Sabinen	Monoterpen	0.27	978	978 ^a
9	β -Pinen	Monoterpen	0.87	982	982 ^a
10	β -Mirsen	Monoterpen	2.11	997	997 ^a
11	α -Fellandren	Monoterpen	0.02	1007	1007 ^a
12	3-Karen	Monoterpen	0.01	1013	1013 ^a
13	α -Terpinen	Monoterpen	0.05	1019	1019 ^a
14	o-Simen	Monoterpen	0.06	1027	1027 ^a
15	Limonen	Monoterpen	0.79	1032	1032 ^a

Tablo 6. (Devamı)

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeK %M	RI*	LRI**/ MS
16	Ökaliptol	Monoterpenoid	0.01	1034	1034 ^a
17	α -Osimen	Monoterpen	0.01	1039	1043 ^a
18	Benzenasetaldehid	Aldehid	0.01	1045	1045 ^a
19	β -Osimen	Monoterpen	0.01	1049	1048 ^a
20	γ -Terpinen	Monoterpen	0.48	1061	1061 ^a
21	Sabinen hidrat	Monoterpenoid	0.06	1069	1069 ^a
22	Terpinolen	Monoterpen	0.84	1091	1091 ^a
23	<i>trans</i> -Sabinen hidrat	Monoterpenoid	0.05	1100	1100 ^a
24	<i>p</i> -Menta-1,3,8-trien	Monoterpen	0.01	1103	1105 ^a
25	Umbellulol	Monoterpenoid	0.01	1109	1107 ^a
26	<i>p</i> -Menta-1,5,8-trien	Monoterpen	0.01	1113	1113 ^a
27	Fençol	Alkol	0.01	1115	1115 ^a
28	1-Terpinenol	Monoterpenoid	0.01	1123	1127 ^a
29	2,3,3-Trimetil-3-siklopenten asetaldehid	Aldehid	0.02	1128	1117 ^a
30	L-Pinokarveol	Monoterpenoid	0.05	1141	1141 ^a
31	<i>trans</i> -Verbenol	Monoterpenoid	0.02	1144	1144 ^a
32	Kamfor	Monoterpenoid	0.16	1147	1147 ^a
33	Ekso-metilkamfenilol	Monoterpenoid	0.01	1151	1151 ^a
34	Isoborneol	Monoterpenoid	0.01	1159	1159 ^a
35	<i>trans</i> -3-Pinanon	Monoterpen	0.01	1163	1163 ^a
36	Pinokarvon	Monoterpenoid	0.01	1165	1164 ^a
37	Borneol	Monoterpenoid	0.12	1169	1169 ^a
38	<i>trans</i> -Galbanolen	Hidrokarbon	0.01	1175	1177 ^a
39	Terpinen-4-ol	Monoterpenoid	0.08	1180	1180 ^a
40	<i>p</i> -Simen-8-ol	Monoterpenoid	0.01	1187	1187 ^a
41	α -Terpineol	Monoterpenoid	0.05	1193	1193 ^a
42	2-Pinen-10-ol	Monoterpenoid	0.03	1199	1199 ^a
43	Homomirtenol	Monoterpenoid	0.01	1205	1212 ^a
44	Levoverbenon	Monoterpenoid	0.02	1212	1204 ^a
45	Karveol	Monoterpenoid	0.02	1221	1222 ^a
46	<i>p</i> -Simen-2-ol metil eter	Eter	0.01	1246	1246 ^a
47	Piperiton	Monoterpenoid	0.01	1257	1257 ^a
48	Mirtanol	Monoterpenoid	0.01	1263	1257 ^a
49	<i>trans</i> -Bornil asetat	Ester	0.29	1289	1285 ^a
50	delta-Element	Seskiterpen	0.12	1341	1341 ^a
51	<i>trans</i> - α -Bergamoten	Seskiterpen	0.01	1393	1401 ^a
52	β -Element	Seskiterpen	0.12	1396	1396 ^a
53	α -Sedren	Seskiterpen	0.02	1408	1408 ^a
54	(+)- β -Funebren	Seskiterpen	0.28	1419	1415 ^a
55	Karyofilen	Seskiterpen	0.32	1426	1426 ^a
56	Eliksen	Seskiterpen	0.31	1439	1445 ^a
57	Akoradien	Seskiterpen	0.02	1472	1474 ^a
58	α -Amorfen	Seskiterpen	0.01	1477	1475 ^a
59	γ -Muurolen	Seskiterpen	0.02	1481	1481 ^a
60	Aromadendren	Seskiterpen	0.01	1482	1484 ^a
61	Germakren D	Seskiterpen	0.31	1488	1488 ^a

Tablo 6. (Devamı)

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeK %M	RI*	LRI**/ MS
62	α -Selinen	Seskiterpen	0.03	1493	1493 ^a
63	Valenken	Seskiterpen	0.01	1496	1496 ^a
64	α -Zingiberen	Seskiterpen	0.01	1498	1498 ^a
65	α -Farnesen	Seskiterpen	0.05	1501	1501 ^a
66	α -Muurolen	Seskiterpen	0.01	1506	1506 ^a
67	β -Himaçalen	Seskiterpen	0.01	1506	1506 ^a
68	β -Bisabolen	Seskiterpen	0.27	1512	1512 ^a
69	γ -Kadinen	Seskiterpen	0.18	1519	1519 ^a
70	δ -Kadinen	Seskiterpen	0.09	1529	1529 ^a
71	Germakren B	Seskiterpen	0.48	1532	1535 ^a
72	γ -Bisabolen	Seskiterpen	0.06	1537	1537 ^a
73	Kubenen	Seskiterpen	0.01	1544	1542 ^a
74	Selina-3,7(11)-dien	Seskiterpen	0.01	1549	1550 ^a
75	Elemol	Seskiterpenoid	0.19	1557	1557 ^a
76	Spatulenol	Seskiterpenoid	0.14	1584	1584 ^a
77	Karyofilen oksit	Seskiterpenoid	0.03	1592	1592 ^a
78	Humulen epoksit	Seskiterpenoid	0.16	1600	1600 ^a
79	Sedrol	Seskiterpenoid	2.62	1617	1618 ^a
80	Kryofilla-4(12),8(13)-dien-5 α -ol	Seskiterpenoid	0.02	1629	1629 ^a
81	γ -Ödesmol	Seskiterpenoid	0.01	1643	1642 ^a
82	τ -Muurolol	Seskiterpenoid	0.02	1650	1650 ^a
83	β -Ödesmol	Seskiterpenoid	0.03	1659	1659 ^a
84	β -Selinenol	Seskiterpenoid	0.05	1662	1662 ^a
85	Karyofilenol-II	Seskiterpenoid	0.01	1674	1674 ^a
86	Sedren-13-ol, 8-	Seskiterpenoid	0.01	1689	1689 ^a
87	14-Hidroksi- α -humulen	Seskiterpenoid	0.15	1701	1702 ^a
88	6-Isopropenil-4,8a-dimetil- 1,2,3,5,6,7,8,8a- oktahidronaftalen-2-ol	Seskiterpenoid	0.01	1725	1714 ^a
89	Lanseol, <i>cis</i>	Seskiterpenoid	0.01	1775	1781 ^a
90	5,9,13-Pentadekatrien-2-one, 6,10,14-trimetil-, (E,E)	Seskiterpenoid	0.01	1940	1933 ^a
91	Sandarakopimaradien	Diterpen	0.01	1975	1975 ^a
92	Manoil oksit	Diterpenoid	0.02	2003	2003 ^a
93	Kauren	Diterpen	0.04	2023	2023 ^a
94	Kaur-16-en	Diterpen	0.07	2032	2032 ^a
95	Abietatrien	Diterpen	0.01	2067	2068 ^a
96	Geranik asit, 2-Feniletil ester	Ester	0.39	2096	2080 ^a
97	1-Adamantankarboksilik asit, 3- metilfenil ester	Ester	0.02	2148	2134 ^a
98	Dodesil benzoat	Ester	0.04	2162	2163 ^a
99	<i>p</i> -Metoksibenzoik asit, 2- isopropoksifenil ester	Ester	0.02	2199	2200 ^a
100	Totarol	Diterpenoid	0.04	2319	2319 ^a
101	Ferrujinol	Diterpenoid	0.01	2336	2336 ^a
102	Abietinol	Diterpenoid	0.01	2408	2391 ^a

%M: Numune içerisindeki % oranı

*RI: Alıkonma indeksi (C₆-C₃₂) karbon sayılı hidrokarbonlar standart olarak alındı,

**LRI: Literatür alıkonma indeksi

GC-MS şartları: Apolar HP-5 kolon, 30. m/0.32 mm/0.25 µm, He, 3. K/min; Tstart: 60. °C; Tend: 230. °C

MS: NIST ve Willey kütüphaneleri

a: NIST'den b: Adams 2007'den

JeK: *Juniperus excelsa* kozalak

Tablo 6'da görüldüğü gibi *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) ağacının kozalaklarından elde edilen bileşikler sırasıyla; (1), Heptan (2), Siklohegzil metan (3), Hegzanal (4), Trisiklen (5), α -pinen (6), Kamfen (7), Verbenen (8), Sabinen (9), β -Pinen (10), β -Mirsen (11), α -Fellandren (12), 3-Karen (13), α -Terpinen (14), o-simen (15), Limonen (16), Ökalyptol (17), α -Osimen (18), Benzenasetaldehid (19), β -Osimen (20), γ -Terpinen (21), Sabinen hidrat (22), Terpinolen (23), *trans*-Sabinen hidrat (24), *p*-Menta-1,3,8-trien (25), Umbellulol (26), *p*-Menta-1,5,8-trien (27), Fençol (28), 1-Terpinenol (29), 2,3,3-Trimetil-3-siklopenten asetaldehid (30), L-Pinokarveol (31), *trans*-Verbenol (32), Kamfor (33), Ekso-metilkamfenilol (34), Isoborneol (35), *trans*-3-Pinanon (36), Pinokarvon (37), Borneol (38), *trans*-Galbanolen (39), Terpinen-4-ol (40), *p*-Simen-8-ol (41), α -Terpineol (42), 2-Pinen-10-ol (43), Homomirtenol (44), Levoverbenon (45), Karveol (46), *p*-Simen-2-ol metil eter (47), Piperiton (48), Mirtanol (49), *trans*-Bornil asetat (50), delta-Elemen (51), *trans*- α -Bergamoten (52), β -Elemen (53), α -Sedren (54), (+)- β -Funebren (55), Karyofilen (56), Eliksen (57), Akoradien (58), α -Amorfen (59), γ -Muurolen (60), Aromadendren (61), Germakren D (62), α -Selinolen (63), Valenken (64), α -Zingiberen (65), α -Farnesen (66), α -Muurole (67), β -Himaçalen (68), β -Bisabolen (69), γ -Kadinen (70), δ -Kadinen (71), Germakren B (72), γ -Bisabolen (73), Kubenen (74), Selina-3,7(11)-dien (75), Elemol (76), Spatulanol (77), Karyofilen oksit (78), Humulen epoksit (79), Sedrol (80), Kryofilla-4(12),8(13)-dien-5 α -ol (81), γ -Ödesmol (82), τ -Muurolol (83), β -Ödesmol (84), β -Selinolen (85), Karyofilenol-II (86), Sedren-13-ol, 8- (87), 14-Hidroksi- α -humulen (88), 6-Isopropenil-4,8a-dimetil-1,2,3,5,6,7,8,8a-oktahidronaftalen-2-ol (89), Lanseol, *cis* (90), 5,9,13-Pentadekatrien-2-one, 6,10,14-trimetil-, (E,E)- (91), Sandarakopimaradien (92), Manoil oksit (93), Kauren (94), Kaur-16-en (95), Abietatrien (96), Geranik asit, 2-Feniletil ester (97), 1-Adamantankarboksilik asit, 3-metilfenil ester (98), Dodesil benzoat (99), *p*-Metoksibenzoik asit, 2-isopropoksifenil ester (100), Totarol (101), Ferrujinol (102), Abietinol'dur.

Tablo 7. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) ağacının yaprağından elde edilen uçucu yağın GC/MS ve GC/FID analiz sonuçları

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeY %M	RI*	LRI**/ MS
1	1-Penten-3-ol	Alkol	0.01	694	689 ^a
2	Heptan	Hidrokarbon	0.02	706	700 ^b
3	Furan, α -etil-	Diğer	0.01	708	705 ^a
4	Siklohegzil metan	Hidrokarbon	0.02	725	725 ^a
5	Toluen	Hidrokarbon	0.01	767	767 ^a
6	Hegzanal	Aldehid	0.03	802	802 ^a
7	Metil hegzil eter	Eter	0.05	825	832 ^a
8	1,5-Heptadien, 2,6-dimetil-	Hidrokarbon	0.01	834	829 ^a
9	2-Hegzenal	Aldehid	0.09	851	850 ^a
10	(Z)-3-Hegzen-1-ol,	Alkol	0.01	855	855 ^a
11	2-Hegzenol	Alkol	0.01	866	865 ^a
12	Isohegzil alkol	Alkol	0.01	868	866 ^a
13	Isopropil 3-metilbutanoat	Ester	0.01	896	900 ^a
14	2-Bornen	Monoterpen	0.01	906	908 ^a
15	Trisiklen	Monoterpen	0.18	929	929 ^a
16	α -Pinen	Monoterpen	67.52	954	954 ^a
17	Kamfen	Monoterpen	0.44	958	958 ^a
18	Verbenen	Monoterpen	0.03	961	961 ^a
19	1,3,5-Sikloheptatrien, 3,7,7-trimetil-	Monoterpen	0.01	974	973 ^a
20	Sabinen	Monoterpen	0.04	977	977 ^a
21	β -Pinen	Monoterpen	0.77	982	982 ^a
22	β -Mirsen	Monoterpen	1.65	997	997 ^a
23	α -Fellandren	Monoterpen	0.02	1007	1007 ^a
24	3-Karen	Monoterpen	0.76	1014	1014 ^a
25	α -Terpinen	Monoterpen	0.04	1019	1019 ^a
26	o-Simen	Monoterpen	0.12	1027	1027 ^a
27	Limonen	Monoterpen	1.49	1033	1033 ^a
28	<i>trans</i> - β -Osimen	Monoterpen	0.03	1039	1039 ^a
29	Butirik asit, isopentil ester	Ester	0.03	1047	1054 ^a
30	β - <i>cis</i> -Osimen	Monoterpen	0.01	1050	1051 ^a
31	γ -Terpinen	Monoterpen	0.44	1061	1061 ^a
32	Sabinen hidrat	Monoterpenoid	0.01	1069	1069 ^a
33	1-Oktanol	Alkol	0.01	1072	1072 ^a
34	Linalool oksit	Monoterpenoid	0.01	1074	1074 ^a
35	<i>cis</i> -Verbenol	Monoterpenoid	0.01	1085	1095 ^a
36	Terpinolen	Monoterpen	0.72	1091	1091 ^a
37	Linalool	Monoterpenoid	0.16	1102	1102 ^a
38	Solusterol	Ester	0.07	1106	1106 ^a
39	Umbellulol	Monoterpenoid	0.01	1109	1107 ^a
40	Fençol	Alkol	0.02	1116	1115 ^a
41	3-Metil-3-butenil isovalerat	Ester	0.03	1118	1118 ^a
42	1-Terpinenol	Monoterpenoid	0.01	1124	1127 ^a
43	2,3,3-Trimetil-3-siklopenten asetaldehid	Aldehid	0.05	1128	1117 ^a
44	<i>trans</i> -Pinokarveol	Monoterpenoid	0.04	1141	1141 ^a

