



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**BARTIN BÖLGESİNDE YETİŞEN SAHİL ÇAMININ (*Pinus pinaster* Ait.)
ONTOGENETİK DEĞİŞİMLERİNİN KİMYASAL BİLEŞİMLERİ İLE
ANTİKOLİNESTERAZ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

HAZIRLAYAN
MEHMET KURTÇA

DANIŞMAN
PROF. DR. İBRAHİM TÜMEN

BARTIN-2018



T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BARTIN BÖLGESİNDE YETİŞEN SAHİL ÇAMININ (*Pinus pinaster* Ait.)
ONTOGENETİK DEĞİŞİMLERİNİN KİMYASAL BİLEŞİMLERİ İLE
ANTİKOLİNESTERAZ VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN
Mehmet KURTÇA

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman	Prof. Dr. İbrahim TÜMEN	Bartın Üniversitesi
Üye	Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA	Bartın Üniversitesi
Üye	Doç. Dr. Mehmet ÖZTÜRK	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Üye	Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER	Bartın Üniversitesi
Üye	Yrd. Doç. Dr. Eyyüp KARAOĞUL	Harran Üniversitesi

BARTIN-2018

KABUL VE ONAY

Mehmet KURTÇA tarafından hazırlanan “BARTIN BÖLGESİNDE YETİŞEN SAHİL ÇAMININ (*Pinus pinaster* Ait.) ONTOGENETİK DEĞİŞİMLERİNİN KİMYASAL BİLEŞİMLERİ İLE ANTİKOLİNESTERAZ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma, 05.02.2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. İbrahim TÜMEN (Danışman)

Üye : Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA

Üye : Doç. Dr. Mehmet ÖZTÜRK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Eyyüp KARAOĞUL

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. H. Selma ÇELİKAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. İbrahim TÜMEN danışmanlığında hazırlamış olduğum “BARTIN BÖLGESİNDE YETİŞEN SAHİL ÇAMININ (*Pinus pinaster* Ait.) ONTOGENETİK DEĞİŞİMLERİNİN KİMYASAL BİLEŞİMLERİ İLE ANTİKOLİNESTERAZ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ” başlıklı doktora tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

05.02.2018

Mehmet KURTÇA

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında doktora tez danışmanlığımı üstlenerek değerli önerilerini ve desteklerini esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. İbrahim TÜMEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez dönemim boyunca her zaman görüşlerini aldığım, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen hocalarım Sayın Doç. Dr. Mehmet ÖZTÜRK ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER'e, jüri üyeliğini kabul edip tez savunmamda katkılarını sunan Sayın Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Eyyüp KARAOĞLU'a şükranlarımı sunarım.

Örneklerin alınmasında bana yardımcı olan Bartın Orman İşletme Müdürlüğü'ne, değerli arkadaşlarım Öğr. Gör. Hanifi DÜLGER ve Öğr. Gör. Ahmet BİLİCİ'ye, örnek ağaçların yaşlarının belirlenmesinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ali DURKAYA'ya ve Arş Gör. Sinan KAPTAN'a, GC-MS analizlerinde yardımlarını gördüğüm Sayın Doç. Dr. Ayben KILIÇ PEKGÖZLÜ'ye, HPLC analizinde ve laboratuvar çalışmalarında desteğini gördüğüm arkadaşım Arş. Gör. Hasan KESKİN'e çok teşekkür ederim.

Varlığıyla bana her zaman maddi manevi destek olan, bugünlere gelmemde emeği büyük olan anne ve babama teşekkürü borç bilirim.

Son olarak bu tez çalışmasının başından sonuna kadar her zaman yanımda olan, neredeyse benim kadar tezimi düşünen, çalışmalarımın her aşamasını ilgi ile takip eden, hayatımın her alanında destekçim sevgili eşim Betül KURTÇA'ya ve canım kızım Zümra'ya özellikle tezin yazımı sırasında gösterdikleri ilgi ve sabır için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu tez, Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2014-FEN-CD-001 proje numarası ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Bartın Üniversitesi'ne teşekkür ederim.

Mehmet KURTÇA

Canım kızım Zümra'ya...

ÖZET

Doktora Tezi

BARTIN BÖLGESİNDE YETİŞEN SAHİL ÇAMININ (*Pinus pinaster* Ait.) ONTOGENETİK DEĞİŞİMLERİNİN KİMYASAL BİLEŞİMLERİ İLE ANTİKOLİNESTERAZ VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mehmet KURTÇA

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İbrahim TÜMEN

Bartın- 2018, sayfa: xix + 183

Bu çalışmada, Bartın Bölgesinden Kasım, Şubat, Mayıs ve Ağustos olmak üzere dört farklı dönemde iki farklı ağaçtan toplanan ibre, kozalak ve kabuklarının kimyasal içeriği, antioksidan aktiviteleri ve antikolinesteraz aktiviteleri araştırılmış ve dönemsel olarak karşılaştırılmıştır. Her dönemde, toplanan ibre, kozalak ve kabuklarının aseton ve hekzan ekstraları soksalet aparatı ile elde edilmiş, bununla birlikte ibre ve kozalakların ise hidrodistilasyon yoluyla uçucu yağları elde edilmiştir. Dört dönemde de elde edilen uçucu yağların bileşenleri GC-MS ile tespit edilmiştir. Yine dört dönemde de elde edilen ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstralarının yağ ve reçine asitleri GC-MS ile belirlenmiştir. Ayrıca, farklı dönemlerde elde edilen ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının fenolik bileşenleri HPLC ile belirlenmiştir. Her dönemde ayrı ayrı hem ekstraların hem de uçucu yağların DPPH serbest radikal süpürücü aktivitelerine, ABTS katyon radikal giderim aktivitelerine, bakır (II) indirgeme antioksidan aktivitelerine (CUPRAC), asetilkolinesteraz (AChE) ve bütirilkolinesteraz (BChE) inhibisyon aktivitelerine bakılmıştır. Ayrıca yine her dönemde aseton ve hekzan ekstralarının toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ibre ve kozalığın uçucu bileşenlerinin bileşen sayısı ve bileşenlerin oranı bakımından birbirinden farklı olduğu görülmüştür.

Dönemsel olarak ise uçucu bileşenlerde çok yüksek bir fark olmasa da, hem ibre uçucu yağlarında hem de kozalak uçucu yağlarında ana bileşenlerin yüzde oranlarında değişimler olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde yağ ve reçine asidi oranlarının ve fenolik bileşen oranlarının farklı dönemlerde değişim gösterdiği belirlenmiştir. Diğer yandan toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarı sonuçlarına bakıldığında aseton ekstraktlarındaki yüksek miktarlar dikkat çekmektedir. Genel olarak bakıldığında kozalak ve kabuğun aseton ekstraktlarının ibrenin aseton ekstraktlarına göre toplam fenolik madde miktarları daha yüksek çıkmıştır. Yine dönemsel olarak incelendiğinde ise aynı ekstrenin farklı dönemlerdeki toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarları arasında önemli bir fark olduğu görülmüştür. Antioksidan ve antikolinesteraz aktivite sonuçlarında da aynı örneğin farklı dönemleri arasında yüksek sayılabilecek farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte kozalak ve kabuğun aseton ekstraktlarının oldukça yüksek antioksidan aktivite gösterdiği, antikolinesteraz aktivitelerde ise ibre ve kozalakların uçucu yağlarının oldukça yüksek aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen bu yüksek antioksidan ve antikolinesteraz aktivite sonuçları Bartın bölgesinde yetişen Sahil Çamı'nın tıp ve eczacılık alanında kullanılabileceği ve bu alanlardaki bilimsel araştırmalara konu olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler

Sahil Çamı, *Pinus pinaster*; kozalak; ibre; kabuk; uçucu yağ; yağ asidi; reçine asidi; fenolik bileşen; antioksidan; DPPH; ABTS; CUPRAC; antikolinesteraz.

Bilim Kodu

502.06.01

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

INVESTIGATION ON EFFECTS OF ONTOGENETIC VARIATIONS OF MARITIME PINE (*Pinus pinaster* Ait.) IN BARTIN REGION ON THE CHEMICAL COMPOUNDS, ANTICHOLINESTERASE AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES

Mehmet KURTÇA

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Industrial Engineering

Thesis Advisor: Prof. İbrahim TÜMEN

Bartın-2018, pp: xix + 183

In this study, chemical compounds, antioxidant and anticholinesterase activities of needle, cones and bark of Maritime Pine which were collected from two different trees on four different seasons had been investigated. On each seasons, acetone and hexane extracts of this needle, cones and bark had been obtained by soxhlet apparatus. For all that, essential oils of needle and cones had been obtained by hydrodistillation method. Compounds of essential oils obtained on four seasons had been identified by GC-MS. Fatty and resin acids of hexane extracts of needles, cones and bark obtained on four seasons had been analyzed by GC-MS. Additionally, Phenolic compounds in acetone extracts of needles, cones and bark obtained on different seasons had been determined by HPLC. For all seasons, DPPH free radical scavenger activities, ABTS cation radical scavenger activities, cupric reducing antioxidant power (CUPRAC), acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibition activities of both extracts and essential oils had been investigated. Also for all seasons, total phenolic and flavonoid contents of acetone and hexane extracts had been investigated. According to the results of the study, it is seen that the volatile components of the needles and cones were different from each other in terms of the number of constituents and the proportion of constituents. When the results in different seasons had been compared, it had been found that although there was not a very

high difference in the volatile components, it changes in the percentage of the main constituents in both the volatile needle essential oils and the essential oils of the cones. Also, it had been determined that percentages of fatty and resin acids and phenolic compounds on different seasons were different from each other. On the other hand, the high total phenolic and flavonoid contents in acetone extracts were notable when the total phenolic and total flavonoid contents had been investigated. Overall, the total phenolic content in the acetone extracts of cones and bark was higher than needle acetone extracts. When the results in different season had been investigated, it had been seen that there was a significant difference between the total phenolic and total flavonoid contents in different periods of the same extract. In Antioxidant and anticholinesterase activity results, it had been also found to be highly significant differences between different seasons of the same sample. Additionally, it had been determined that the acetone extracts of cones and barks exhibited a high antioxidant activity and in the anticholinesterase activities essential oils of the needle and cones have a high activity. The results of high antioxidant and anticholinesterase activity results indicated that the Maritime Pine that grows in the Bartın region can be used for medicine and pharmacy and may be subject to scientific researches in these fields.

Key Words

Maritime Pine; *Pinus pinaster*; cone; needle; bark; essential oils; fatty acid; resin acid; phenolic compounds; antioxidant; DPPH; ABTS; CUPRAC; anticholinesterase.

Science Code

502.06.01

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	i
BEYANNAME.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ	xv
EKLER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	2
1.2 <i>Pinacea</i> Familyası Hakkında Genel Bilgiler	3
1.3 <i>Pinus</i> L.: Çamlar	4
1.3.1 <i>Pinus</i> L. Cinsinin Botanik Özellikleri.....	4
1.3.2 <i>Pinus</i> L. Cinsinin Sınıflandırılması.....	6
1.3.3 Türkiye'nin Çam Türleri	6
1.3.4 Çamların Kullanım Alanları.....	7
1.3.5 Sahil Çamı (<i>Pinus pinaster</i> Aiton).....	8
1.3.5.1 Botanik ve Anatomik Özellikleri	9
1.3.5.2 Sahil Çamı'nın Dünya Üzerindeki Yayılış Alanları	12
1.3.5.3 Sahil Çamı'nın Yetiştirme Ortamı	15
1.3.5.4 Sahil Çamı'nın Sınıflandırılması.....	16
1.3.5.5 Sahil Çamı'nın Türkiye'deki Durumu	17
1.3.5.6 Sahil Çamı'nın Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri.....	24
1.3.5.7 Sahil Çamı'nın Kullanım Alanları	27
1.3.5.8 Sahil Çamı Kabuğu Ekstresi: Pknogenol	32
1.4 Doğal Antioksidanlar	37
1.5 Alzheimer Hastalığı ve Antikolinesterazlar.....	45
1.6 Sahil Çamı İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	47

	<u>Sayfa</u>
1.6.1 Kimyasal Bileşimi İle İlgili Çalışmalar.....	48
1.6.2 Biyolojik Aktivite Çalışmaları	59
BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM	64
2.1 Örnek Ağaçların Seçimi.....	64
2.2 Örneklerin Hazırlanması.....	65
2.3 Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi.....	65
2.3.1 Uçucu Yağ Eldesi.....	65
2.3.2 Lipofilik Ekstraktif Eldesi.....	66
2.3.3 Hidrofilik Ekstraktif Eldesi	66
2.3.4 Rutubet Tayini.....	67
2.3.5 Gaz Kromatografi/Kütle Spektrometre (GC-MS) Analizleri.....	68
2.3.5.1 Uçucu Bileşen Analizi.....	68
2.3.5.2 Yağ ve Reçine Asitlerinin Analizi.....	68
2.3.6 Fenolik Bileşenlerin Analizi	69
2.4 Biyolojik Aktivite Çalışmaları.....	71
2.4.1 Antioksidan Aktivite Tayini.....	71
2.4.1.1 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Tayini.....	71
2.4.1.2 ABTS Katyon Radikali Giderim Aktivite Tayini.....	72
2.4.1.3 Bakır (II) İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Tayini (CUPRAC).....	72
2.4.2 Toplam Fenolik Miktar Tayini.....	73
2.4.3 Toplam Flavonoid Miktar Tayini.....	73
2.4.4 Antikolinesteraz Aktivite Tayini.....	74
2.4.4.1 Asetilkolinesteraz (AChE) Enzim İnhibisyonu Tayini	74
2.4.4.2 Bütirikolinesteraz (BChE) Enzim İnhibisyonu Tayini.....	74
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA	75
3.1 Kimyasal Özellikler	75
3.1.1 Rutubet Tayini.....	75
3.1.2 Uçucu Yağ Verimleri	76
3.1.3 Uçucu Yağ Bileşenleri	78

	<u>Sayfa</u>
3.1.4 Lipofilik Ekstraktif Madde Verimleri	88
3.1.5 Yağ ve Reçine Asitleri	90
3.1.6 Hidrofilik Ekstraktif Madde Miktarları.....	97
3.1.6 Fenolik Bileşenler	98
3.2 Biyolojik Aktivite Bulguları	103
3.2.1 Antioksidan Aktivite Bulguları	103
3.2.1.1 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Serbest Radikal Süpürücü Aktivitesine Ait Bulgular	103
3.2.1.2 ABTS Katyon Radikali Giderim Aktivitesine Ait Bulgular	109
3.2.1.3 Bakır (II) İndirgeme Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC) Ait Bulgular .	113
3.2.2 Toplam Fenolik Miktar Tayinine Ait Bulgular	118
3.2.3 Toplam Flavonoid Miktar Tayinine Ait Bulgular	121
3.2.4 Antikolinesteraz Aktivite Bulguları	124
3.2.4.1 Asetilkolinesteraz (AChE) Enzim İnhibisyon Aktivitelerine Ait Bulgular	124
3.2.4.2 Bütirikolinesteraz (BChE) Enzim İnhibisyon Aktivitelerine Ait Bulgular	127
 BÖLÜM 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	 131
4.1 Uçucu Bileşenlere Ait Sonuçlar.....	131
4.2 Yağ ve Reçine Asitlerine Ait Sonuçlar	134
4.3 Fenolik Bileşenlere Ait Sonuçlar	136
4.4 Antioksidan Aktivitelere Ait Sonuçlar	136
4.5 Antikolinesteraz Aktivitelere Ait Sonuçlar.....	141
 KAYNAKLAR.....	 144
EKLER.....	159
ÖZGEÇMİŞ.....	182

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1. <i>P. pinaster</i> Ait'in genel görünüşü	9
2. <i>P. pinaster</i> Ait'in gövde kabuk yapısı	10
3. <i>P. pinaster</i> Ait. türüne ait a) sürgün, b) tomurcuk yapısı	10
4. Sahil Çamı'nın iğne yaprak ve erkek çiçeği	11
5. a) Sahil Çamı tohumu, b) Sahil Çamı kozalağı	11
6. Sahil Çamı'nın (<i>P. pinaster</i> Ait.) doğal yayılış alanı.....	13
7. CABI'nin (Uluslararası Tarım ve Hayvancılık Merkezi) verilerine göre <i>P. pinaster</i> türünün dünyadaki ağaçlandırma alanı.....	14
8. Sahil Çamı'nın (<i>P. pinaster</i>) Avrupa Konifer ormanlarındaki yoğunluk oranı	14
9. Sahil Çamı ağacından reçine elde edilmesi	29
10. (a) Kateşin ve (b) Epikateşinin yapısı	33
11. Taksifolinin kimyasal yapısı.....	33
12. Prosiyanidin yapısı ve C4-C8 bağı	34
13. C vitamininin (Askorbik asit) yapısı	38
14. Tokoferol yapısı	39
15. Karotenoidin yapısı	40
16. Bazı fenolik diterpen yapıları	41
17. Fenolik uçucu bileşen yapıları.....	41
18. Bazı fenolik asitlerin yapısı	42
19. Temel flavonoid yapıları	43
20. Bazı önemli flavonoidlerin yapısı	44
21. Antikolinesteraz olarak kullanılan bileşikler.....	46
22. Antikolinesteraz aktivite gösteren bazı uçucu bileşenler	47
23. Örneklerin alındığı ağaçlar	64
24. Uçucu yağ eldesinde kullanılan Klevenger aparatı	65
25. Ekstraksiyon işlemlerinde kullanılan soksalet aparatı.....	66
26. Lipofilik ve Hidrofilik Ekstereler	67
27. Metillendirme işlemi yapılan lipofilik ekstreler	69
28. 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki rutubet değerlerinin karşılaştırılması	76

29.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki rutubet değerlerinin karşılaştırılması	76
30.	1. örnekten alınan ibre ve kozalakların % uçucu yağ verimlerinin dönemsel olarak karşılaştırılması	77
31.	2. örnekten alınan ibre ve kozalakların % uçucu yağ verimlerinin dönemsel olarak karşılaştırılması	78
32.	1. örnekten alınan ibrenin ana uçucu bileşenlerinin % miktarlarının dönemsel olarak karşılaştırılması	82
33.	1. örnekten alınan kozalağın ana uçucu bileşenlerinin % miktarlarının dönemsel olarak karşılaştırılması	83
34.	2. örnekten alınan ibrenin ana uçucu bileşenlerinin % miktarlarının dönemsel olarak karşılaştırılması	87
35.	2. örnekten alınan kozalağın ana uçucu bileşenlerinin % miktarlarının dönemsel olarak karşılaştırılması	88
36.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki lipofilik madde verimlerinin karşılaştırılması.....	89
37.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki lipofilik madde verimlerinin karşılaştırılması.....	89
38.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstrelerindeki toplam doymuş, doymamış yağ asidi ve reçine asit miktarlarının dönemsel değişimi	93
39.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstrelerindeki toplam doymuş, doymamış yağ asidi ve reçine asit miktarlarının dönemsel değişimi	94
40.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki hidrofilik madde verimlerinin karşılaştırılması.....	98
41.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki hidrofilik madde verimlerinin karşılaştırılması.....	98
42.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerindeki kateşin ve taksifolin miktarlarının dönemsel değişimi	100
43.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerindeki kateşin ve taksifolin miktarlarının dönemsel değişimi	102
44.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinin 100 µg/ml'deki DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri (%)	106
45.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinin 100 µg/ml'deki DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri (%)	108

46.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstrelerinin farklı dönemlerdeki ABTS aktivitelerinin karşılaştırılması.....	111
47.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstrelerinin farklı dönemlerdeki ABTS aktivitelerinin karşılaştırılması.....	113
48.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ve hekzan ekstrelerinin farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleri.....	115
49.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ve hekzan ekstrelerinin farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleri.....	118
50.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinin toplam fenolik miktarları....	119
51.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinin toplam fenolik miktarları....	121
52.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinin toplam flavonoid miktarlar	122
53.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinin toplam flavonoid miktarları.	124
54.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstreleri ve uçucu yağlarının asetilkolinesteraz enzim inhibisyonları	126
55.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstreleri ve uçucu yağlarının asetilkolinesteraz enzim inhibisyonları	127
56.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstrelerinin ve uçucu yağlarının bütirikolinesteraz enzim inhibisyonları	129
57.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstrelerinin ve uçucu yağlarının bütirikolinesteraz enzim inhibisyonları	129
58.	1. örnekten alınan ibre ve kozalak uçucu yağlarının farklı dönemlerdeki bileşen dağılımları	132
59.	2. örnekten alınan ibre ve kozalak uçucu yağlarının farklı dönemlerdeki bileşen dağılımları	133
60.	1. örnekten alınan kozalak ve kabuğun aseton ekstrelerinin toplam fenolik miktar (a), DPPH aktivite (b) ve ABTS aktivitelerine (c) ait grafikleri.....	138
61.	1. örnekten alınan kozalak (a) ve kabuk (b) aseton ekstrelerinin farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleri.....	139
62.	2. örnekten alınan kozalak (a) ve kabuk (b) aseton ekstrelerinin farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleri.....	140

TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Sayfa
1. Türkiye'deki Sahil Çamı ağaçlandırmaları	19
2. Türkiye'deki Sahil Çamı'nın kapladığı alan ve serveti ve yıllık artım miktarı	23
3. Türkiye'deki Sahil Çamı'nın yıllık ortalama eta değerleri	23
4. Sahil Çamı'nın illere göre kapladığı alanlar	24
5. Sahil Çamı odununun bazı teknolojik özellikleri	24
6. Sahil Çamı'nın bazı fiziksel özellikleri	25
7. Sahil Çamı'nın bazı mekanik özellikleri	25
8. Sahil Çamı'nın kimyasal özellikleri	26
9. Sahil Çamı'nın lif boyutu değerleri	26
10. Sahil Çamı'nın kimyasal analiz sonuçları	27
11. HPLC-DAD cihaz analiz şartları	70
12. Farklı dönemlerde iki ağaçtan toplanan sahil çamı kozalak, ibre ve kabuğunun rutubet değerleri %	75
13. İki farklı Sahil Çamı ağacından farklı dönemlerde toplanan ibre ve kozalakların uçucu yağ verimleri	77
14. 1. örneğin farklı dönemlerde toplanan ibre ve kozalağının uçucu yağ bileşenleri (%)	78
15. 2. örneğin farklı dönemlerde toplanan ibre ve kozalağının uçucu yağ bileşenleri (%)	83
16. İki farklı Sahil Çamı ağacından farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun lipofilik madde verimleri	88
17. 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstraktındaki yağ ve reçine asitleri (%)	91
18. 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstraktındaki yağ ve reçine asitleri (%)	95
19. İki farklı Sahil Çamı ağacından farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun hidrofilik ekstraktif madde miktarı	97
20. 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstraktlarında tespit edilen fenolik bileşenler (mg/g ekstre)	99
21. 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstraktlarında tespit edilen fenolik bileşenler (mg/g ekstre)	101
22. 1. örneğin farklı dönemlere ait ekstraktlarının ve uçucu yağlarının DPPH serbest radikal süpürücü etkileri (% Süpürücü etki \pm S.H.*)	103

23.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstre ve uçucu yağlarının DPPH aktivitesindeki IC ₅₀ değerleri.....	105
24.	2. örneğin farklı dönemlere ait ekstralarının ve uçucu yağlarının DPPH serbest radikal süpürücü etkileri (% Süpürücü etki ± S.H.*)	106
25.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstre ve uçucu yağlarının DPPH aktivitesindeki IC ₅₀ değerleri.....	109
26.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının ABTS katyon radikali giderim aktiviteleri (% aktivite ± S.H. *).....	109
27.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk aseton ekstralarının ABTS katyon radikal giderim aktiviteleri (IC ₅₀ -µg/ml)	110
28.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının ABTS katyon radikali giderim aktiviteleri (% aktivite ± S.H. *).....	111
29.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk aseton ekstralarının ABTS katyon radikal giderim aktiviteleri (IC ₅₀ -µg/ml)	112
30.	1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı konsantrasyonlardaki aseton ve hekzan ekstralarının CUPRAC aktiviteleri	114
31.	2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı konsantrasyonlardaki aseton ve hekzan ekstralarının CUPRAC aktiviteleri	116
32.	1. örneğe ait farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun ekstralarının toplam fenolik madde miktarları (mg/g ekstre GAE).....	118
33.	2. örneğe ait farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun ekstralarının toplam fenolik madde miktarları (mg/g ekstre GAE).....	120
34.	1. örneğe ait farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun ekstralarının toplam flavonoid miktarları (mg/g ekstre KE)	121
35.	2. örneğe ait farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun ekstralarının toplam flavonoid madde miktarları (mg/g ekstre KE)	123
36.	Farklı dönemlerdeki tüm ekstraların ve uçucu yağların asetilkolinesteraz enzim inhibisyon aktiviteleri (%).....	125
37.	Farklı dönemlerdeki uçucu yağların asetilkolinesteraz enzim inhibisyon aktiviteleri (IC ₅₀ -µg/ml).....	127
38.	Farklı dönemlerdeki tüm ekstraların ve uçucu yağların bütirilkolinesteraz enzim inhibisyon aktiviteleri.....	128
39.	Farklı dönemlerdeki uçucu yağların bütirilkolinesteraz enzim inhibisyon aktiviteleri (IC ₅₀ -µg/ml).....	130

40.	1. örnekten alınan ibre ekstrelerindeki ana yağ ve reçine asitleri (%).....	135
41.	1. örnekten alınan ibre ve kozalak uçucu yağlarındaki antikolinesteraz aktivite gösteren ana uçucu bileşenler (%).....	142

EKLER DİZİNİ

Ek No	Sayfa No
Ek A. İki örnek ağaçtan alınan kozalak ve ibrenin Kasım dönemi uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramları.....	159
Ek B. İki örnek ağaçtan alınan ibre, kozalak ve kabuğun Kasım dönemi yağ ve reçine asitlerine ait GC-MS kromatogramları	164
Ek C. İki örnek ağaçtan alınan ibre, kozalak ve kabuğun Kasım dönemi fenolik bileşenlerine ait HPLC kromatogramları.....	170
Ek D. Fenolik bileşen analizinde kullanılan standartlara ait HPLC kromatogramı ve kalibrasyon eğrileri.....	176

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ha	: Hektar
μm	: Mikrometre
μg	: Mikrogram
DNA	: Deoksiribonükleik asit
GC	: Gaz Kromatografisi
MS	: Kütle Spektrometre
HPLC	: Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
CO_2	: Karbondioksit
DPPH	: 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
FRAP	: Demir indirgeme antioksidan gücü
ABTS	: 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu
GAE	: Gallik asit eşdeğer
TRE	: Trolaks eşdeğer
IC_{50}	: % 50 inhibisyon gösteren konsantrasyon miktarı
AChE	: Asetilkolinesteraz
BChE	: Bütilkolinesteraz

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ormanlar, dünyanın var olduğu andan itibaren sadece insanlar için değil diğer tüm canlılar için yaşam kaynağı olmuştur. Hayvanlar ve böcekler için barınma ve beslenme alanları olurken, insanlar için ise temel ihtiyaçlarının karşılandığı yerler olmuştur. İlk çağlardan beri insanoğlu, gıda maddesi ve yakacak malzemesi olarak, barınak ve çeşitli aletlerin yapımında, iyileştirici olarak hastalık ve yaralanmalarda ve buna benzer birçok alanda orman ürünlerinden faydalanmışlardır. Özellikle çeşitli hastalık ve yaralanmaların tedavisinde bitkilerin yanında farklı türdeki ağaçların çeşitli kısımlarını da kullanmışlardır. Bu bakımdan, ormanlar ve ağaçlar insan varlığı için büyük önem taşımaktadır. Günümüzde artan dünya nüfusu ve beşeri ihtiyaçlarla birlikte bu önem daha da artmıştır. İlginin artması, araştırmaların da artmasına yol açmış, orman varlığı ve ağaçlar üzerine yetiştirme, geliştirme, fiziksel, mekanik ve benzeri alanlardaki çalışmalar ivme kazanmıştır. Bilim insanları bu çalışmaların yanında ağaçların farklı kısımlarının kimyasal içeriklerinin ve tıbbi özelliklerinin araştırılması ve farklı ağaç türlerinin birbirleriyle karşılaştırılmasına da yönelmişlerdir. Genellikle tek yıllık bitkiler üzerine çalışılan bu kimyasal ve tıbbi araştırmalar, ağaçların daha iyi tanınmasına, sınıflandırılmasına ve kullanım alanlarının artmasına yol açmıştır.

Ülkemizde 2015 verilerine göre ormanlarımızın kapladığı toplam alan 22.342.935 ha olarak bildirilmiştir. Doğal olarak yetişen Kızılcıam, Karaçam, Sarıçam, Fıstıkçamı ve Halep Çamı yanında ağaçlandırmayla yetişen Radiata Çamı ve Sahil Çamı türüyle birlikte Çam türlerinin toplam kapladığı alan ise 11.536.036 ha olarak verilmiştir (Anon., 2015). Bu alan toplam ormanlık alanın yaklaşık % 52'sini oluşturur. Öte yandan çam ağaçlarının odunu ve elde edilen çeşitli ürünleri inşaat, yapı malzemesi, mobilya, kâğıt, boya, kimya, gıda vb. gibi farklı endüstriyel alanlarda değerlendirilmektedir. Bununla birlikte halk arasında ibre, kozalak gibi farklı kısımları solunum yolu hastalıkları ve romatizmal hastalıklarda, yara iyileştirici olarak, antiseptik olarak ve buna benzer birçok amaçla tedavide kullanılmaktadır. Çamların bu özellikleri göze alındığında, diğer ağaç türlerine kıyasla bu ağaç türünün ülkemizde büyük önem taşıdığı görülmektedir (URL-1, 2017; URL-2, 2017).

Sahil amı (*Pinus pinaster* Ait) lkemizde doğal olarak yetişmeyen, ağaçlandırma ile farklı bölgelerde yetiştirilen hızlı gelişen yabancı ağaç türleri arasında yer alan bir am türüdür. 1970-1990 yılları arasında özellikle hızlı gelişmesinden dolayı yoğun ilgi gösterilen bu am türü sonraki yıllarda geri planda kalmıştır. Ağacı dayanıksız ve odunu yumuşak olsa da ülkemizde farklı alanlarda kullanılmaktadır.

Türkiye'de genel olarak odunu kullanılan ve fiziksel, mekanik özellikleri dışında kimyasal içerik, biyolojik aktivite ve tıp alanlarında pek fazla araştırma bulunmayan bu am türünün Avrupa'da pek çok çalışması yapılmaktadır. Özellikle bu türün doğal olarak yetiştiği Portekiz, İspanya, Fransa gibi Avrupa lkeleri ile Cezayir ve Tunus gibi Kuzey Afrika lkelerinde yapılmış çok sayıda kimyasal içerik ve biyolojik aktivite çalışmaları literatürde mevcuttur. Ayrıca, Fransa'da yetişen Sahil amı'nın kabuğunun ekstresi çıkartılmış, Pknogenol ismiyle gıda takviyesi olarak patenti alınmıştır. Çok sayıda fenolik bileşen ve prosiyanidin içeren bu ekstrenin antioksidan aktivitesinin oldukça yüksek olduğu çeşitli çalışmalarca kanıtlanmıştır. Pknogenol'n başta kardiyovasküler hastalıklar olmak üzere, pek çok hastalık üzerine laboratuvar ve klinik çalışmaları yapılmış ve hala yapılmaktadır. Bu araştırmalarda Pknogenol'n olumlu sonuçlar elde ettiği raporlanmıştır (Packer vd., 1999; Rohdewald, 2005) Ayrıca Sahil amı reçine bakımından da zengin olup, Avrupa reçine üretiminde önemli bir yer tutmaktadır.

Kimyasal bileşen açısından zengin, tıbbi açıdan önemli bir tür olan Sahil amı üzerine ülkemizde bu alanlarda çalışma yapılmaması önemli bir eksiklikdir. Bitkilerin gelişme dönemindeki değişimler olarak bilinen ontogenetik değişimler, bitkinin kimyasal içeriğine de etki etmektedir. Sahil amı'ndaki ontogenetik değişimlerin ağacın kimyasal bileşimine etkisi üzerine araştırma yapılmamış olması da bir diğer önemli eksiklik olarak görülmektedir. Bu am türü ülkemizde doğal olarak yetişmese de ağaçlandırma çalışmaları olumlu sonuçlar vermiş ve günümüzde ormanlık alan dağılımında 77091,7 ha ile hatırı sayılır bir yer kaplamaktadır (Anon., 2006).

1.1 Çalışmanın Amacı

Sahil amı'nın (*Pinus pinaster* Ait.) kimyasal bileşenleri ve biyolojik aktiviteleri üzerine dünyada özellikle Avrupa'da pek çok çalışma mevcuttur. Türkiye'de ise bu am türü ile ilgili farklı konularda araştırmalar yapılmış olmasına rağmen kimyasal bileşenleri ve

biyolojik aktiviteleri üzerine kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile Türkiye’de (Bartın Bölgesi’nde) yetiştirilen Sahil Çamı’nın (*P. pinaster* Ait.) ibre, kozalak ve kabuklarının lipofilik, hidrofilik ve uçucu bileşenlerinin tespiti, bu lipofilik, hidrofilik ekstraktların ve uçucu yağlarının antioksidan, antikolinesteraz aktivitelerinin incelenmesi ve dönemsel farklılıklarının araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, bu çalışma Sahil Çamı’nın farklı kısımlarının antikolinesteraz aktivitesi üzerine yapılan ilk çalışma özelliği taşımaktadır.

1.2 *Pinacea* Familyası Hakkında Genel Bilgiler

Pinacea familyası, açık tohumlu bitkiler sınıfının tür çeşitliliği ve dünya üzerinde oluşturdukları orman alanlarının genişliği bakımından en önemli familyasıdır. Tropik ormanlardan başlamak üzere Kuzey Kutbuna kadar Kuzey Yarım Kürede geniş ormanlar kurarlar. *Abies*, *Picea*, *Keteleeria*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Pinus*, *Cedrus*, *Larix*, *Pseudolarix*, ve *Cathaya* olmak üzere 10 cins ve yaklaşık 210 kadar türü bulunmaktadır (Anşin, 1994; Yaltırık ve Efe, 2000). Bu cinslerden *Abies*, *Cedrus*, *Picea*, *Pinus* ve bu cinslere ait 9 tür ülkemizde doğal olarak yetişmektedir.

Familyanın çoğu türünde yapraklar her dem yeşil olmakla birlikte bazı türlerinde kışın dökülür. Yapraklar iğne yaprak şeklindedir. Yapraklar koparıldığında sürgün üzerinde çıkıntı ya da çukur şeklinde izler kalır. Bazı cinslerde (*Pinus*, *Cedrus*) uzun sürgünlerin üzerinde kısa sürgünler vardır. Kısa sürgünlerden yaprakların 2-5 veya 10-15 tanesi topluca çıkarken, uzun sürgünlerden tek tek çıkarlar.

Tüm cinsleri bir cinsli ve bir evciklidir. Erkek ve dişi çiçekler kozalak oluştururlar. Rüzgârla birlikte tozlaşma yaparlar. Erkek çiçekler tek bir çiçek görünümünde olup, bir eksen etrafında dizilmiş birçok etaminden (puldan) oluşur. Her etaminin iki polen kesesi vardır. Bir brahte, iç içe geçmiş bir karpel ve 2 tohum taslağından oluşan onlarca dişi çiçek bir araya gelerek dişi kozalakçığı oluşturur. Brahte kozalağa dönüştükten sonra çoğu cinsten kaybolur. Olgunlaştıktan sonra sürgün üzerinde dik olarak duran kozalaklar karpeller halinde dağılırlar. Bazı cinslerde bu dağılma olmaz. Kozalak olgunlaşması *Picea* ve *Abies*’lerde 1, *Cedrus* ve *Pinus*’larda 2-3 yılda olmak üzere genel olarak *Pinacea* familyasında 1-3 yıl arasında olur (Sarıbaşı, 2008; Yaltırık ve Akkemik, 2011).

Pinacea familyasındaki ağaçlar 40-50 m. ye kadar boylanabilen düzgün ve dolgun gövdelere sahip ağaçlardır. Odunları çok sade yapılıdır. Çoğu türünün odunu traheidlerden, bazıları paranzim hücrelerinden oluşmakta, *Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Cathaya* ve *Pseudotsuga* gibi cinslerinin odunlarında reçine kanalları bulunmaktadır.

En verimsiz alanlarda bile yetişmekte olan familyanın çoğu ağaç türleri, dağlık ve yüksek yerlerde toprak kaymalarını ve çığ oluşumlarını önlemektedir. Ekonomik açıdan değerli odunlarının yanı sıra yan ürün olarak reçine ve terebentinden (*Pinus pinaster*, *P. halepensis*, *P. brutia*, *P. palustris*), kabuk ve dericilikte sepi maddesi olarak kullanılan tanenlerden (*Picea*, *Tsuga*) ve yenilebilen yağlı tohumlardan (*Pinus pinea*, *P. cembra*, *P. coulteri*, *P. edulis*) önemli ölçüde yararlanılmaktadır. Ayrıca park ve bahçelerde süs bitkisi olarak kullanılan birçok *Pinacea* türü mevcuttur. Kerestesi başta inşaat olmak üzere, selüloz ve kâğıt sanayinde hammadde, madencilikte travers, tel direği olarak birçok alanda kullanılmaktadır (Anşin, 1994).

1.3 *Pinus* L.: Çamlar

Pinus L. cinsi dünyadaki Konifer'ler içerisinde tür zenginliği bakımından en geniş yere sahiptir. Yaklaşık 110-120 türle Çamlar asıl yayılışlarını Kuzey Yarımküre'de yapar. Kuzey Amerika, Asya ve Avrupa'nın son ağaç sınırına kadar geniş bir alanı kaplarlar. Her dem yeşil olan Çamlar, genellikle boylu ulu ağaçlar halinde, ender olarak *Pinus mugo*, *P. pumila*, ve *P. uncinata* gibi boylu çalı, bazı türlerinde ise yerde sürünen çalılar halinde yayılış gösteren odunsu bitkilerdir (Anşin, 1994; Yaltırık, 1988).

1.3.1 *Pinus* L. Cinsinin Botanik Özellikleri

Çamlar, genç ve orta yaşlarda dallar gövdeye çevrel dizilmiş olduğu için piramidal bir görüntüye sahiptir. İlerleyen yaşlarda ise dalların dizilişi değişir ve piramidal yapı bozulur. Dallar gövdeden çevrel olarak çıkar ve yatay yönde uzanırlar. Yaş ilerledikçe kabuklar kalınlaşır ve derin çatlaklar oluşur (Anşin, 1994; Yaltırık ve Efe, 2000).

Uzun sürgünlerin yanında kısa sürgünleri de vardır ve bu kısa sürgünler yaprakları taşır. Fideciğin ilk yıllarında primer iğne yapraklar gövdeye teker teker dizilir ve 3-4 yıl sonra dökülürler. Daha sonraki yıllarda uzun sürgünde iki çeşit yaprak oluşur. Birincisi uzun

sürgünler üzerinde sarmal olarak dizilen pulsu yapraklar, ikincisi ise bu pulsu yaprakların altında iki, üç, beş adet iğne yaprakları taşıyan kısa sürgünlerde toplanmış asıl yapraklardır. İğne yaprakların sayısı alt cinsleri birbirinden ayırmak için önemli bir özelliktir. Yaprakların ucu sivri, kenarları genellikle dişli olup yüzeyinde çok sayıda stoma çizgisi mevcuttur. Yaprakların dip kısmında “kın-glaf” ismi verilen sarı veya boz renkli bir kısım bulunup, bu kısım bazı türlerde daima kalırken bazı türlerinde dökülmektedir (Kayacık, 1980; Yaltırık, 1988; Farjon, 2005; Eckenwalder, 2009).

Erkek çiçek kozalakçıkları ilkbahar sonu yaz başlarında uzun sürgünlerin dip tarafında yer alır ve bu kozalakçıkların birçoğu bir araya gelerek sarı, kırmızı renkte erkek çiçek topluluklarını oluştururlar. Her bir erkek çiçeğin bir eksen etrafında dizilmiş çok sayıda etaminleri vardır. Dişi kozalaklar genellikle subterminal, ender olarak da terminal ve yan durumludur. Spiral olarak bir eksen üzerinde dizilmiş birçok dişi çiçekten oluşur. Bir dişi çiçekte dış pul (brahte), karpel (iç pul veya tohum yaprağı) ve karpel üzerinde de iki adet tohum taslağı bulunur. Kozalak daha çiçek aşamasında iken dış pul (brahte) dışarıdan görülür, sonradan iç pul gelişir, deri gibi sertleşir ya da odunlaşır dış pul görülmez. Dişi çiçek olgunlaştığında türden türe değişik yapıda olan kozalağa dönüşür. Tohum olgunlaşınca kadar, bu pullar üst üste kapanır kozalak olgunlaşınca pullar açılmaktadır. Çam kozalaklarının diğer iğne yapraklılara göre birçok karakteristik özellikleri vardır. İç pulun (karpel'in) ve uç kısmında kalkan (Apophys) adı verilen çok daha olgunlaşmış bir kısmı vardır. Çamlar yalnız kozalakları ile birbirinden kolayca ayrılabilirler. Esasen tüm açık tohumlu türleri içerisinde en önemli ayırma organının başında kozalaklar gelmektedir. Kalkanın da iki veya üç iğne yapraklı çamlarda ortada, beş iğne yapraklılarda ise uç göbeği (umbo) vardır. Göbeğin ortasında “Mucro” bulunur. Türlerle göre mucro yassı, çubuk, diken gibi batıcıdır veya çengel gibi, kuş gagası gibi uzanmıştır (Anşin, 1994; Yaltırık ve Efe, 2000).

Kozalaklar genel olarak 2 yılda, nadiren 3 yılda olgunlaşır. Kozalak pulları açılır fakat diğer Konifer cinslerinde olduğu gibi dağılmaz. Tohumların, tohumdan rahatlıkla ayrılabilen ve tohumu kavrayan kanatları vardır. Çenek sayısı 3 ile 18 arasında değişir. Çamlar rüzgâra ve fırtınaya karşı dayanıklılık sağlayan, kuvvetli bir kök sistemine sahiptir (Yaltırık, 1988).

1.3.2 *Pinus* L. Cinsinin Sınıflandırılması

Çamlar, yapraklarındaki iletim demeti sayısına, odun özelliklerine ve kozalak özelliklerine göre 2 altcins ve dört seksiyona ayrılmıştır (Farjon, 2010).

1. *Pinus* Altcinsi:

- Diploxyton Çamlar, Çıralı Çamlar veya Sert Çamlar da denir.
- Kısa sürgünler üzerinde genellikle 2,3 iğne yaprak bulunur.
- İğne yapraklarında iki adet iletim demeti vardır.
- Yaprak kını dökülmez.
- Odunlaşmış uç kısmı daha fazla kalınlaşmıştır.
- İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş belirgindir.
- *Pinus* ve *Trifolis* Duhamel olmak üzere iki seksiyonu vardır.

2. *Strobus* Lemmon Altcinsi:

- Habloxyton Çamlar, Çırasız Çamlar veya Yumuşak Çamlar da denir.
- Kısa sürgünler üzerinde 5 iğne yaprak bulunur.
- İğne yapraklarında tek bir iletim demeti vardır.
- İğne yaprak kını dökülür.
- Karpel deri gibi ser, uçta kalınlaşma yoktur.
- İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş belirgin değildir.
- *Parrya* Mayr. ve *Quinquefolius* Duhamel olmak üzere iki seksiyonu bulunur

(Anşin, 1994; Yaltrık ve Efe, 2000; Farjon, 2010).

1.3.3 Türkiye'nin Çam Türleri

Cinsin ülkemizde kapladığı toplam orman alanı 2006 verilerine göre 10.91 milyon ha olup genellikle verimli bir orman yapısı oluşturmaktadır (Anon., 2006). 2015 verilerine bakıldığında ise bu rakamın 12 milyon ha' ı geçtiği görülmüştür.

Türkiye'de doğal olarak yetişen türler sert çamlardan olup 5 tür ve bu türlere ait alt taksonları bulunur;

1. *Pinus brutia* Ten.: Kızıldaam (5.610.215 ha)

2. *Pinus halepensis* Mill.: Halep çamı (715 ha)
3. *Pinus nigra* Arnold.: Karaçam (4.244.921 ha)
4. *Pinus pinea* L.: Fıstık çamı (161.971 ha)
5. *Pinus sylvestris* L.: Sarıçam (1.518.929 ha)

Türkiye’de doğal olarak yetişmeyen, sonradan ülkemizde ağaçlandırmayla yetiştirilmeye başlanan 2 egzotik (yabancı) çam türü vardır;

1. *Pinus pinaster* Ait.: Sahil Çamı (77.091,7 ha)
2. *Pinus radiata* D. Don: Radiate çamı-Monteri çamı (47 ha) (Yaltırık ve Efe, 2000; Anon., 2015)

1.3.4 Çamların Kullanım Alanları

Çamların odunları başta mobilya ve kerestecilik olmak üzere, inşaat alanında, kâğıt hamuru yapımında, yakacak olarak ve bunların dışında birçok alanda kullanılmaktadır. Bu ağaçların odun dışında da kullanılan ürünleri vardır:

Çam fıstığı: *P.pinea* L. türünün kurutulmuş olgun tohumlarıdır. Sabit yağ (% 46 civarında), protein ve selüloz taşır. Bal ile ezilmesi sonucunda elde edilen macun kuvvet verici olarak kullanılmaktadır. Bazı yemeklerin içine girer. Türkiye’nin dış satım ürünlerindedir.

Çam kabuğu: Muhtelif *Pinus* türlerinden elde edilen kurutulmuş gövde kabuğudur. Tanen taşınması nedeniyle deri endüstrisinde sepi maddesi ve tedavide kabız yapıcı madde olarak kullanılır.

Çam katranı: Muhtelif *Pinus* türlerinin dal ve gövde parçalarının kapalı fırınlarda yavaş yavaş yakılması sonucunda elde edilen katrandır. Fenol türevleri ve reçine asitleri taşır. Dâhilen solunum sistemi ve idrar yolları hastalıklarında antiseptik olarak kullanılır. Haricen birçok cilt hastalığına karşı merhem halinde kullanılmaktadır.

Çam reçinesi: Çam terebentinin distilasyonu sonucu elde edilen bir rezinadır. Yakı hazırlanmasında kullanılır. Boya ve kâğıt endüstrisinde önemli bir maddedir.

Çam poleni: Çam türlerinin olgun sporlarıdır. Bu sporlardan hazırlanan ekstraktlar ile yapılan ilaçlar; vitaminler ve enzimler taşımaktadır. Dâhilen kuvvet verici, vücudun dayanıklılığı ve kudretini artırıcı olarak kullanılmaktadır.

Çam soymuğu: Yapraklarda meydana gelen öz suyun bitkinin diğer organlarına taşınmasını üstlenmiş olan boruların bulunduğu tabakaya verilen isimdir. Çam soymuğunun kuvvet verici ve özellikle verem hastalığını iyi edici olduğu kanısı halk arasında yaygındır.

Çam terebentin esansı: Terebentin veya çam odununun distilasyonu ile elde edilen uçucu bir yağdır. %90 kadar piren taşır. Haricen romatizma ağrılarına karşı, cilde kan toplayıcı olarak ve veteriner hekimliğinde haricen ağrı kesici olarak kullanılmaktadır. Neft yağı ismiyle de tanınır.

Çam tomurcuğu: Sarıçam bitkisinin kurutulmuş genç tomurcuklarıdır. Reçineli maddeler, uçucu yağ (%1-2), acı madde taşır. Zehirli madde taşımayan, hafif bir idrar söktürücüdür. Solunum sistemi hastalıklarında yumuşatıcı ve balgam söktürücü olarak kullanılır.

Çam yaprağı esansı: Değişik çam türlerinin yapraklı dal uçlarından su buharı damıtması ile elde edilen hoş kokulu, keskin lezzetli, renksiz ve akıcı bir sıvıdır. Pinenler, silvestren, kadinen, terpinol ve bornil asetat gibi bileşikler taşımaktadır. Dâhilen göğüs nezlesine karşı, balgam söktürücü, yatıştırıcı ve antiseptik olarak alınır. Haricen merhem halinde romatizmaya karşı, ağrıyan yere sürmek suretiyle kullanılır (URL-1, 2017).

1.3.5 Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Aiton)

Sahil Çamı, Türkiye’de doğal olarak yetişmeyen, ithal olarak alınıp ağaçlandırılması yapılan çam türüdür. Ülkemizde ağaçlandırılması yapılan endüstriyel öneme sahip egzotik (yabancı) tür orman ağaçları içerisinde en geniş alana sahip ve en çok önem verilen türdür.

İngilizce ’de Maritime Pine veya Cluster Pine, Fransızca ’da Pin Maritime, Portekizce ’de Pinoherio Bravo, İspanyolca ’da Pino Maritime veya Rodeno, İtalyanca ’da Pino Marittimo ve Almanca ’da Strandkiefer olarak bilinen bu tür, Türkçe’ye bu dillerdeki genel karşılığı olan Sahil Çamı olarak geçmiştir. Genel yayılışı sahil kısmında, denize yakın bölgelerde

olduğundan bu adı aldığı düşünölmektedir. En yaygın olarak bilinen botanik ismi *Pinus Pinaster* Aiton'dur. Pinaster kelimesi Latince'de yabani anlamına gelmektedir. Literatürde *Pinus pinaster* Soland, *Pinus maritima* Miller, *Pinus maritima* Lam, *Pinus maritima* Poiret, *Pinus mesogeensis* gibi bazı isimler bu türün sinonimleri olarak kullanılmaktadır (Scott, 1962; Resch, 1974; Tunçtaner, vd., 1985; Akçidem, 1989).

1.3.5.1 Botanik ve Anatomik Özellikleri

Coniferae sınıfının Pinoideae takımının Pinaceae familyası Pinus cinsine dâhil olan Sahil Çamı, 20-25 metre boylarında, genç yaşlarda piramidal, ileriki yaşlarda dağınık tepe şekline sahip bir çam türüdür (Şekil 1) (Anşin, 1994; Özcan, 2003).



Şekil 1: *P. pinaster* Ait'in genel görünüşü (URL-2, 2017).

İki iğne yapraklı çamlardandır. Kabuk ileri yaşlarda kalın, derin çatlaklı ve kırmızı kahverengi (Şekil 2), tomurcuklar büyük, reçinesiz ve iğ biçimindedir. Genç sürgünler tüysüz ve soluk kahverengidir (Şekil 3)(Anşin, 1994).



Şekil 2: *P. pinaster* Ait'in gövde kabuk yapısı (URL-3, 2017).



(a)



(b)

Şekil 3: *P. pinaster* Ait. türüne ait a) sürgün, b) tomurcuk yapısı (URL-4, 2017).

10-20 cm arası büyüeyebilen ikili iğne yapraklar, kalın, parlak yeşil renkte olup kenarları ince dişli ve uçları batıcıdır (Şekil 4). Sürgün uçlarında toplu halde bulunurlar. Koyu renkli yaprak kınının uzunluğu 15 mm civarında ve reçine kanalları ortadadır. İğne yaprakların ortalama üç yıl kadar ömürleri vardır (Akgül, 2010; Yaltırık, 1988).



Şekil 4. Sahil Çamı'nın iğne yaprak ve erkek çiçeği (URL-4, 2017).

Silindirik yapıda, sarı renkli erkek çiçekler sürgünlerin dip kısmında topluluklar halinde bulunur ve sayıları oldukça fazladır (Şekil 4). 9-18 cm. uzunluğa sahip kozalaklar açık parlak kahverengi ve koni biçiminde tam simetrik olmayan bir yapıya sahiptir. Sivri uçları aşağıya doğru eğridir. Kısa saplarıyla dala tutunurlar ve genellikle birkaçı bir arada bulunur. Göbek çıkıntılı ve batıcı, yan pervazlar belirgin bir haldedir. Tohumlar kanatlı, 18-25 mm, uzun, parlak, siyahımsı kahve renkli, kanatlar devetüyü renkli, üzerleri çizgili, 10-15 mm uzunlukta ve tohumdan kolayca ayrılırlar (Şekil 5). Tohumlarında çimlenme engeli yoktur (Gökmen, 1970; Anşin, 1994).



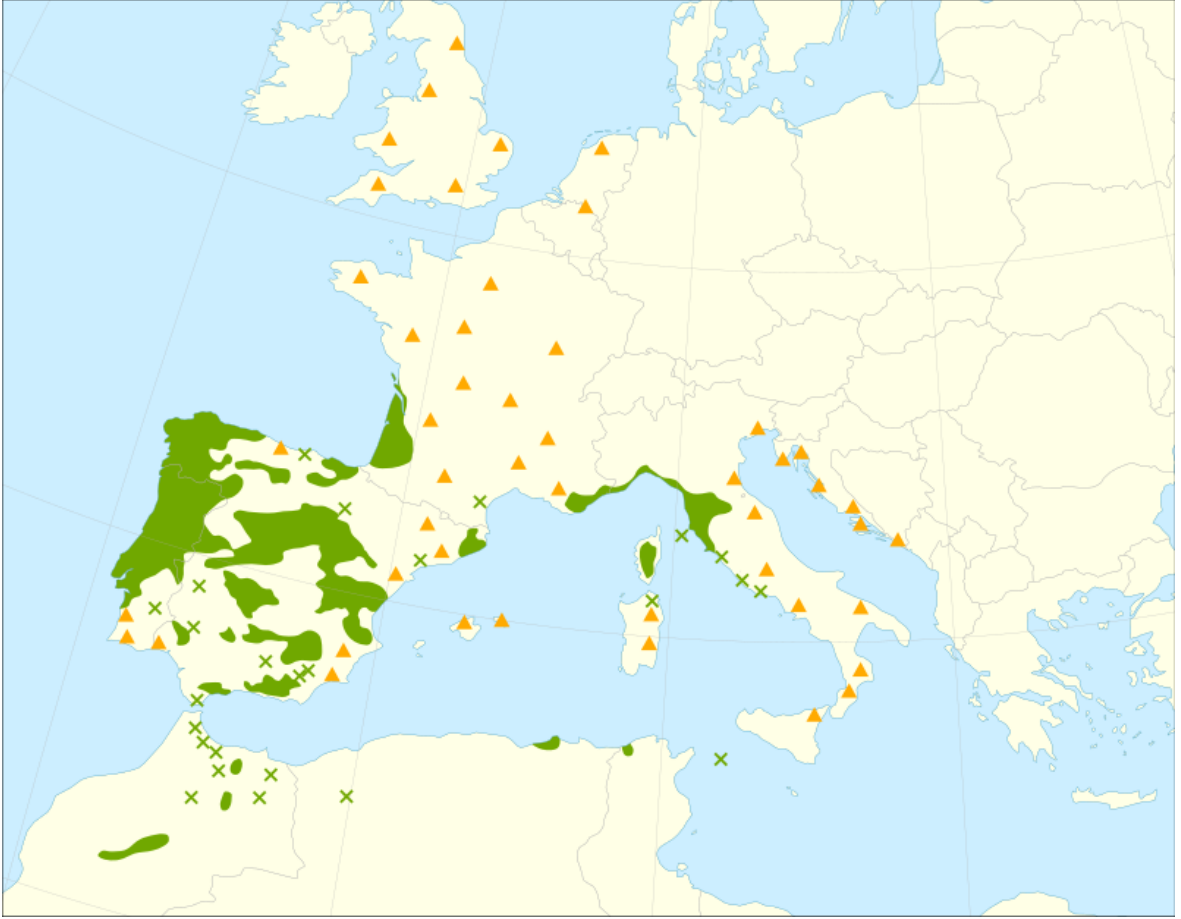
Şekil 5: a) Sahil Çamı tohumu, b) Sahil Çamı kozalağı (URL-4, 2017).

Sahil Çamı'nın odunu bol reçinelidir. Gövdedeki boyuna traheidlerde spiral kalınlaşma yoktur. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal zarları üzerinde yer alan kenarlı geçitler yaz odunundakilere göre daha büyüktür. Nadiren teğet yüzeylerde küçük kenarlı geçitler bulunur. Reçine kanalı içeren öz ışınları dışında kalanlar tek sıralıdır. Basit geçitler pinoid tipte ve 1-4 sayıdadır. Boyuna paransim hücreleri yoktur. İnce zarlı salgı hücrelerini içeren reçine kanalları büyük 200-300 mikron genişliğinde ve özellikle ilkbahar odunundan yaz odununa geçişte lokalize olmuşlardır (As, 1992; Şener, 2004).

1.3.5.2 Sahil Çamı'nın Dünya Üzerindeki Yayılış Alanları

Doğal orman ve ağaçlandırma olarak uzun bir tarihi olan Sahil Çamı'nın Portekiz ve Fransa' da 600 yıldan fazladır dikimi yapılmaktadır. Scott'a (1962) göre türün doğal ve bakir meşcerelerine karşılık insanlar tarafından yetiştirilen tüm meşcereleri yaklaşık 2,4 milyon ha. olarak hesaplanmıştır.

Genel itibari ile bir Akdeniz çam türü olan Sahil Çamı doğal yayılışını Güneybatı Avrupa ve Kuzeybatı Afrika'da 31° ve 46° Kuzey enlemleri ile 9° Batı ve 13° doğu boylamları arasındaki bölgede gösterir (Şekil 6). Fransa'da Güney Atlantik sahillerinde Gascony'nin Landes bölgesi, Portekiz'de Lizbon'un kuzeyindeki Atlantik sahillerinde en iyi yayılışını gösterir. Başka ırk veya formları bu bölgelere nispeten daha kurak ve soğuk iklimi olan İspanya'nın iç kısımlarında yayılış gösterir. Güneybatı Fransa'nın Atlantik sahillerinde, Cezayir, Tunus ve İtalya'da sahil kesiminde görülürken, İspanya, Fas ve Korsika'da sahile yakın iç kesimlerde ve yer yer yüksek dağlarda görülür. Genel karakteri itibariyle alçak bölge ve sahil kesimine yakın yerlerin ağacı olan Sahil Çamı doğal yayılışını genel olarak 600 m ile 2000 m arası yüksekliklerde yapar. Korsika'da 1000-1600 m'lerde, İspanya'da 1200 m civarında, Fas'ta Atlas Dağlarında 2000 m yüksekliklere kadar çıkmaktadır (Scott, 1962; Şimşek vd., 1974; Anon., 1982; Alia ve Martin, 2003).



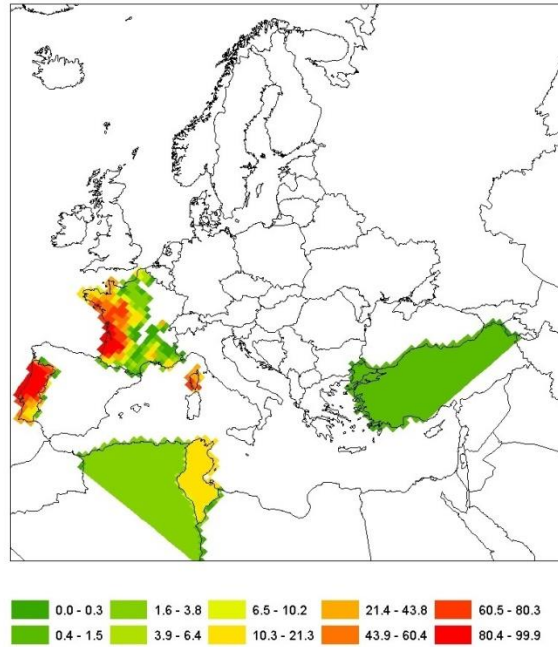
Şekil 6: Sahil Çamı'nın (*P. pinaster* Ait.) doğal yayılış alanı (URL-3, 2017).