Tablo 7. (Devamı)

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeY %M	RI*	RI**/ MS
45	<i>trans</i> -Verbenol	Monoterpenoid	0.03	1144	1144 ^a
46	(-)-Kamfor	Monoterpenoid	0.27	1147	1145 ^a
47	δ -Siklogeraniolen	Hidrokarbon	0.01	1150	1182 ^a
48	Ekzo-metilkamfenilol	Monoterpenoid	0.03	1151	1151 ^a
49	<i>cis</i> -p-Ment-2,8-dien-1-ol	Monoterpenoid	0.03	1160	1149 ^a
50	D-Pinokamfon	Monoterpenoid	0.02	1163	1176 ^a
51	Pinokarvon	Monoterpenoid	0.02	1165	1165 ^a
52	Borneol	Monoterpenoid	0.09	1169	1172 ^a
53	1,3,5-Undekatrien, (Z,E)-	Hidrokarbon	0.01	1175	1182 ^a
54	(E)-Pinokamfon	Monoterpenoid	0.03	1177	1177 ^a
55	Terpinen-4-ol	Monoterpenoid	0.02	1180	1179 ^a
56	<i>p</i> -Simen-8-ol	Monoterpenoid	0.02	1188	1188 ^a
57	α -Terpineol	Monoterpenoid	0.05	1193	1193 ^a
58	<i>trans</i> -Undek-4-enal	Aldehid	0.05	1195	1191 ^a
59	Mirtenol	Monoterpenoid	0.03	1199	1199 ^a
60	Homomirtenol	Monoterpenoid	0.02	1205	1212 ^a
61	Levoverbenon	Monoterpenoid	0.04	1212	1204 ^a
62	<i>trans</i> -Karveol	Monoterpenoid	0.03	1222	1222 ^a
63	(R)-Sitronellol	Monoterpenoid	0.01	1230	1220 ^a
64	Hegzil 3-metillbutanoat	Ester	0.07	1243	1243 ^a
65	D-Karvone	Monoterpenoid	0.01	1246	1246 ^a
66	Isopentil hegzanoat	Ester	0.01	1251	1251 ^a
67	Piperiton	Monoterpenoid	0.05	1259	1259 ^a
68	Perilla alkol	Alkol	0.01	1262	1267 ^a
69	Karvon	Monoterpenoid	0.01	1275	1271 ^a
70	(-)-Bornil asetat	Ester	0.16	1289	1285 ^a
71	2,4-Dekadienal, (E,E)-	Aldehid	0.03	1295	1295 ^a
72	2,4-Dimetilpirrol-3-ilmetil keton	Keton	0.01	1300	1298 ^a
73	2-Metoksi-4-etilfenol	Diğer	0.01	1302	1299 ^a
74	<i>p</i> -Öjanol	Terpen benzeri	0.01	1328	1330 ^a
75	δ -Elemen	Seskiterpen	0.42	1342	1342 ^a
76	α -Kubeben	Seskiterpen	0.01	1353	1353 ^a
77	Ylangen	Seskiterpen	0.01	1376	1376 ^a
78	α -Kopaen	Seskiterpen	0.08	1380	1380 ^a
79	α -Funebren	Seskiterpen	0.01	1386	1385 ^a
80	Hegzanoik asit, hegzil ester	Ester	0.06	1388	1387 ^a
81	β -Elemen	Seskiterpen	0.34	1397	1397 ^a
82	α -Sedren	Seskiterpen	1.13	1410	1410 ^a
83	β -Sedren	Seskiterpen	0.84	1421	1421 ^a
84	Karyofilen	Seskiterpen	0.76	1428	1428 ^a
85	γ -Elemen	Seskiterpen	0.01	1447	1445 ^a
86	Alloaromadendren	Seskiterpen	0.02	1453	1453 ^a
87	Humulen	Seskiterpen	0.35	1461	1461 ^a
88	Germakren D	Seskiterpen	0.99	1470	1470 ^a
89	Akoradien	Seskiterpen	0.06	1473	1474 ^a
90	γ -Kadinen	Seskiterpen	0.03	1478	1483 ^a
91	α -Amorfen	Seskiterpen	0.27	1484	1484 ^a

Tablo 7. (Devamı)

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeY %M	RI*	LRI**/ MS
92	β -Selinen	Seskiterpen	0.14	1494	1494 ^a
93	δ -Selinen	Seskiterpen	0.12	1498	1497 ^a
94	α -Selinen	Seskiterpen	0.31	1503	1503 ^a
95	α -Muurolen	Seskiterpen	0.22	1507	1507 ^a
96	β -Bisabolen	Seskiterpen	0.13	1514	1514 ^a
97	γ -Kadinen	Seskiterpen	0.83	1523	1523 ^a
98	δ -Kadinen	Seskiterpen	1.24	1533	1533 ^a
99	Germakren B	Seskiterpen	1.50	1535	1535 ^a
100	γ -Bisabolen	Seskiterpen	0.10	1538	1538 ^a
101	Kadin-1,4-dien	Seskiterpen	0.08	1541	1539 ^a
102	γ -Selinen	Seskiterpen	0.29	1545	1532 ^a
103	Selina-3,7(11)-dien	Seskiterpen	0.11	1551	1551 ^a
104	Kubenen	Seskiterpen	0.05	1556	1552 ^a
105	Elemol	Seskiterpenoid	0.50	1561	1560 ^a
106	Selin-4,7(11)-dien	Seskiterpen	0.07	1572	1576 ^a
107	Spatulenol	Seskiterpenoid	0.91	1586	1586 ^a
108	Karyofilen oksit	Seskiterpenoid	0.05	1593	1593 ^a
109	Globulol	Seskiterpenoid	0.01	1596	1596 ^a
110	Viridiflorol	Seskiterpenoid	0.51	1602	1601 ^a
111	Sedrol	Seskiterpenoid	7.98	1625	1625 ^a
112	Karyofilla-4(12),8(13)-dien-5 α -ol	Seskiterpenoid	0.23	1631	1629 ^a
113	γ -Ödesmol	Seskiterpenoid	0.17	1642	1642 ^a
114	τ -Muurolol	Seskiterpenoid	1.17	1653	1653 ^a
115	β -Ödesmol	Seskiterpenoid	0.10	1656	1659 ^a
116	β -Selinenol	Seskiterpenoid	0.22	1663	1662 ^a
117	Karyofilenol-II	Seskiterpenoid	0.08	1670	1674 ^a
118	Ödesma-4(15),7-dien-1-b-ol	Seskiterpenoid	0.03	1679	1674 ^a
119	Sinnamil valerat	Ester	0.04	1689	1688 ^a
120	Sedren-13-ol, 8-	Seskiterpenoid	0.03	1692	1689 ^a
121	14-Hidroksi- α -humulen	Seskiterpenoid	0.50	1697	1702 ^a
122	Juniper kamfor	Seskiterpenoid	0.04	1707	1709 ^a
123	6-Isopropenil-4,8a-dimetil-1,2,3,5,6,7,8,8a-oktahidronaftalen-2-ol	Seskiterpenoid	0.03	1713	1714 ^a
124	epi- α -Bisabol-1-on	Seskiterpenoid	0.02	1719	1720 ^a
125	α -Muurolen-14-ol	Seskiterpenoid	0.02	1776	1776 ^a
126	Lanseol, <i>cis</i>	Seskiterpenoid	0.01	1785	1781 ^a
127	β -Bisabolenol	Seskiterpenoid	0.01	1793	1794 ^a
128	Sandarakopimaradien	Diterpen	0.01	1975	1975 ^a
129	Manoil oksit	Diterpenoid	0.20	2005	2003 ^a
130	Kauren	Diterpen	0.01	2023	2023 ^a
131	Kaur-16-en	Diterpen	0.01	2031	2032 ^a
132	Dehidroabietan	Diterpen	0.01	2067	2069 ^a
133	Geranik asit, 2-Feniletil ester	Ester	0.05	2094	2080 ^a
134	Dodesil benzoat	Ester	0.01	2161	2163 ^a
135	<i>p</i> -tolulik asit, undesil ester	Ester	0.01	2188	2190 ^a

Tablo 7. (Devamı)

No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	JeY %M	RI*	LRI**/ MS
136	<i>p</i> -Methoksibenzoik asit, 2-isopropoksifenil ester	Ester	0.03	2199	2199 ^a
137	Podokarp-7-en-3-one, 13β-metil-13-vinil-	Diterpenoid	0.07	2235	2227 ^a
138	Metil sandarakopimarar	Ester	0.01	2244	2252 ^a
139	Metil (4β)-kaur-16-en-18-oat	Ester	0.01	2266	2269 ^a
140	Totarol	Diterpenoid	0.10	2307	2314 ^a
141	Abietinol	Diterpenoid	0.01	2403	2391 ^a

%M: Numune içerisindeki % oranı

*RI: Alıkonma indeksi (C₆-C₃₂) karbon sayılı hidrokarbonlar standart olarak alındı,

**LRI: Literatür alıkonma indeksi

GC-MS şartları: Apolar HP-5 kolon, 30. m/0.32 mm/0.25 µm, He, 3. K/min; Tstart: 60. °C; Tend: 230. °C

MS: NIST ve Willey kütüphaneleri

a: NIST'den b: Adams 2007'den

JeY: *Juniperus excelsa* yaprak

Tablo 7'de görüldüğü gibi *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) ağacının yapraklarından elde edilen bileşikler sırasıyla; (1), 1-Penten-3-ol (2), Heptan (3), Furan, α-etil- (4), Siklohegzil metan (5), Toluen (6), Hegzanal (7), Metil hegzil eter (8), 1,5-Heptadien, 2,6-dimetil- (9), 2-Hegzenal (10), 3-Hegzen-1-ol, (Z)- (11), 2-Hegzenol (12) Isohegzil alkol (13), Isopropil 3-metilbutanoat (14), 2-Bornen (15), Trisiklen (16), α-Pinen (17), Kamfen (18), Verbenen (19), 1,3,5-Sikloheptatrien, 3,7,7-trimetil- (20), Sabinen (21), β-Pinen (22), β-Mirsen (23), α-Fellandren (24), 3-Karen (25), α-Terpinen (26), o-Simen (27), Limonen (28), *trans*-β-Osimen (29), Butirik asit, isopentil ester (30), β-cis-Osimen (31), γ-Terpinen (32), Sabinen hidrat (33), 1-Oktan (34), Linalool oksit (35), *cis*-Verbenol (36), Terpinolen (37), Linalool (38), Solusterol (39), Umbellulol (40), Fençol (41), 3-Metil-3-butenil isovalerat (42), 1-Terpinenol (43), 2,3,3-Trimetil-3-siklopenten asetaldehid (44), *trans*-Pinokarveol (45), *trans*-Verbenol (46), (-)-Kamfor (47), δ-Siklogeraniolen (48), Ekzo-metilkamfenilol (49), *cis*-p-Ment-2,8-dien-1-ol (50), D-Pinokamfon (51), Pinokarvon (52), Borneol (53), 1,3,5-Undekatrien, (Z,E)- (54), (E)-Pinokamfon (55), Terpinen-4-ol (56), p-Simen-8-ol (57), α-Terpeneol (58), *trans*-Undek-4-enal (59), Mirtenol (60), Homomirtenol (61), Levoverbenon (62), *trans*-Karveol (63), (R)-Sitronellol (64), Hegzil 3-metillbutanoat (65), D-Karvone (66), Isopentil hegzanoat (67), Piperiton (68), Perilla alkol (69), Karvon (70), (-)-Bornil asetat (71), 2,4-Dekadienal, (E,E)- (72), 2,4-Dimetilpirrol-3-il

metil keton (73), 2-Metoksi-4-etilfenol (74), p-Öjanol (75), δ -Elemen (76), α -Kubeben (77), Ylangen (78), α -Kopaen (79), α -Funebren (80), Hegzanoik asit, hegzil ester (81), β -Elemen (82), α -Sedren (83), β -Sedren (84), Karyofilen (85), γ -Elemen (86), Alloaromadendren (87), Humulen (88), Germakren D (89), Akoradien (90), γ -Kadinen (91), α -Amorfen (92), β -Selinen (93), δ -Selinen (94), α -Selinen (95), α -Muurolen (96), β -Bisabolen (97), γ -Kadinen (98), δ -Kadinen (99), Germakren B (100), γ -Bisabolen (101), Kadin-1,4-dien (102), γ -Selinen (103), Selina-3,7(11)-dien (104), Kubenen (105), Elemol (106), Selin-4,7(11)-dien (107), Spatulanol (108), Karyofilen oksit (109), Globulol (110), Viridiflorol (111), Sedrol (112), Karyofilla-4(12),8(13)-dien-5 α -ol (113), γ -Ödesmol (114), τ -Muurolol (115), β -Ödesmol (116), β -Selinenol (117), Karyofilenol-II (118), Ödesma-4(15),7-dien-1-b-ol (119), Sinnamil valerat (120), Sedren-13-ol, 8- (121), 14-Hidroksi- α -humulen (122), Juniper kamfor (123), 6-Isopropenil-4,8a-dimetil-1,2,3,5,6,7,8,8a-oktahidronaftalen-2-ol (124), epi- α -Bisabol-1-on (125), α -Muurolen-14-ol (126), Lanseol, *cis* (127), β -Bisabolenol (128), Sandarakopimaradien (129), Manoil oksit (130), Kauren (131), Kaur-16-en (132), Dehidroabietan (133) Geranik asit, 2-Feniletil ester (134), Dodesil benzoat (135), p-tolulik asit, undesil ester (136), p-Metoksibenzoik asit, 2-isopropoksifenil ester (137), Podokarp-7-en-3-one, 13 β -metil-13-vinil- (138), Metil sandarakopimararat (139), metil (4 β)-kaur-16-en-18-oat (140), Tatarol (141), Abietinol'dur.