Sahil Çamı doğal yayılışının dışında da çok geniş sahalarda yetiştirilmiştir. Bu yüzden doğal yayılışının sınırlarını kesin çizgilerle ayırmak mümkün olamamaktadır (Scott, 1962). Bu türün, bir asrı geçkindir Güney Afrika, Yeni Zelanda ve Avustralya'da ağaçlandırılması yapılmaktadır (Şimşek vd., 1985). Başta Brezilya olmak üzere eski Yugoslavya, İspanya, Fransa, Portekiz, Avustralya ve Yeni Zelanda'da kitle üretiminde ağaçlandırma yapılmaktadır (Özcan, 2003) Bu bölgelerin dışında Türkiye, Uruguay, Arjantin, Şili gibi Güney Amerika ülkeleri, Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Belçika, Yunanistan, Rusya ve Viktorya gibi birçok ülkede de egzotik olarak dikimle yetiştirilmektedir (Şekil 7) (Higgins ve Richardson, 1998; Vinas vd., 2016; URL-7, 2017).



Şekil 7: CABI'nin (Uluslararası Tarım ve Hayvancılık Merkezi) verilerine göre *P. pinaster* türünün dünyadaki ağaçlandırma alanı (URL-7, 2017).

Şekil 8'de Sahil Çamı'nın (*P. pinaster*) Avrupa Konifer ormanlarındaki yoğunlukları gösterilmiştir:



Şekil 8: Sahil Çamı'nın (*P. pinaster*) Avrupa Konifer ormanlarındaki yoğunluk oranı (%) (URL-6, 2017).

1.3.5.3 Sahil Çamı'nın Yetiştirme Ortamı

İklim istekleri: Sahil Çamı'nın doğal yayılış gösterdiği bölgelerde genel olarak ılıman okyanus iklimi hâkimdir. Yıllık ortalama yağış bölgelere göre değişiklik göstermekte olup, Fransa'nın Land Bölgesi'nde 700-1220 mm, Portekiz'de 800 mm, İspanya'nın kuzey sahillerinde ise 1000-1200 mm arasındadır. İspanya'nın kuzey sahilleri ve Portekiz'e göre daha sıcak olan Fransa'nın Land Bölgesi'nde yıllık ortalama sıcaklık 12,8 °C, en düşük sıcaklık ise -7,8 °C olarak ölçülmüştür. Bu bölgeler dışında bulunan Korsika'da Akdeniz iklimi kendini göstermektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılıman ve yağışlı geçmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı bu bölgede 630 mm ile 1270 mm arasında değişmekte olup, yıllık ortalama sıcaklık 16 °C, en düşük sıcaklık ise -10 °C olarak görülmüştür. Avrupa'nın dışında türün ağaçlandırma yapıldığı Güney Afrika, Yeni Zelanda ve Avustralya gibi ülkelerde ise iklim genellikle doğal yayılış gösterdiği bölgelerle benzerlik göstermektedir. Fakat Güney Afrika'da yalnız kış yağışlarının olduğu bölgelerde daha iyi gelişim göstermektedir (Scott, 1962; Şimşek vd., 1974; Anon., 1982; Farjon, 1984;). Sahil Çamları, köklerinin yapısı sayesinde yazın oluşan kuraklıklara dayanıklıdır (Gaddas, 1976). Özellikle doğal yayılış alanlarında iç kesimlerdeki ve Akdeniz sahillerindeki ağaçlar diğer bölgelere göre daha dayanıklıdır (Özdemir ve Savaşer, 1972; Tunçtaner vd., 1985). Diğer yandan don zararları ve kar kırılmalarına karşı, Korsika ve Fas dağlarında yetişen Sahil Çamı ağaçlarının diğer bölgelerdeki ağaçlara göre daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir (Scott, 1962; Şener, 2004).

Toprak İstekleri: Sahil Çamı, doğal yayılış alanlarından da anlaşılacağı üzere, fakir, verimsiz özellikle kumlu topraklarda yetişmeye uygun bir çam türüdür. Bu özelliği, diğer orman ağaçlarına kıyasla bu türü kıymetli kılmaktadır. Rutubeti fazla, kuvvetli ve ağır topraklarda daha hızlı büyüme göstermesine rağmen bu topraklarda yetişen Sahil Çamı ağaçları kar kırması ve devrilmesinden çok zarar görürler. Kök gelişimi, gevşek kumlu topraklarda bile tutunabilen kuvvetli yan köklerle desteklenen kalp kök sistemindedir. Orta ve iyi derecede geçirgenliğe sahip, hafif, asidik, alüvyal ve kumlu topraklarda kazık kök sistemi ile derinlere kadar inebilir. Kurak toprak koşullarına karşı da oldukça dayanıklıdır (Scott, 1962; Anon., 1982; Ürgenç ve Boydak, 1982). Ancak, kireç içeren, serbest karbonat bulunan, ağır, bazik topraklarda yetişmemektedir. Bu bakımdan toprak pH'ı 6'yı geçen bölgelerde bu türün ağaçlandırmasının yapılmaması önerilmektedir. Fakat bu durumun istisnaları da mevcuttur. Kuzey Afrika orijinlerinde ve Yeni Zelanda'nın Northland

bölgesinde ağır killi topraklarda bile sağlıklı bir şekilde büyüme gösterdiği kaydedilmiştir (Günay vd., 1982; Şimşek vd.,1985; Tunçtaner vd., 1985).

1.3.5.4 Sahil Çamı'nın Sınıflandırılması

Sahil Çamı'nın, birbirleri arasındaki farklılıklarının yeterli olup olmadığı tartışılmakla birlikte, aşağıdaki varyeteleri tespit edilmiştir (Schenck, 1939; As, 1992).

Var. hamiltonii Parlı: Diğer varyetelere göre boyları uzun olup dalları horizontaldir. Yayılışı Korsika'nın yüksek bölgelerindedir.

Var. aberdonia Loudon: Kozalaklar daha kısa, ibre ve kozalakların rengi daha açıktır.

Var. lemoniana Bentham: Kozalaklar dalların uç kısımlarında tek tek ve dik bir şekilde durur.

Var. minor Loiseleur: Türün ortalama kozalak boyutundan daha ufak kozalaklara sahiptir.

Resch (1974), Fas'taki İzaren Arboretumu'nda Sahil Çamı'nın morfolojik, anatomik ve fenolojik karakterler üzerine yapılan çalışmalar sonucunda türü birbirinden farklı 5 ırka ayırmıştır:

1. **Atlantik ırkı:** Güneybatı Fransa ve Portekiz'de yayılış gösterir.
2. **Mezogensis ırkı:** Güney Fransa, Korsika, İtalya ve Kuzey Afrika'da yayılış gösterir.
3. **Corsicana ırkı:** Korsika Adası'nda yayılış gösterir.
4. **Maghrebiana ırkı:** Fas'ta yayılış gösterir.
5. **Renoui ırkı:** Cezaiir-Bougie ve Tunus-Tabarka'da yayılış gösterir.

Birçok ülkedeki çalışmalara dayanarak türün farklı bölgelerde bulunan ırklar arasında genetik açıdan büyük farklılıklar olduğunu, hatta bu farklılıkların aynı bölgedeki türler arasında da olduğunu belirten Scott (1962), türü coğrafik ve pratik olarak 3 ana tipe ayırmıştır:

- a. **Atlantik tipi:** Boylu bir yapıda, hızlı büyüyen dona karşı hassas olan bu tip, Fransa'nın Land bölgesi, İspanya'nın kuzey sahilleri ile Portekiz'in batı sahillerinde yayılış göstermektedir.
- b. **Kserofit tip:** Nispeten daha yavaş büyüyen ve daha küçük bir tiptir ve İspanya'nın iç kısımlarında, Kuzey Afrika kıyılarında, Fransa'nın Akdeniz sahilleri ile Kuzeybatı İtalya'da doğal olarak yetişir. Bu tipte yetiştirme bölgelerine göre form yönünden bazı farklılıklar görülmektedir.
- c. **Dağlık tip:** 45 cm'nin üzerinde geniş çaplı, 19,5-30 m arasında boylanabilen, düzgün formudur. Korsika'da 400 m ile 900 m'ler arasında, Kuzey Afrika Atlas dağlarında 2000 m'ye kadar yüksekliklerde bulunabilir. Yaşam süresi uzun olup dona dayanıklıdır.

1.3.5.5 Sahil Çamı'nın Türkiye'deki Durumu

Sahil Çamı ülkemizde, doğal olarak yetişmeyen, birçok farklı ülkede olduğu gibi ağaçlandırma yoluyla yetiştirilen yabancı menşeli hızlı gelişen bir çam türüdür. Yetiştirme ortamı, gelişmesi, yıllık artımı gibi özelliklerine bakıldığında ülkemizdeki bazı yerli türlere göre üstün olduğu görülmüş, ayrıca yabancı tür ağaçlandırmalarında da en ümit verici tür olduğu belirtilmiştir (Ürgeç, 1972; Greathouse, 1975; Cooling, 1977).

Ülkemizin Sahil Çamı ile tanışması oldukça eskilere dayanmaktadır. 1888 yılında Fransızlar tarafından İstanbul Terkos'ta kumul hareketlerini durdurmak için Land orijinli Sahil Çamı ağaçları getirilmiş ve burada türün ilk ağaçlandırması yapılmıştır. Yapılan bu ağaçlandırma aynı zamanda ülkemizdeki hızlı gelişen yabancı türlerle yapılmış ilk ağaçlandırmadır. İlerleyen yıllarda buradan alınan tohumlarla fidanlar büyütülerek İstanbul'un farklı bölgelerinde ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır. Yine 1950 yılında Orman Hasılatı ve Biyometri Anabilim Dalı öncülüğünde Sahil Çamı'nın Girönde, Toulon, Korsika ve İspanya orijinlerine ait tohumları getirilerek, Bahçeköy-Burunsuz, Çanakkale-Kalabaklı ve İstanbul-Alemdağ'da ağaçlandırmaları yapılmıştır (Ürgeç, 1972; Cooling, 1977; Tunçtaner, 1990; Boydak vd., 1995).

Türkiye'de orman ürünlerine ve oduna olan ihtiyaç ve ülkemizdeki ormanların gelişen bu ihtiyacı karşılayamaması, hızlı gelişen yabancı ağaçların yetiştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu amaçla, 1965 yılında Ağaçlandırma Dairesi ve bu daireye bağlı

ağaçlandırmaları yönetmek üzere Hızlı Gelişen Türler Şube Müdürlüğü kurulmuştur (Turan, 1982). 1968 yılında ise İzmit, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından hızlı gelişen ibrelili türlerin denemesi konusunda ilk sistemli çalışmalar başlatılmış, bu çalışmalarda Radiata Çamı (*P. Radiata*) ve Sahil Çamı'na (*P. pinaster*) özel önem verilmiştir (Tunçtaner, 2007). Nitekim bu çalışmalar neticesinde, T.C. Orman Bakanlığı ile Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) işbirliği ile 1972-1977 yılları içerisinde FO:DP/TUR/71/521 numaralı "Endüstriyel Ormancılık Ağaçlandırmaları" projesi kapsamında hızlı gelişen yabancı türlerin ülkemizdeki orijin denemeleri başlatılmış ve bu projeye Sahil Çamı'nın Karadeniz, Marmara ve Ege'deki denemelerde en yaygın kullanılacak tür olduğu tespit edilmiştir. 1974 yılında ise Ağaç ıslahı ve Tohum Teknolojisi Bölümü tarafından bu proje ile sağlanan tohumlar ile ilk Sahil Çamı orijin denemesi İzmit-Kerpe'de yapılmıştır (Anon., 1982; Taşdemir, 1996).

İlerleyen yıllarda 1979 yılına kadar çeşitli projelerle Marmara, Karadeniz, Ege ve Akdeniz bölgelerinde çeşitli yerlerde seri orijin denemeleri yapılmıştır. Fakat Akdeniz Bölgesi'ndeki denemelerin tamamı başarısız olmuş ve buradaki denemeler iptal edilmiştir. Yapılan ölçü ve tespitler sonucunda Karadeniz Bölgesi'nde 5, Marmara Bölgesi'nde 8 ve Ege Bölgesi'nde 3 olmak üzere 16 adet deneme alanı başarılı olmuştur (Anon., 1985). Sahil Çamı'nın doğal yayılış alanlarındaki toprak ve iklim özellikleri, denemelerin yapıldığı bu bölgelerde benzerlik göstermekte ve Sahil Çamı ağaçları bu bölgelere uyum sağlamaktadır. Ege Bölgesi'nde Muğla, Datça ve Fethiye'de; en geniş deneme alanına sahip Marmara Bölgesi'nde Kocaeli'nin güney bölgesi, doğu Trakya ve Marmara Denizi'nin güneyi ve Trakya'nın Karadeniz kıyısında; Karadeniz Bölgesi'nde Sinop'ta başarılı denemeler yapılmış, Sahil Çamı bu denemelerde yerli türlere üstünlük sağlamıştır. Bu bölgelerin dışında Mersin, İzmir, Adana, Artvin ve Bartın'da da denemeler yapılmıştır (Şimşek vd., 1985; Öztürk, 1998).

Sahil Çamı'nın diğer çam türlerine göre iğne yapraklarının daha ağır, dal miktarının daha az olması, ülkemizde bu türün ağaçlandırma çalışmalarında ağaçların rüzgâr ve kar nedeniyle devrilmelerine ve gövde kırıklarına neden olmuş, bu da ağaçlandırma denemelerinde orijin arayışlarını doğurmuştur (Çepel, 1983). 1979 yılından sonra orijin deneme çalışmalarına ağırlık verilmiş, bu denemelerde kar devrilmesi, gövde ve dal kırılmalarına, artım verimine boy büyümelerine bakılmıştır. Bu denemeler sonucunda

İtalya'nın Korsika ve Fransa'nın Land orijinleri en başarılı bulunan orijinler olmuştur. Marmara ve Karadeniz'in nemli bölgelerinde Korsika orijini en iyi sonuçları vermiş, Marmara Bölgesi ve Ege Bölgesi'nin yarı nemli bölgelerinde ise Land orijininin boy büyümesinin daha iyi olduğu görülmüştür. Ancak Land orijinli denemelerde büyük ölçüde kar devrilmeleri, dal kırılmaları görülmüştür. Korsika orijinleri yaprak ve dal yapısı sayesinde diğer orijinlerden daha dayanıklıdır. Buna göre 300 m ve daha yukarı yükseltilerde kar devrilmelerine karşı daha dayanıklı olan Korsika orijininin daha uygun olduğu tespit edilmiş ve 1981 yılında Türkiye'de Hızlı Gelişen Türler ile Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu'nda Sahil Çamı'nın (*P. pinaster*) Korsika ve Land orijinleri ile endüstriyel ağaçlandırmalar yapılmasına karar verilmiştir (Anon., 1982a; Şimşek, 1982; Ürgenç ve Boydak, 1982; Tunçtaner vd., 1988).

Tablo 1'de Türkiye'de yapılan Sahil Çamı denemelerinin yeri, rakımı, orijini ve dikim yılları verilmiştir (Anon., 1982a; Anon, 1982b; As, 1992):

Tablo 1: Türkiye'deki Sahil Çamı ağaçlandırmaları

Orman Bölge Müdürlüğü	Bölge	Rakım	Orijin	Dikim Tarihi
Bursa	Armutlu-Boyalık	400	Korsika	1966
	Tozdağ-87	400	Korsika, Land	1966
	Tozdağ-90	450	Korsika	1975
Balıkesir	Merkez-Değirmenboğazı	130	-	-
	Erdek-Kaletepe	190	İspanya	1963
Çanakkale	Eceabat(Anafartalar)-Arıburnu (Kabatepe)	50	-	1977
Keşan	Topçamlar-Korudağ	300	Korsika, İspanya	1967
Keşan	Dokuzdereler-Askeryolu	190	Land	1964
İstanbul-Bahçeköy	Belgrad ormanı-Burunsuz	190	İspanya	1955
			Gironde	1955
			Toulon	1955
			Korsika	1956
İstanbul	Kemerburgaz (Toyakadın)-Hacıbaba	160	Land	1964

Tablo 1: (devam ediyor)

Orman Bölge Müdürlüğü	Bölge	Rakım	Orijin	Dikim Tarihi
İstanbul-Çatalca	Durusu(Terkos)-Fransız çamlığı	20	Land	1888
	Durusu (Terkos)-Efkaf kumluğu	20	Land	1965
	Virankule (Feneryolu) 117	180	Land	1969
	Virankule-(Feneryolu) 105	180	Land	1971
İstanbul-Bahçeköy	Sarıyer (Şeytandere)	185	Land	1965
	Fatih ormanı 18	185	Land	1961
		180	Land	1954
Adapazarı-İzmit	Kandıra (Kefken)-Sarıtoprak 70	70	Land	1969
	Kandıra (Kefken)-Kerpe	50	Korsika	1974
	Kaynarca Turnalı-Keşkekler 106	40	Land	1967
	İzmit (Çubuklu)-Karatepe 23	450	Korsika, Land	1968 1968
	Taşköprü (Çenedağ)-Domuzharmanı 34	300	Korsika	1972
İstanbul	Alemdağ- Baltacı çiftliği	200	Land	1967
Zonguldak	Ereğli- 58	465	Land	1975
	Ereğli-Orijin denemesi	420	Değişik	1976
Zonguldak	Ereğli (Kandilli)-Aslançeşme 70-71	250	-	1972
	Bartın (Karaçaydere)-Radar 55	390	Land	1975
Amasya-Vezirköprü	Merkez (Saraycık)-Çaputlu 57	220	Karışık	1971
	Merkez (Saraycık)-Çaputlu 31	220	Korsika	1968
	Merkez (Saraycık)-Karaner arboretumu	220	Land Korsika	1970
Giresun-Ünye	Çataltepe- Asarkaya arboretumu	195	Korsika G. Aus. Land	1970
	Çataltepe- Bostancı ağaçlaması	375	Land	1965

Tablo 1: (devam ediyor)

Orman Bölge Müdürlüğü	Bölge	Rakım	Orijin	Dikim Tarihi
Sinop	Bektaşğa- Ç. Yatağı orijin denemesi	175	12 değişik	1976
	Bektaşğa (Çobanköy) –Kuruçeşme Giregöz arboretumu	165	Land Korsika	1970
	Bektaşğa (Çobanköy) –Kuruçeşme Orijin denemesi	130	6 değişik	1974
	Bektaşğa (Çobanköy) –Kuruçeşme 55	180	Land	1967
Amasya- Bafra	Sarıgazel arboretumu	100	Karışık	1969
İzmir-Manisa	Merkez (Sabuncubeli) – Uncubozköy arboretumu	140	Korsika	1970
	Yuntdağı (Karatepe) -Karatepe arboretumu	450	Korsika	1970
İzmir-Merkez	Menemen (Çamdağ)- Bozköy çamdağı orijin denemesi	200 400	Değişik	1978
	Menemen (Güzelhisar)- Aliğa arboretumu	10	Korsika	1975
İzmir-Bergama	Kınık (Kırkgeçit)- Kırkgeçit arboretumu	460	Taşdelen	1972
İzmir-Bayındır	Torbalı- Cumhuriyet ormanı orijin denemesi	70	-	-
	Torbalı (Selçuk)- Pamucak mesire yeri	20	Korsika	1970
Muğla-Aydın	Söke- Çamlık Kuşadası yolu orijin denemesi	180	Değişik	1977
	Kuşadası- Küçükdere başı arboretumu	200	Korsika	1970
Muğla-Milas	Kuşadası- Beypınarı	70	Terkos	1980
	Karacahisar	310	Terkos	1976
	Karacahisar- orijin denemesi	720	Değişik	1976
Muğla-Yatağan	Yatağan (Menteşe çayı)- Çamalan arboretumu	720	Korsika	1970

Tablo 1: (devam ediyor)

Orman Bölge Müdürlüğü	Bölge	Rakım	Orijin	Dikim Tarihi
Muğla-Marmaris	Datça-Reşadiye arboretumu	10	İspanya	1973
	Datça-Gebekum ağaçlanması	5 45	-	1973 1976
	Datça-orijin denemesi	10	Poggio Korsika	1978 1978
Muğla-Fethiye	Kemer-Dikmen ağaçlaması	720	Korsika	1966
	Güneydoğu Oluktaş ağaçlaması	40-70	-	1979
	Merkez- Çırpı arboretumu	200	İspanya Gironde Lamberti İtalya Land Korsika İspanya	1973
Antalya-Serik	Çakallık-Kadriye Belek	-	Değişik	1976
Mersin-Tarsus	Turan Emeksiz arboretumu	5	Korsika	1972
Adana	Akyatan- Kumu ağaçlama sahası	5	-	1972
	Sarıçam-50. Yıl Cumhuriyet ormanı	205	-	1971
	Sarıçam-O.A.E. tür denemeleri	200	Tunus	1966
	Sarıçam ağaçlama sahası	215	Korsika	1971
	Sırkıntı K.höyük arboretumu	400	-	1971

- : Veri elde edilemedi

Sahil Çamı plantasyonlarının ortalama idare süresi 35 ile 45 yıl arasında olduğu çeşitli araştırmalarda belirtilmiştir (Alvarez Gonzalez vd., 1999; Rodriguez Soallerio vd., 2000). Birler ve Yüksel (1983) ülkemizde ağaçlandırması yapılan Sahil Çamı meşcerelerinin idare süreleri I. bonitet için 30, II. bonitet için 40, III. bonitet için 50 yıl olduğunu belirtmişlerdir. Sahil Çamı yılda ortalama 8-15 m³/ha artım miktarına sahiptir (Anon., 1982; Özcan, 2003). Başka bir çalışmada ise yıllık artım miktarının hektar başına 11,8 m³ olduğu belirtilmiştir (As, 1992). Yukarıda verilen bu özelliklerinden dolayı Sahil Çamı hızlı gelişen ağaç türleri içerisinde girmektedir.

Sahil Çamı, ülkemizde en geniş ağaçlandırma alanına sahip hızlı gelişen egzotik ağaç türüdür. 2006 Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre ormanlarımızın toplam alanı yaklaşık 21,2 milyon ha'dır. Bu rakam 2015 verilerine bakıldığında ise 22,3 milyon ha olarak bildirilmiştir. Sahil Çamı'nın kapladığı alan en son 2006 yılında hesaplanarak kayıtlara geçmiştir. Bu verilere göre Sahil Çamı ülkemizde 70743 ha' normal, 6348,7 ha'ı da bozuk olmak üzere toplamda 77091,7 ha'lık bir alan kaplamaktadır. Bu rakamlara göre Türkiye'de doğal olarak yetişen yerli çam türlerimizden olan Fıstık Çamı (*P. pinea* L.) ve Halep Çamı'ndan (*P. halepensis* Mill) daha fazla alana sahip olduğu görülmektedir. Sahil Çamı'nın kapladığı alan, serveti ve yıllık artım miktarı Tablo 2'de, yıllık ortalama eta değerleri ise Tablo 3'te verilmiştir (Anon., 2006; Anon., 2015):

Tablo 2: Türkiye'deki Sahil Çamı'nın kapladığı alan ve serveti ve yıllık artım miktarı

KORU	Kapladığı Alan (ha)	Servet (Hacim) m ³ /ha	Yıllık Artım Miktarı m ³ /ha
Normal	70743,0	61,45	3,8
Bozuk	6348,7	10,01	0,3
Toplam	77091,7	57,21	3,5

Tablo 3: Türkiye'deki Sahil Çamı'nın yıllık ortalama eta değerleri

	Yıllık Ortalama Etalar (m ³ /ha)
Son hasılat	0,31
Ara hasılat	0,58
Seçme ve devamlı orman	0,01
Koru toplam	0,90

2006 verilerinde Türkiye'de doğal olarak yetişen çam türlerinin yıllık artım miktarları; Kızılcım 1,47 m³/ha, Karaçam 1,98 m³/ha, Sarıçam 2,32 m³/ha ve Fıstık çamı 0,98 m³/ha olarak kaydedilmiştir (Anon., 2006). Tablo 2'deki veriler ile bu veriler karşılaştırıldığında Sahil Çamı'nın yıllık artım miktarının ülkemizde doğal olarak yetişen çam türlerine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Bartın Orman İşletme Şefliği'nin 2011 amenajman planlarına göre Sahil Çamı Bartın ilinde 1231,1 ha alan kaplamakta ve bu alanın büyük bir kısmı Karaçaydere yöresinde bulunmaktadır. Ayrıca bu alanda bulunan ağaçların serveti 152,92 m³/ha, yıllık artım miktarı 4,66 m³/ha, yıllık silvikültürel etası 2,07 m³/ha olarak belirtilmiştir. Bartın ilinde

doğal olarak yetişen çam türlerinin yıllık artım miktarı ise Kızılcam için 2,6 m³/ha, Karaçam için 2,905 m³/ha ve Fıstık Çamı için 2,12 m³/ha olarak hesaplanmıştır. (OGM, 2011). Orman Genel Müdürlüğü'nün 2006 kayıtlarına göre Sahil Çamı ağaçlandırması bulunan iller ve bu illerdeki kapladığı alanlar Tablo 4'te verilmiştir:

Tablo 4: Sahil Çamı'nın illere göre kapladığı alanlar (Anon., 2006)

Şehir	Kapladığı alan (ha)
Balıkesir	6402
Bursa	5793,5
İstanbul	33691,1
Kocaeli	6843,7
Ordu	1505
Sakarya	2590,2
Samsun	435,5
Sinop	4814,4
Zonguldak	3138,3
Bartın	2084,5
Yalova	6462
Düzce	3390,5

1.3.5.6 Sahil Çamı'nın Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri

Erten ve Sözen (1988) yaptıkları bir çalışmada Türkiye'de yetişen Sahil Çamı'nın Korsika orijinli ağaçlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlar ve bunun için İstanbul-Bahçeköy, İzmit-Kerpe, Bursa- Gemlik ve Edirne-Keşan bölgelerinden deneme ağaçları almışlardır. Çalışmanın sonuçları Tablo 5'te verilmiştir:

Tablo 5: Sahil Çamı odununun bazı teknolojik özellikleri

Özgül Ağırlık (g/cm ³)	Tam Kuru	0,42
	Hava Kuru	0,45
Hacim Yoğunluk (g/cm ³)		0,38
Çekme (%)	Radyal	3,35
	Teğet	5,16
	Hacimsel	8,97
Eğilme Direnci (kg/cm ²)		442,2
Liflere Paralel Şişme Yüzdeleri (%)	Radyal	3,52
	Teğet	5,43
	Hacimsel	9,87
Basınç Direnci (kg/cm ²)		333,45
Çekme Direnci (kg/cm ²)		345,83
Makaslama Direnci (kg/cm ²)		64,3

Başka bir çalışmada As, (1992) İzmit ve Keşan bölgelerinden alınan Land ve Korsika orijinli Sahil Çamı ağaç odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir (Tablo 6 ve Tablo 7).

Tablo 6: Sahil Çamı'nın bazı fiziksel özellikleri

ÖZELLİKLER	İZMİT					KEŞAN		
	LAND			KORSİKA		LAND	KORSİKA	
	Bonitet 1	Bonitet 2	Bonitet 3	Bonitet 1	Bonitet 2	Bonitet 2	Bonitet 2	
Hava Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	0,462	0,443	0,439	0,455	0,472	0,496	0,481	
Tam Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	0,420	0,404	0,403	0,418	0,432	0,451	0,433	
Hacim Ağırlık Değeri (kg/m ³)	378	362	359	372	384	401	387	
Hücre Çeperi Oranı (%)	28	26,9	26,8	27,8	28,8	30,0	28,8	
Hava Boşluğu Oranı (%)	72	73	73,1	72,1	71,2	69,9	71,1	
Sorpsiyon (%)	β_t	6,3	6,5	6,09	6,09	6,5	6,4	5,3
	β_r	3,7	3,1	2,9	3,2	3,6	3,2	3,2
	α_t	6,7	7,0	6,4	6,5	7,05	6,9	5,7
	α_r	3,8	3,1	2,9	3,3	3,7	3,2	3,2
	β_l	0,2	0,19	0,3	0,3	0,2	0,3	0,7
	α_l	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,7
	β_v	10,1	9,6	9,0	9,3	10,2	9,7	8,5
	α_v	10,5	10,1	9,4	9,8	10,7	10,2	8,9
Lif Doygunluğu Rutubet Yüzdesi (%)	26,7	26,4	25,2	25,1	26,6	24,3	22,0	
Maksimum Su Yüzdesi (%)	197,8	209,6	211,9	202,1	193,7	182,7	191,7	

Tablo 7: Sahil Çamı'nın bazı mekanik özellikleri

ÖZELLİKLER	İZMİT					KEŞAN		
	LAND			KORSİKA		LAND	KORSİKA	
	Bonitet 1	Bonitet 2	Bonitet 3	Bonitet 1	Bonitet 2	Bonitet 2	Bonitet 2	
Basınç Direnci (N/mm ²)	37,7	33,1	29,0	33,8	36,6	27,9	24,4	
Eğilme Direnci (N/mm ²)	68,9	64,0	58,2	60,8	68,7	60,6	45,3	
Dinamik Eğilme (Şok) Direnci (j/cm ²)	1,49	1,27	0,93	1,18	1,47	1,49	0,85	
Makaslama Direnci (N/mm ²)	6,5	6,3	6,1	6,3	6,6	6,1	6,2	
Birincil Sertlik (N/mm ²)	E	41,4	36,4	35,6	43,0	37,0	36,0	32,0
	R	20,7	18,5	15,1	21,0	18,0	20,0	17,0
	T	18,1	18,4	16,1	17,0	16,0	18,0	16,0

Birler'e (1974) göre Sahil Çamı, kraft hamuru ve kâğıt imalinin yanında yonga levha, ambalaj ve palet sanayii için uygun anatomik ve teknolojik özelliklere sahiptir. Ayrıca Sahil Çamı'nın hacim ağırlık değerlerine bakıldığı zaman, ticari selüloz için ibrelilerden istenen değerler arasında olduğu görülmektedir (As, 1992).

Sahil Çamı odununun alabileceği maksimum su miktarı olan % 194,6 değeri, dolu hücre metoduyla emprenye işlemlerinde ağaç malzemesinin içerisine ne kadar emprenye maddesini alabileceğini göstermesi açısından önemlidir.

Reçine bakımından oldukça zengin olan Sahil Çamı, bu özelliğinden dolayı dayanıklı bir oduna sahip olmasına rağmen, kolay işlenememekte ve soyma kaplama, doğrama, rüstik mobilya yapımı gibi bazı alanlarda kullanılamamaktadır (Göker vd., 2001).

İzmit ve Keşan bölgesinden alınan Sahil Çamı örnekleri ile yapılan bir çalışmada kimyasal analize ait sonuçlar Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir (As, 1992; Gürboy, 2000):

Tablo 8: Sahil Çamı'nın kimyasal özellikleri

Bölge	İzmit					Keşan	
	Land			Korsika		Land	Korsika
Orijin	I	II	III	I	II	II	II
Bonite							
Holoselüloz %	80,49	77,06	84,29	79,40	84,51	79,07	82,15
α - Selüloz %	47,02	46,07	52,34	47,48	52,22	47,77	49,58
Lignin %	28,96	26,84	26,36	27,32	27,11	26,41	26,84
Pentozan %	11,33	11,27	14,07	10,44	12,10	11,29	11,44
% 1 NaOH çözünürlüğü %	10,49	11,65	10,64	11,21	10,75	12,15	11,74
Sıcak su çözünürlüğü %	1,96	2,12	2,36	2,49	1,47	2,80	1,89
Alkol çözünürlüğü %	1,27	0,86	1,28	1,14	0,81	2,15	1,70
Alkol- Benzen çözünürlüğü %	1,51	1,01	1,57	1,81	1,15	2,47	2,08
Kül %	0,35	0,35	0,33	0,32	0,34	0,31	0,35

Tablo 9: Sahil Çamı'nın lif boyutu değerleri

Bölge	İzmit					Keşan	
	Land			Korsika		Land	Korsika
Orijin	I	II	III	I	II	II	II
Bonitet							
Lif boyu (mm)	2,92	2,62	2,86	3,12	2,94	2,87	2,61
Lif genişliği (μ m)	36,41	37,81	37,25	39,72	37,79	38,60	38,47
Lümen genişliği (μ m)	24,59	26,75	27,46	29,65	27,58	26,60	27,34
Çeper kalınlığı (μ m)	5,91	5,52	4,89	5,04	5,10	6,00	5,56

Yine kimyasal özelliklerle ilgili başka bir çalışmada, Göksel (1987) Bahçeköy Orman İşletmesi'nden temin edilen üç Sahil Çamı ağacının odunları üzerine araştırmalar yapmıştır. Araştırma sonuçları Tablo 10'da verilmiştir:

Tablo 10: Sahil Çamı'nın kimyasal analiz sonuçları

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3
Lignin %	28,16	29,57	28,84
Holoseülüz %	73,95	73,79	71,82
Eterde çözünürlük %	18,04	7,56	6,88
Alkol-Benzende çözünürlük %	11,35	8,19	7,66
Sıcak suda çözünürlük %	10,78	9,78	8,21
Kül %	0,5045	0,3720	0,3595

Aynı çalışmada ölçülen lif boyu diğer türlere göre biraz kısa boylu bulunmuş, ince çeper kalınlığı ise kâğıt yapımında istenen keçeleşme ve elastikiyet için uygun bulunmuştur. Yapılan bu kimyasal analizlerin sonucunda Sahil Çamı'nın kâğıt yapımı ve selüloz üretimi için uygun olduğu belirtilmiştir (As, 1992; Göksel, 1987).

1.3.5.7 Sahil Çamı'nın Kullanım Alanları

Çevresel Kullanımı:

Sahil Çamı, kumlu fakir topraklara toleranslı olduğundan ve bu topraklarda derine kök salabildiğinden kumul kaymalarını durdurmak için, özellikle İber Yarımadası'nın batı kıyılarında sık kullanılan bir türdür. Bunun yanında tarımsal ürünler için rüzgâra ve sahillerdeki tuza karşı bir kalkan görevi görür. Yamaç yerlerde toprak kaymalarını önlemek için de kullanılan bir çam türüdür. Hızlı büyüyen ve birçok toprağa toleranslı bir ağaç türü olduğundan dolayı Avrupa ülkelerinde, özellikle Fransa ve İspanya'da, tarım alanları, piknik, eğlence ve dinleme yerlerinde sıklıkla kullanılır (Pereira, 2002; Farjon, 2010; Vinas vd., 2016; URL-7, 2017).

Endüstriyel Kullanımı:

Odun bu türün endüstride en çok kullanılan kısmıdır. Diri odunu yeşilimsi, özodunu ise kırmızımsı bir renge sahip olan Sahil Çamı'nın odunu kalın ve bol reçinelidir. Diri odunu dayanıklı olmayıp, koruyucularla kuvvetlendirilirken, öz odunu doğal olarak dayanıklıdır. Kerestesi sert ve hafiftir. Düzgün yapısından dolayı maden, telefon ve çit direklerinde kullanılmaktadır. Ayrıca gemi yapımında ve demiryolu traversi olarak da değerlendirilmektedir (Göker vd., 2001; Savill, 2015).

Hacim ağırlık değeri, lif uzunluğu, lif genişliği gibi özellikleri kâğıt hamuru ve sülfat metodu ile selüloz üretimi için uygunluk göstermektedir. Hem Avrupa'da hem de Türkiye'de kraft kâğıt endüstrisinde kullanılan bir türdür (Göksel, 1987; Göker vd., 2001).

Kolay yongalanan, düzgün yüzey veren ve yonga geometrisi bakımından uygun olan bir tür olan Sahil Çamı, yonga levha üretiminde de sıkça kullanılır.

Yapı endüstrisinde; tavan, döşeme, çatı, doğrama, iç ve dış kaplama, lamine parke malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Hafif olması, kolay işlenebilmesi ve çivilenebilmesi, uygun elastik yapısı nedeniyle ambalaj malzemesi olarak; palet, sandık, kasa şeklindeki ambalajların yapımında kullanılmaktadır. Reçine içermesinden dolayı bazı gıdaların taşınmasında tercih edilmezken, yaş meyve ve sebzelerin taşınmasında tercih edilmektedir (Göker vd., 2001; Vinas, vd., 2016; URL-7, 2017).

Reçine Üretimi:

Sahil Çamı diri odun miktarı fazla olup, bu kısımda düşey reçine kanalları oldukça fazla, geniş ve aktiftir. Bu ağaçların kesim süresinden iki yıl önce kapalı yara yöntemi (Oyma Delik Yöntem) ve açık yara yöntemi ile canlı ağaçtan, ayrıca distilasyon yöntemiyle de odun ve kabuktan reçine elde edilir (Şekil 9) (Göker vd., 2001). Reçine, ülkemizde ticari olarak pek kullanılmazken, Avrupa ülkelerinde 16. yüzyıldan beri üretilen ve özellikle Fransa, İspanya, Portekiz'de ticaretinden iyi gelir elde edilen bir üründür. Fransa, yılda ortalama 120 milyon litre reçine üretimiyle başı çekmektedir (Saatçioğlu, 1969). Bu ülkede sadece reçine üretimi için Sahil Çamı ağaçlandırma bölgeleri bulunmaktadır. Korsika ise bir diğer reçine merkezidir. Güney Afrika'da ise Sahil Çamı ağaçlarından hektar başına yıllık ortalama 200 litre terebentin, 245 kg reçine, 300 kg da toll yağı elde edilmektedir (Margadant ve Gerischer, 1985).



Şekil 9: Sahil Çamı ağacından reçine elde edilmesi (Savill, 2015).

Reçinenin ortalama % 20 sini terebentin oluşturur ve distilasyon yöntemiyle reçineden ayrıştırılabilir. Terebentin wax çözücüsü olarak, vernik yapımında, yapıştırıcı yapımında, tıbbi olarak tedavilerde ve bunun gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Reçineden terebentin ayrıldıktan sonra geriye kalan kolofanı, kemancılar keman yayına sürerler. Ayrıca vernikte, su geçirmez kapayıcı malzeme olarak ve kâğıt sanayiinde de kullanılır. Reçineden elde edilen bir başka ürün olan zift, odun koruyucu olarak su yalıtımında kullanılır. Yine distilasyon yöntemi ile petrol yağı, çam katranı, katran yağları, dipenten gibi ürünler de elde edilir. Reçineden elde edilen ürünler boya ve kâğıt sanayiinde, sabun yapımında, böcek öldürücü ilaçlarda, kauçuk üretiminde ve daha pek çok endüstriyel alanda kullanılmaktadır (Howes, 1949; Grieve, 1984; URL-2, 2017; URL-7, 2017).

Üretimi 2. Dünya Savaşı'ndan sonra Portekiz'de büyük ölçüde azalmış olan reçine bileşenleri, o zamana kadar “denizcilik materyalleri” olarak isimlendirilmiş ve ahşap yelkenli gemilerin yapımında ve onarımında kullanılmıştır (Savill, 2015).

Farmakolojik Kullanımı:

Sahil Çamı reçinesinden elde edilen terebentinin, antiseptik, diüretik (idrar söktürücü) ve antihelmintik (solucan düşürücü) olarak kullanıldığı bilinmektedir. Özellikle solunum yolu ve idrar yolları enfeksiyonlarında sıkça kullanılan bir üründür. Dâhilen, böbrek ve mesane

şikâyetlerinde kullanıldığı gibi, romatizmal hastalıklarda hem dâhilen hem de haricen vücuda sürülerek veya buharından faydalanılarak kullanılır. Öksürük, soğuk algınlığı, grip gibi şikâyetleri giderdiği bilinmektedir. Ciltte oluşan yara, yanık, iltihap, çıban gibi durumlarda haricen lapa veya merhem şeklinde kullanıldığı bildirilmiştir (Grieve, 1984; URL-8, 2017). Ayrıca hemoroide de iyi geldiği söylenmektedir. Sahil Çamı terebentini halk arasında geleneksel olarak kullanıldığı gibi, çeşitli ilaçların yapımında da kullanılan bir maddedir. Metabolizmayı hızlandırdığı, stresi ve yorgunluğu azalttığı, bağırsaklara faydalı olduğu ve konsantrasyon eksikliği olan kişilere yarar sağladığı çeşitli kaynaklarda belirtilmiştir (URL-9, 2017).

Sahil Çamı'nın kozalağı kaynatılarak elde edilen suyu ve ayrıca reçeli çeşitli hastalıkların tedavisinde geleneksel olarak kullanılmaktadır. Kozalakta bulunan pinen, solunum kaynaklı sorunların tedavisinde etkin rol oynar. Öksürük, bronşit, boğaz ağrıları, nefes darlığı gibi sorunların tedavisinde kullanılır. Akciğeri temizleyip, nefes almadaki sorunları giderdiği bildirilmiştir. Bağışıklık sistemini güçlendirdiği, mikroplara karşı vücudun daha dinç kalmasını sağladığı da söylenmektedir. Ayrıca reçelinin, mide ağrılarına karşı iyi geldiği, vücudun yenilenmesini ve performansının artmasına yardımcı olduğu belirtilmektedir (URL-10, 2017).

Sahil Çamı'nın bir diğer tıbbi öneme sahip kısmı da kabuğudur. Sahil Çamı kabuğu ekstresi, içerdiği zengin flavonoidler ve oligomerik proantosiyanidinler sayesinde oldukça yüksek antioksidan özelliğe sahiptir. Bu önemli özelliğinden dolayı birçok hastalığa karşı kullanılmakta olup besin takviyesi olarak Pknogenol ismiyle satışı yapılmaktadır. Ayrıca bu ürün üzerinde birçok farmakolojik bilimsel çalışmalar yapılmış ve hala araştırmalar yoğun bir şekilde sürmektedir. Pknogenol'ün bağışıklık sistemini güçlendirdiği, yaşlanma etkilerinin azaltılmasına yardımcı olduğu, bağ dokusunun güçlendirilerek cilt sarkmasına engel olduğu bildirilmektedir. Kırıksıklık giderici ve çeşitli cilt bakım ürünlerinde etken madde olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bununla birlikte alerjik astım ve bronşite karşı etkili olduğu, kalp damar sistemindeki dokulara esneklik sağladığı, kan dolaşımının düzenlenmesine yardımcı olduğu ve eklemlerde bükülme zorluğuna karşı hareketi kolaylaştırdığı çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır. Yine bir başka araştırmada sperm sayısını ve sperm kalitesini artırdığı, hareketli ve sağlıklı sperm üretimini desteklediği bildirilmiştir (Iravani ve Zolfaghari, 2011; URL-11, 2017).

Araştırmalar Sahil amı kabuğu ekstresinin kolesterol artışına bağlı kalp rahatsızlıklarına karşı kullanışlı bir bitkisel ürün olduğunu göstermektedir. Bu konu üzerine yapılan bazı çalışmalarda ekstrenin antioksidan etkisiyle, kan pıhtılaşmasını ve trombositlerdeki yapışkanlığı azalttığı ve kalp rahatsızlıklarının iyileşmesinde olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür (Enseleit vd., 2012).

Son zamanlarda kanser üzerine yapılan çalışmalarda Pknogenol'n (Sahil amı kabuğu ekstresi) DNA'yı kanserojenlere ve serbest radikallerin yol açtığı hasara karşı korumaya yardımcı olduğu tespit edilmiş ve sonuç olarak Pknogenol'n kanserin önlenmesinde ve tedavisinde faydalı olabileceği rapor edilmiştir (Huynh ve Teel, 2000).

Ayrıca Sahil amı kabuğunda bulunan biyoflavonoidlerin beyin hücrelerinin korunmasına yardımcı olduğu, hafızayı gücendirmek için oksijen alımını kolaylaştırdığı ve bu özellikleriyle Sahil amı kabuğu ekstresinin Alzheimer hastalığının tedavisinde yararlı olabileceği dşnlmektedir (Peng vd., 2002).

Diğer Kullanım Alanları:

Odun hammaddesinde kullanılmayan kabuklar, öğütülerek belirli boyutlara getirilir ve karayolu stabilizasyonunda, fidanlık toprakların ıslahında, topraklı fidan yetiştirilme işlemlerinde, tutkal katkı maddesi olarak levha endüstrisinde, kirli suların filtrasyonunda mal malzemesi olarak, yakıt, enerji ve buhar eldesi gibi alanlarda değerlendirilirler.

Odunu reçine içerdiğinden dolayı yakılması ile ortaya çıkan ısı enerjisi, yapraklı ağaçların odununun ısı enerjisinden fazladır. Bu nedenle Sahil amı ağacının endüstriyel olarak kullanılmayan kısımları yakacak olarak kullanılmaktadır. Odunun dışında kuru kozalak ve ibreleri de yakacak olarak kullanılır. Ayrıca, ıra retiminde de kullanılan bir türdür (Göker vd., 2001).

Sahil amı orman alanları, *Boletus edulis* (rek mantarı), *B. pinicola* (ayı mantarı), *Lactarius deliciosus* (kanlıca mantarı) ve *L. semisanguifluus* gibi yenilebilir mantarların üretilmesi için uygun ekosistemlerdir (Pereira, 2002; URL-7, 2017).

1.3.5.8 Sahil Çamı Kabuğu Ekstresi: Pknogenol

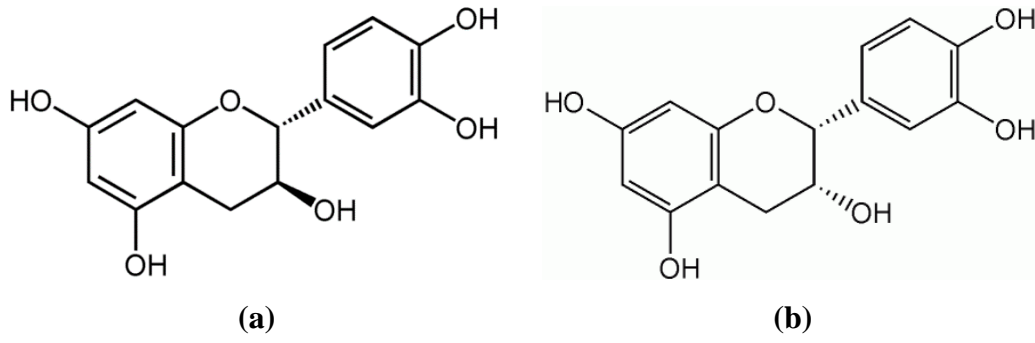
Çam kabuğunun tedavide kullanımı binlerce yıl öncesine dayanmakta olup, M. Ö. 4.yy.'da tıbbın öncüsü olarak bilinen Hippocrates tarafından iltihaplı hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Yine eski dönemlerde, yara iyileştirici olarak, öksürüğe karşı ve ağız ve diş sağlığını korumak amacıyla halk arasında geleneksel olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Orta Çağ'da çam kabuğunun yara iyileştirici olarak kullanıldığı, 1479 yılında eczacı Hans Minner tarafından *Thesaurus Medicaminum* ilaç rehberinde belirtilmiştir (Minner, 1479). 1534 kışında iskorbüt (C vitamini eksikliği) hastalığına yakalanan Fransız kâşif Jacques Cartier ve mürettebatının Sahil Çamı kabuğunun çayını içerek bu hastalıktan kurtulduğu bildirilmiştir (Packer vd., 1999; Maimoona vd., 2011).

Sahil Çamı kabuğu üzerine ilk bilimsel çalışmalar 1948 yılında Dr. Jack Masquelier ve ekibi tarafından yapılmış ve kabuğun ekstresini çıkararak zengin biyoflavonoid içeriğine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu ekstrenin günümüze kadarki en iyi serbest radikal giderici aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir (Packer vd., 1999; Rohdewald, 2005; Maimoona vd., 2011). C ve E vitamininden kat kat daha güçlü antioksidan etkiye sahip olduğu keşfedilen Sahil Çamı kabuğu ekstresi İsviçre'de Horphag Research Ltd. Şirketi tarafından Pcnogenol (Pknogenol) ismiyle patentlenmiştir (Packer vd., 1999; Rohdewald, 2005). Ekstrenin kalitesi ve özellikleri Birleşik Devletler Farmakopesi'nde (USP 34 gıda takviyeleri) belirtilmiştir. Günümüzde dünya genelinde gıda takviyesi olarak satışı yapılmaktadır (USPC, 2011; Gulati, 2015).

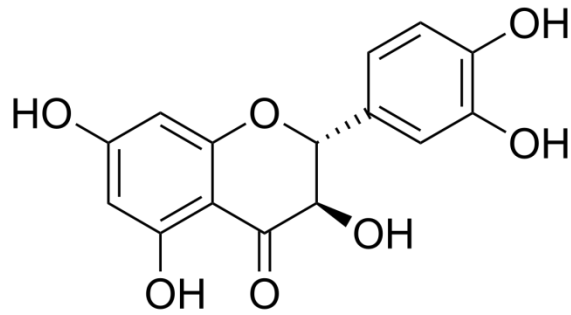
Pknogenol, Fransa'nın Land Bölgesi'nde yetişen Sahil Çamı ağacının kabuğundan elde edilir. Bu yüzden Fransız Sahil Çamı kabuğu ekstresi de denir. Pknogenol terimi, antik Yunanca' da yoğunlaşma anlamına gelen "puknos" ve aile anlamına gelen "genos" kelimelerinin birleşiminden oluşturulmuştur. Pknogenol terimi, Flavon-3-ol türevlerinden oluşan polifenol sınıflarının bilimsel adı olarak ortaya çıksa da daha sonra Sahil Çamı kabuğu ekstresindeki özel bir prosiyanidin karışımını ifade etmek için kullanılmıştır (Packer vd., 1999; Becit vd., 2017).

Pknogenol'ün kimyasal bileşimi henüz tam olarak açıklanamasa da genel olarak polifenolik monomerler (kateşin, taksifolin), fenolik asitler ve prosiyanidinler gibi birçok fenolik bileşik içerir. Ekstrenin kimyasal içeriğinin yaklaşık % 65-75'ini prosiyanidinler

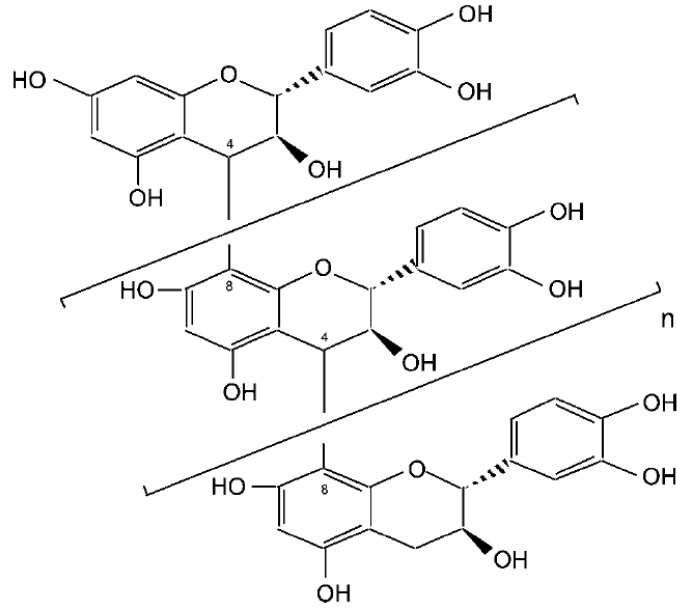
oluşturur. Fenolik asitler; benzoik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, vanilik asit, gallik asit, sinnamik asit, *p*-kumarik asit, kafeik asit ve ferulik asit türevleridir. Ayrıca bu fenolik asitlerin glikozit ve glikoz esterlerinin de bulunduğu tespit edilmiştir. Kateşin Piknogenol'deki ana polifenolik monomer olarak bulunmuş, eser miktarda da epikateşin tespit edilmiştir (Şekil 10). Bunların dışında serbest halde ve glikozit esteri halinde taksifolin monomeri de mevcuttur (Şekil 11). Piknogenolün büyük bir kısmını oluşturan prosiyanidinler, flavon-3-ol (kateşin ve epikateşin) alt birimlerinden oluşan biyopolimerlerdir. Prosiyanidin zincir uzunluğu 2 ile 12 monomer birimi arasında değişmektedir. Zinciri oluşturan flavon-3-ol'ler genellikle C4-C8 bağıyla birbirlerine bağlanırlar (Şekil 12). Az da olsa C4-C6 bağıyla bağlandıkları da görülmüştür. Fenolik bileşiklerin dışında Piknogenol, demir, kalsiyum, potasyum, eser miktarda mangan, çinko, bakır gibi inorganik iyonlar içermektedir (Rohdewald, 2005; Iravani ve Zolfaghari, 2011).



Şekil 10: (a) Kateşin ve (b) Epikateşinin yapısı



Şekil 11: Taksifolinin kimyasal yapısı



Şekil 12: Prosiyanidin yapısı ve C4-C8 bağı (Rohdewald, 2005).

İçeriğindeki zengin fenolik bileşenler sayesinde güçlü antioksidan özelliğe sahip Pknogenol, kronik hastalıklardan, dolaşım sistemi rahatsızlıklarına kadar birçok hastalık üzerinde *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarda kullanılmıştır. Araştırmalarda, kardiyovasküler ve kolesterol düşürücü faydası, reaktif oksijen ve azot türlerine karşı serbest radikal süpürücü aktivitesi, beta-amiloide karşı sinir hücrelerini koruduğu, yara iyileştirme sürecini hızlandırdığı, yara oluşumunu azalttığı, mast hücrelerinden histamin salınımını azalttığı, astım hastalarında antienflamatuvar etki gösterdiği rapor edilmiştir. Yakın zamanda ise kanda glikoz düşürücü etkisinin de olduğu bildirilmiştir.

Birçok *in vitro* çalışmasında, Pknogenol'ün süperoksit ve hidroksi radikallerinin yanı sıra tekli oksijen ve nitrik oksit radikallerini de inhibe ettiği gözlenmiştir. Pknogenol'ün biyolojik aktivitelerinin temeli de onun bu güçlü radikal süpürücü etkisine dayanmaktadır (Rohdewald, 2002a). Düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) oksidasyonunu engellediği, antitümör ilaçlarının zararlı yan etkilerini azalttığı yapılan araştırmalarda rapor edilmiştir (Packer vd., 1999; Feng vd., 2002). Başka bir çalışmada ise nöronları Alzheimer hastalığının patolojik özelliklerinden biri olan amiloid- β -peptid- indüklenmiş apoptosize karşı koruduğu aktarılmıştır (Peng vd., 2002).

Blazso vd. (1994), Pknogenol'ün üç değişik kromatografik fraksiyonunun serbest oksijen radikali giderici etkisi üzerine çalışmalar yapmışlardır. 1. fraksiyon monomerik

flavonoidler, 2. fraksiyon prosiyanidin dimer, trimer ve tetramerleri, 3. fraksiyon ise dört birimden fazla oligomerleri içermektedir. Çalışmanın sonucunda tüm fraksiyonların inhibisyon etkisi gösterdiği, en iyi aktivitenin ise 3. fraksiyon olan dört birimden fazla oligomerlerden oluşan prosiyanidinler olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, araştırmada in vivo antioksidan aktivite ile in vivo antienflamatuvar aktivite arasında güçlü bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir.

Rohdewald ve Beil (2008), peptik ülserle neden olan *Helicobacter pylori* bakterisi üzerinde Piknogenol'ün etkisini araştırmışlar ve Piknogenol'ün doz-bağımlı ve anlamlı olarak bakterilerin üreme ve gelişimini azalttığı, gastrik hücreye adhezyonunu inihibe ettiğini rapor etmişlerdir.

Kocabaş vd. (2008), *Pinus pinea* ve *P. pinaster*'in kabuk ekstraktlarının pişmiş kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı antimikrobiyal etkisini incelemişler ve çalışmanın sonucunda bu kabuk ekstraktlarının bakterilerin gelişimini engellediğini tespit edip, gıda endüstrisinde kullanılabilecek doğal koruyucu olduklarını önermişlerdir.

Feng vd. (2008), insan bağışıklık eksikliği tip-1 virüsü (HIV-1) üzerine yaptıkları in vitro çalışmada Piknogenol'ün duyarlı hücrelere giren bu virüsü inihibe ettiğini tespit etmişlerdir.

Schäfer ve Högger (2007), diyabet hastaları üzerine yaptıkları bir çalışmada, ağızdan alınan Piknogenol'ün alfa glikozidaz enzimini inihibe ederek kandaki glikoz düzeyini düşürdüğü belirtilmiştir. Ayrıca, bu hastalık için ilaç olarak kullanılan akarbozdan kat kat daha güçlü bir enzim inhibitörü olduğu da raporlanmıştır.

Maritim vd. (2003), streptozotosin kaynaklı diyabetik sıçanlar üzerine yaptıkları çalışmada, Piknogenol'ün oral olarak alımında kandaki glikoz konsantrasyonunun düştüğünü, antioksidan maddelerin konsantrasyonunun arttığını rapor etmişlerdir.

Strese bağlı serbest radikaller ile kardiyovasküler hastalıklar arasında bir bağlantı vardır. Bu bağlantıdan dolayı güçlü antioksidan olan Piknogenol, kardiyovasküler hastalıklarda riski düşürmek için önerilir. Güçlü antioksidan özelliğinin yanında Piknogenol'ün çeşitli kardiyovasküler işlevlerle ilgili aktiviteleri de rapor edilmiştir (Packer vd., 1999). Zibadi

vd. (2008), yaptıkları bir klinik araştırmada 12 hafta boyunca günde 125 mg Pknogenol alan hastalarda kalp hastalığıyla ilgili risk faktörlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Petrassi vd (2000), yaptıkları araştırmada 2 ay boyunca günde üç kez 100 mg Pknogenol alan hastaların kronik venöz yetmezlik belirtilerinde azalma olduğunu rapor etmişlerdir.

11 hasta üzerine yapılan çift-kör plasebo kontrollü klinik çalışmasının sonucunda, 200 mg Pknogenol alan hafif hipertansiyon hastalarında kan basıncının normale döndüğü ve tromboksan seviyesinin düştüğü görülmüştür (Rohdewald, 2002).

Çift kör plasebo kontrollü bir başka klinik çalışmada astım hastaları üzerine araştırmalar yapılmış ve sonuç olarak, plazma veya ürün lökotrien konsantrasyonunda azalma, astım semptomlarında ve solunum işlevlerinde düzelme görüldüğü kaydedilmiştir (Hosseini vd., 2001; Rohdewald, 2002; Lau vd., 2004).

Roseff (2002), yaptığı bir klinik çalışmada 19 erkeğe 90 gün boyunca Pknogenol vermiş ve sperm yapısının değişimini incelemiştir. Araştırmanın sonucunda, sperm sayısında değişiklik gözlenmediği, sperm morfolojisinde % 38'lik bir gelişme ve mannoz bağlanma testinde % 19'luk artış olduğunu bildirmiştir.

Doğal kaynaklı antioksidanlar topik olarak uygulandıklarında, çevresel faktörlerden dolayı yıpranan cildin antioksidan kapasitesinin yeniden artabileceği rapor edilmiştir. Bu bakımdan güçlü antioksidan özelliğe sahip Pknogenol cilt bakımında önemli bir rol oynayabilir (Berson, 2008; Bogdan Allemann ve Baumann, 2008; Maimoona vd., 2011).