Juniperus excelsa M. Bieb. ağacı'nın dal, kozalak ve yapraklarından elde edilen bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması Tablo 8, Tablo 9. ve Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 8. Dallarda bulunan bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması

Bileşik Sınıfı	Bileşik Sayısı	% Oranı	Ana Bileşen
Aldehitler	5	0.26	α -Kampolenal
Alkoller	1	0.01	Fençol
Esterler	7	1.68	<i>p</i> -Metoksibenzoik asit, 2-isopropoksifenil ester
Eterler	1	0.04	<i>p</i> -Simen-2-ol metil eter
Hidrokarbonlar	2	0.12	Heptan
Ketonlar	2	0.04	Seskikamaenol (1,10-seko-1-hidroksikalamenen-10-on)
Monoterpen	18	74.90	α -Pinen
Monoterpenoid	20	1.09	α -Terpineol
Seskiterpen	27	8.94	Germakren B
Seskiterpenoid	21	7.63	Sedrol
Diterpen	7	1.07	Kauren
Diterpenoid	3	4.22	Podokarp-7-en-3-on, 13 β -metil-13-vinil-
Toplam	114	100	

Yukarıdaki tablo incelediğinde dallardan elde edilen uçucu yağ bileşenlerinin miktarlarına bakıldığında en fazla görülen bileşik sınıfı % 74.90 ile monoterpen olup ana bileşenin ise α -pinen olduğu görülmektedir. Diğer en fazla görülen bileşik sınıfları sırasıyla % 8.94 ile seskiterpen olup ana bileşenin germakren B ve % 7.63 ile seskiterpenoid olup ana bileşenin ise sedrol olduğu tespit edilmiştir. Diğer tespit edilen 111 bileşenin toplam oranı % 8.53 ile oldukça düşük olduğundan boylu ardıç dallarından α -pinen, sedrol ve germakren B bileşenlerinin majör uçucu bileşenler olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 5).

Tablo 9. Kozalakta bulunan bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması

Bileşik Sınıfı	Bileşik Sayısı	% Oranı	Ana Bileşen
Aldehitler	3	0.04	2,3,3-Trimetil-3-siklopenten asetaldehid
Alkoller	1	0.01	Fençol
Esterler	5	0.76	Geranik asit, 2-Feniletil ester
Eterler	1	0.01	<i>p</i> -Simen-2-ol metil eter
Hidrokarbonlar	3	0.06	Siklohegzil metan
Monoterpen	18	91.90	α -Pinen
Monoterpenoid	22	0.77	Kamfor
Seskiterpen	25	2.77	Germakren B
Seskiterpenoid	16	3.47	Sedrol
Diterpen	4	0.13	Kaur-16-en
Diterpenoid	4	0.08	Totarol
Toplam	102	100	

Yukarıdaki tablo incelediğinde kozalaklardan elde edilen uçucu yağ bileşenlerinin miktarlarına bakıldığında en fazla görülen bileşik sınıfı % 91.90 ile monoterpen olup ana bileşenin ise α -pinen olduğu görülmektedir. Diğer en fazla görülen bileşik sınıfları sırasıyla % 3.47 ile seskiterpenoid olup ana bileşenin sedrol ve % 2.77 ile seskiterpen olup ana bileşenin ise germakren B olduğu tespit edilmiştir. Diğer tespit edilen 99 bileşenin toplam oranı % 1.86 ile oldukça düşük olduğundan boylu ardıç kozalaklarında α -pinen, sedrol ve β -Mirsen bileşenlerinin majör uçucu bileşenler olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 6). Lesjak vd. (2017) yaptıkları çalışmada *J. excelsa* 'nın yapraklarının ve kozalaklarının biyoaktivitesini ve kimyasal profilini değerlendirmişlerdir. α -pinen (% 77), sedrol (% 8) ve limonen (% 6) kozalaklardan elde edilen uçucu yağlardaki ana bileşenler olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu türün kozalaklarından elde edilen uçucu yağın bileşimi ve antimikrobiyal aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada Ünlü vd. (2008), GC- MS analizi sonucunda uçucu yağın 44 bileşenden oluştuğunu ve α -pinen (% 55.5),

α -sedrol (% 7.7) ve sabinen (% 3.5)'in başlıca bileşenlerin olduğunu belirtmişlerdir. Literatürdeki sonuçların çalışmamızdaki sonuçlar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Ayrıca Weli vd. (2014), Umman yöresinde yetişen *J. excelsa* kozalaklarının uçucu yağının kimyasal özelliklerine baktıkları çalışmada yağın içerisinde % 23.85 oranında α -terpinen, % 23.42 limonen, % 6.57 fensen, % 6.21 kamfen, % 4.17 δ -3-karen, % 2.93 4-terpinol, % 2.21 germakren B, % 1.96 mirsen, % 1.77 α -pinen, % 1.53 β -pinen ve % 1.13 abietatrien kimyasalı bulmuşlardır. Memiş (2011) yaptığı çalışmada bu ağacın kozalağından elde ettiği uçucu yağın bileşenlerinin 5 tanesini belirlemiş ve majör bileşenin sedrol (% 39.26) olduğunu ve diğer bileşenlerin ise pinokarveol (% 10.40), D-verbenon (% 9.65) ve sedranon (% 4.95) olduğunu göstermiş olup elimizdeki sonuçlardan farklı sonuçlar ortaya koymuştur.

Tablo 10. Yaprakta bulunan bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması

Bileşik Sınıfı	Bileşik Sayısı	% Oranı	Ana Bileşen
Aldehitler	5	0.25	2-Hegzenal
Alkoller	7	0.08	Fençol
Esterler	15	0.60	(-)-Bornil asetat
Eterler	1	0.05	Metil hegzil eter
Hidrokarbonlar	6	0.08	Heptan
Ketonlar	1	0.01	2,4-Dimetilpirrol-3-il metil keton
Monoterpen	18	74.28	α -Pinen
Monoterpenoid	26	1.06	(-)-Kamfor
Seskiterpen	30	10.52	Germakren B
Seskiterpenoid	21	12.62	Sedrol
Diterpen	4	0.04	Kauren
Diterpenoid	4	0.38	Manoil oksit
Terpen benzeri	1	0.01	<i>p</i> -Öjanol
Diğer	2	0.02	Furan, α -etil-
Toplam	141	100	

Yukarıdaki tablo incelediğinde yapraklardan elde edilen uçucu yağ bileşenlerinin miktarlarına bakıldığında en fazla görülen bileşik sınıfı % 74.28 ile monoterpen olup ana bileşenin ise α -pinen olduğu görülmektedir. Diğer en fazla görülen bileşik sınıfları sırasıyla % 12.62 ile seskiterpenoid olup ana bileşenin sedrol ve % 10.52 ile seskiterpen olup ana bileşenin ise germakren B olduğu tespit edilmiştir. Diğer tespit edilen 138 bileşenin toplam oranı % 2.58 ile oldukça düşük olduğundan boylu ardıc yapraklarında α -pinen, sedrol ve β -Mirsen bileşenlerinin temel uçucu bileşenler olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 7).

Gülsoy ve Merdin (2017) *J.excelsa*'nın yapraklarındaki uçucu yağ ve özelliklerini belirledikleri çalışmalarında yapraklarda 41 farklı bileşen belirlemişlerdir. Bu bileşenler içerisinde α -pinen (% 81.28) temel bileşen olduğunu ayrıca mirsen (% 5.19) ve limonen (% 4.52) bileşenlerinin ise diğer bileşenlerden daha çok olmasına rağmen, α -pinen'in bu iki bileşenden net bir şekilde az olduğunu tespit etmişlerdir.

Lesjak vd. (2017) yaptıkları çalışmada *J.excelsa*'nın yapraklarının ve kozalaklarının biyoaktivitesini ve kimyasal profilini değerlendirmişlerdir. α -pinen (% 31), cedrol (% 37) ve limonen (% 15) yapraklardan elde edilen uçucu yağlardaki ana bileşenler olduğu sonucuna varmışlardır. Yapılan başka bir araştırmada ise α -pinen (% 36), β -pinen (% 30.2), limonen (% 12.6), β -fellandren (% 3.9) *J.excelsa* türünün yapraklarının ana bileşenleri olarak belirlemiştir (Nadir vd., 2013). Elde ettiğimiz sonuçlar ile literatürler karşılaştırıldığında çalışmamızın diğer çalışmalar ile paralel sonuç gösterdiği görülmektedir.

4.3. Antioksidan Aktivite Tayini Verileri

4.3.1. DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi Bulguları

J. excelsa yaprak, kozalak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından hazırlanan konsantrasyonlarda DPPH çalışması yapılarak sonuçlar Askorbik asit (AA) standartlarına göre mg AA cinsinden/kg ve % inhibisyon olarak verildi. Boylu ardıç örneklerinden DPPH serbest radikal temizleme kapasitesi sonuçları Tablo 11'de verilmiştir. Bu türün örneklerinden DPPH serbest radikal temizleme miktarları yaprak kısmında miktar olarak 19.09 ± 5.61 mg AA/kg, dal kısmında 175.44 ± 12.56 mg AA/kg ve kozalak kısmında 26.18 ± 5.95 mg AA/kg olduğu tespit edildi. DPPH serbest radikal temizleme % inhibisyonları yaprak kısmında 0.32 ± 0.11 , dal kısmında 3.01 ± 0.22 ve kozalak kısmında 0.42 ± 0.11 olduğu belirlendi. DPPH değerlerine bakıldığında yaprak, kozalak ve dal ($p < 0.05$) arasında önemli derecede fark vardır.

Tablo 11. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağ DPPH sonuçları

DPPH	Yaprak		Kozalak		Dal	
	mg AA/kg	% İnhibisyon	mg AA/kg	% İnhibisyon	mg AA/kg	% İnhibisyon
1	13.48	0.21	0.23	0.32	165.38	2.84
2	9.09	0.32	26.18	0.42	171.41	2.94
3	24.70	0.42	32.13	0.53	189.52	3.26
Ortalama	19.09	0.32	26.18	0.42	175.44	3.01
SD	5.61	0.11	5.95	0.11	12.56	0.22

J. excelsa türünün yaprağıyla ile yapılan çalışmada DPPH değeri 16.10 ± 1.01 nL/mL, tohumda ise 20.36 ± 2.62 nL/mL tespit edilmiş olup antioksidan değerinin güçlü aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Lesjak vd., 2017). Öztürk vd. (2011)'de yaptıkları çalışmada boylu ardıçın aseton özütü *J. sabina*'nın metanolünkine yakın olan radikal temizleme aktivitesi özü en yüksek DPPH'yi gösterdiğini belirlemişlerdir. Atas vd. (2012) boylu ardıç tohumlarındaki esansiyel yağlarının antioksidan aktivitesi için bir taramaya tabi tutulmuştur. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) ve β -karoten-linoleik asit deneyleri sonucunda orta derecede antioksidan özelliği gösterdiği sonucuna varmışlardır. Moein vd. (2010) yaptıkları çalışmada bu türün yaprak uçucu yağının radikal süpürücü etkisinin (EC_{50}) $189.30 \mu\text{g/mL}$ ($161\text{--}221.9$) olduğunu ortaya koymuşlardır. Aynı çalışmada standart olarak kullanılan kuersetinin hafif bir antioksidan aktivite gösterdiği ve EC_{50} değerinin 20.42 ($18.54\text{--}22.49$) $\mu\text{g/mL}$ olduğunu belirtmişlerdir.

4.3.2. ABTS●+ Radikal Katyonu Giderme Aktivitesi Bulguları

J. excelsa kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından hazırlanan konsantrasyonlarda ABTS●+ radikal katyonu giderme çalışması yapılarak sonuçlar Askorbik asit (AA) standartlarına göre mg AA cinsinden/kg ve % inhibisyon olarak verildi. Boylu ardıç örneklerinden ABTS●+ radikal katyonu giderme sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

J. excelsa örneklerinden ABTS●+ radikal katyonu giderme miktarları yaprak kısmında miktar olarak 145.21 ± 0.52 mg AA/kg, dal kısmında 156.10 ± 1.22 mg AA/kg ve kozalak kısmında 154.04 ± 1.20 mg AA/kg olduğu tespit edildi. ABTS●+ radikal katyonu giderme % inhibisyonları yaprak kısmında 98.73 ± 0.35 , dal kısmında 98.73 ± 0.77 ve kozalak kısmında 98.83 ± 0.77 olduğu belirlendi. ABTS değerlerine bakıldığında kozalak, yaprak ve dal ($p < 0.05$) arasında önemli derecede fark vardır.

Tablo 12. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağ ABTS sonuçları

ABTS	Yaprak		Kozalak		Dal	
	mg AA/kg	% İnhibisyon	mg AA/kg	% İnhibisyon	mg AA/kg	% İnhibisyon
1	145.51	98.93	152.77	98.01	157.39	99.54
2	145.51	98.93	155.15	99.54	154.97	98.01
3	144.61	98.32	154.19	98.93	155.94	98.63
Ortalama	145.21	98.73	154.04	98.83	156.10	98.73
SD	0.52	0.35	1.20	0.77	1.22	0.77

4.4. Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP) Bulguları

J. excelsa türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından hazırlanan % 0.04'lük Demir iki sülfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) çözeltisinden standartlara göre alınarak, sonuçlar toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi mg FeSO_4 cinsinden /kg olarak Tablo 13'de verilmiştir.