Gandin vd. (2009), kanser üzerine yaptıkları bir araştırmada, Pknogenol'un, hücrelerin büyümesini ve sağ kalmasını sağlayan tiyoredüksin redüktaz enziminin aktivitesini % 50 düşürdüğünü kaydetmişlerdir. Ayrıca başka bir çalışmada Pknogenol'un seçici bir şekilde göğüs kanseri hücrelerinde apoptozu artırdığı gözlenmiştir (Huynh ve Teel, 2000; Becit vd., 2017).

Pknogenol üzerine yapılan başka bir klinik çalışmada, kanser hastalarında kemoterapinin ve radyoterapinin oluşturduğu yan etkileri azalttığı ve hastaların hastanede kalım sürelerini kısalttığı belirtilmiştir (Belcaro vd., 2008; Maimoona vd., 2011).

1.4 Doğal Antioksidanlar

Yaşam için temel bir element olan oksijen, vücutta besinlerden enerji elde edilen metabolik reaksiyonlar sırasında son derece aktif yapılar oluşturur. Bu aktif yapılar; süperoksit ($O_2^{\cdot-}$), hidroksil (OH^{\cdot}), alkil (R^{\cdot}), alkoksi (LO^{\cdot}/RO^{\cdot}), peroksi (LOO^{\cdot}/ROO^{\cdot}), hidroperoksi (HO_2^{\cdot}), tiyil radikali, ($R-S^{\cdot}$), nitrik oksit (NO^{\cdot}) gibi tek bir eşleşmemiş elektron bulunan serbest radikaller ve hidrojen peroksit (H_2O_2), hipoklorik asit ($HOCl$), hipobromik asit ($HOBr$), ozon (O_3), singlet oksijen (1O_2), peroksinitrit ($ONOO^{\cdot}$), lipit peroksit ($LOOH$), nitroz asit (HNO_2) gibi reaktif oksijen türleridir (Valko vd., 2007; Sachdeva vd., 2014).

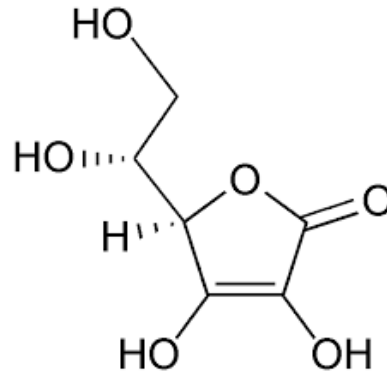
Serbest radikaller ve reaktif oksijen türleri, UV ışınları, radyasyon, stres, sigara, alkol, ilaçlar, yağların oksidasyonu, biyokimyasal redoks reaksiyonları gibi birçok farklı nedenle oluşabilir. Oluşan bu aktif yapıların biyolojik hedefleri, proteinler, karbonhidratlar, doymamış yağ asitleri, nükleik asitler gibi hücrenel bileşenlerdir. Bu hedefler aktif yapılar tarafından etkilendiğinde, aralarında ateroskleroz, kalp hastalıkları, kanser, serebrovasküler hastalıklar, nörodejeneratif hastalıklar, diyabet, akut renal yetmezlik, akciğer hastalıkları, anfizem, bronşit ve alkolik karaciğer hastalıkları gibi yaşlanmaya bağlı dejeneratif bozuklukların da yer aldığı patolojik durumlar ortaya çıkabilmekte ve yaşlanma süreci de hızlanabilmektedir (Matsingou vd., 2000; Şenol, 2009).

Antioksidanlar, genel olarak düşük konsantrasyonlarda vücutta bulunan oksitlenebilir maddelerin serbest radikaller ve reaktif oksijen türleri tarafından oksidasyonunu geciktiren veya engelleyen maddeler olarak tanımlanır (Cornelli, 2009; Yılmaz, 2010). İnsan vücudunda bulunan süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz, katalaz gibi endojen enzimler, albümin, seruloplazmin, hepatoglobulin gibi enzimatik olmayan proteinler ve östrojen, anjiyotensin gibi hormonlar antioksidan özellik gösteren ve vücudu serbest radikallere karşı koruyan endojen maddelerdir. Bu maddelerin dışında beslenme yoluyla da doğal kaynaklardan antioksidan madde alınır. Vücutta, antioksidanlarla serbest radikaller arasında bir denge söz konusudur. Yaşlanmayla birlikte vücuttaki antioksidan maddelerin üretimi azalır. Bu durumda vücudun bu serbest radikallerin olumsuz etkilerine karşı koyabilmesi için dışarıdan beslenme yoluyla daha fazla antioksidan alınması gerekir. Bu yüzden doğal kaynaklı antioksidanların önemi çok büyüktür (Koca ve Karadeniz, 2003; Tawaha vd., 2007).

Doğal kaynaklı antioksidanlar, çeşitli meyve, sebze, tahıl, bitki ve baharatlardan karşılanabilmektedir. Fenolik bileşikler (fenolik asitler, flavonoidler, polifenoller), karotenoidler, C vitamini (askorbik asit), E vitamini (tokoferol), tanenler ve çinko, bakır, selenyum gibi mineraller, bu gıdalarda bulunan antioksidan bileşiklerdir (Khanduja ve Bhardwaj, 2003; Brewer, 2011).

C Vitamini (Askorbik Asit):

Askorbik asit insan vücudunda bulunmayan, besin yoluyla dışarıdan alınan ve suda çözünen çok önemli bir antioksidandır. Vücut için önemli bir besin ögesi olmasının yanında kuvvetli bir indirgen ve antioksidandır (Fennema, 1996). Askorbik asit yapısında bulunan C-2 ve C-3 karbonları arasındaki çiftli bağdaki iki elektronu vererek oksijen ve karbon merkezli serbest radikalleri indirger ve daha az reaktif olan semihidroaskorbat ve dehidroaskorbik asit ara radikallerine dönüşür. Bununla birlikte, yapısındaki –OH gruplarından oksidasyon reaksiyonlarına hidrojen vererek, oksidasyona uğrayacak bazı yapıları koruyabilir (Şekil 13) (Bendich vd., 1986). Ayrıca bu –OH grupları birbiriyle komşu olan karbonlar üzerinde olduğundan askorbik asit metal iyonları (Fe^{+2}) ile şelat yapabilir. Ferroz (Fe^{+2}) ve ferrik iyon (Fe^{+3}) arasındaki dengeyi değiştirerek, oksijen giderici gibi davranır ve oksidasyonu inhibe eder (Yettella ve Min, 2008).



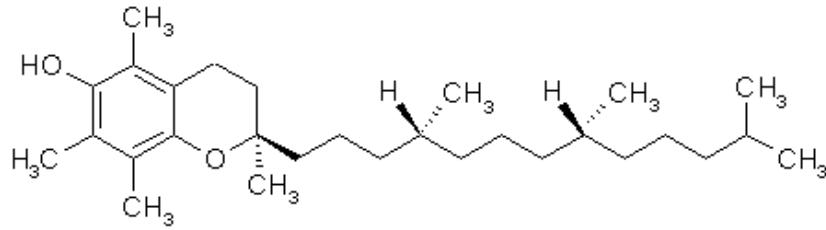
Şekil 13: C vitamininin (Askorbik asit) yapısı

Serbest radikal giderici ve indirgeyici özellikleri sayesinde bağışıklık sisteminin güçlendirici etkiye sahip askorbik asit, kalp damar hastalıkları, çeşitli kanser ve sinirsel rahatsızlıklar gibi dejeneratif hastalıkların riskini azaltmada, DNA hasarlarını önlemede de önemli bir role sahiptir. Askorbik asit en fazla turunçgil meyveleri, biber, kabak, çilek, lifli

yeşil sebzeler ve lahanagillerde bulunmaktadır (Rice-Evans ve Miller, 1995; Kalt vd., 1999).

E vitamini (Tokoferoller):

E vitamini yağda çözünen yaygın bir antioksidan olması sebebiyle lipitten oluşan hücre zarını ve hücredeki diğer lipit kısımlarını serbest radikallere karşı korumaktadır. 8'den fazla E vitamini aktivitesine sahip tokoferol formlarından alfa-, beta-, gama-, delta- en yaygın olanları olup tamamen antioksidan etkiye sahiptir (Shahidi, 2000; Koca ve Karadeniz, 2005). Yapısı fenolik benzokroman türleri ile yakından ilişkili olup, kromanal çekirdeğine bağlı bir fitil yan zinciri vardır (Şekil 14). Tokoferoller yapısındaki hidroksil gruplarından hidrojen veya elektron verir ve böylece lipit oksidasyonunu inhibe ederek, serbest yağ asidi radikali oluşumunu engellerler (Upston vd., 1999).



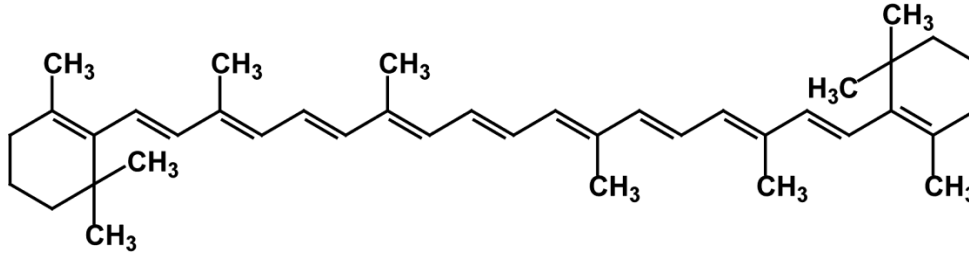
Şekil 14: Tokoferol yapısı

E vitamini kalp krizine neden olan kanın pıhtılaşması eğilimini azaltarak, damarda kanın akış hızını azaltan düz kas hücrelerinin armasını önleyerek ve damar duvarlarının yağ plakalarının oluşumunu engelleyerek kalp damar hastalıkları riskini azaltmaktadır. Ayrıca bağışıklık sistemini koruyucu özelliği de vardır. Bitkisel yağlar, sebzeler, et ve balık E vitamininin en iyi kaynaklarıdır (Koca ve Karadeniz, 2005).

Karotenoidler:

Karotenoidler bitkiler tarafından oluşturulan, birçok meyve ve sebze de bulunan ve sarı turuncu ve kırmızı renk veren antioksidan maddelerdir. Ana zinciri 9 veya daha fazla çift bağ içeren 40 Karbon (C) atomlu poliizoprenoid zincirinden oluşan bir pigmenttir (Şekil 15). Karotenoidler, hidrokarbonlar (α -, β -, γ -karoten ve likopen) ve ksantofiller (lutein ve

kapsantin) olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır (Jayaprakasha vd., 2001; Koca ve Karadeniz, 2005).



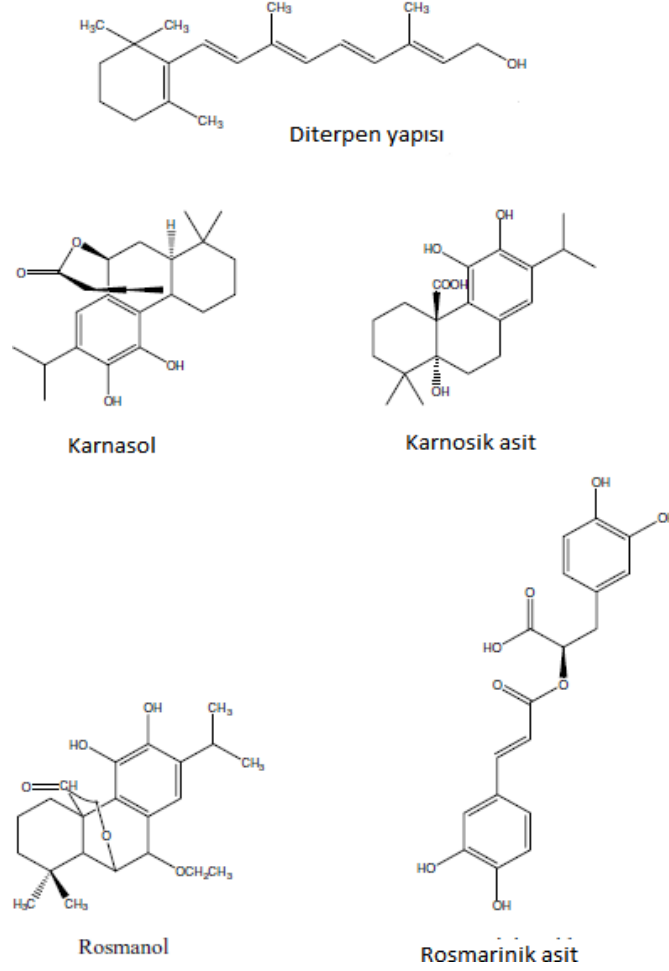
Şekil 15: Karotenoidin yapısı

Karotenoidlerdeki yüksek konjügasyon varlığı nedeniyle, polin zincirinin tüm uzunluğu boyunca etkili elektron delokalizasyonu meydana gelebilir. Bu yapılarından dolayı hem serbest radikal toplayıcı ve hem de singlet oksijen bastırıcılar olarak fonksiyon gösterirler (Singh vd., 2004). Yapıdaki konjüge çift bağ sayısı arttıkça karotenoidlerin antioksidan aktivitesi artmaktadır. Karotenoidler içerisinde en etkili antioksidan likopen olup, bunu sırasıyla β -kriptoksantin ve β -karoten izlemektedir. A vitaminin ön maddesi olan karotenoidlerin ayrıca çeşitli kanser türlerinin, yaşa bağlı bozulmaların, katarakt ve kalp damar hastalıklarının görülme sıklığını azalttığı bildirilmiştir (Breithaupt ve Bamedi, 2001). Karotenoid bileşikleri, lifli yeşil sebzelerin tümünde mevcut olup, kırmızı, sarı, turuncu meyveler, kök bitkileri ve sebzelerde de bolca bulunmaktadır. Havuç, kayısı ve kantalop kavununda α - ve β -karoten, domateste likopen, kırmızıbiberde kapsaisin ve kapsantin, kabakta β -karoten, turunçgil meyveleri ve mısırdaki lutein ve zeaksantin bulunmaktadır (Fennema, 1996).

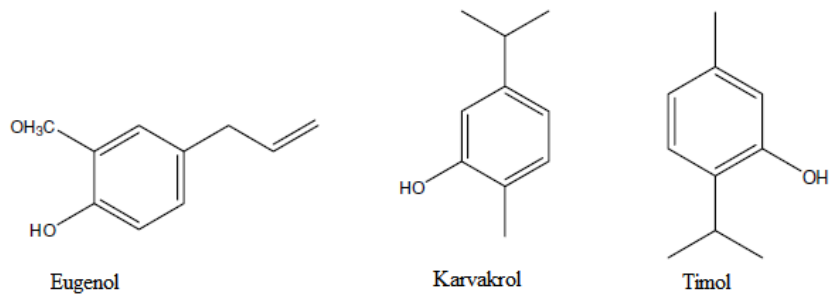
Fenolik Bileşikler:

Fenolik bileşikler, bitki ve gıda kaynaklı ana bileşenler olup beslenmemizdeki önemli antioksidanlardır. Günümüzde, 4000'i flavonoid olmak üzere 8000'den fazla fenolik bileşen olduğu bilinmektedir. Aromatik benzen (fenil) halkasına bağlı en az bir tane hidroksil (-OH) grubu bulunduran fenol yapısı içeren bileşiklerin genel adıdır. Fenol halkası genellikle birden fazla hidroksil (-OH) grubu içerdiği için "Polifenoller" olarak da isimlendirilirler (Harborne ve Williams, 2000; Cheynier, 2005; Quideau vd., 2011).

Fenolik bileşenler genel olarak fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruptan oluşur. Ancak karnasol ve karnasik asit gibi diterpenler (Şekil 16); eugenol, karvakrol, timol gibi uçucu bileşenler (Şekil 17) yapılarında buldukları fenol halkasından dolayı fenolik bileşikler sınıfına dâhil edilebilir (Shan vd., 2005).

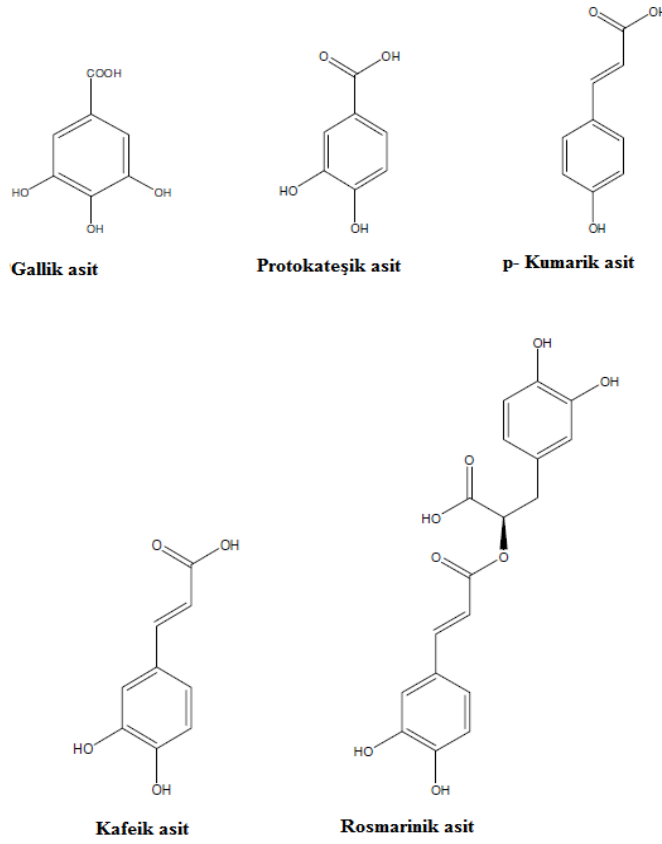


Şekil 16: Bazı fenolik diterpen yapıları



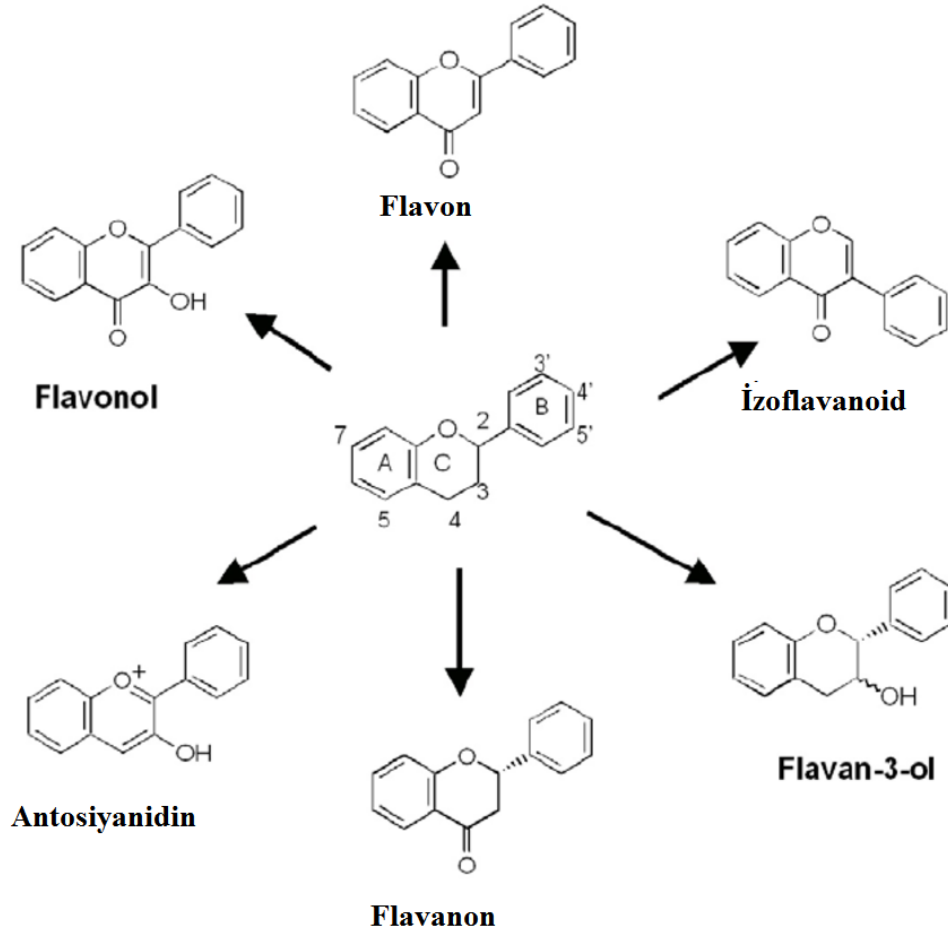
Şekil 17: Fenolik uçucu bileşen yapıları

Fenolik asitler genel olarak hidroksisünamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Kumarik asit, kafeik asit, ferulik asit ve sinapik asit gibi fenolik asitler hidroksisünamik asit grubuna dâhil olurken; *p*-hidroksibenzoik asit, salisilik asit, protokateşik asit, gallik asit ve vanilik asit gibi fenolik asitlerde hidroksibenzoik asit grubunun üyeleridir (Şekil 18). Hidroksisünamik asitler fındık, yağlı tohumlar, sebze ve çeşitli mantarlarda bulunurken hidroksibenzoik asitler meyve ve sebzelerde düşük miktarlarda bulunmaktadır (Pokorný, 1991; Karadeniz ve Ekşi, 2002; Koca ve Karadeniz, 2005).



Şekil 18: Bazı fenolik asitlerin yapısı

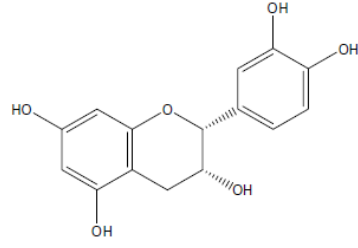
Flavonoidler, fenolik bileşenlerin en yaygın grubu olup $C_6-C_3-C_6$ iskelet yapısında bulunurlar. Doğada tanımlanan 4000'den fazla flavonoid olup halka yapılarına göre flavonlar, flavonoller, flavanoller, flavanonlar, flavanonoller, flavan-3-oller, antosiyanidinler, izoflavonoidler gibi isimler alır (Şekil 19) (Hollman vd., 1996; Scalbert vd., 2005; Sachdeva vd., 2014).



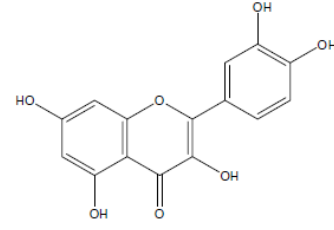
Şekil 19: Temel flavonoid yapıları

Flavonoidler genel olarak A, B, C olarak gösterilen üç karbon halkasından oluşur. Bu yapıların serbest radikal süpürücü etkileri de flavonoid iskeletine bağlı serbest –OH gruplarının sayısına ve konumuna bağlıdır. Özellikle –OH gruplarının B halkasındaki konumları antioksidan aktivitelerinde önemli bir farklılıktır. B halkasındaki o-dihidroksil yapısı, radikal forma daha yüksek bir kararlılık kazandırmaktadır. 3' ve 5' hidroksil grupları radikal yakalama gücü en yüksek olanlardır. Çoklu hidroksil gruplarına sahip flavonoidler, tek hidroksil grubuna sahip olanlara göre daha fazla antioksidan etkiye sahiptir (Wojdyło vd., 2007; Lupea vd., 2008; Xiao vd., 2008).

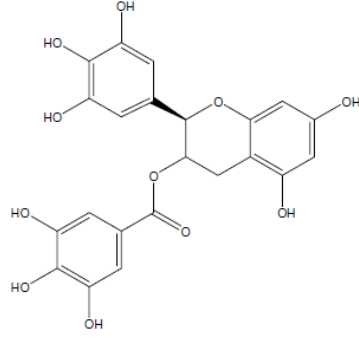
Kuersetin ve kamferol flavonol grubundan, mirisetin, naringin, naringenin flavanon grubundan, kateşin, epikateşin, epikateşin gallat, epigallokateşin-3-gallat, gallokateşin falavan-3-ol grubundandır (Şekil 20) (Kaur ve Kapoor, 2002).



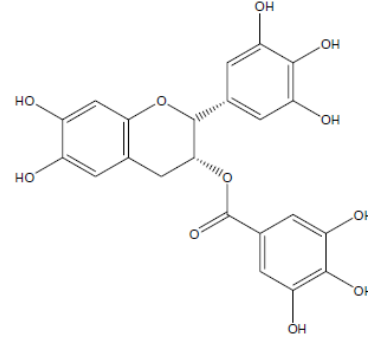
Epikateşin



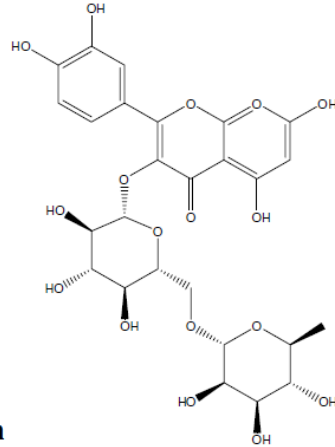
Kuersetin



Epikateşin gallat



Epigallokateşin gallat



Rutin

Şekil 20: Bazı önemli flavonoidlerin yapısı

Flavonoidler: serbest radikal süpürücü, kuvvetli antioksidan ve iltihaplanmayı önleyici özelliğe sahiptir. Ayrıca tümör oluşumuyla yakından ilgili olan prostoglandin sentaz, lipoksigenaz ve siklooksigenaz enzimlerini de inhibe etmektedir. Bunun dışında kalp-damar hastalıkları ve mide mukozası hasarı gibi hastalıkları da önlemektedir (Zhishen vd., 1999; Hirano vd., 2001).

Bazı fenoller polimerleşerek minerallere bağlanabilen polifenollere dönüşebilir. Proantosiyandinler; monomerik flavonoidler, kateşin ve epikateşin gibi polihidroksi

flavan-3-ollerin polimerleşmesiyle oluşurlar. Polimerik prosiyanidinler kendilerini oluşturan kateşin ve epikateşinden daha iyi antioksidanlardır. Yüksek antioksidan özelliğe sahip bu yapılar, elma, kiraz, ahududu, böğürtlen ve çilek gibi meyvelerde, çay yapraklarında, üzüm, sorgum, soya ve kakao çekirdeğinde ve birçok bitki kabuğunda bulunur (Ursini vd., 2001; Brewer, 2011).

1.5 Alzheimer Hastalığı ve Antikolinesterazlar

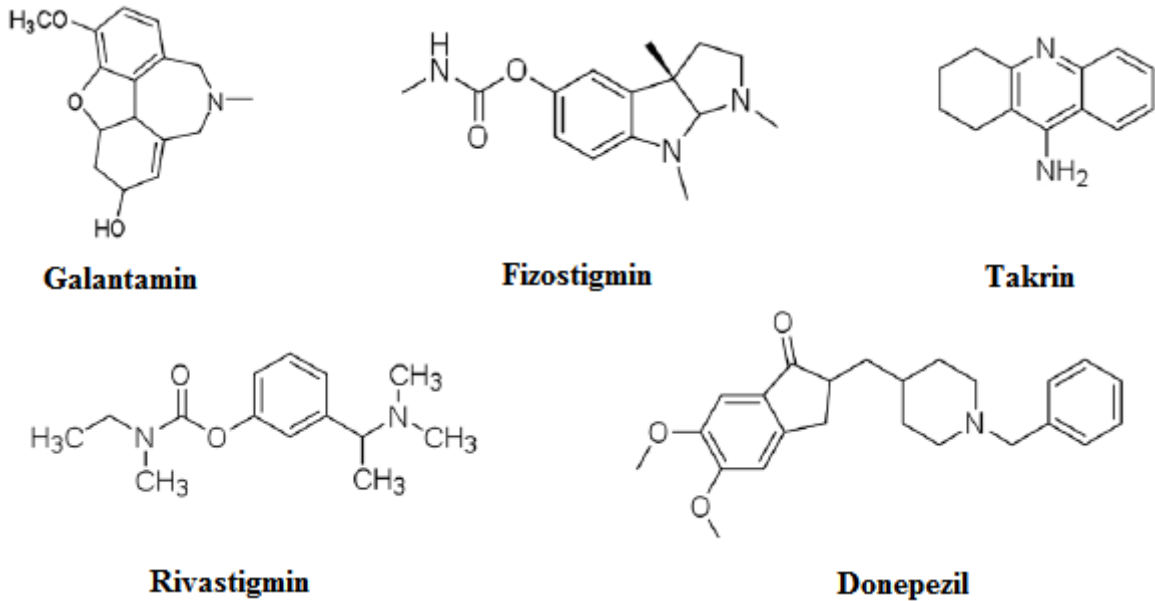
İlk belirtileri hafıza kaybı olarak ortaya çıkan Alzheimer hastalığı, hastalığa ismini veren Alman hekim Aloes Alzheimer tarafından 1908 yılında tanımlanmıştır. Hastalık; hafıza kaybı, bilişsel işlev bozukluğu, davranış bozuklukları, yaşamsal faaliyetlerde aksama gibi sorunlar gösteren yavaş yavaş ilerleyen kronik bir nörolojik hastalıktır (Howes ve Perry, 2011). Genellikle 65 yaş üzeri insanlarda görülen hastalık, hafıza kaybının yanında huzursuzluk, ruhsal denge bozuklukları, konuşma problemleri ve depresyon gibi sorunlara yol açar (Howes ve Houghton, 2003; Houghton ve Howes, 2005). Nörofibriller düğümler, beyin hücreleri arasında haberleşmeyi önleyen ve beyin hücrelerinin ölmesine yol açan β -amiloid içeren senil plakların oluşumu, oksidatif ve enflamatuvar süreçler, kolinerjik nöromedyatörlerin kaybolması ve buna bağlı olarak nörotransmitter iletim bozuklukları gibi sinir sisteminde oluşan patolojik bozukluklar Alzheimer hastalığının temel sebepleridir (Akhondzadeh ve Abbasi, 2006).