J. excelsa örneklerinden toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi miktarları yaprak kısmında 2875.16 ± 14.88 mg FeSO_4 cin./kg, dal kısmında 3011.62 ± 61.51 mg FeSO_4 cin./kg ve kozalak kısmında 3005.06 ± 46.05 mg FeSO_4 cin./kg olduğu tespit edildi. FRAP değerlerine bakıldığında kozalak, yaprak ve dal ($p < 0.05$) arasında önemli derecede fark vardır. FRAP değerlerine bakıldığında dalların, kozalak ve yaprağa göre daha iyi bir değere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 13. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağ FRAP sonuçları

FRAP	Yaprak mg FeSO_4 cin./kg	Kozalak mg FeSO_4 cin./kg	Dal mg FeSO_4 cin./kg
Çalışılan Konsantrasyon		% 0.04 Uçucu Yağ Ekstraktı	
1	2882.78	2964.01	2974.07
2	2884.69	2996.31	3082.61
3	2858.02	3054.85	2978.17
Ortalama	2875.16	3005.06	3011.62
SD	14.88	46.05	61.51

Bitkilerin birçoğunda fazla miktarda askorbik asit bulunmaktadır. Çiğ olarak tüketilen bu bitkiler çok iyi birer C vitamini kaynağıdır. Askorbik asidin serbest radikal indirgeme özelliğinden dolayı iyi bir antioksidan olarak bilinmektedir (Meos vd., 2017). *J. excelsa* türünün yaprağı ile yapılan çalışmada FRAP değeri (askorbik asit eşdeğeri/g kuru ağırlık) içeriklerinin 132.18 mg FeSO_4 cin./100g kozalak ise $86.73/100$ mg FeSO_4 cinsinden tespit edilmiş olup antioksidan değerinin önemli bulunduğu vurgulanmıştır (Lesjak vd., 2017). Orhan vd. (2011)'de yaptıkları çalışmada beş farklı (*J. communis*, *J. excelsa*, *J. foetidissima*, *J. oxycedrus* ve *J. sabina*) ardıç türü arasında FRAP testinde *J. foetidissima* ve *J. communis* ssp. 1.977 ± 0.005 ve 1.971 ± 0.057 olarak en yüksek absorbansı sergilediğini bildirmişlerdir.

Stankov vd. (2020) yaptıkları çalışmada boylu ardıç kozalaklarının FRAP değerlerini 14.4 ± 2.7 ve 184.9 ± 1.7 FRAP, mM TE/g olarak bildirmişlerdir. Metal indirgeme testleri arasında FRAP yönteminin toplam flavonoid miktarı arasında önemli

bir bağ olduğunu ifade etmişlerdir. Boylu ardıç türlerinin antioksidan özellik gösteren bileşikler bakımından zengin olduğu yapılan çaişmeler ile anlaşılmaktadır.

4.5. Toplam Fenolik Madde Miktarı Bulguları

J. excelsa türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından hazırlanan % 0.20'lik fenolik madde miktarları; gallik asidin (GA) çözeltisi ile standartlara göre alınarak, kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak mg GA cinsinden/kg olduğu tespit edildi. Tablo 14'de verilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada toplam fenolik madde yaprak kısmında 189.61 ± 4.58 mg GA cin./kg, dal kısmında 113.64 ± 5.73 mg GA cin./kg olarak ve kozalak kısmında ise 295.07 ± 9.16 mg GA cin./kg olarak bulunmuştur. Kozalak, yaprak ve dal kısmında toplam fenolik madde bakımından önemli derecede fark ($p < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 14. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağlarının toplam fenolik madde miktarı sonuçları

Toplam Fenolik Madde	Yaprak mg GA cin./kg	Kozalak mg GA cin./kg	Dal mg GA cin./kg
Çalışılan Konsantrasyon	% 0.20 Uçucu Yağ Ekstraktı		
1	184.43	287.02	120.12
2	193.11	305.03	109.24
3	191.30	293.15	111.57
Ortalama	189.61	295.07	113.64
SD	4.58	9.16	5.73

Fenolik ve flavonoidler asitler bitkilerde ikincil metabolitlerdir ve onlardan elde edilen ekstraktlar halk hekimliğinde veya farmasötik ve kozmetikte kullanılır. Literatürler incelendiğinde Leşjak vd. (2017) yaptığı çalışmada yaprakta 187.73 mg tohumda ise 94.71 mg fenolik madde içeriği belirlemişlerdir. Ayrıca yine aynı yazarlara ait çalışmada fenolik birleşiklerin sırasıyla yapraklarda % 41.8'inin ve tohum kozalak ekstresinin % 13.7'sinin bulunduğunu belirtmişlerdir. *J. excelsa*'nın uçucu yağının 44 farklı fenolik bileşen içerdiği, bunlar içerisinde α -pinen (% 55.5), α -sedrol (% 7.7), sabinen (% 3.5) ve verbenon (% 2.4) majör bileşenler olduğu ifade edilmiştir (Ünlü vd., 2008). Stankov vd. (2020) yaptığı çalışmada % 70 ve % 95 etanol çözücü ile boylu ardıçtaki fenollerin toplam içeriğini hesaplamışlardır ve 12.3 ile 0.9 GAE/g dw (kuru ağırlık) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Buradan anlaşılabileceği üzere fenolik içerik bakımından boylu ardıç oldukça zengindir.

4.6. Toplam Antioksidan Madde Miktarı Bulguları

J. excelsa türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağ örneklerinden % 0.20'lik numuneler Askorbik asit (AA) standartlarına göre hazırlanarak, kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam antioksidan madde yaprak, kozalak ve dal kısmına ait sonuçlar Tablo 15'de verilmiştir.

Yapmış olduğumuz çalışmada dal kısmında 2398.53±124.17 mg AA/kg, kozalak kısmında 3072.18±163.93 mg AA/kg ve yaprak kısmında ise 2812.94±17.43 mg AA/kg olduğu tespit edilmiştir. Kozalak, yaprak ve dal kısmında toplam antioksidan madde bakımından önemli derecede fark ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 15. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağlarının toplam antioksidan madde sonuçları

Toplam Antioksidan Madde	Yaprak mg AA/kg	Kozalak mg AA/kg	Dal mg AA/kg
Çalışılan Konsantrasyon	% 0.20 Uçucu Yağ Ekstraktı		
1	2805.55	2993.81	2260.92
2	2832.86	2962.15	2432.48
3	2800.43	3260.59	2502.20
Ortalama	2812.94	3072.18	2398.53
SD	17.43	163.93	124.17

J. excelsa türünün önemli miktarda flavonoid bileşiği ve flavonol yani kateşin, rutin ve quercetin, bakımından zengin bir bitki olduğu bildirilmiştir (Senanayake vd., 2013; Vaquero vd., 2013; Stojković vd., 2013). Bu tür içerdiği flavonoidlerinin antioksidan aktivitesi Butillenmiş hidroksianisol (BHA) Butillenmiş hidroksitoluen (BHT) gibi gıda sentetik antioksidanlar ile karşılaştırıldığından fenolik ve flavonoidlerin içeriğinin yüksek antioksidan kapasitesine sahip bileşenler içermesinden kaynaklı olarak LP'nin inhibe edilmesinde ya da HO• nun nötralizasyonunda önemli ölçüde daha iyi olduğunu ve yaprağının antioksidan etkisinin meyvesine göre daha güçlü olduğunu belirtilmiştir (Lesjak vd., 2017). *J. excelsa*'da belirlenen baskın fenoliklerin büyük biyoaktivite ifade ettikleri, kanser, kalp damar rahatsızlıkları, nörodejeneratif hastalıklar, obezite ve bulaşıcı hastalıklar gibi çeşitli hastalıkları önledikleri ve yemeklerde baharat olarak çok uzun yıllardır kullanıldığı bilinmekte olup işlenmiş gıda ürünlerinde genel sağlığın korunmasında ve geliştirilmesinde güçlü nutrasötikler olarak düşünülebileceği bildirilmiştir (Jang vd., 2011; Johnson vd., 2012; Bahadori vd., 2017). Boylu ardıç'ın meyvelerinden ve yapraklarından elde edilen uçucu yağlar antioksidan, antimikrobiyal ve spazm önleyici etkilerinin olduğu yapılan araştırmalarda ortaya

konduğu ifade edilmiştir (Ataş vd., 2012). Bu türün antioksidan kapasite bakımından zengin olduğu yapılan literatür araştırmaları ile anlaşılmaktadır.

4.7. Toplam Flavonoid Madde Miktarı Bulguları

J. excelsa türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından hazırlanan % 0.20'lik numuneler kateşin standartlarına göre hazırlanarak, flavonoid madde kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak kateşin cinsinden mg/kg olduğu tespit edildi. Tablo 16'da verilmiştir.

Yapmış olduğumuz çalışmada kozalakta 9249.13 ± 367.84 mg kateşin cin./kg, dal kısmında 3653.92 ± 142.28 mg kateşin cin./kg ve yaprakta ise 8403.39 ± 61.59 mg kateşin cin./kg olarak belirlenmiştir. Kozalak, yaprak ve dal kısmında toplam flavonoid madde bakımından önemli derecede fark ($p < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 16. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak, kozalak ve dal uçucu yağlarının toplam flavonoid madde sonuçları

Toplam Flavonoid Madde	Yaprak mg kateşin cin./kg	Kozalak mg kateşin cin./kg	Dal mg kateşin cin./kg
Çalışılan Konsantrasyon		% 0.20 Uçucu Yağ Ekstraktı	
1	8438.94	9673.68	3636.09
2	8438.94	9048.16	3804.28
3	8332.27	9025.55	3521.41
Ortalama	8403.39	9249.13	3653.92
SD	61.59	367.84	142.28

Lesjak vd. (2017)  alışmalarında boylu ardıç tohum ve yapraklarında sırasıyla yaprakların % 41.8'inin ve tohum kozalak ekstresinin % 13.7 olarak flavonoid bulunduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada flavonoidlerin en bol olduğu bölgenin yapraklar olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışma ile altı flavonoidin; kateşin, kersitrin, epikateşin, rutin, apigenin ve amentoflavonun hem yaprakta hem de tohum ekstraktında önemli miktarlarda mevcut olduğunu bildirmiştir (Lesjak vd., 2017).

J. excelsa'dan elde edilen uçucu yağın kimyasal profili, fenolik asitler ve flavanoidler özellikle geleneksel tıpta olası bir terapötik ajan kaynağı olarak kullanımına yardımcı olabileceği, α -pinen ve sedrolce zengin yağ, yerel bir antiseptik olarak etkili bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir (Jeong vd., 2014). Öztürk vd. (2011)'de yaptıkları çalışmada yüksek antioksidan aktivitelerinden dolayı *J. excelsa*, *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *J. sabina* ve *J. phenicia* gıda endüstrisinde koruyucu madde olarak veya çiğ ve işlenmiş gıdaların raf ömrünün uzatılması olarak kullanılabileceğini değerlendirmişlerdir.

4.8. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Kozalak, Dal ve Yapraklarından Elde Edilen Uçucu Yağların Antimikrobiyal Test Sonuçları

J. excelsa ağacının toplanan kısımlarından ekstrakte edilen uçucu yağlarının farklı konstrasyonlarda; kozalak (100 ppm, 50 ppm, 25 ppm), yaprak (100 ppm, 50 ppm, 25 ppm) ve dal (6240 ppm, 1000 ppm, 500 ppm) kullanılarak, antimikrobiyal aktivite tayini disk difüzyon yöntemi ile aktifleşen 23 farklı mikroorganizmaya karşı belirlendi (Matuschek vd., 2014).

Antimikrobiyal aktivite tayini için *Aeromonas hydrophila* ATCC 35654, *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* O157:H7 35150, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Micrococcus luteus* KCTC 10240, *Proteus vulgaris* FMC 1, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Salmonella typhimurium* ATCC 23566, *Shigella flexneri* ATCC 12022, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501, olmak üzere 17 bakteri ile *Aspergillus flavus* ATCC 46283, *Candida albicans* ATCC 10231, *Fusarium oxysporum* ATCC 44187, *Penicillium expansum* ATCC 7861, *Saccharomyces cerevisiae* S288C, *Zygosaccharomyces bailii* ATCC 66825 olmak üzere 6 maya-küf suşu kullanıldı.

Kozalak, dal ve yaprak uçucu yağ örneklerinin antimikrobiyal aktivite testlerine ait sonuçlar Tablo 17, Tablo 18. ve Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 17. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) kozalak uçucu yağının antimikrobiyal test analiz sonuçları

	Kozalak			Penisilin G (10 mg)
	100 ppm	50 ppm	25 ppm	
Bacteria sp.	İnhibisyon çap değerleri (mm)			
<i>Aeromonas hydrophila</i>	16.75±0.10	12.45±0.10	6.15±0.10	34±0.01
<i>Bacillus cereus</i>	15.30±0.10	9.50±0.10	4.30±0.10	30±0.01
<i>Bacillus subtilis</i>	14.60±0.10	8.90±0.10	-	34±0.01
<i>Enterococcus faecalis</i>	14.50±0.10	10.35±0.10	5.15±0.10	32±0.01
<i>Escherichia coli</i>	15.55±0.10	7.80±0.10	-	34±0.01
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	14.45±0.10	9.50±0.10	4.60±0.10	34±0.01
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10.50±0.10	5.10±0.10	-	30±0.01
<i>Listeria monocytogenes</i>	12.70±0.10	6.90±0.10	-	30±0.01
<i>Micrococcus luteus</i>	-	-	-	28±0.01
<i>Proteus vulgaris</i>	-	-	-	30±0.01
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15.50±0.10	8.45±0.10	-	30±0.01
<i>Salmonella enteritidis</i>	-	-	-	34±0.01
<i>Salmonella typhimurium</i>	16.80±0.10	9.75±0.10	-	34±0.01
<i>Shigella flexneri</i>	-	-	-	30±0.01
<i>Staphylococcus aureus</i>	14.50±0.10	8.50±0.10	-	38±0.01

Tablo17. (Devamı)

	Kozalak			Penisilin G (10 mg)
	100 ppm	50 ppm	25 ppm	
Bacteria sp.	İnhibisyon çap değerleri (mm)			
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	-	-	-	26±0.01
<i>Yersinia enterocolitica</i>	14.50±0.10	8.90±0.10	-	30±0.01
Maya-Küf				
<i>Aspergillus flavus</i>	-	-	-	25±0.01
<i>Candida albicans</i>	15.50±0,10	10.70±0.10	-	22±0.01
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	20±0.01
<i>Penicillium expansum</i>	10.70±0,10	5.65±0.10	-	16±0.01
<i>Sac. cerevisiae</i>	12.30±0,10	7.30±0.10	-	14±0.01
<i>Zygosaccharomyces bailii</i>	-	-	-	10±0.01

Kozalaklardan elde edilen uçucu yağın *Aeromonas hydrophila* ATCC 35654, *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* O157:H7 35150, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* ATCC 23566, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501 a karşı güçlü antimikrobiyal etki gösterdiği ayrıca *Candida albicans* ATCC 10231, *Penicillium expansum* ATCC 7861 ve *Saccharomyces cerevisiae* S288C'ya karşı güçlü antifungal gösterdiği tespit edilmiştir.