Alzheimer hastalarında, üretilen β -amiloidler hücre dışına atılamazken hücrede birikir ve birbirine yapışarak toksik olan plakaları oluşturur. Beyinde çeşitli reaksiyonlar sonucunda oluşan serbest radikaller oksidatif strese yol açar ve bu toksik plakaların oluşumuyla birleştiğinde beyin hücrelerinde yapısal bozukluklara yol açmaktadır. β -amiloidlerle birlikte serbest radikaller de bu hastalığın oluşumunda önemli etkenlerdendir (Singleton vd., 1965; Singleton vd., 1998; Çakar, 2010). Bir diğer etken ise kolinesterazlardır. Kolinesteraz enzimleri bellek ve düşünce ile ilgili bir nörotransmitter olan asetilkolini (ACh) hidrolize ederek görevini yerine getiremez hale getirir. Vücutta azalan ACh konsantrasyonu, hafıza kaybına yol açarak bireyde Alzheimer hastalığının oluşumunun önünü açar (Şenol, 2009).

Alzheimer hastalığının oluşumunda önemli rolü olan kolinerjik eksikliğin ortadan kaldırılması için kolinerjik reseptörlerin uyarılması veya kolinesteraz enziminin inhibe

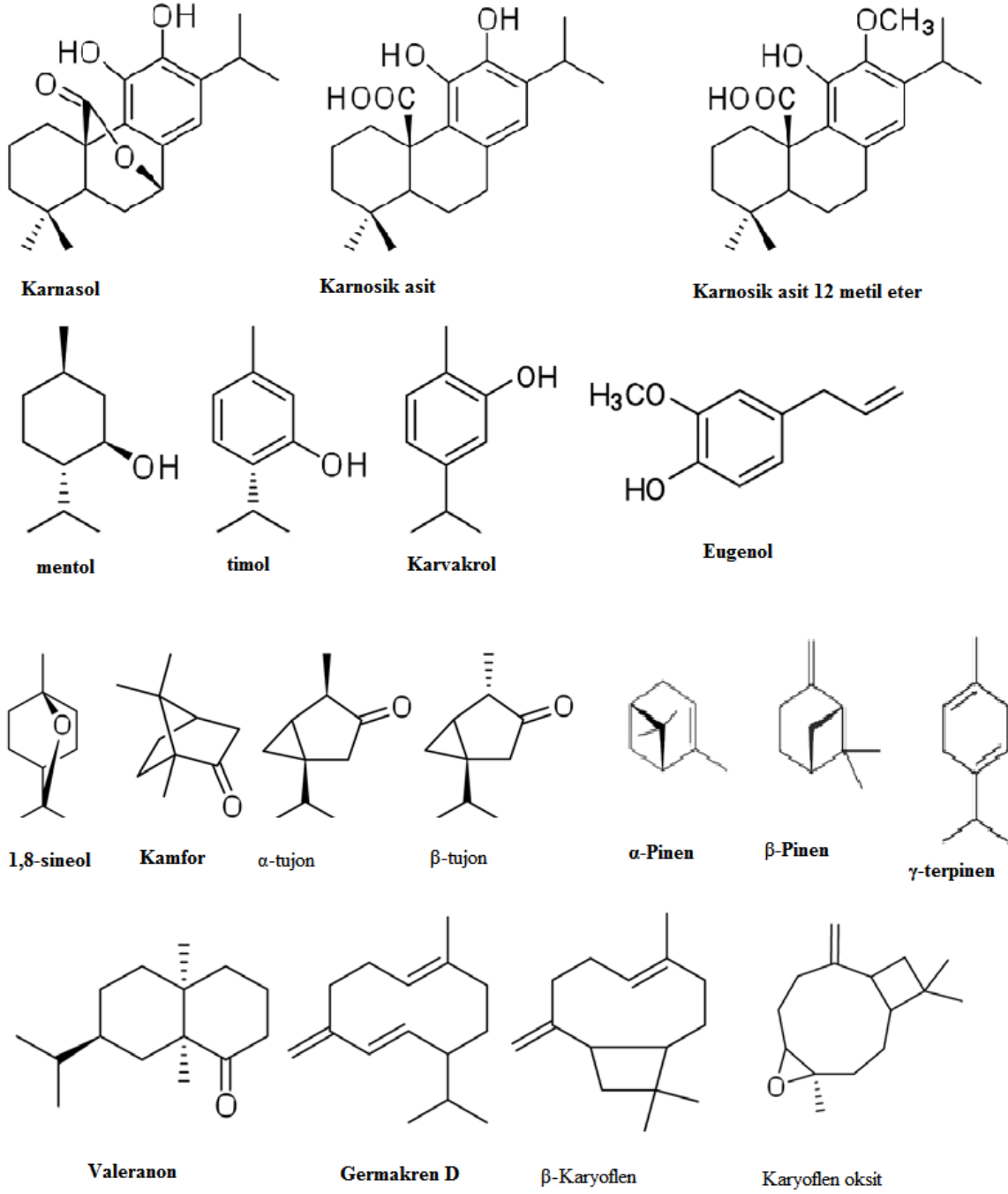
edilerek vücuttaki ACh konsantrasyonunun artırılması gerekir (Howes ve Houghton, 2003). Kolinesteraz enzimlerinin inhibisyonu yöntemi Alzheimer hastalığının tedavisinde en sık görülen yöntemlerdendir. Vücutta asetilkolinesteraz (AChE) ve bütirikolinesteraz (BChE) olmak üzere iki adet kolinesteraz enzimi bulunmakta olup bunlardan AChE daha yaygın olarak yer almaktadır. ACh seviyesini düşüren kolinesteraz aktivitesinde AChE enzimi daha baskın olarak rol oynamakta, BChE ise AChE'ye göre daha az bir sorumluluk almaktadır. İki enzim aktiflik bakımından farklılık gösterse de yapılan çalışmalar iki enzimin de kolinerjik sistemdeki asetilkolin konsantrasyonunun azalmasında rolü olduğunu bildirmektedir (Hartman, 2010; Topçu ve Kusman, 2014).

Galanthus nivalis L. (kardelen)'in soğanından elde edilen galantamin, kalabar baklası (*Physostigma venenosum* Balf)'ndan izole edilen fizostigmin alkaloidi ve türevleri olan takrin ve rivastigmin, yosun çayı olarak bilinen Çin ve Hindistan'da geleneksel tıp bitkisi *Huperzia serrata* bitkisinden izole edilen huperzin A, sentetik olarak üretilen donepezil antikolinesteraz aktiviteleri çeşitli çalışmalarca kanıtlanmış ve antikolinesteraz olarak ilaç yapımında kullanılan sentetik ve doğal kökenli bileşiklerdir (Şekil 21).



Şekil 21: Antikolinesteraz olarak kullanılan bileşikler

Çeşitli araştırmalar sonucunda antikolinesteraz aktivite gösterdiği belirlenmiş farklı bitki türlerinde bulunan bazı uçucu bileşenler Şekil 22'de verilmiştir (Topçu ve Kusman, 2014).



Şekil 22: Antikolinesteraz aktivite gösteren bazı uçucu bileşenler

1.6 Sahil Çamı İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Sahil Çamı ile ilgili birçok farklı alanda çok sayıda araştırma mevcuttur. Konumuzla ilgili olan çalışmalar kimyasal bileşim, biyolojik aktivite olmak üzere iki başlık altında verilmiştir.

1.6.1 Kimyasal Bileşimi İle İlgili Çalışmalar

Mimoune vd.(2013) Kuzey Cezayir’de mart ayında toplanan Sahil Çamı (*P. pinaster* Ait.) ibrelerinin uçucu bileşenleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, 100 g kurutulmuş ibreden hidrodistilasyon yoluyla uçucu yağı elde etmişlerdir. Elde edilen uçucu yağın verimini 0,61 g/100 g kuru örnek olarak hesaplamışlardır. GC-MS’de analizini yaptıkları uçucu yağda 23 bileşen tespit etmişler ve ana bileşen olarak %30,9 oran ile β -karyofilen ve %13,45 oran ile β -selinen bulmuşlardır. Ayrıca, elde edilen bu uçucu yağın antibakteriyel aktivitesini de çalışmışlardır.

Hmamouchi vd. (2001), Fas’ta yetişen beş farklı çam türünün uçucu yağlarının kimyasal bileşimi ve antibakteriyel aktivitesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Şubat ayında *Pinus halepensis* M., *P. canariensis* C., *P. pinaster* S., *P. pinea* L. and *P. brutia* türlerinin ibreleri toplanmış, kurutulan yapraklardan hidrodistilasyon yöntemiyle uçucu yağlarını elde edilmişlerdir. Uçucu yağ verimlerini *Pinus halepensis*’te %0,44, *P. canariensis*’te %0,16, *P. pinaster*’de %0,38, *P. pinea*’da %0,17 ve *P. brutia*’da % 1 olarak hesaplamışlardır. Analiz sonuçlarında *P. pinaster*’de 22 bileşen tespit etmişler ve bunların % 32,6’sını monoterpen olarak hesaplarken % 64,6’sını ise seskiterpen olarak hesaplamışlardır. Ana bileşenler olarak ise β -karyofilen (%22,2) ve α -pinen (%21,4) bileşenlerini tespit etmişlerdir. Daha sonra bu uçucu bileşenlerin, 21 farklı bakteri üzerinde antibakteriyel aktivitelerini çalışmışlardır.

Macchioni vd. (2003), İtalya’nın farklı bölgelerinden toplanan dört farklı çam türünün ibre, dal, ve dişi kozalaklarının uçucu yağlarının kimyasal bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada, *P. pinea*; *P. halepensis*; *P. pinaster*; *P. nigra* türlerini kullanmışlar ve örnekleri Şubat ayında toplamışlardır. Her bir türün farklı kısımlarının uçucu yağlarını, Klevenger aparatı kullanarak hidrodistilasyon yoluyla 2 saat sürede elde etmişlerdir. *P. pinaster*’in uçucu yağ verimlerini ibrede % 0,11, dalda % 0,18 ve kozalakta % 25 olarak hesaplamışlardır. GC-FID ve GC-MS kullanarak yaptıkları analiz sonuçlarında *P. pinaster*’in ibresinde 34, dalında 35 ve kozalağında 34 bileşen tespit etmişler ve ana bileşenler olarak ibrede; α -pinen (%28,9) , β -pinen (%21,7) ve β -karyofilen (%13,2), dalda; α -pinen (40,4) , β -pinen (%23,1) ve mirsen (%12,1), kozalakta; α -pinen (%24,7) , β -pinen (%29,2) ve longifolen (%20,8) bileşenlerini bulmuşlardır.

Ismail vd. (2013) Tunus'ta yetişen iki kozalaklı tür olan *Pinus pinaster* ve *Cupressus sempervirens* L. var. *dupreziana* türlerinin uçucu yağlarının kimyasal bileşenleri ve biyolojik aktivitelerini karşılaştırdıkları araştırmada, Ağustos ayında beş farklı ağaçtan ibre ve yaprak örnekleri alarak hidrodistilasyon yoluyla uçucu yağlarını elde etmişlerdir. *Pinus pinaster* ve *Cupressus sempervirens* L. var. *dupreziana*'da uçucu yağ verimleri sırasıyla %0,4 ve %0,3 olarak hesaplanmıştır. Toplam 66 bileşen tespit ettikleri *Pinus pinaster* uçucu yağında, %44,5 monoterpen, %46,3 seskiterpen ve bunların oksitlerini bulmuşlardır. α -pinen (%31,4) ve (Z)-karyofilen (%28,1)'i ana bileşen olarak tespit etmişler ve α -humulen (%6,8)'in de kayda değer bir oranda olduğunu bildirmişlerdir.

Ghanmi vd. (2007), Fas'ta yetişen Sahil Çamı (*P. pinaster*) ve Halep Çamı (*P. halepensis*)'nın terebentininin uçucu bileşenlerini ve antimikrobiyal aktivitelerini karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır. Buna göre Temmuz ayında 40 farklı ağaçtan topladıkları reçinelerin hidrodistilasyon yoluyla uçucu yağlarını çıkarmışlardır. GC-MS cihazında yaptıkları analizde toplam 21 bileşen tespit etmişler ve Sahil Çamı (*P. pinaster*) ve Halep Çamı (*P. halepensis*)'in uçucu yağlarının ana bileşenleri sırasıyla %77 ve %88,62 ile α -pinen olarak bulmuşlardır. β -pinen oranının ise Sahil Çamı (*P. pinaster*) ve Halep Çamı (*P. halepensis*)'ndan sırası ile %6,35 ve %1,08 olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, elde ettikleri uçucu yağların farklı bakteri ve mantar türleri üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir.

Arrabal vd. (2005) beş farklı İspanya *Pinus pinaster* orijininin terpenik bileşenlerinin değişimini incelemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada *P. pinaster*'in beş farklı orijinininden (Pontareas-Pontevedra, Atlantik grubu; Boniches-Cuenca, Akdeniz grubu, Doğu İspanya; Coca-Segovia, Akdeniz grubu, Orta İspanya; San Leonardo-Soria, Akdeniz grubu, Merkez İspanya ve Co'mpeta-Ma' laga, Mağrip grubu, Güney İspanya), üç farklı plantasyon bölgesinde (Acebo-Cáceres, Pen~ as Negrillas-Almuradiel-Ciudad Real and Riofrío-Ciudad Rea) yetişen ağaçlardan reçineleri üretimin yüksek olduğu Ocak ve Şubat aylarında toplamışlardır. GC-MS cihazında uçucu bileşenler ve reçine asitlerini tespit etmişler ve en iyi farklılığın Pontareas (Atlantik grup) ve Co'mpeta (Mağrip grup) arasında olduğunu raporlamışlardır. Ayrıca uçucu bileşenlerde ana bileşenlerin α -pinen (%71,9-79,3) ve β -pinen (%4,5-13,9) olduğunu, reçine asitlerinde ise ana bileşenlerin palustrik + levopimarik asit (%41,2- 45,3) ve neoabietik asit (%16,1-17,2) olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca,

reçinede ortalama, monoterpenlerin %28,2, seskiterpenlerin %2,8, nötral diterpenlerin % 2 ve reçine asitlerinin %62,2 olduğunu bildirmişlerdir.

Ottavioli vd. (2008) Korsika'nın beş önemli bölgesinden 46 olgun ağaçtan toplanan ibrelerin uçucu bileşenlerini karşılaştırmışlardır. 46 farklı ağacın ibrelerinin uçucu yağlarını ayrı ayrı hidrodistilasyon yoluyla elde etmişler, bazılarını NMR analizi için kolon kromatografisiyle fraksiyonlamışlardır. Gaz kromatografisi (GC), GC-MS ve ¹³C-NMR birlikte kullanılarak 60 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Uçucu yağın genel olarak mono, seski ve diterpen hidrokarbonlarından oluştuğunu ve ana bileşenlerin α -pinen (%6,4- 29,4), β -karyofilen (%4,4–19,9), germakren D (%1,7–21,4) ve abieta-7,13-dien (%6,8–34,2) olduğunu tespit etmişlerdir.

Zolfaghari ve Iravani (2012) İran'da yetişen *Pinus pinaster* (Sahil Çamı)'in kabuğunun uçucu yağ bileşenleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Ağustos eylül ayları arasında örnekleri toplamışlar, oda sıcaklığında kurutup öğütmüşlerdir. Daha sonra Klevenger aparatı kullanarak hidrodistilasyon yöntemiyle 4 saat sürede uçucu yağı elde etmişlerdir. Elde ettikleri uçucu yağ verimini 0,15 ml/100 g kuru örnek olarak hesaplamışlardır. Analizini yaptıkları uçucu yağda 17 bileşen tespit etmişler ve bunların %67,7'sinin monoterpenler , %2,9'unun monoterpen oksitler, % 24'ünü seskiterpenler, %1,2'sinin seskiterpen oksitlerden oluştuğunu bildirmişlerdir. Ana bileşen olarak α -pinen (%63,9), β -karyofilen (%14,3), junipen (%7,5) bulunmuştur.

Petrakis vd (2001) Yunanistan'da yetişen beş çam türünün ibrelerinin uçucu bileşenleri hakkında yaptıkları araştırmada, *Pinus attenuata* Lemmon, *P. heldreichii* Christ, *P. peuce* Griseb., *P. pinaster* Ait. and *P. radiata* D. Don türlerini kullanmıştır. 2 saat boyunca Klevenger aparatıyla kısa kesilmiş taze yaprakların uçucu yağını çıkarmışlardır. GC ve GC-MS ile analizini yaptıkları *P. peuce*, *P. heldreichii*, *P. radiata*, *P. pinaster* ve *P. attenuata* uçucu yağlarında sırası ile 37, 39, 36, 23 ve 41 bileşen tespit etmişlerdir. *P. pinaster*'de %20,9 ile α -pinen, %19,2 ile germakren D ve %14,8 ile β -karyofilenin ana bileşen olduğunu belirlemişlerdir.

Dob vd. (2005) Cezayir'de yetişen *P. pinaster*'in ibrelerinin uçucu bileşenleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, Mayıs ayında topladıkları örnekleri kurutup, 100'er g alarak Klevenger aparatında hidrodistilasyon yöntemiyle 2 saatte uçucu yağları elde etmişlerdir.

Uçucu yağ verimini 100 g kuru örnekte 0,3 ml olarak hesaplamışlardır. GC-MS kullanarak analiz ettikleri uçucu yağda toplam bileşenlerin %65,2'si olan 46 bileşen tespit etmişlerdir. Ana bileşen olarak β -karyofilen (%26,6), allo-aromadendren (%12,5), ve α -humulen (%4,3) bileşiklerini bulmuşlardır.

Koutsaviti vd. (2014) yaptıkları bir araştırmada, Yunanistan'da yetişen yedi farklı çam türünün uçucu yağlarının kimyasal bileşenlerini incelemişlerdir. *Pinus nigra* (3 alt tür), *P. stankewiczii*, *P. brutia*, *P. halepensis*, *P. canariensis*, *P. pinaster* ve *P. strobus* türlerinin ibrelerini kullandıkları çalışmada uçucu yağları 3 saatte hidrodistilasyon yoluyla elde etmişlerdir. *P. pinaster*'in uçucu yağ verimi %0,3 olarak hesaplamışlar ve diğer çam türlerine göre en düşük verim olduğunu raporlamışlardır. *P. nigra* ve *P. canariensis*'in uçucu yağlarında ana bileşenleri α -pinen (sırasıyla %24,9–28,9 ve %15) ve germakren D (sırasıyla %20,3–31,9 ve %55,8), *P. brutia* ve *P. strobus*'ta α -pinen (sırasıyla %20,6 ve %31,4) ve β -pinen (sırasıyla% 31,7 ve %33,6), *P. halepensis* ve *P. pinaster*'de β -karyofilen (sırasıyla %28,5 ve %22,5), *P. stankewiczii*'de β -pinen (%31,4), germakren D (%23,3) ve α -pinen (%17,5) olarak tespit etmişlerdir. Toplam 52 bileşen tespit ettikleri *P. pinaster*'de ayrıca α -pinen (%12,1) ve abietadien (%14,8) diğer önemli bileşenler olarak bulunmuştur. Uçucu bileşenlerini tespit ettikleri bu türlerin ayrıca larva öldürücü ve sivrisinek kovucu aktivitelerini de incelemişlerdir.

Ioannou vd.(2014), 46 çam türünün uçucu bileşenleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, *Pinus* altcinsinden 37, *Strobus* altcinsinden 17 türün ibrelerini kullanmışlardır. Farklı ülkelerin botanik bahçelerinden topladıkları örneklerin taze yapraklarını kullanmışlar ve 3 saatte Klevenger aparatı yardımıyla uçucu yağlarını elde etmişlerdir. GC-FID ve GC-MS ile yaptıkları analizlerde toplam bileşen olarak 161 bileşeni tespit etmişlerdir. *P. pinaster* türünde 61 bileşen tespit etmişler ve diğer çam türlerine göre diterpen oranının (%67,3) yüksek, monoterpen oranının (%7,2) ise düşük olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan bu türün ana bileşenlerinin isoabienol (%19,1), sclaren (%18), germakren D (%11,2) ve abietadien (%10,6) olduğunu rapor etmişlerdir.

Rodrigues vd (2017), *Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *P. pinea* ve *P. sylvestris* türleri üzerine yaptıkları bir çalışmada uçucu yağ kemotipi ve monoterpen hidrokarbonlarının, çam kurdu olan *Bursaphelenchus xylophilus* aşılardan önceki ve sonraki değişimini incelemişlerdir. *P. pinaster*'in uçucu bileşenlerini karşılaştırdıklarında sağlıklı ağaçlarda

ana bileşenleri β -pinen (%35,6-51,7), α -pinen (%24,8-42,3) ve δ -3-karen (%18,1) olarak tespit etmişlerdir. Mekanik yaralı ağaçlarda α -pinen (%22,7-39,8)'de biraz düşüş gözlenirken, β -pinen (%33,3-53,3) ve δ -3-karen (%21,8) miktarlarında genel olarak artış olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer yandan aşılı ağaçlarda ise β -pinen oranını %23,3-56,2, α -pinen oranını %20,5-61,8 ve δ -3-karen oranını %21,3 olarak belirlemişlerdir.

Kleinhentz vd. (1999) reçine kelebeğinin (*Dioryctria sylvestrella*) ibre, kabuk içi, üst katman örneklerinin reçinelerindeki terpen bileşeni üzerine bir araştırma yapmışlardır. Reçineleri Fransa'nın Gazinet bölgesinden 13 yıllık ağaçlardan toplamışlardır. GC-FID cihazında yapılan analiz sonucunda yedi monoterpen (α -pinen, kamfen, β -pinen, mirsen, δ -3-karen, limonen, terpinolen), bir oksijenli monoterpen (linalool) ve yedi seskiterpen (longipinen, α -kopaen, α -kubeben, longifolen, β -karyofilen, α -humulen ve germakren D) tespit etmişlerdir. Ana bileşenleri ise α -pinen (%17,01-58,52) ve β -pinen (%28,32-31,86) olarak bulmuşlardır.

Arrabal vd. (2014), *P. pinaster*'in lipofilik bileşenleri üzerine yaptıkları bir araştırmada, ibredeki monoterpen, seskiterpen, nötral diterpen, yağ asitleri ve reçine asitlerinin farklı dönemlerdeki değişimlerini incelemişlerdir. Haziran (yaz dönemi) ve Şubat (kış dönemi) aylarında İspanya'nın Segovia bölgesindeki iki farklı kemotipten 54 ağaçtan ibre örnekleri toplamışlardır. Toplanan örnekler kısa kısa kesilerek ekstraktları elde edilmiştir. Daha sonra elde ettikleri bu ekstraktları GC-MS'te analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlarda, yaz döneminden kış dönemine geçerken miktar olarak monoterpenlerde %52,9'luk, seskiterpenlerde %27,2'lik, diterpenlerde %29,8'lik, nötral terpenlerde %38,4'lük, yağ asitlerinde %44,7'lik, reçine asitlerinde %37,6'lık, asitlerde %38'lik ve toplam lipofilik ekstraktiflerde %38,1'lik düşüşün meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Uçucu bileşenleri detaylı bir şekilde incelediklerinde ise; monoterpenlerde ana bileşen α -pinen, β -pinen ve mirsen bulunurken, seskiterpen ana bileşenleri β -karyofilen ve germakren D bulunmuştur. Yaz dönemi ile kış dönemini karşılaştırdıklarında; α -pinen'in % 33,36'dan % 44,02'ye yükseldiğini, β -pinen'in %41,95'ten %27,73'e, mirsen'in ise %12,34'ten %11,78'e düştüğünün bildirmişlerdir. Diğer yandan β -karyofilen'in %20,65'ten %42,16'ya yükseldiğini, germakren D'nin ise %33,16'dan %26,09'a düştüğünü görmüşlerdir. Nötral diterpenlerde; izoabienol'ün %15,93'ten %2,45'e, metil dehidro abietatın %9,66'dan %10,26'ya yükseldiğini, 8,12,14-labdatrien'in %7,66'dan %5,51'e, metil abietat'ın %8,43'ten % 4,59'a düştüğünü rapor etmişlerdir. Ayrıca, yağ asitlerini de; stearik asidin

%23,73'ten %11,76'ya, oleik asidin %13,26'dan %10,39'a, palmitik asidin ise % 11,54'ten %10,88'e düştüğünü bildirmişlerdir. Bununla birlikte; reçine asitlerinde, levopimarik+palustrik asit %26,67'den %35,80'e, neoabietik asidin %22,99'dan %28,23'e, abietik asidin ise %12,11'den 12,76'ya çıktığı görülmüştür. Kemotip 2'deki sonuçların kemotip 1'deki sonuçlarla benzer olduğunu tespit etmişlerdir.

Kadri vd. (2015) Kuzey Cezayir'de yetişen bazı çam türlerinin tohumları üzerine yaptıkları bir çalışmada yağ asitleri, uçucu bileşenler, toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarlarını incelemişlerdir. Araştırmada *P. halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster* ve *P. canariensis* çam türlerinin kozalaklarından tohumlarını çıkarmışlar, 2 gün boyunca 40 °C'de kurutup öğütmüşlerdir. Çeşitli fiziksel özelliklerine de baktıkları tohumları kloroform/metanol ile soksalet aparatında ekstrakte edip lipofilik maddelerini elde etmişlerdir. Uçucu yağları ise hidrodiltilasyon yoluyla Klevenger aparatında 5 saatte elde etmişlerdir. *P. pinaster*'in sonuçlarında, yağ asidi olarak palmitik asit (%29,61), cis oleik asit (%18,42), linoleik asit (%1,95) bulmuşlar ve eser miktarda da stearik asit, linolenik asit, araşidik asit tespit etmişlerdir. Uçucu yağ verimi %0,35 olarak bulunmuş, %32,4'ünü tespit ettikleri 20 bileşenden ana bileşen olarak limonen (%7,5), p-simen (%3,3) ve mirsen (%3,3)'i bulmuşlardır. Toplam fenolik madde miktarını 9,23 mg/g, toplam flavonoid madde miktarını ise 1,42 mg/g olarak rapor etmişlerdir.

Meullemiestre vd. (2014) *P. pinaster*'in talaş atığının farklı izolasyon yöntemleriyle uçucu yağlarının elde edilmesi ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşenlerini ve antioksidan aktivitelerini karşılaştırmışlardır. Güney Fransa'dan kereste fabrikası talaş atıklarını toplamışlar ve geleneksel hidrodiltilasyon (HD) ile birlikte, turbo hidrodiltilasyon (THD), ultrasonik ekstraksiyon hidrodiltilasyon (UAD-HD), mikrodalga hidrodifüzyon (MHG) ve çözücüsüz mikrodalga ekstraksiyon yöntemleriyle uçucu yağlarını elde etmişlerdir. HD ile %0,64 (480 dk.), THD ile %0,70 (180 dk.), UAD-HD ile %0,69 (150 dk.), MHG ile % 0,67 (60 dk.), SFME ile %0,65 (60 dk) oranlarla uçucu yağları elde etmişlerdir. Toplamda 39 bileşen tespit etmişler, ana bileşen olarak β -karyofilen, longifolen ve α -terpineol bileşiklerini bulmuşlardır. En fazla bileşeni UAD-HD yöntemiyle elde edilen uçucu yağda tespit ederlerken, en az bileşeni geleneksel hidrodiltilasyonla elde edilenin uçucu yağında bulmuşlardır. β -karyofilen ve longifolen oranı en yüksek HD yönteminde (sırasıyla %30,1 ve %14,4), α -terpineol oranı

ise en yüksek THD yönteminde (%12,4), en düşük oranı ise HD yönteminde (%2,5) tespit etmişlerdir.

Tiberi vd (1999) farklı çam türlerinin ibrelerindeki monoterpen bileşiminin çam kese böceğine etkisiyle ilgili yaptıkları bir çalışmada *P. sylvestris* *P. pinaster* *P. radiata* *P. nigra* *P. pinea* çam türlerinin ibrelerindeki monoterpen bileşenlerini tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, *P. pinaster*'in ibrelerinde en bol bulunan monoterpen bileşenlerini α -pinen (44,55 ppm), β -pinen (22,50 ppm), mirsen (7,13 ppm), δ -3-karen (2,84 ppm), limonen (1,48 ppm) ve β -fellandren (2,58 ppm) olarak rapor etmişlerdir.

Conde vd. (2014), *P. pinaster*'in odununun ardışık ekstraksiyon aşamalarıyla biyoaktif bileşenlerin elde edilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Örnekleri İspanya'nın Maceda bölgesinden toplamışlar, gövdenin diri odunu (SW), öz odunu (HW), ilk ölü dalın budağı bulunan öz odun (DK_SW) ve diri odun (DK_HW), ilk yaşayan dalın budağı bulunan öz odun (LK_SW) ve diri odununu (LK_HW) kurutup öğütülerek hızlandırılmış çözücü ekstraksiyon yöntemiyle önce hekzanda ardından aseton-su (95-5 v/v) karışımında ekstrakte etmişlerdir. Hidrofilik ekstraktta ana bileşenler olarak reçine ve yağ asitlerini bulmuşlar, ayrıca epijuvabion, steril esterler ve trigiliseritleri tespit etmişlerdir. Doğal reçine asitlerin oranını 100 g ekstrede 22,6-55,1 g hidroksi reçine asitlerinin oranını 3,4-5,0 g olarak bulmuşlardır. Dehidroabiatik asidi (9,4-19,4 g/100 g ekstre) ana reçine asidi olarak tespit ederlerken, abietik asit (3,0-14,6 g/100 g ekstre), palustrik asit (1,7-8,2 g/100 g ekstre), neoabietik asit (0,8-6,3 g/100 g ekstre) ve pimarik asidi (2,8-6,5 g/100 g ekstre) diğer ana bileşenler olarak bulmuşlardır. Bunların dışında sandarakopimarik asit, izopimerik asit, levopimerik asidi de önemli bileşenler olarak bildirmişlerdir. Yağ asitlerinde ise; oleik asidi (2,0-12,9 g/100 g ekstre) ana bileşen olarak tespit ederlerken, diğer bileşenler olarak palmitik, linolenik, stearik, kaprilik ve margarik asidi bulmuşlardır. Fenolik bileşenlerin heksan ekstresinde 0,09- 0,29 g/100 g ekstre, aseton-su ekstresinde ise 0,42-1,25 g/100 g ekstre oranında olduğunu raporlamışlar, analiz sonrasında vanilik, 3-hidroksi benzoik, 3,4 dihidroksibenzoik, 4 hidroksisinamik, 3,4 dihidroksisinamik, izoferulik asit, 4-hidroksibenzil, vanilik, dihidrokoniferil ve koniferil alkol ve vanilin aldehiti tespit etmişlerdir. Pinokembrin, pinobanksin, dihidrokamferol, taksifolin, pinobanksin-3-asetatı da flavonoid bileşenler olarak bildirmişlerdir.

Arrabal ve Cortijo (1994a) Sahil Çamı'nın odununun asit bileşiminin gelişimi üzerine yaptıkları bir çalışmada, İspanya'nın Avilla bölgesinden topladıkları odun örneklerini öğütürerek sokslet aparatında eter ile 24 saat ekstre etmişlerdir. GC-MS'de analizi yapılan eter ekstresinin yedi ay arayla bileşenlerini tespit etmişler ve karşılaştırmışlardır. Asit bileşenleri olarak palmitik asit, oleik asit, linoleik asit, pimarik asit, sandrakopimarik asit, levopimarik asit, izopimarik asit, abietik asit, dehidroabietik asit ve neoabietik asidi tespit etmişlerdir. %24,5 oranındaki abietik asidin yedi ay sonra tamamen kaybolduğunu, linoleik asidin oranının %12,0'dan %4,5'e düştüğünü, buna karşılık dehidroabietik asidin oranının %20,6'dan %30,1'e, oleik asidin oranının ise %18,7'den %31,6'ya yükseldiğini bildirmişlerdir.

Arrabal vd. (2012) *P. pinaster*'in iki kemotipinin ibre terpen ve asit bileşenleri üzerine yaptıkları bir araştırmada, İspanya'nın Segovia bölgesinden topladıkları 54 ağaçtan aldıkları 2 yıllık ibreleri 24 saatte ekstrakte etmişlerdir. Daha sonra terpenik bileşenleri ve yağ asitlerini GC-MS cihazında analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre 17 monoterpen tespit etmişler, ana monoterpen bileşenleri olarak α -pinen (%33,36-35,77), β -pinen (%41,95-39,13) ve mirsen (%12,34-14,56) bulunmuştur. Diğer yandan, seskiterpen olarak 30 bileşen bulmuşlar ve germakren D (%37,16-45,85) ve β -karyofileni (%20,65-16,54) ana seskiterpenler olarak rapor etmişlerdir. Nötral terpen olarak ise 37 bileşeni tespit ederek ana nötral terpenler olarak izoabienol (%15,93-1,66) ve abietadien (%7,00-34,32) bulmuşlardır. Ayrıca 20 yağ asidi (kemotip 2'de 14) ve 38 (kemotip 2'de 15) reçine asidi bulmuşlar, ana yağ asidi bileşenleri olarak palmitik asit (%11,54-30,43), stearik asit (%23,73-22,83), oleik asit (%13,26-10,98), ana reçine asidi bileşeni olarak ise kemotip 1'de levopimerik+ palustrik asit (%26,67), neoabietik asit (%22,99), kemotip 2'de antikopalik asidi (%47,20) rapor etmişlerdir.

Conde vd. (2013a) süperkritik CO₂ ile *P. pinaster*'in odununun fenolik ve lipofilik bileşenlerinin ekstraksiyonu üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada, İspanya'nın Ourense bölgesinden Şubat ayında topladıkları odun örneklerinin farklı kısımlarını kullanmışlardır. Öğüttükleri örnekleri süperkritik ve süperkritiğe yakın CO₂'te ekstre etmişler ve bileşenleri GC-FID ve GC-MS'de tespit etmişlerdir. Analiz sonucunda, flavonoid olarak pinokembrin, pinobanksin, pinobanksin-3-asetat, dihidroksikamferol, taksifolin olarak bulunmuş, değeri en yüksek bulunan flavonoid ise oranı 1,36-4,44 g/100 g ekstre olarak hesaplanan pinokembrini bulmuşlardır. Ana doğal reçine asit bileşenleri

olarak dehidroabietik asit (8,26-12,36 g/100 g ekstre) ve abietik asidi (2,89-11,44 g/100 g ekstre) tespit etmişlerdir. Diğer taraftan ana yağ asidi bileşenleri olarak ise oleik asit (3,18-12,56 g/100 g ekstre) ve linoleik asidi (1,68-6,92 g/100 g ekstre) belirlemişlerdir.

Wolff ve Bayard (1995) bazı çam türlerinin tohumlarının yağ asidi bileşenleri üzerine yaptıkları bir çalışmada *P. pinaster*, *P. griffithii*, *P. pinea*, *P. koraiensis*, *P. sylvestris*, *P. mughus*, ve *P. nigra* çam türleri kullanılmıştır. Çam türlerinin tohumları farklı ülkelerden olup *P. pinaster* tohumlarını Land bölgesinden satın almışlardır. GC-MS’de analizi yapılan ekstrelerde *P. pinaster*’in ana yağ asidi bileşenleri olarak linoleik asit (% 55,85), oleik asit (% 17,87) ve pinolenik asidi (%7,13) tespit etmişlerdir.

Wolff vd. (1998) *Ponderosa-Banksiana* ve *Halepensis* çam türlerinin tohumlarının yağ asidi bileşenleri ve *P. pinaster*’in taksonomik yeri üzerine bir araştırma yapmışlardır. 18 farklı çam türü üzerine yaptıkları çalışmada tohumlar satın almışlar, sadece *P. pinaster*’in tohumu Land bölgesinden hasat etmişlerdir. Tüm örnekleri ekstrakte ederek, GC-MS’de analiz edilmesi için metillendirme işlemi yapmışlardır. *P. pinaster* tohum ekstresinde 18 yağ asidini tespit etmişler ve ana yağ asidi bileşenleri olarak linoleik asit (%52,23), oleik asit (%18,91) ve pinolenik asidi (%7,90) bulmuşlardır. Yağ asidi bileşen sonuçlarından sonra, morfolojik, anatomik ve fizyolojik olarak *Ponderosa-Banksiana* altcinsinin bir üyesi olan *P. pinaster*’in taksonomik olarak bu altcinsten ayrıldığını, öte yandan Akdeniz türü olan *Halepensis*’ daha yakın olduğunu bildirmişlerdir.

Arrabal ve Cortijo (1994b) İspanya’da yetişen *P. pinaster*’in alttürlerinin yağ ve reçine asitleri üzerine yaptıkları bir çalışmada Atlantik, Akdeniz dağ ve sahil alttürlerinin odunlarını kullanmışlardır. İspanya’nın farklı bölgelerinden her alt tür için yedi örnek toplamışlar, odunları kurutup öğüttükten sonra petrol eteri ile 24 saat ekstrakte etmişlerdir. Ekstraktları metillendirdikten sonra GC-MS cihazında analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda toplamda 9 yağ asidi bulmuşlar ve önemli yağ asitleri olarak dehidroabietik asit, abietik asit, pimarik asit ve oleik asidi tespit etmişlerdir. Dehidroabietik asidin oranlarını Atlantik, Akdeniz dağ ve sahil alttürlerinde sırasıyla %31,6, %20,6 ve %25,2 olarak bulurlarken abietik asidin oranlarını ise sırasıyla %25,3, %24,5 ve %18,1 olarak bulmuşlardır. Öte yandan pimarik asit oranının en yüksek Atlantik alttüründe (%9,6) en yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, dehidroabietik, abietik ve pimarik asidin

oranlarının Atlantik alttüründe yüksek çıktığını, oleik, linoleik ve izopimarik asidin oranlarının ise Akdeniz dağ ve sahil alttürlerinde daha yüksek çıktığını bildirmişlerdir.

Bagcı ve Karaagaçlı (2004) Türkiye'deki çam türlerinin yağ asidi takokramanol bileşimi üzerine yaptıkları bir çalışmada, *P. pinaster* (Yalova–Armutlu), *P. radiata* (İzmit–Kefken), *P. halepensis* (İzmir–Urla), *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *pyramidata* (Kütahya, Tavşanlı–İkizoluk), *Pinus sylvestris* (Kastamonu, Ilgaz–Gökdere), *P. brutia*, (Adana, Kızyusuflu köyü), *P. nigra* subsp. *Pallasiana* (Adana–Kozan), *Pinus pinea* (Muğla–Güvercinlik) çam türlerinin tohumlarını kullanmışlardır. Toplanan tohumları öğütürerek heptanda ekstrakte etmişlerdir. Yağ asitlerinin metil esterlerini oluşturup GC-MS cihazında analiz etmişlerdir. *P. pinaster* sonuçlarına bakıldığında, toplamda 17 yağ asidi tespit etmişlerdir. Linoleik asit (%52,9), oleik asit (%17,8) ve pinolenik asidi (%8,1) ana yağ asidi bileşenleri olarak bulmuşlardır. Ayrıca linoleik ve oleik asidin oranlarının diğer çam türlerindeki oranlarının ortalarında bir değerde olduğunu, buna karşılık pinolenik asidin oranının ise diğer çam türlerindeki oranlarından daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

Nascimento vd. (1995) İspanya'da yetişen *P. pinaster* ile Brezilya'da yetişen *P. caribae* türlerinin odun ekstraktelerinin kimyasal bileşimi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Toplanan örnekleri öğütürerek diklorometanda soksalet aparatı ile ekstrakte etmişlerdir. Metil esterleri oluşturulan yağ asitlerinin GC-MS cihazında analizini yapmışlardır. Reçine asidi olarak *P. caribae*'da 10 bileşen tespit ederlerken, *P. pinaster*'de ise 7 bileşen bulmuşlardır. *P. pinaster*'de ana bileşenlerden dehidroabietik asidinin oranını % 51,8, abietik asidin oranını %26,3 olarak bildirmişlerdir. Diğer yandan, pimarik asidin % oranını ise % 2,6 olarak tespit etmişlerdir. Toplamda 13 bileşenini tespit ettikleri *P. pinaster* yağ asilerinden ana bileşenler olarak palmitik asit (%31,3), oleik asit (%25,5) ve linoleik asidi (%14,4) bulmuşlardır. Ayrıca 51 adet de sabunlaşmayan bileşen olduğunu bildirmişler, bu bileşenlerden oranı en yüksek olanları ise β -sitosterol (%19,5) ve α -longifolen (%13,5) olarak rapor etmişlerdir.

Chupin vd. (2013) *P. pinaster*'in kabuğundaki taninlerle ilgili yaptıkları bir çalışmada, farklı çözücüler ve sıcaklıklarda ekstrakte ettikleri taninleri spektroskopik metodlarla karakterize etmişlerdir. Fransa'nın Land ormanlarından beş farklı ağaçtan kabukları toplamışlar, kurutup öğütmüşlerdir. Daha sonra öğütülen kabukları su, NaOH, Na₂SO₃ ve NaHSO₃'ün farklı konsantrasyonlarında ve farklı sıcaklıklarda ekstrakte etmişlerdir. Elde

edilen sonuçlarda, toplam polifenolik madde miktarı farklı koşullarda 19,34-64,09 mg GAE/g ekstre arasında bulunmuştur. Proantosiyanidinler, tiyoliz yöntemiyle çıkarmışlar ve RP-HPLC cihazıyla analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda kateşin (3,02-4,83 mg/g kabuk), epikateşin (0,84-1,92 mg/g kabuk), epikateşin gallat (0,31-0,99 mg/g kabuk) ve gallik asidi (1,43-5,50 mg/g kabuk) polifenolik bileşen olarak tespit etmişlerdir.

Jerez vd. (2006) farklı ekstraksiyon koşullarının *P. pinaster* kabuğundaki fenolik bileşen verimi üzerine etkisiyle ilgili bir araştırma yapmışlardır. İspanya'dan toplanan kabuk örneklerini oda sıcaklığında bir hafta kurutup öğütmüşlerdir. Daha sonra öğütülen kabuk örneklerini farklı sıcaklık ve oranlarda etanolde ekstrakte etmişlerdir. Elde edilen ekstratları farklı çözücülerle fraksiyonlara ayırmışlardır. Tiyoliz işlemi yaptıkları fraksiyonları HPLC cihazında analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda ana fenolik bileşenler olarak sulu fraksiyonda kateşin ve epikateşini, su-etil asetat fraksiyonunda ise dihidrokersetin, kateşin ve epikateşini tespit etmişlerdir. Ayrıca elde edilen fraksiyonların toplam fenolik madde miktarları ve DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesini de incelemişlerdir.

de Simón vd (2017) Sahil Çamı'nın ontogenetik ve genotipine bağlı su eksikliğinin ibre metabolitlerindeki etkisi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada İspanya'nın farklı bölgelerinden yetişkin ve genç ibre örnekleri toplamışlardır. Terpenoik bileşenler ve yağ asitlerinin ekstraksiyonu için petrol eterini, fenolik bileşenler için ise su-metanol (1-1) karışımını kullanmışlardır. Yağ asitleri ve terpenoik bileşenlerin analizini GC-MS cihazında, fenolik bileşenlerin analizini ise LC-QTOF cihazında yapmışlardır. Analiz sonuçlarında 67 fenolik bileşen, 73 nötral terpen, 39 reçine asidi tespit etmişlerdir. Ana yağ asidi bileşenleri olarak 2-hidroksigluterik asit ve palmitik asidi, ana reçine asidi bileşeni olarak dehidroabietik asit, levopimerik asit + palustrik asit, neoabietik asit ve abietik asidi, ana nötral terpenler olarak squalen, α -pinen, β -pinen ve 2-fenil etil izovaleratı rapor etmişlerdir.

Conde vd. (2013b) *P. pinaster*'in odunun suda çözünen bileşenleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, odunun farklı kısımlarını kullanmışlardır. Kuzey İspanya'dan 30 yıllık sağlıklı ağaçlardan alınan odun örneklerini, öz odun, diri odun, budaklı diri odun ve öz odun olarak ayırmışlardır. Kurutup öğüttükleri örnekleri 130 ve 140 °C' de suda ekstrakte etmişlerdir. Analizler sonucunda oligosakkaritler, fenoller, stilbenler, lignanlar, flavonoidler, organik asitler, jübavionlar, steril esterler ve trigliseritleri tespit etmişlerdir. Monosakkaritler olarak

glikoz, ksiloz, galaktoz, arabinoz ve mannozu bulmuşlardır. Stilben ve flavonoidler olarak ise pinosilvin monometil eter (0,01-0,43 g/kg ekstre), pinosilivin (0-0,54 g/kg ekstre), pinokemrin (0,06-1,58 g/kg ekstre), pinobanksin (0,1-1,96 g/kg ekstre), pinobanksin-3-asetat (0,01-0,3 g/kg ekstre), dihidrokamferol (0,04-0,48 g/kg ekstre) ve taksifolini (0,12-0,43 g/kg ekstre) bulmuşlardır.

Nunes vd. (1996) Sahil Çamı'nın kabuğunun anatomisi ve kimyasal bileşenleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Örnekleri Portekiz'in beş farklı bölgesinden toplamışlar, her bölgeden 25 yaşında on ağaçtan almışlardır. Toplanan kabukları her bölge ayrı olmak üzere parçalayıp öğütmüşler ve diklorometan, etanol ve su ekstralarını hazırlamışlardır. Toplam fenolik madde miktarını beş farklı bölgede kuru örnekteki oran olarak en düşük % 3,8, en yüksek ise % 5,4 bulmuşlardır. Tespit edilen monosakkaritlerin kuru örneklerdeki oranlarında; glikozu %48,6-55,8, mannozu % 10,3-15,8, galaktozu % 3,3-4,7, ksilozu % 21,6-29,4, arabinozu % 3,7-5,9 olarak tespit etmişlerdir.

Ćurković-Perica vd. (2015) *P. pinaster*'in kabuk ekstresinin kimyasal bileşimi ve antibakteriyel aktivitesiyle ilgili bir çalışma yapmışlardır. Örnekleri Hırvatistan'ın Rab adasında bulunan 15 ağaçtan toplamışlardır. Kurutup öğüttükleri örnekleri iki kez 30 dakika 100 °C'de suda ekstrakte etmişlerdir. Daha sonra iki ekstreyi de birleştirip toz haline getirmişlerdir. 100 g öğütülmüş örnekten yaklaşık 10 g toz ekstre elde etmişlerdir. Elde ettikleri bu ekstraların fenolik bileşenlerini HPLC cihazıyla tespit etmişlerdir. Analiz sonucunda kabuk ekstresinde kafeik asit (0,5 mg/g ekstre), kateşin (5,5 mg/g ekstre), epikateşin (0,7 mg/g ekstre), ferulik asit (1,13 mg/g ekstre), gallik asit (0,27 mg/g ekstre), taksifolin (2,4 mg/g ekstre) ve vanilini (0,42 mg/g ekstre) tespit etmişler, ayrıca proantosiyanidinlerin miktarını da 38,1 mg/g ekstre olarak bulmuşlardır.

1.6.2 Biyolojik Aktivite Çalışmaları

Sahil Çamı'nın biyolojik aktivite üzerine farklı çalışmalar bulunmakta olup, bu kısımda konumuzla ilgili olan antioksidan ve antikolinesteraz aktivite çalışmalarına yer verilmiştir.

Jerez vd. (2007a) yaptıkları bir çalışmada *P. pinaster* ve *P. radiata* türlerinin kabuk ekstralarının antioksidan aktiviteleri ve prosiyanidin bileşimlerini karşılaştırmışlardır. İspanya'dan topladıkları örnekleri kurutup öğütmüşler, daha sonra etanolde ekstrakte

ederek fraksiyonlarına ayırmışlardır. *P. pinaster*'in ekstraksiyonlardaki toplam fenolik madde miktarını etanolik ekstraksiyonda 890 mg, fraksiyonda ise 42,3 mg olarak bulmuşlardır. Toplam DPPH antiradikal aktivite sonuçlarını ise etanolik ekstraksiyonda $3,05 \times 10^{-4}$ ünite, fraksiyonda ise $0,43 \times 10^{-4}$ ünite olarak hesaplamışlardır.

Galinaes vd. (2015) kestane meyvesi ve orman endüstri atıklarının fenolik ekstresi ve antioksidan aktiviteleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. *Castanea sativa* türünün meyvesinin dikenli dış kabuğu ve iç kabuğu, *Eucalyptus globulus*, *Pinus pinaster*, *Quercus frainetto* ve *Quercus robur* türlerinin kabukları ile *Tilia cordata* türünün odununu materyal olarak kullanmışlardır. Kurutulup öğütülen örnekleri su ve alkali su ile farklı sıcaklıklarda ekstrakte etmişlerdir. Ekstrelerin toplam fenolik madde miktarları, demir indirgeme antioksidan güçleri (FRAP), DPPH radikal süpürücü aktiviteleri ve ABTS radikal süpürücü aktiviteleri test edilmiştir. *Pinus pinaster*'in kabuğu ile ilgili sonuçlarda, toplam fenolik madde miktarlarını 67,06-73,80 g GAE/100 g ekstre, FRAP aktivitelerini 2626-2989 mmol AAE (askorbik asit eşdeğer)/mg ekstre, DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri 3,66-5,19 mmol TRE (trolaks eşdeğer)/g ekstre, ABTS radikal süpürücü aktiviteleri 4,70-5,38 mmol TRE/g ekstre olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri için EC₅₀ değerlerini 0,034-0,049 mg/ml arasında, ABTS radikal süpürücü aktiviteleri için EC₅₀ değerlerini ise 0,292-0,334 mg/ml olarak rapor etmişlerdir.

Pinelo vd (2004) badem kabuğu (*Prunus amygdalus*) ve *P. pinaster*'in talaş atığının ekstraktlarının antioksidan özellikleri ile ilgili bir araştırma yapmışlardır. Toplanan örnekleri öğütürerek toz haline getirmişler ve arka arkaya metanol, etanol ve HCl'li su ile ekstrakte etmişlerdir. Elde edilen sonuçlarda *P. pinaster*'in kabuk ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarlarını etanol, metanol ve suda sırası ile 51,2-82,2 mg / 100 g ekstre, 86,5-112 mg/100 g ekstre ve 10,4-19,4 mg/100 g ekstre olarak hesaplamışlardır. Diğer yandan DPPH serbest radikal süpürücü aktivitelerini ise etanol ekstresinde % 10,42-31,85, metanol ekstresinde ise % 11,61-34,17 olarak tespit etmişlerdir. Su ekstraktlarında ise kayda değer bir sonucun olmadığını raporlamışlardır.

Meullemiestre vd. (2014) *P. pinaster*'in talaş atığının farklı izolasyon yöntemleriyle uçucu yağlarının elde edilmesi ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ile ilgili bir araştırma yapmışlardır. Güney Fransa'dan kereste fabrikası talaşını toplamışlar ve geleneksel hidrodistilasyon (HD) ile birlikte, turbo hidrodistilasyon (THD), ultrasonik ekstraksiyon

hidrodistilasyon (UAD-HD), mikrodalga hidrodifüzyon (MHG) ve çözücüsüz mikrodalga ekstraksiyon yöntemleriyle uçucu yağlarını elde etmişlerdir. Elde ettikleri uçucu yağların kimyasal bileşenlerini tespit ettikten sonra toplam fenolik madde miktarını belirleyip, DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi ve demir indirgeme antioksidan gücü (FRAP) yöntemiyle antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Toplam fenolik madde miktarını en yüksek MHG yöntemiyle elde ettikleri uçucu yağda (78,54 mg GAE/g ekstre), en düşük ise HD ile elde ettikleri uçucu yağda (54,14 mg GAE/ g ekstre) tespit etmişlerdir. DPPH serbest radikal süpürücü aktivite sonuçlarına göre, HD yöntemiyle elde ettikleri uçucu yağda IC₅₀ değerini en yüksek (123,0 µg/mL), MHG yöntemiyle elde ettikleri uçucu yağda ise en düşük (15,0 µg/mL) olarak rapor etmişlerdir. Buna göre DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi en iyi olanın MHG yöntemiyle elde edilen uçucu yağ, en zayıf olanın ise HD yöntemiyle elde edilen uçucu yağ olduğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan, demir indirgeme antioksidan gücü aktivite sonuçlarına göre aktivitesi en iyi olan uçucu yağın MHG yöntemiyle elde edilen (200 µg/mL konsantrasyonda absorban 0,598) olduğunu, en zayıf olanın ise yine HD yöntemiyle elde edilen (200 µg/mL konsantrasyonda absorban 0,307) olduğunu tespit etmişlerdir.

Jerez vd. (2006) farklı ekstraksiyon koşullarının *P. pinaster* kabuğundaki fenolik bileşen verimi üzerine etkisiyle ilgili bir araştırma yapmışlardır. İspanya'dan toplanan kabuk örneklerini oda sıcaklığında bir hafta kurutup öğütmüşlerdir. Daha sonra öğütülen kabuk örneklerini farklı sıcaklık ve oranlarda etanolde ekstrakte etmişlerdir. Elde edilen ekstratları farklı çözücülerle fraksiyonlara ayırmışlardır. Fenolik bileşenlerin analizinden sonra, ekstratların toplam fenolik madde miktarlarına ve DPPH serbest radikal süpürücü aktivitelerine bakmışlardır. Toplam fenolik madde miktarını 6-58-17,0 g/L arasında bulmuşlardır. Aktivite sonuçlarında ise % inhibisyon değerlerini en düşük % 32,1, en yüksek % 85,6 olarak bildirmişlerdir.

Jerez vd. (2007b) çam kabuğundaki prosiyanidinlerin yapısı bileşimi ve antiradikal aktivitesi arasındaki ilişki üzerine yaptıkları çalışmada, *P. pinaster* ve *P. radiata* çam türlerinin kabuklarını kullanmışlardır. İspanya'nın Koruna bölgesinden topladıkları örnekleri kurutup öğütmüşler ve daha sonra etanolde ekstrakte etmişlerdir. Elde edilen ekstratları farklı çözücü bileşimleriyle fraksiyonlarına ayırmışlardır. Antioksidan özellik olarak DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara

göre, toplam prosiyanidin miktarını 1,1-139 mg arasında, toplam antiradikal aktivitelerini ise 41,9-5488 ünite arasında tespit etmişlerdir.

Conde vd. (2013b) Sahil Çamı'nın odununun suda çözünen bileşenleri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, örnek olarak 30 yıllık ağaçların odunlarının farklı kısımlarını kullanmışlardır. Özodun, diri odun ve budaklı özodun ve diri odun kısımlarını kurutup öğütmişlerdir. Daha sonra öğütülen örnekleri farklı sıcaklıklarda suda ekstrakte etmişlerdir. Suda çözünen bileşenleri tespit ettikten sonra trolaks eşdeğer antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Aktivite sonuçlarına göre, en düşük aktivite 0,09 g trolaks/g ekstre ile öz odunun 130 °C'deki ekstresinde, en yüksek aktivite ise 0,47 g trolaks/g ekstre ile budaklı diri odununun 130 °C'deki ekstresinde bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Sahil Çamı ile ilgili antikolinesteraz aktivite çalışması literatürde henüz bulunmamaktadır. Bu nedenle diğer çam türleri ile ilgili yapılan araştırmalar verilmiştir.

Ustun vd. (2012) Türkiye'de yetişen çam türlerinin ekstrelerinin ve uçucu yağlarının ve Piknogenol'ün antikolinesteraz ve antioksidan aktivitesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada, *P. brutia*, *P. pinea*, *P. nigra*, *P. halepensis* ve *P. sylvestris* olmak üzere beş farklı çam türü kullanmışlardır. Bu çam türlerinin dal ve ibrelerini kurutup öğüttükten sonra aseton, etil asetat ve etanol ile ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstratların farklı yöntemlerle antioksidan aktivitelerini ve bununla birlikte asetilkolinesteraz ve bütirikolinesteraz inhibisyon aktivitelerini incelemişlerdir. Aktiviteleri ekstre ve uçucu yağların 200 µg/mL konsantrasyonunda test etmişlerdir. Asetilkolinesteraz inhibisyon sonuçlarında, Piknogenolün %60,33 inhibisyon aktivite gösterdiğini, ekstratlerde en yüksek aktiviteyi *P. halepensis* türünün ibresinin etanol ekstresinin (% 60,15) gösterdiğini tespit etmişlerdir. Uçucu yağlarda ise *P. halepensis* türünün dalının (% 83,91) en yüksek inhibisyon aktivitesini gösterdiğini bildirmişlerdir. Diğer yandan bütirikolinesteraz inhibisyon sonuçlarında, Piknogenolün % 83,67 aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ekstrelerde yine en yüksek aktiviteyi *P. halepensis* türünün ibresinin etanol ekstresinin (% 82,47), uçucu yağlarda ise *P. halepensis* türünün dalının (% 80,62) gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Bonesi vd. (2010) *Pinus* türlerinin uçucu yağlarının asetilkolinesteraz ve bütirikolinesteraz inhibisyon aktiviteleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada İtalya'nın farklı

bölgelerinden toplanan *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *P. nigra* var. *calabrica* ve *P. heldreichii* subsp. *leucodermis* türlerinin ibreleri kullanmışlardır. Toplanan örneklerin uçucu bileşenlerini Klevenger aparatıyla hidrodistilasyon yöntemine göre 3 saatte elde etmişlerdir. Elde edilen uçucu yağların bileşenlerini analiz ettikten sonra, asetilkolinesteraz ve bütirilkolinesteraz inhibisyon aktivitelerini incelemişlerdir. Asetilkolinesteraz inhibisyon aktivitesinde en yüksek aktiviteyi *P. heldreichii* subsp. *leucodermis* (IC₅₀:51,1 µg/ml), en düşük aktiviteyi ise *P. nigra* var. *calabrica* (IC₅₀: 101,5 µg/mL) gösterdiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan bütirilkolinesteraz inhibisyon aktivitesinde, yine *P. heldreichii* subsp. *leucodermis*'in (IC₅₀: 80,6 µg/mL) en yüksek aktiviteyi, *Pinus nigra* subsp. *nigra*'nın (IC₅₀: 162,5 µg/mL) ise en düşük aktiviteyi gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Politeo vd. (2011) yaptıkları bir çalışmada Dalmaçya bölgesinin endemik türü olan *P. nigra* Arnold ssp. *dalmatica* (Vis.) türünün uçucu yağının kimyasal bileşimi, asetilkolinesteraz inibisyon ve antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Hırvatistan'ın Dalmaçya bölgesinde Brac adasından topladıkları ibre örneklerinin uçucu yağlarını taze olarak Klavenger aparatında üç saatte elde etmişlerdir. GC-MS ile uçucu bileşenleri tespit ettikten sonra asetilkolinesteraz ainhibisyon aktivitelerine bakmışlardır. Aktivite sonuçlarında, en yüksek aktivitenin % 58,8 ile 90,9 mg/L (reaksiyon ortamında) konsanrasyonda, en düşük aktivitenin ise % 41,4 ile 4,5 mg/L (reaksiyon ortamında) konsantrasyonda bulunduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca IC₅₀ değerini ise 42,7 mg/L (reaksiyon ortamında) olarak hesaplamışlardır.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Örnek Ağaçların Seçimi

Çalışmamızda deney materyali olarak, Bartın Bölgesi'nde yetişen Sahil Çamına ait kabuk, kozalak ve ibre kullanılmıştır. Örnekler Bartın Orman İşletme Müdürlüğü Bartın Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde Akgöz Köyü mevkiinde 41°41'51"N ve 32°18'15"E koordinatlarında bulunan alandan 14-15 yaşlarında iki (Örnek 1 ve Örnek 2) ağaçtan alınmıştır (Şekil 23). Örnekler bir yıl içerisinde aynı ağaçlardan 2015 yılı Kasım, 2016 yılı Şubat, Mayıs ve Ağustos olmak üzere dört farklı dönemde toplanmıştır. İki ağaçtan alınan örneklerle yapılan tüm çalışmalar paralel olarak yapılmış ve sonuçların benzer olması beklenmiştir. Toplanan örnekler hiçbir müdahaleye maruz kalmamış, hiçbir tahribata uğramamış ve taze olarak toplanmıştır.