Sela vd. (2015) *J. excelsa*'nın kozalakları ve yapraklarının uçucu yağlarının verimi, kimyasal bileşimi ve antimikrobiyal aktivitesi belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada kozalağın antimikrobiyal aktivitesine en duyarlı bakterinin *Haemophilus influenzae* olduğunu gözlemlemişlerdir (MIC = 31 µL/mL). Sokovic' vd. (2004) boylu ardıçtaki uçucu yağın 17 mikromisetler (*Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *A. ochraceus*, *A. versicolor*, *A. flavus*, *A. terreus*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fusarium tricinctum*, *Penicillium ochrocloron*, *P. funiculosum*, *Phomopsis helianthi*, *Trichoderma viride*, *Trichophyton mentagrophytes*, *T. rubrum*, *T. tonsurans*, *Epidermophyton floccosum*, *Microsporum canis*) antifungal aktivitesini değerlendirmişlerdir. Bunun sonucunda uçucu yağların antifungal özelliğinin olduğunun sonucuna varmışlardır.

Moein vd. (2010) yaptıkları çalışmada *J. excelsa* türünün uçucu yağının en duyarlı bakteriler *St. epidermidis* ve *Ps. aeruginosa* olduğunu belirlemişlerdir. Asili vd. (2008), *J. excelsa* kozalaklarından elde edilen uçucu yağın antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiş ve *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ifade

etmişlerdir. Ünlü vd. (2008) boylu ardıç'ın kozalaklarının uçucu yağ bileşimi ve antimikrobiyal aktivitesini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada uçucu yağ bileşen sayısını 44 olarak belirlemişler ve α -pinen (% 55.5), α -sedrol (% 7.7) ve sabinen (% 3.5)'in başlıca bileşenlerin olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda antimikrobiyal aktivitede olarak ise *Clostridium perfringens* bakterisine karşı güçlü aktivite gösterirken, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Candida albicans*, *Streptococcus pneumoniae*, *Mycobacterium smegmatis* ve *Candida crusei*'ye karşı ise daha zayıf bir aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir.

Tablo 18. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) dal uçucu yağının antimikrobiyal test analiz sonuçları

Bacteria sp.	Dal			Penisilin G (10 mg)
	6240 ppm	1000 ppm	500 ppm	
	İnhibisyon çap değerleri (mm)			
<i>Aeromonas hydrophila</i>	-	-	-	34±0.01
<i>Bacillus cereus</i>	16.40±0.10	10.10±0.10	5.45±0.10	30±0.01
<i>Bacillus subtilis</i>	15.50±0.10	9.40±0.10	-	34±0.01
<i>Enterococcus faecalis</i>	11.50±0.10	5.50±0.10	-	32±0.01
<i>Escherichia coli</i>	15.40±0.10	9.80±0.10	4.50±0.10	34±0.01
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	16.35±0.10	10.65±0.10	5.60±0.10	34±0.01
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	-	30±0.01
<i>Listeria monocytogenes</i>	15.70±0.10	8.90±0.10	-	30±0.01
<i>Micrococcus luteus</i>	-	-	-	28±0.01
<i>Proteus vulgaris</i>	-	-	-	30±0.01
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	-	30±0.01
<i>Salmonella enteritidis</i>	14.10±0.10	8.40±0.10	-	34±0.01
<i>Salmonella typhimurium</i>	15.70±0.10	8.70±0.10	-	34±0.01
<i>Shigella flexneri</i>	-	-	-	30±0.01
<i>Staphylococcus aureus</i>	16.50±0.10	10.75±0.10	5.35±0.10	38±0.01
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	-	-	-	26±0.01
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-	-	-	30±0.01
Maya-Küf				
<i>Aspergillus flavus</i>	-	-	-	25±0.01
<i>Candida albicans</i>	-	-	-	22±0.01
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	20±0.01
<i>Penicillium expansum</i>	-	-	-	16±0.01
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	-	-	14±0.01
<i>Zygosaccharomyces bailii</i>	-	-	-	10±0.01

Dal uçucu yağı üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivite testinde bunlardan *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* O157:H7 35150, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Salmonella typhimurium* ATCC 23566 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923'a karşı güçlü

antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Dal uçucu yağlarının analizi yapılan maya ve küf mantarlarına karşı antifungal aktivite göstermediği görülmüştür. Khoury vd. (2014) yaptıkları çalışmada *J. excelsa* dallarından elde edilen uçucu yağın Gram pozitif bakteri *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal potansiyel gösterdiğini belirtmişlerdir.

Tablo 19. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) yaprak uçucu yağının antimikrobiyal test analiz sonuçları

Bacteria sp.	Yaprak			Penisilin G (10 mg)
	100 ppm	50 ppm	25 ppm	
	İnhibisyon çap değerleri (mm)			
<i>Aeromonas hydrophila</i>	-	-	-	34±0.01
<i>Bacillus cereus</i>	15.40±0.10	9.70±0.10	-	30±0.01
<i>Bacillus subtilis</i>	10.50±0.10	5.50±0.10	-	34±0.01
<i>Enterococcus faecalis</i>	8.75±0.10	-	-	32±0.01
<i>Escherichia coli</i>	16.70±0.10	10.25±0.10	-	34±0.01
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	16.50±0.10	9.75±0.10	-	34±0.01
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10.50±0.10	-	-	30±0.01
<i>Listeria monocytogenes</i>	9.70±0.10	-	-	30±0.01
<i>Micrococcus luteus</i>	-	-	-	28±0.01
<i>Proteus vulgaris</i>	-	-	-	30±0.01
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	-	30±0.01
<i>Salmonella enteritidis</i>	15.60±0.10	9.85±0.10	-	34±0.01
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	34±0.01
<i>Shigella flexneri</i>	-	-	-	30±0.01
<i>Staphylococcus aureus</i>	15.50±0.10	9.85±0.10	-	38±0.01
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	-	-	-	26±0.01
<i>Yersinia enterocolitica</i>	8.90±0.10	-	-	30±0.01
Maya-Küf				
<i>Aspergillus flavus</i>	-	-	-	25±0.01
<i>Candida albicans</i>	8.90±0.10	-	-	22±0.01
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	20±0.01
<i>Penicillium expansum</i>	6.75±0.10	-	-	16±0.01
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	6.50±0.10	-	-	14±0.01
<i>Zygosaccharomyces bailii</i>	-	-	-	10±0.01

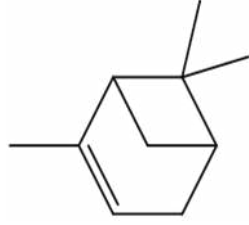
Yaprak uçucu yağının *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* O157:H7 35150, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501'a karşı güçlü antimikrobiyal etki gösterdiğini ayrıca *Candida albicans* ATCC 10231, *Penicillium expansum* ATCC 7861 ve *Saccharomyces cerevisiae* S288C'e karşı güçlü antifungal aktivite gösterdiği gözlenmiştir.

Çeşitli literatürlerde içinde *J.excelsa*'nında olduğu *Juniperus l.* türlerinin dal, yaprak ve meyve gibi bölümlerinin değişik çözücülerle elde edilen uçucu yağlar ve ekstratların antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır. *J. excelsa* uçucu yağların antimikrobiyal aktivitesi, klinik olarak ve gıda kaynaklı hastalıklara neden olan Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteri suşlarına karşı değerlendirildiği bu çalışmada uçucu yağların Gram negatif bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesi orta düzeydeyken hem yaprak hem de meyvenin, uçucu yağında incelenen Gram pozitiflerin büyüme inhibisyonunda daha etkili olduğunu göstermiştir (Leşjak vd., 2017).

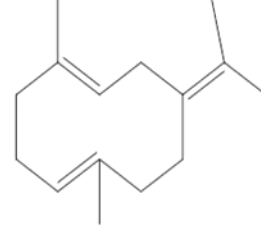
Sela vd. (2015) *J. excelsa*'nın kozalakları ve yapraklarının uçucu yağlarının verimini, kimyasal bileşimini ve antimikrobiyal aktivitesini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada yaprağın antimikrobiyal aktivitesinin aşağıdakilere karşı yüksek aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* ve *Haemophilus influenzae* (MIC = 125 µL/mL). Pinen tipi uçucu yağın *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium spp.*ye karşı orta düzeyde aktivite gösterdiğini gözlemlemişler ve *Campylobacter jejuni* (MIC>% 50). Yağın sabinen tipi, *Streptococcus pyogenes*, *Haemophilus influenzae*, *Campylobacter jejuni* ve *Escherichia coli*'ye (MIC >% 50) orta düzeyde aktivite gösterdiği sonucuna varmışlardır. *Candida albicans*'a karşı herhangi bir aktivite gözlemlenmediğini ifade etmişlerdir. Weli vd. (2014) Umman yöresinde yetişen *J.excelsa*'nın uçucu yağının kimyasal özelliklerini ve bu yağın gıda kaynaklı patojenik bakteriler üzerine olan etkisinde 1 adet gram pozitif ve 2 adet gram negatif gıda kaynaklı patojenik bakteri üzerinde etkili bir aktivite göstermediğini belirtmişlerdir.

Asili vd. (2008), Ayrıca, boylu ardıç yapraklarının antimikrobiyal aktivitelerini incelemek için elde edilen uçucu yağ incelenmiş ve bu yağın *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus* gibi mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirlemişlerdir.

4.9. *Juniperus excelsa* M. Bieb. (Boylu ardıç) Bitkisinin Kozalak, Dal ve Yapraklarından Elde Edilen Uçucu Yağlarda Yapısı Aydınlatılan Bileşiklerin Formülleri



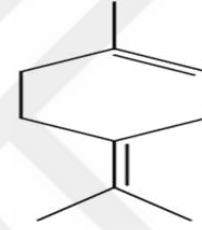
α -Pinen



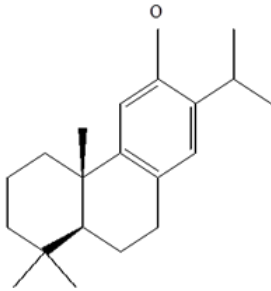
Germakren B



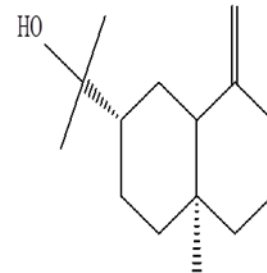
Cedrol



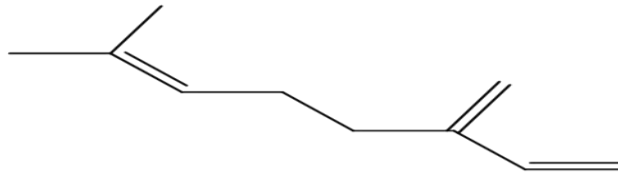
Terpinolen



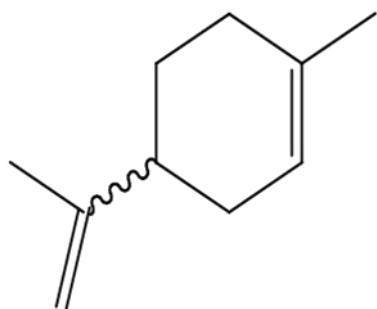
Ferruginol



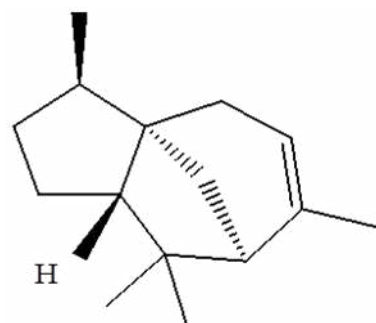
β -Selinenol (β -Eudesmol)



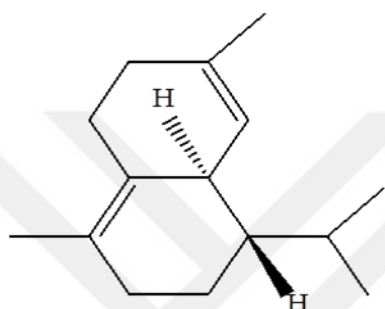
β -Mirsen



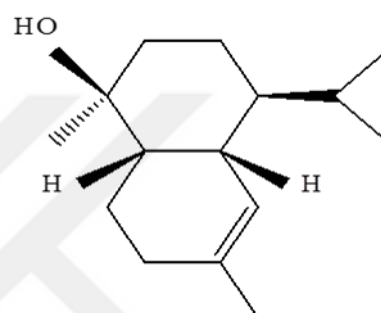
Limonen



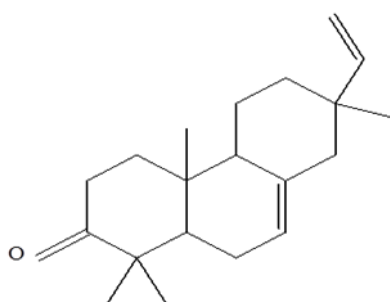
α -Cedrene



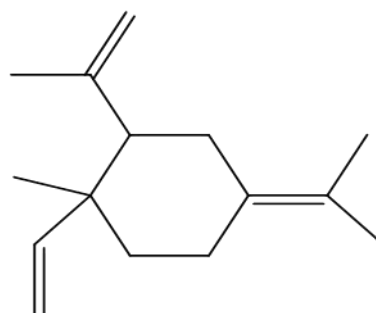
δ -Kadinen



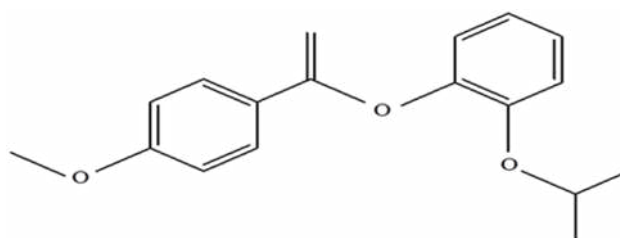
τ -Muurolol



Podokarp-7-en-3-on, 13 β -metil-13-vinil-



Eliksen



p-Metoksibenzoik asit, 2-isopropoksifenil ester

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

✓ *J. excelsa* türünün uçucu yağ analiz sonucunda yüzde olarak uçucu yağ verimi kozalak, yaprak ve dallardaki uçucu yağ oranları sırasıyla; % 5.88, % 2.00 ve % 0.62 olarak belirlenmiştir.

✓ GC/MS ve GC/FID analizi sonucunda, *J. excelsa*'nın dallarına ait toplamda 114 , kozalağına ait toplamda 102 ve yaprağına ait toplamda 141 adet bileşiğin yapısı aydınlatıldı. Bu türe ait en fazla bileşik yaprak kısmında olduğu belirlenmiştir.

✓ *J. excelsa* türünün uçucu yağ analiz sonucunda kozalakların uçucu yağ oranı diğerlerine göre fazla iken, yaprakların ise bileşiklerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

✓ Kozalak uçucu yağında en fazla bulunan ana bileşik α -Pinen (% 85.78), dal uçucu yağında en fazla bulunan ana bileşik α -Pinen (% 69.92) ve yaprak uçucu yağında en fazla bulunan ana bileşik ise α -Pinen (% 67.52) olduğu tespit edilmiştir.

✓ Dal uçucu yağ örneklerinde bileşik sınıfları sırasıyla tespit edilenler ve içerdikleri bileşik sayısı sırasıyla Aldehitler 5, Alkoller 1, Esterler 7, Eterler 1, Hidrokarbonlar 2, Ketonlar 2, Monoterpen 18, Monoterpenoid 20, Seskiterpen 27, Seskiterpenoid 21, Diterpen 7, Diterpenoid 3 olarak tespit edilmiştir.

✓ Kozalak uçucu yağ örneklerinde bileşik sınıfları sırasıyla Aldehitler 3, Alkoller 1, Esterler 5, Eterler 1, Hidrokarbonlar 3, Monoterpen 18, Monoterpenoid 22, Seskiterpen 25, Seskiterpenoid 16, Diterpen 4, Diterpenoid 4 adet şeklinde tespit edilmiştir.

✓ Yaprak uçucu yağ örneklerinde bileşik sınıfları sırasıyla; Aldehitler 5, Alkoller 7, Esterler 15, Eterler 1, Hidrokarbonlar 6, Ketonlar 1, Monoterpen 18, Monoterpenoid 26, Seskiterpen 30, Seskiterpenoid 21, Diterpen 4, Diterpenoid 4, Terpen benzeri 1 ve diğerleri 2 adet şeklinde tespit edilmiştir.

✓ Kozalak uçucu yağ örneklerinde bileşik sayısı en fazla bileşik olan sınıf 25 adet Seskiterpen, dal uçucu yağ örneklerinde 27 adet bileşik ile Seskiterpen ve yaprak uçucu yağ örneklerinde 30 adet bileşik ile Seskiterpen olduğu tespit edilmiştir.

✓ *J. excelsa* türünün dal uçucu yağ analiz sonucunda % miktar olarak en fazla bulunan kimyasal sınıf, % 74.90 ile monoterpen, kozalak uçucu yağ analizinde ise % 91.90 ile monoterpen ve yaprak uçucu yağ analizinde ise % 74.28 ile monoterpen olmuştur.

✓ *J. excelsa* kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından hazırlanan konsantrasyonlarda DPPH çalışması yapılarak sonuçlar Askorbik asit (AA) standartlarına göre mg AA cin./kg ve % inhibisyon olarak verildi. Bu türün örneklerinden DPPH serbest radikal temizleme miktarları yaprak kısmında miktar olarak 19.09 ± 5.61 mg AA cin./kg, dal kısmında 175.44 ± 12.56 mg AA cin./kg ve kozalak kısmında 26.18 ± 5.95 mg AA cin./kg olduğu tespit edildi. DPPH serbest radikal temizleme % inhibisyonları yaprak kısmında 0.32 ± 0.11 , dal kısmında 3.01 ± 0.22 ve kozalak kısmında 0.42 ± 0.11 olduğu belirlendi. DPPH değerlerine bakıldığında kozalak, yaprak ve dal ($p < 0.05$) olduğu için aralarında önemli derecede fark vardır.

✓ *J. excelsa* kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından hazırlanan konsantrasyonlarda ABTS●+ radikal katyonu giderme çalışması yapılarak sonuçlar Askorbik asit (AA) standartlarına göre mg AA cin./kg ve % inhibisyon olarak verildi. Bu türün örneklerinden ABTS●+ radikal katyonu giderme miktarları yaprak kısmında miktar olarak 145.21 ± 0.52 mg AA cin./kg, dal kısmında 156.10 ± 1.22 mg AA cin./kg ve kozalak kısmında 154.04 ± 1.20 mg AA cin./kg olduğu tespit edildi. ABTS●+ radikal katyonu giderme % inhibisyonları yaprak kısmında 98.73 ± 0.35 , dal kısmında 98.73 ± 0.77 ve kozalak kısmında 98.83 ± 0.77 olduğu belirlendi.

✓ *J. excelsa* türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından hazırlanan % 0.04'lük Demir iki sülfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) çözeltisinden standartlara göre alınarak, sonuçlar toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi FeSO_4 cinsinden mg/kg olarak verilmiştir. Bu türün örneklerinden toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi miktarları yaprak kısmında 2875.16 ± 14.88 mg FeSO_4 cin./kg, dal kısmında 3011.62 ± 61.51 mg FeSO_4 cin./kg ve kozalak kısmında 3005.06 ± 46.05 mg FeSO_4 cin./kg olduğu tespit edildi. FRAP değerlerine bakıldığında dalların kozalak ve yaprağa göre daha iyi bir değere sahip olduğu görülmektedir.

✓ *J. excelsa* türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağlarından hazırlanan % 0.20'lik fenolik madde miktarları; yaprak kısmında 189.61 ± 4.58 mg GA cin./kg, dal kısmında 113.64 ± 5.73 mg GA cin./kg olarak ve kozalak kısmında ise 295.07 ± 9.16 mg GA cin./kg olarak bulunmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında en yüksek fenolik madde miktarına kozalağın sahip olduğu görülmüştür.

✓ *J. excelsa* türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağ örneklerinden % 0.20'lik numuneler Askorbik asit (AA) standartlarına göre hazırlanarak kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam antioksidan

madde dal kısmında 2398.53 ± 124.17 mg AA cin./kg, kozalak kısmında 3072.18 ± 163.93 mg AA cin./kg ve yaprak kısmında ise 2812.94 ± 17.43 mg AA cin./kg olduğu tespit edilmiştir. En yüksek antioksidan madde miktarı kozalakta görülmüş olup diğer kısımlar ile aralarında önemli fark olduğu belirlenmiştir.

✓ *J. excelsa* türünün kozalak, yaprak ve dal kısımlarından elde edilen uçucu yağ örneklerinden % 0.20'lik numuneler kateşin standartlarına göre hazırlanarak, flavonoid madde kozalakta 9249.13 ± 367.84 mg kateşin cin./kg, dal kısmında 3653.92 ± 142.28 mg kateşin cin./kg ve yaprakta ise 8403.39 ± 61.59 mg kateşin cin./kg olarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre en yüksek flavonoid madde kozalakta en az ise dallarda bulunmaktadır.

✓ *J. excelsa* türünün kozalak, dal ve yaprakların uçucu yağları üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivite testinde kozalakların 17 bakterinin 12 tanesine karşı antikromiyal etki gösterdiği 6 tane maya/küfün ise 3 tanesine karşı antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir. Dal uçucu yağı üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivite testinde 17 bakterinin 9'una karşı antimikrobiyal etki, maya/küfte ise test mikroorganizmalarına karşı herhangi bir aktivite göstermemiştir. Yaprak uçucu yağı üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivite testinde ise 17 bakterinin 10 tanesine karşı antimikrobiyal etki göstermiş, 6 tane maya/küfün ise 3 tanesine karşı aktivite göstermiştir.

Bitkilerle yapılan çalışmalarda elde edilen uçucu yağların büyük bir kısmını terpen türü bileşikler meydana getirmektedir. Bu bileşiklerden, hoş kokularıyla ve biyolojik aktivitelerinin oldukça yüksek olmasından dolayı ilaç, kozmetik, parfümeri, gıda gibi pek çok alanda yararlanılmaktadırlar. Terpen türü bileşikleri yüksek oranda içeren bitkileri tespit etmek için buna benzer araştırmaların yapılması ve sayılarının artırılması önemli bir katkı sağlayacaktır.

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların güçlü antimikrobiyal özelliğe sahip olması, mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyonlara karşı doğal antibiyotik olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Bitki kısımlarından elde edilen uçucu yağlar en yoğun duyarlılığı *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Penicillium expansum*, *Saccharomyces cerevisiae*'a karşı göstermiş olup bu organizmaların sebep olduğu hastalıklara karşı sentetik antibiyotiklerin yerine kullanılabilir.

Son olarak elde edilen uçucu yağ ana gruplarının saf olarak elde edilerek mikroorganizmalar üzerinde daha detaylı test edilmesi ile yani bakteriler ve maya-küfler

zerinde uçucu yağ içerisindeki hangi bileşiklerin etkili rol oynadıkları tespit edilir ise elde edilecek sonuçlar daha da bilgilendirici ve faydalı olabilir.



KAYNAKÇA

- Adams, R. P. (1997). Comparisons of the Leaf Oils of *Juniperus drupacea* Labill. from Greece, Turkey and the Crimea. *Journal of Essential Oil Research*, 9(5), 541-544.
- Adams, R. P. (2007). *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry*. 4th ed. Allured publishing, Carol stream, IL, USA.
- Ahmed, D., Khan, M. M. ve Saeed R. (2015). Comparative Analysis of Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant and Antibacterial Potential of Methanolic, Hexanic and Aqueous Extracts from *Adiantum caudatum* Leaves. *Antioxidants*, 4, 394-409.
- Almaarri, K., Alamir, L., Junaid, Y. ve Xie, D. (2010). Volatile Compounds from Leaf Extracts of *Juniperus excelsa* Growing in Syria via Gas Chromatography Mass Spectrometry. *Analytical Methods*, 2, 673–677.
- Altunel, T. (2012). Odun dışı orman ürünlerinin toplayıcı/üretici açısından sosyoekonomik önemi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 62(1), 85-99.
- Applewhite, L.A., Samra, M. ve Winniczuk, P. (2007). Food and beverage preservatives containing d–limonene. *US Patent PCT/US/069012*.
- Asili, J., Emami, S. A., Rahimizadeh, M., Fazly-Bazzaz, B. S. ve Hassanzadeh, M. K. (2008). Chemical and antimicrobial studies of *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa* and *Juniperus excelsa* subsp. *polycar-pos* essential oils. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 11(3), 292–302.
- Ataş, A.D., Göze, İ., Alim, A., Cetinus, S. A., Durmus, N., Vural, N. ve Çakmak, O. (2012). Chemical Composition, Antioxidant, Antimicrobial and Antispasmodic Activities of the Essential Oil of *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 15(3), 476 – 483.
- Avci, A. B. ve Nebi, B. (2014). Variation in Essential Oil Content and Composition of Crimean Juniper (*Juniperus excelsa*) Berries during the Growth Periods. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17, 478–485.
- Aydın, S., (2004). Anadolu Diyagonalı: Ekolojik Kesinti Tarihsel-Kültürel bir Farklılığa işaret edebilir mi. *Kebikeç İnsan Bilimleri İçin Kaynak Araştırmaları Dergisi*, 17, 117-137.

- Bağcı, E. ve Koçak, A. (2008). *Salvia palaestina* Bentham ve *S. tomentosa* Miller türlerinin uçucu yağ kompozisyonu, kemotaksonomik bir yaklaşım. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendis Bilimleri Dergisi*, 20(1), 35-41.
- Bahadori, M. B., Dinparast, L., Zengin, G., Sarikurkcu, C., Bahadori, S., Asghari, B., ve Movahhedini, N. (2017). Functional Components, Antidiabetic, Anti-Alzheimer's Disease, and Antioxidant Activities of *Salvia syriaca* L. *International Journal of Food Properties*, 20, 1761-1772.
- Başaran, A. A. (2012). Ülkemizdeki Bitkisel İlaçlar ve Ürünlerde Yasal Durum. *Türk Eczacıları Birliği Yayını, Meslek İçi Sürekli Eğitim Dergisi (MİSED)*, Sayı: 27-28, 22-26.
- Başer, K. H. C. (2010). *Tıbbi ve Aromatik Bitkisel Ürünlerin Üretimi ve Kalite Kontrolü*. Anadolu Üniversitesi Yayın No. 2109, Anadolu Üniversitesi Yayınevi, Eskişehir.
- Baydar, H. (2005). Yayla Kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P. H. Davis)'nde Farklı Toplama Zamanlarının Uçucu Yağ İçeriği ve Uçucu Yağ Bileşenleri Üzerine Etkisi . *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 175-178 .
- Bayrak, A. (2006). *Gıda Aromaları*. Gıda Teknolojisi Dernegi, Yayın No:32, Ankara, s 497.
- Baytop, T. 1984. *Türkiye'de Bitkilerle Tedavi*. İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları No.40, s 520.
- Baytop, T. 1999. *Türkiye'de Bitkilerle Tedavi*. Nobel Tıp Kitapevleri Yayını, 2. Baskı, İstanbul, s 480.
- Carus, S. (2004). Isparta - Sütçüler Yöresi Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* M.Bieb) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. Seri: A. Sayı: 1, 19-36.
- Ceylan, A. (1997). Tıbbi Bitkiler II. (Uçucu yağ Bitkileri). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No: 481, İzmir, s 306.
- Charnley, S., Fischer, A. P. ve Jones, E. T. (2007). Integrating traditional and local knowledge into forest biodiversity conservation in the Pacific Northwest. *Forest Ecology and Management*, 246, 14-28.
- Cuatrecasas, P., Wilchek, M. ve Anfinsen, C. B. (1968). Selective enzyme purification by affinity chromatography. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 61(2), 636-43.

- Davis, L. ve Summer, E. (2002). *There is More to a Forest than Trees*. Research-Virginia Tech. University, VA.
- Donald PL, Lampman GM, Kritz GS, Engel RG. (2006). *Introduction to organic laboratory techniques*. 4th ed. Thomson Brooks/Cole, 797–817.
- Ebcioğlu, N. (2003). *Sağlığımız İçin Yararlı Bitkiler*. Remzi Kitabevi, ISBN: 975-14-0785-0, İstanbul, s 182.
- Ehsani, E., Akbari, K., Teimouri, M. ve Khadem, A. (2012). Chemical composition and antibacterial activity of two *Juniperus* species essential oils. *African Journal of Microbiology Research*, 6(38), 6704-6710.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytac, Z. ve Adigüzel, N. (2000). *Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Egrelti ve Tohumlu Bitkiler)*. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Eliçin, G. (1977). Türkiye Doğal Ardıç (*Juniperus* L.) Taksonlarının Yayılışları ile Önemli Morfolojik ve Anatomik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2327, Orman Fakültesi Yayın No: 232, İstanbul, s 109.
- Emami, A. S., Abedindo, B. F. ve Khayyat, M. H. (2011). Antioxidant Activity of the Essential Oils of Different Parts of *Juniperus excelsa* M. Bieb. subsp. *excelsa* and *J. excelsa* M. Bieb. subsp. *polycarpus* (K. Koch) Takhtajan (Cupressaceae), *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 10(4), 799-810.
- Erenler, R. (1997). *Yüksek Ardıç (Juniperus excelsa M. Bieb.) Meyvelerindeki Bileşiklerin İzolasyonu, Yapı tayini ve Aktivite Testleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Fakir, H. (2014). *Juniperus l. (Ardıçlar) Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları 1*. T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 115-174.
- Faydaoğlu, E. ve Sürücüoğlu, M.S. (2011). Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi . *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1), 52 - 67.
- Fujita, T., Sezik, E., Tabata, M., Yeşilada, E., Honda, G., Takeda, Y., Tanka, T... Takaishi, Y. (1995). Traditional Medicine in Turkey. VII. Folk Medicine in Middle and West Black Sea Regions. *Economic Botany*, 49, 406-422.
- Gülser, F., Çığ, A. ve Türkoğlu, N. (2012). Van'da Doğal Olarak Yetişen Ardıç (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) Bitkisinin Meyvelerinin Besin Elementi İçerikleri ile Yetiştirme Ortamının Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 93-98.

- Gülsoy, S. (2011). *Pistacia terebinthus L. subsp. palaestina (Boiss.) Enler (Anacardiaceae)'in göller yöresi'ndeki yetiştirme ortamı özellikleri ve yetiştirme ortamı-meyve uçucu yağ içeriği etkileşimleri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Gülsoy, S. ve Merdin, A. (2017). Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) Türünün Yapraklarında Uçucu Yağ Miktarı ve Bileşenleri. *Bilge International Journal of Science and Technology*, 1(2), 119-128.
- Gülsoy, S., Turhan, U. U. ve Özkan, G. (2017). Ardıç türlerinde (*Juniperus excelsa* Bieb. ve *Juniperus foetidissima* Willd.) Kozalak Fiziksel Özellikleri Ve Uçucu Yağ Verimlilik İlişkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 18(3), 219-225.
- Gültekin, H. C., Gülcü, S., Gültekin, Ü. G., ve Divrik, A. (2003). Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) Tohumlarına Ekimden Önce Uygulanabilecek Bazı Basit Sınıflandırma Yöntemlerinin Çimlenmeye Olan Etkilerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 4(1), 111-120.
- Gültekin, H. C. (2007). *Türkiye Ardıç (Juniperus l.) Türlerinin Ekolojisi ve Silvikültür Teknikleri*. TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayın No: 27, Ankara.
- Gültekin, H. C. ve Gültekin, Ü.G. (2006). Bazı Türkiye Ardıçlarının (*Juniperus L.*) Doğal yayılışı, Biyolojisi ve Ekolojisi. AGM-OGM Eğirdir Fidanlığı Teknik Rapor No: 2006/1, *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, 7, 46-73.
- Harris, D. C. (2004). *Exploring chemical analysis*. 3rd ed. WH. Freeman & Co. (Sd) ASIN 0716705710.
- Harwood, L. M. ve Moody, C.J. (1989). *Experimental organic chemistry:Principles and Practice*. Blackwell Scientific Publications; Illustrated edition, Oxford, s 180.
- İlter, E. ve Ok, K. (2012). *Ormancılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi* (Üçüncü Baskı). HTC Matbaacılık, ISBN 978-975-96967-5-7, Ankara, s 423.
- Jang, S. Y., Bae, J. S., Lee, Y. H., Oh, K. Y., Park, K. H. ve Bae, Y. S. (2011). Caffeic Acid and Quercitrin Purified from *Houttuynia cordata* Inhibit DNA Topoisomerase I Activity. *Natural Product Research*, 25, 222–231.
- Jeong, H. U., Kwon, S. S., Kong, T. Y., Kim, J. H. ve Lee, H.S. (2014). Inhibitory Effects of Cedrol, β -cedrene, and Thujopsene on Cytochrome P450 Enzyme Activities in Human Liver Microsomes. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 77, 1522–1532.

- Johnson, R., Bryant, S. ve Huntley, A. L. (2012). Green Tea and Green Tea Catechin Extracts: An Overview of the Clinical Evidence. *Maturitas*, 73, 280–287.
- Kahraman, A., Serteser, M. ve Köken T. 2002. Flavonoidler. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 3, 1-8.
- Kasangana, P. B., Haddad, P. S. ve Stevanovic, T. (2015). Study of Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of *Myrianthus arboreus* (Cecropiaceae) Root Bark Extracts. *Antioxidants (Basel)*, 4(2), 410–426.
- Kaur, R. ve Sharma, B. (2018). Comparative Study for Evaluating the Usability of Web Based Applications. Conference: 4th International Conference on Computing Sciences (ICCS). 30-31 August 2018, Jalandhar, India.
- Khajjak, M. H., Raza, A. M., Shawani, M. N., Ahmed, F., Shaheen, G. ve Saeed, M. (2012). Comparative Analysis of Essential Oil Contents of *Juniperus excelsa* (M. Bieb.) Found in Balochistan, Pakistan. *African Journal of Biotechnology*, 11(32), 8154-8159.
- Khoury, M., El Beyrouthy, M., Ouaini, N., Iriti, M., Eparvier, V. and Stien, D. (2014). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Juniperus excelsa* M. Bieb. growing wild in Lebanon. *Chemistry & biodiversity*, 11(5), 825-830.
- Kılıç, A., Hafızoglu, H., Tümen, I., Dönmez, I. E., Sivrikaya, H. ve Hemming, J. (2011). Phenolic Extractives of Cones and Berries from Turkish Coniferous Species. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69, 63–66.
- Kırııcı, S. (2015). Türkiye’de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Genel Durumu. *TURKTOB Dergisi*, Sayı 15, 4-11.
- Lesjak, M., Beara, I., Orcic, D., Anackov, G., Knezevic, P., Mrkonjic, Z. ve Mimica-Dukic, N. (2017). Bioactivity and chemical profiling of the *Juniperus excelsa*, which support its usage as a food preservative and nutraceutical. *International Journal of Food Properties*, 20(2), 1652–1663.
- Matuschek, E., Brown, D. F. J. ve Kahlmeter, G. (2014). Development of the EUCAST disk diffusion antimicrobial susceptibility testing method and its implementation in routine microbiology laboratories, *Clinical Microbiology and Infection*, 20, 255-266.
- Memiş, Y. (2011). *Bazı Juniperus türlerinden uçucu yağların ekstraksiyonu ve bunların biyolojik aktivitelerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.

- Meos, A., Zaharova, I., Kask, M. ve Raal, A. (2017). Content of Ascorbic Acid in Common Cowslip (*Primula veris* L.) Compared to Common Food Plants and Orange Juices, *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 59(1), 113-120.
- Mert, A. ve Yalçınkaya, B. (2017). Relationship between some wild mammals and forest structural diversity parameters, *Journal of Environmental Biology*, 38(5), 879-883.
- Moein, M. R., Ghasemi, Y., Moein, S. ve Nejati, M. (2010). Analys of Antimicrobial, Antifungal and Antioxidant Activities of *Juniperus excelsa* M. B. subsp. *polycarpus* (K. Koch) Takhtajan Essential Oil. *Pharmacognosy Research*. 2(3), 128-131.
- Nacak, F. M. (2014). *Elektrokimyasal Yöntemlerle Antioksidan Kapasite Tayini ve Klasik Yöntemlerle Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Nadir, M., Rasheed, M. ve Ahmed, A. (2013). Comparative studies on the phytochemistry of essential oil from needles and berries of *Juniperus excelsa* M. Bieb. *IAEA*, 35(2), 438-443.
- OGM, 2014. Ardıç Ormanlarının Rehabilitasyonu Eylem Planı. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Silvikültür Daire Başkanlığı Yayını, Ankara, s 22.
- OGM, 2015. Gen Koruma Ormanları (Adedi-Toplam alan). Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, s 2.
- OGM, 2017. *Türkiye Orman Varlığı 2015. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, s 32.*
- OGM, 2020. Orman Genel Müdürlüğü 4. Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Çalıştay <https://web.ogm.gov.tr/SitePages/OGM/OGMHaberler.aspx?List=aad1782a%2D50b0%2D49db%2Db602%2Dddf5724a0b9e&ID=2124&Web=6b9add1f%2D52c2%2D4e71%2D826c%2D3f6be57bbc5d> Erişim:06.04.2021.
- Orhan, N., Orhan, I. E. ve Ergun, F. (2011). Insights into Cholinesterase Inhibitory and Antioxidant Activities of Five *Juniperus* species. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 2305–2312.
- Öncel, M. (2016). *Boylu Ardıç (Juniperus excelsa M. Bieb.) Odununun Bazı Fiziksel, Mekaniksel ve Kimyasal Özellikleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Öztürk, M., Tümen, İ., Uğur, A., Aydoğmuş-Öztürk, F. ve Topçu, G. (2011). Evaluation of Fruit Extracts of Six Turkish *Juniperus* Species for Their

- Antioxidant, Anticholinesterase and Antimicrobial Activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 867–876.
- Öztürk, S. (2015). *Orman Altı Bitkilerinden Rhinanthus Angustifolius subsp. grandiflorus Bitkisinde Uçucu Yağların Kimyasal Bileşimleri ve Antimikrobiyal Aktiviteleri; Beta Pinen'in 2,4dinitrobenzensülfenil Klorür ile Katılma Tepkimesi ve Antioksidan-Radikal Giderici Aktivite Ölçümleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- Porath, J. (1997). From gel filtration to adsorptive size exclusion. *Journal of Protein Chemistry*, 16, 463–468.
- Rodríguez–Vaquero, M. J., Aredes–Fernández, P. A. ve Manca de Nadra, M. C. (2013). Phenolic Compounds from Wine as Natural Preservatives of Fish Meat. *Food Technology and Biotechnology*, 51, 376–382.
- Sağdıç, O. ve Özcan, M. (2002). Antibacterial Activity of Turkish Spice Hydrosols. *Food Control*, 14, 141-143.
- Sarıbaşı, M. (2014). *Gymnospermae Bölüm (I)*. Serbest Orman Mühendisleri İçin Ders Notu, TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, s 50.
- Sela, F., Karapandzova, M., Stefkov, G., Cvetkovikj, I. ve Kulevanova, S. (2015). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils of *Juniperus excelsa* Bieb. (Cupressaceae) Grown in R. Macedonia. *Pharmacognosy Research*, 7(1), 74-80.
- Senanayake, N. (2013). Green Tea Extract: Chemistry, Antioxidant Properties and Food Applications: A Review. *Journal of Functional Foods*, 5, 1529–1541.
- Shanjani, P. S., Mirza, M., Calagari, M. ve Adams, R. P. (2010). Effects Drying and Harvest Season on the Essential Oil Composition from Foliage and Berries of *Juniperus excelsa*. *Industrial Crops and Products*, 32, 83–87.
- Sohaib, M., Anjum, F. M., Sahar, A., Arshad, M. S., Rahman, U. U., Imran, A. ve Hussain, S. (2016). Antioxidant Proteins and Peptides to Enhance Oxidative Stability of Meat and Meat Products: A Comprehensive Review. *International Journal of Food Properties*, 20(11), 2581-2593.
- Sokovic, M., Ristić, M. ve Grubišić, D. (2004). Chemical Composition and Antifungal Activity of the Essential Oil from *Juniperus excelsa* Berries. *Pharmaceutical Biology*, 42(4-5), 328–331.
- Stankov, S., Fidan, H., Petkova, Z., Stoyanova, M., Petkova, N., Stoyanova, A., Semerdjieva, İ., Radoukova, T.... Zheljazkov, D. V. (2020). Comparative Study

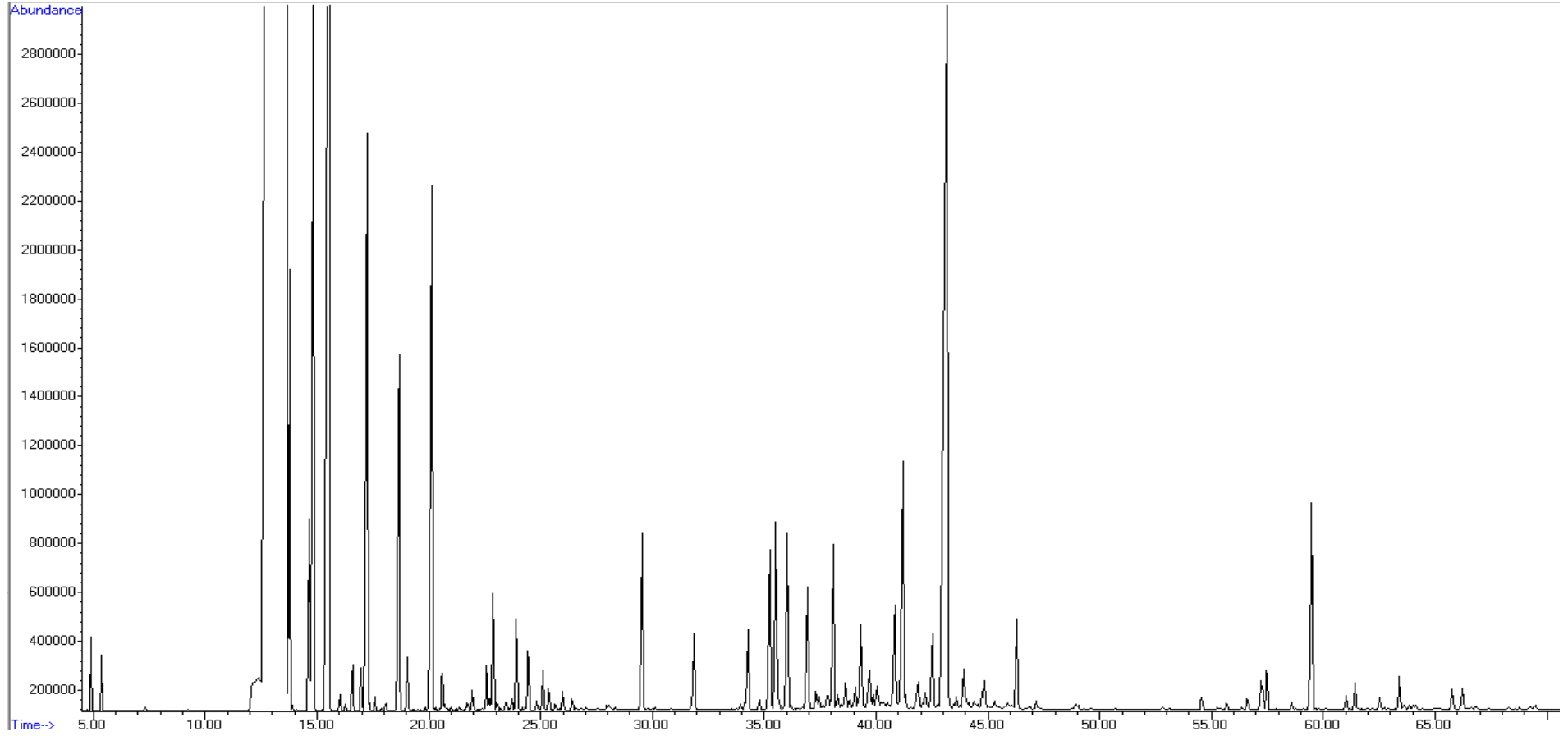
- on the Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of Grecian Juniper (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) Unripe and Ripe Galbuli. *Plants*, 9, 1207-1225.
- Stojković, D., Petrović, J., Soković, M., Glamočlija, J., Kukić–Marković, J. ve Petrović, S. (2013). In Situ Antioxidant and Antimicrobial Activities of Naturally Occurring Caffeic Acid, p–Coumaric Acid and Rutin, Using Food Systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 3205–3208.
- Thappa, R. K., Aggarwal, S. G., Kapahi, B. K. ve Sarin, Y. K. (1987). *Juniperus excelsa* Leaf Oil, A New Source of Cedrol. Brief Reports. *Journal of Natural Products*, 50(2), 323-324.
- Topçu, G., Gören, A. C., Bilsel, G., Bilsel, M., Çakmak, O., Schilling, J. ve Kinston, D. G. I. (2005). Cytotoxic Activity and Essential Oil Composition of Leaves and Berries of *Juniperus excelsa*. *Pharmaceutical Biology*, 43(2), 125-128.
- Toroğlu, S., Dığrak, M. ve Çenet, M. (2006). Baharat olarak tüketilen *Laurus nobilis* Linn ve *Zingiber officinale* Roscoe bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri ve antibiyotiklere in-vitro etkilerinin belirlenmesi. *KSU Journal of Science and Engineering*, 9(1), 20-26.
- URL-1, http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=125. 25 Aralık 2021.
- URL-2, www.britannica.com/science/isoprenoid. 25 Ekim 2021.
- Üçüncü, O., Kahriman, N., Terzioğlu, S., Karaoğlu, Ş.A. ve Yaylı, N. (2010) Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils from Flowers of *Senecio othonnae*, *S. racemosus*, and *S. nemorensis*. *Natural Product Communications*, 5(5), 831-834.
- Ünlü, M., Vardar-Ünlü, G., Vural, N., Dönmez, E. ve Çakmak, O. (2008). Composition and antimicrobial activity of *Juniperus excelsa* essential oil. *Chemistry of Natural Compounds*, 44(1), 129-131.
- Weli, A. M., Al-Hinai, S. R. K., Hossain, M. A. ve Al-Sabahi, J. N. (2014). Composition of Essential Oil of Omani *Juniperus excelsa* Fruits and Antimicrobial Activity Against Food Borne Pathogenic Bacteria. *Journal of Taibah University Science*, 8(3), 225-230.
- Yağlıoğlu, A. S. ve Eser, F. (2017). Screening of some *Juniperus* extracts for the phenolic compounds and their antiproliferative activities. *South African Journal of Botany*, 113, 29–33.

- Yaltırık, F. ve Akkemik, Ü. (2011). Türkiye'nin Doğal Gymnospermleri (Açık Tohumlular), T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. ISBN: 978-605-60143-1-4. Ankara.
- Yang, J., Xian, M., Su, S., Zhao, G., Nie, Q., Jiang, X. ve Liu, W. (2012). Enhancing production of bio-isoprene using hybrid MVA pathway and isoprene synthase in E. Coli. *PLoS One* , 7(4), 1-7: e33509.

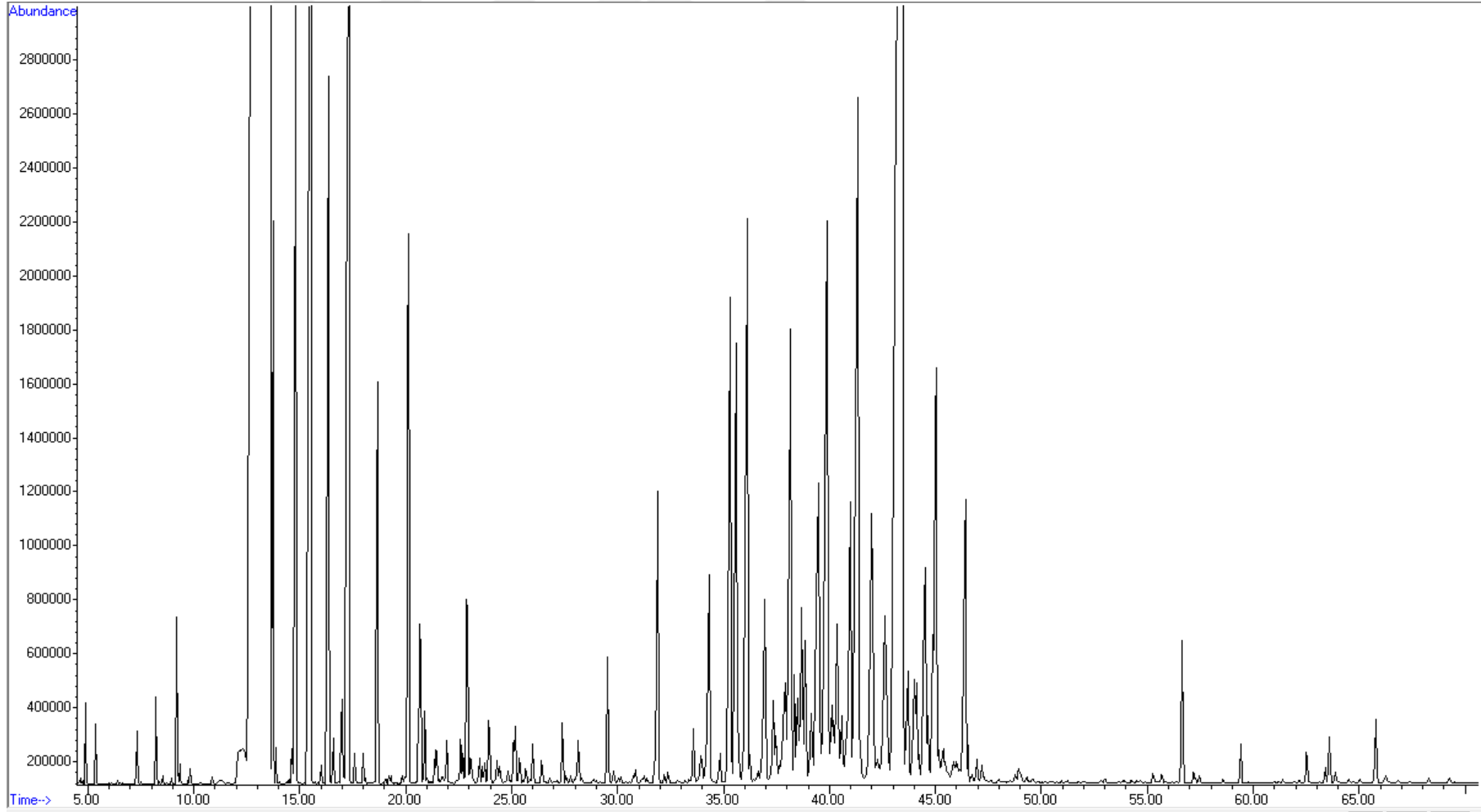


EKLER

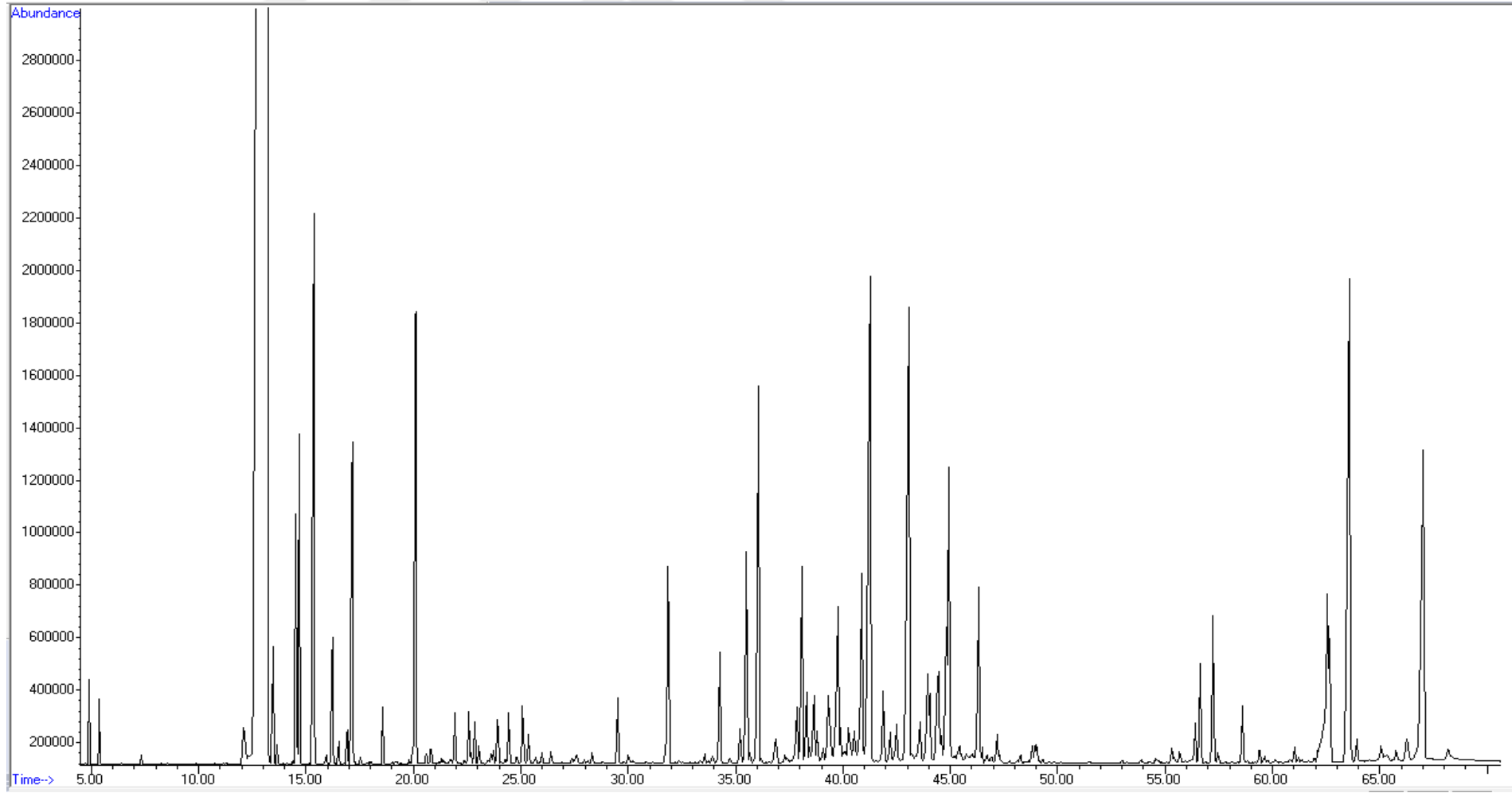
Ek 1. *Juniperus excelsa* M. Bieb. bitkisinin kozalaklarının GC-FID spektrumu



Ek 2. *Juniperus excelsa* M. Bieb. bitkisinin yapraklarının GC-FID spektrumu



Ek 3. *Juniperus excelsa* M. Bieb. bitkisinin dal odununun GC-FID spektrumu



ÖZGEÇMİŞ

Emrah SARUHAN, 2005 Yılında Gümüşhane Lisesi'nde lise öğrenimini tamamladı. 2008 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2014 yılında Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimini tamamladı. Şubat 2019'da Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Yabancı dili İngilizcedir.