Şekil 23: Örneklerin alındığı ağaçlar (Fotoğraf: Mehmet KURTÇA, 2017).

2.2 Örneklerin Hazırlanması

Farklı iki ağaçtan alınan örnekler çeşitli kesici biçici aletler yardımıyla küçük parçalara ayrılarak ekstraksiyona hazır hale getirilmiş ve -18°C 'de derin dondurucuda saklanmıştır.

2.3 Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Kimyasal özellikler için, uçucu yağ, lipofilik, hidrofilik ve fenolik bileşenlere bakılmıştır.

2.3.1 Uçucu Yağ Eldesi

Örneklerin uçucu yağ eldesi su buharı distilasyonu yöntemine dayanarak Avrupa tipi Klevenger aparatıyla yapılmıştır (Şekil 24). Küçük parçalara ayrılan kozalak ve ibre örnekleri 1000'er gram alınarak 5000 ml'lik balona alınmış ve üzerine 3500 ml su ilave edilmiş, içine de birkaç tane kaynama taşı atılmıştır. Bu balon elektrikli ısıtıcıya yerleştirilerek ağzına soğutucu bağlı Klevenger aparatı bağlanarak 4-5 saat süre ile ısıtılmıştır. Bu sürenin sonunda elde edilen uçucu yağların miktarı ölçülerek küçük şişelere alınmış Kromatografik analizleri için derin dondurucuda saklanmıştır. Uçucu yağ miktarı mL/100 g kuru örnek olarak hesaplanmıştır. Her bir dönemde toplanan örnekler için bu işlem ayrı ayrı yapılmıştır. Her bir dönem için iki ağacın hem kozalak hem de ibrelerinin uçucu yağları elde edilmiş toplam 16 farklı numune hazırlanmıştır.



Şekil 24: Uçucu yağ eldesinde kullanılan Klevenger aparatı (Fotoğraf: Mehmet KURTÇA, 2017).

2.3.2 Lipofilik Ekstraktif Eldesi

Hafizoglu vd. (1997)'nin yöntemine göre 200'er g kozalak, ibre ve kabuk örnekleri kullanılmış ve her biri ayrı ayrı soksalet cihazında 12-14 saat boyunca hekzan ile ekstrakte edilmiştir (Şekil 25). İşlem sonunda balonda toplanan lipofilik ekstraktifler ve çözücü karışımı döner buharlaştırıcının balonuna aktarılarak 40 °C'de ve vakum altında hekzan uzaklaştırılmıştır. Daha sonra verim hesabı için elde edilen ekstre tartılmıştır. Lipofilik ekstraktif madde miktarı g/100 g kuru örnek olarak hesaplanmıştır. Bu işlem dört farklı dönem için de aynı şekilde yapılmıştır. Toplam 2 farklı ağaç için 24 ekstre elde edilmiştir (Şekil 26). Elde edilen ekstratlar bir sonraki aşamada analiz yapabilmek için buzdolabında +4 °C'de saklanmıştır. Lipofilik ekstraktiflerin analizi Gaz kromatografi/kütle spektrometre (GC-MS) cihazında yapılmıştır.



Şekil 25: Ekstraksiyon işlemlerinde kullanılan soksalet aparatı (Fotoğraf: Mehmet KURTÇA, 2017).

2.3.3 Hidrofilik Ekstraktif Eldesi

Hekzan ekstraksiyonuna uğratılmış kozalak, kabuk ve ibre örnekleri üzerine aseton konularak her biri ayrı ayrı soksalet cihazında 12-14 saat boyunca ekstrakte edilmiştir. İşlem sonunda balonda toplanan hidrofilik ekstraktifler ve çözücü karışımı döner

buharlaştırıcının balonuna aktararak 40 °C’de ve vakum altında aseton uzaklaştırılmıştır (Hafizoglu vd., 1997). Daha sonra verim hesabı için elde edilen ekstrakt tartılmıştır. Hidrofilik ekstraktif madde miktarı g/100 g kuru örnek olarak hesaplanmıştır. Diğer dönemlerde toplanan örnekler için de aynı işlem tekrarlanmış ve toplam 24 numune elde edilmiştir (Şekil 26). Elde edilen ekstraktlar bir sonraki aşamada yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde (HPLC) analiz yapabilmek için buzdolabında +4 °C’de saklanmıştır.



Şekil 26: Lipofilik ve Hidrofilik Ekstereler (Fotoğraf: Mehmet KURTÇA, 2017).

2.3.4 Rutubet Tayini

Farklı iki ağaçtan toplanmış ibre, kozalak ve kabuk örnekleri için rutubet tayini yapılmıştır. Örneklerin rutubet miktarının belirlenmesi TS2471’e göre yapılmış ve daha önceden sabit tartıma getirilmiş porselen krozeler kullanılmıştır. Sabit tartıma getirilen porselen krozelerin ağırlığı not edildikten sonra olgun örneklerden 5 g alınıp hassas terazide tartılarak ilk ağırlıkları (m_r) belirlenmiştir. 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüve yerleştirilen numune örnekleri 12 saat tam kuru ağırlığa ulaşınca kadar 103 ± 2 °C olmak üzere kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları (m_0) belirlenmiştir. Dört farklı dönemde toplanan kozalak, ibre ve kabuk için bu işlemler tekrarlanmış ve Eşitlik 1’e göre % rutubet hesaplanmıştır.

$$r = \frac{m_r - m_0}{m_r} \times 100(\%) \quad (1)$$

r : Örneğin % rutubeti

m_r : Örneğin rutubetli (yaş) haldeki ağırlığı
 m_0 : Örneğin tam kuru haldeki ağırlığı

2.3.5 Gaz Kromatografi/Kütle Spektrometre (GC-MS) Analizleri

GC-MS ile uçucu bileşen, yağ ve reçine asitlerinin analizi olmak üzere iki farklı analiz yapılmıştır.

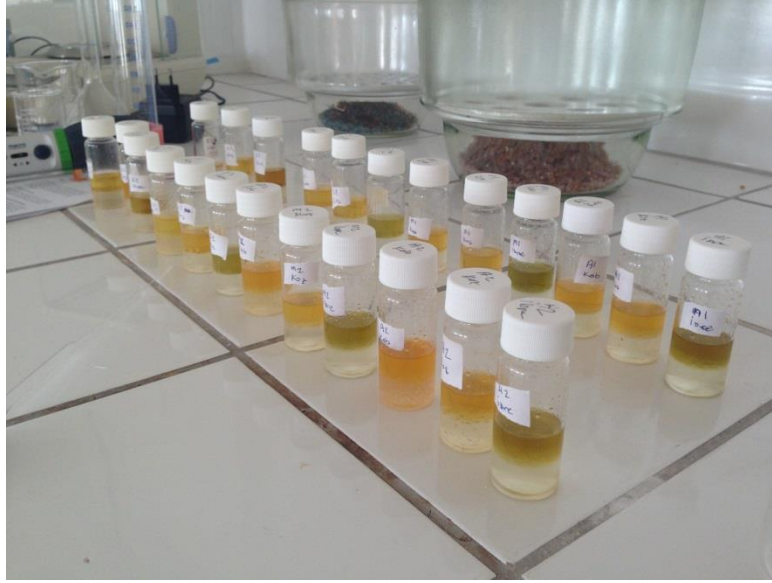
2.3.5.1 Uçucu Bileşen Analizi

Hazırlanan 16 farklı uçucu yağ örnekleri eter ile seyreltilmiş ve Shimadzu GCMS-QP2010 kütle dedektörü bağlı Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi cihazında analiz edilmiştir. Uçucu bileşenlerin ayrımı Teknokroma 5MS (30 m × 0,25 mm, film thickness 0,25 µm) kolonda gerçekleşmiş, kolon sıcaklığı 40 °C’de 5 dakika beklendikten sonra dakikada 4 °C artışla 250 °C’ye çıkarılmış ve 250 °C’de 5 dakika beklenmiştir. Taşıyıcı gaz olarak saf helyum gazı kullanılmış ve akış hızı 1,63 mL/dk. olarak ayarlanmıştır. Enjektör sıcaklığı 250 °C ve split oranı ise 1/50 olarak belirlenmiştir (Tumen vd. 2010). Supelco C7-C30 alkan karışımı aynı programda cihaza verilerek bileşenlerin RI (retention index) değerleri belirlenmiştir. Cihazda bulunan WILEY, NIST 147, FFNSC uçucu yağ kütüphaneleri kullanılarak ve hesaplanan RI değerleri literatürdeki verilerle karşılaştırılarak uçucu bileşenler tespit edilmiştir (Adams, 2007).

2.3.5.2 Yağ ve Reçine Asitlerinin Analizi

Lipofilik ekstreler GC-MS’de analiz edilmeden önce metillendirme işlemi yapılarak bileşenler uçucu hale getirilmiştir. Metillendirme işlemi Kilic vd. (2005) ve Yaylı vd. ’nin (2001) çalışmalarında belirttikleri yönteme göre yapılmıştır. Lipofilik ekstrelerin her birinden 100 mg alınarak toluende çözülmüştür. Daha sonra üzerlerine 2 mL %1’lik H₂SO₄ (metanolde) çözeltisi eklenmiştir. Karışım bir gece boyunca 50 °C’de bekletilmiş ardından karışımın üzerine 5 mL %5’lik NaCl çözeltisi eklenmiştir. Ardından karışım 2 kez 5 mL hekzan ile yıkanarak metil esterler hekzan fazına aktarılmıştır (Şekil 27). Organik kısım pastör pipet yardımıyla ayrılmıştır. Ayrılan hekzan karışımı 4 mL %2’lik potasyum bikarbonat (KHCO₃) çözeltisiyle yıkanarak hekzan fazı ayrılmıştır. Hekzan fazının üzerine bir miktar kuru sodyum sülfat (Na₂SO₄) eklenip karışım süzülerek ortamdaki su

uzaklaştırılmıştır. Son olarak hekzan vakum altında evaporatörde uzaklaştırılarak yağ ve reçine asidi metil esterleri elde edilmiştir.



Şekil 27: Metillendirme işlemi yapılan lipofilik ekstrere (Fotoğraf: Mehmet KURTÇA, 2017).

Elde edilen metillendirilmiş 24 lipofilik ekstre hekzan ile seyreltilmiş ve Shimadzu GCMS-QP2010 kütle dedektörü bağlı Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi cihazında analiz edilmiştir. Yağ ve reçine asitlerinin ayrımı Teknokroma 5MS (30 m × 0,25 mm, film thickness 0,25 µm) kolonda gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak saf helyum gazı kullanılmış akış hızı 1,1 mL/dk. olarak ayarlanmıştır. Split oranı 1/25 , enjeksiyon hacmi ise 1 µl olarak belirlenmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 260 °C'ye ayarlanmıştır. Sıcaklık programı 120 °C'den başlamış, bu sıcaklıkta 1 dakika beklendikten sonra dakikada 6 °C artışla 310 °C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta da 7 dakika bekletilmiştir (Kilic vd., 2010). Yağ ve reçine asitlerinin tespiti cihazda bulunan WILEY ve NIST 147 kütüphanesinden faydalanılarak yapılmıştır.

2.3.6 Fenolik Bileşenlerin Analizi

24 farklı aseton ekstresi üzerine metanol eklenerek her birinin konsantrasyonu 5 mg/ml olarak ayarlanmıştır. Örnekler otomatik örnekleyici bulunan ve DAD (diode array detector) detektörü bağlı Shimadzu LC-20A Modüler HPLC sisteminde analiz edilmiştir. Fenolik bileşenlerin ayrımı Prodigy ODS4 (250 ×4,6 mm, film thickness 5 µm) ters faz

silika kolonda gerçekleşmiştir. Ekstrelerdeki fenolik bileşenlerin tespiti Tablo 11'deki gradient elüsyon programına göre yapılmış, 5 mg/ml konsantrasyondaki örnekler ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış fenolik standart maddelerin analizi bu programa göre yapılmıştır. Standart fenolik maddenin alıkonma zamanı ile ekstredeki bileşenlerin alıkonma zamanları karşılaştırılarak kalitatif tayin yapılmıştır. Tespit edilen fenolik bileşenlerin kantitatif tayini ise, farklı konsantrasyonlarda verilen standartlardan oluşturulan kalibrasyon grafiği yardımıyla yapılmıştır.

Tablo 11: HPLC-DAD cihaz analiz şartları

Kolon	ODS4 (5 µm, 250 mm x 4,6 mm i.d)			
Mobil Faz A	% 0,1' lik CH ₃ COOH içeren H ₂ O			
Mobil Faz B	Metanol			
Kolon Fırın Sıcaklığı	35 °C			
Dedektör	SPD-M20A DAD Dedektör			
Dedektör Dalga Boyu	254 nm			
Enjeksiyon Hacmi	20 µL			
Analiz Süresi	85 dakika			
Gradient Programı	Zaman (dk)	Akış (ml/dk)	% Çözücü A	% Çözücü B
	0.01	1,00	98,00	2,00
	3.00	1,00	98,00	2,00
	6.00	1,00	95,00	5,00
	8.00	1,00	94,00	6,00
	12.00	1,00	90,00	10,00
	13.00	1,00	90,00	10,00
	18.00	1,00	75,00	25,00
	25.00	1,00	70,00	30,00
	30.00	1,00	60,00	40,00
	36.00	1,00	58,00	42,00
	41.00	1,00	46,00	54,00
	46.00	1,00	45,00	55,00
	56.00	1,00	44,00	56,00
	60.00	1,00	35,00	65,00
	63.00	1,00	25,00	75,00
	65.00	1,00	15,00	85,00
	70.00	1,00	5,00	95,00
	72.00	1,00	5,00	95,00
	73.00	1,00	0,00	100,00
	78.00	1,00	0,00	100,00
	80.00	1,00	20,00	80,00
	82.00	1,00	50,00	50,00
	85.00	1,00	98,00	2,00

2.4 Biyolojik Aktivite Çalışmaları

Tüm ekstrelerin ve uçucu yağların biyolojik aktivite çalışmaları dört bölümden oluşmuştur. Örneklerin antioksidan aktivitelerine, toplam fenolik madde miktarlarına, toplam flavonoid madde miktarlarına ve antikolinesteraz aktivitelerine bakılmıştır.

2.4.1 Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan özellik olarak tüm örneklerin DPPH serbest radikal giderim aktivitesi, ABTS kation radikal giderim aktivitesi ve bakır (II) indirgeme antioksidan kapasitesi (CUPRAC) tayinleri yapılmıştır.

2.4.1.1 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Tayini

DPPH serbest radikal süpürücü aktivite tayini Blois (1958) tarafından bulunmuş olan yöntemle yapılmıştır. Hekzan, aseton ekstreleri ve ibre ve kozalaklarından elde edilen uçucu yağ örnekleri, 250 µg/mL, 500 µg/mL ve 1000 µg/mL, DPPH stok çözeltisi 6×10^{-5} mol/L konsantrasyonda olacak şekilde gerekli miktarlar tartılmış ve etanolde (%75) çözülmüştür. Her örnekten deney tüplerine, mikropipet yardımıyla 300 µL alınarak üzerlerine 2700 µL DPPH çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra tüpler oda sıcaklığında, karanlıkta 20 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbansı 517 nm dalga boyunda kör olarak kullanılan etanole karşı Shimadzu UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre cihazında okunmuştur. Örneklerin DPPH serbest radikaline karşı % inhibisyonları Eşitlik 2'de verilen formüle göre hesaplanmıştır. Her örnek 3 paralel olarak çalışılmış ve sonuçlar 3 deneyden elde edilen % süpürücü etkilerinin ortalaması \pm standart hata olarak verilmiştir. Ayrıca DPPH serbest radikalinin % 50'sini gideren konsantrasyon olan IC_{50} değeri de µg/ml olarak verilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_1 - A_2) / A_1] \times 100 \quad (2)$$

A_1 = DPPH stok çözeltisinin 517 nm dalga boyundaki absorbansı

A_2 = Örnek çözeltilerinin 517 nm dalga boyundaki absorbansı

2.4.1.2 ABTS Katyon Radikali Giderim Aktivite Tayini

ABTS kasyon radikali giderim aktivitesi tayininde sadece aseton ekstreleri kullanılmıştır. ABTS⁺ giderim aktivite spektrofotometrik analizi Re vd.'nin (1999) geliştirdiği metoda göre yapılmıştır. ABTS⁺ kasyonu, 7 mM suda çözülmüş ABTS [2,2'-Azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu] ile 2,45 mM potasyum persülfatın (K₂S₂O₈) sulu çözeltisi karıştırılıp yaklaşık 12 saat karanlıkta oda sıcaklığında bekletilerek elde edilmiştir. ABTS⁺ çözeltisi kullanılmadan önce 734 nm'deki absorbanı 0,708 ± 0,025'ye gelene kadar etanolle seyreltilmiştir. Daha sonra etanolde çözülerek hazırlanan 50 µg/ml, 250 µg/mL, 500 µg/mL ve 1000 µg/mL konsantrasyonlardaki aseton ekstrelerinden 600 µL alınarak her birinin üzerlerine 2400 µL ABTS⁺ çözeltisi eklenmiştir. Karışım 10 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 734 nm'deki absorbanları kör olarak kullanılan etanole karşı Shimadzu UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre cihazında okutulmuştur. Her örnek 3 paralel olarak çalışılmış % ABTS giderim aktivitesi Eşitlik 3'de verilen formüle göre hesaplanmıştır. Ayrıca % 50 radikal giderici ekstre konsantrasyonu olan IC₅₀ değerleri µg/ml olarak verilmiştir.

$$\text{ABTS giderim aktivitesi (\%)} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100 \quad (3)$$

A_{kontrol} = ABTS⁺ çözeltisinin 734 nm dalga boyundaki absorbanı

$A_{\text{örnek}}$ = Örnek çözeltilerin 734 nm dalga boyundaki absorbanı

2.4.1.3 Bakır (II) İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Tayini (CUPRAC)

Örneklerin aseton ve hekzan ekstrelerinin bakır (II) indirgeme antioksidan kapasitesi tayini Apak vd.'nin (2004) geliştirdiği CUPRAC metoduna göre yapılmıştır. Metoda göre 10 mM suda çözülmüş Cu (II), 7,5 mM neokuprin çözeltisi ve 1 M pH 7,0 olan amonyum asetat (NH₄Ac) tamponunun her birinden test tüpüne 1'er mL alınmış Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış örneklerin her birinden üzerlerine toplam hacim 4,1 mL olacak şekilde eklenmiştir. Tüplerin ağzı kapatılarak 1 saat boyunca oda sıcaklığında beklenmiştir. Daha sonra karışımların 450 nm dalga boyunda etanole karşı absorbanları Shimadzu UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre cihazında okunmuştur. Her örnek 3 paralel olarak çalışılmış sonuçlar absorbanlarının ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.

2.4.2 Toplam Fenolik Miktar Tayini

Toplam fenolik miktarını tayin etmek için Singleton vd.'nin (1965) modifiye ettiği Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Hazırlanan bitki ekstraları 1 mg/mL olacak şekilde etanolde çözülmüştür. Sonra örnekten 20 µl alınıp, üzerine sırasıyla 1580 µl distile su, 100 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ve 300 µL %20'lik sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi eklenmiştir. Diğer taraftan kalibrasyon eğrisini oluşturabilmek için 50 µg/mL, 100 µg/mL, 150 µg/mL, 250 µg/mL, 500 µg/mL konsantrasyonlarda gallik asit dilüsyonları hazırlanmış ve örnek yerine gallik asit dilüsyonları konularak diğer çözeltiler aynen ilave edilmiştir. Tüm tüpler 40 °C'de 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda absorbanslar 765 nm dalga boyunda kör olarak kullanılan etanole karşı Shimadzu UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre cihazında ölçülmüştür. Her örnek 2 paralel olarak çalışılmıştır. Örneğin ortalama absorbansından, gallik asit kalibrasyon çözeltileri yardımıyla hazırlanan kalibrasyon eğrisine göre, toplam fenol konsantrasyonu gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmış ve ekstrenin toplam fenol miktarı mg/g ekstre ± standart hata olarak verilmiştir.

2.4.3 Toplam Flavonoid Miktar Tayini

Toplam flavonoid miktarını tayin etmek için Woisky ve Salatino'nun (1998) geliştirdiği alüminyum klorür (AlCl₃) kolorimetrik yöntemi uygulanmıştır. Hazırlanan bitki ekstraları, konsantrasyonu 1 mg/ml olacak şekilde etanolde çözülmüştür. Daha sonra örnekten tüplere 500 µL konulmuştur. Üzerine sırasıyla 1500 µL etanol, 100 µL %10'luk AlCl₃, 100 µL 1 M sodyum asetat çözeltisi ve 2800 µL distile su eklenmiştir. Diğer taraftan kalibrasyon eğrisini oluşturabilmek için 0,125 mg/mL, 0,25 mg/mL, 0,50 mg/mL, 1,0 mg/mL konsantrasyonlarda kuersetin kalibrasyon çözeltileri hazırlanmış ve örnek yerine kuersetin dilüsyonları konularak diğer çözeltiler aynen ilave edilmiştir. Karışımlar 30 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda absorbanslar 415 nm dalga boyunda kör olarak kullanılan etanole karşı Shimadzu UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre cihazında okunmuştur. Her örnek 2 paralel olarak çalışılmıştır. Örneğin ortalama absorbansından, kuersetin kalibrasyon çözeltileri yardımıyla hazırlanan kalibrasyon eğrisine göre, toplam flavonoid konsantrasyonu kuersetin eşdeğeri olarak hesaplanmış ve ekstrenin toplam flavonoid miktarı mg/g ekstre± standart hata olarak verilmiştir.

2.4.4 Antikolinesteraz Aktivite Tayini

Antikolinesteraz aktivite tayini asetilkolinesteraz (AChE) enzim inhibisyonu ve bütirilkolinesteraz (BChE) enzim inhibisyonu olmak üzere iki şekilde yapılmıştır.

2.4.4.1 Asetilkolinesteraz (AChE) Enzim İnhibisyonu Tayini

Tüm hidrofilik, lipofilik ekstrelerin ve uçucu yağların asetilkolinesteraz inhibisyon aktivitesi Ellman vd. (1961) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntem ile ölçülmüştür. Enzim olarak yılan balığından elde edilen asetilkolinesteraz (AChE), substrat olarak asetiltiyokolin iyodür (AcI), aktivitenin ölçümü için ise sarı renkli 5,5'-ditiyobis-(2-nitrobenzoik asit) (DTNB) kullanılmıştır. 96 kuyucuklu mikrolakaların her bir kuyucuğuna 0,1M pH=8 fosfat tamponundan 160 µL, her örnekten 4000-2000-1000-500 µg/mL'lik konsantrasyonlarındaki 10 µL, AChE çözeltilisinden 10 µl ilave edildi. Kontrol olarak 10 µL etil alkol kullanılmıştır. 25°C de 15 dk inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra üzerine 10 µL DTNB çözeltilisi ve 10 µL AcI ilave edilmiştir. Mikrolaklar 412 nm dalga boyunda 96-Kuyucuklu SpectraMax PC340 Mikroplate Okuyucu'da okutulmuştur. Ölçümler ve hesaplamalar Soft-max PRO v5.2 yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

2.4.4.2 Bütirilkolinesteraz (BChE) Enzim İnhibisyonu Tayini

Tüm hidrofilik, lipofilik ekstrelerin ve uçucu yağların asetilkolinesteraz inhibisyon aktivitesi Ellman vd. (1961) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntem ile ölçülmüştür. Enzim olarak at serumundan elde edilen butirilkolinesteraz (BChE), substrat olarak bütiriltiyokolin klorür (BuCl), aktivitenin ölçümü için ise sarı renkli 5,5'-ditiyobis-(2-nitrobenzoik asit) (DTNB) kullanılmıştır. 96 kuyucuklu mikrolakaların her bir kuyucuğuna 0,1M pH=8 fosfat tamponundan 160 µl, her örnekten 4000-2000-1000-500 µg/mL'lik konsantrasyonlarındaki 10 µL, BChE çözeltilisinden 10 µl ilave edildi. Kontrol olarak 10 µL etil alkol kullanılmıştır. 25°C de 15 dk inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra üzerine 10 µL DTNB çözeltilisi ve 10 µL BuCl ilave edilmiştir. Mikrolaklar 412 nm dalga boyunda 96-Kuyucuklu SpectraMax PC340 Mikroplate Okuyucu'da okutulmuştur. Ölçümler ve hesaplamalar Soft-max PRO v5.2 yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Kimyasal Özellikler

Kimyasal özelliklere ait bulgular rutubet tayini, uçucu yağ analizleri, lipofilik ekstraktif analizleri ve hidrofilik ekstraktif analizleri kısımlarından oluşmuştur.

3.1.1 Rutubet Tayini

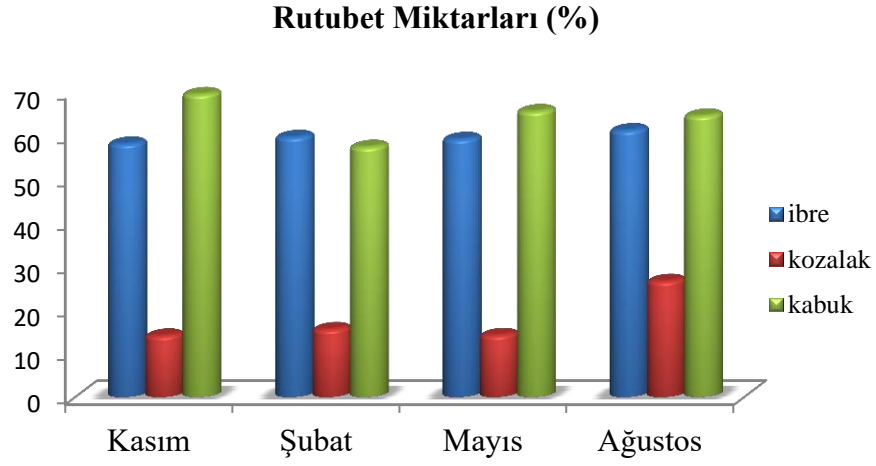
İki farklı ağaçtan farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun bu dönemlerdeki rutubet miktarları Tablo 12’de verilmiştir:

Tablo 12: Farklı dönemlerde iki ağaçtan toplanan sahil çamı kozalak, ibre ve kabuğunun rutubet değerleri (%)

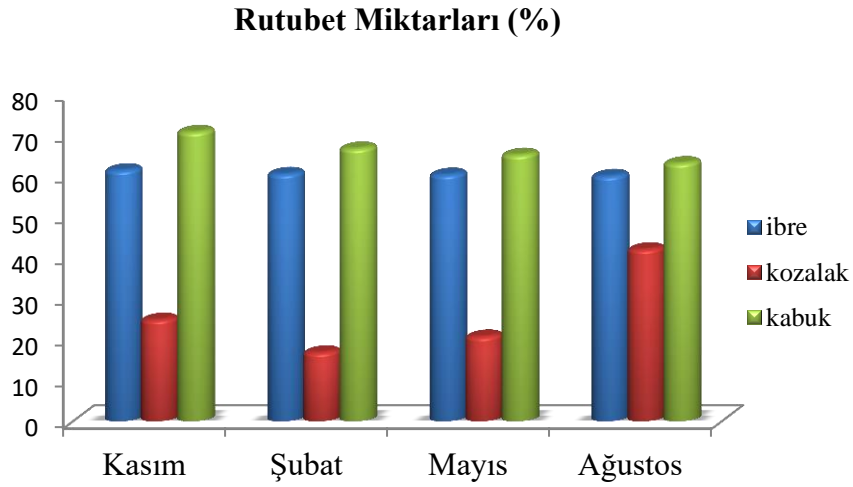
		Rutubet (%)			
		Kasım	Şubat	Mayıs	Ağustos
1.Örnek	İbre	58,06	59,6	59,14	61,14
	Kozalak	14,06	15,54	14,18	26,58
	Kabuk	69,42	57,33	65,52	64,5
2. Örnek	İbre	61,38	60,48	60,32	60,00
	Kozalak	24,84	16,84	20,72	42,06
	Kabuk	70,78	66,72	65,18	63,14

Tablo 12’deki sonuçlara bakıldığında genel olarak tüm dönemlerde de en yüksek rutubet oranının kabukta olduğu en düşük rutubet oranının ise kozalakta olduğu görülmektedir. Dönemsel farklılıklara bakıldığı zaman 1. örnekte ibre ve kozalakta Ağustos ayında (sırasıyla %61,14 ve %26,58), kabukta ise Kasım ayında (%69,42) en yüksek rutubetin olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 28). Diğer yandan 2. örnekte ise ibre ve kabukta Kasım ayında (sırasıyla %61,38 ve %70,78), kozakta Ağustos ayında (%42,06) rutubet oranı yüksek çıkmıştır. Tüm örnekler dikkate alındığında dönemsel olarak çok fazla bir farklılık

gözlenmezken, rutubet miktarlarının Kasım ve Ağustos aylarında yüksek oluğu görülmektedir (Şekil 29).



Şekil 28: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki rutubet değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 29: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki rutubet değerlerinin karşılaştırılması

3.1.2 Uçucu Yağ Verimleri

İki farklı ağaçtan farklı dönemlerde alınan ibre ve kozalak örneklerinin uçucu yağ verimleri ml/100 g kuru örnek olarak hesaplanmış ve Tablo 13’de verilmiştir:

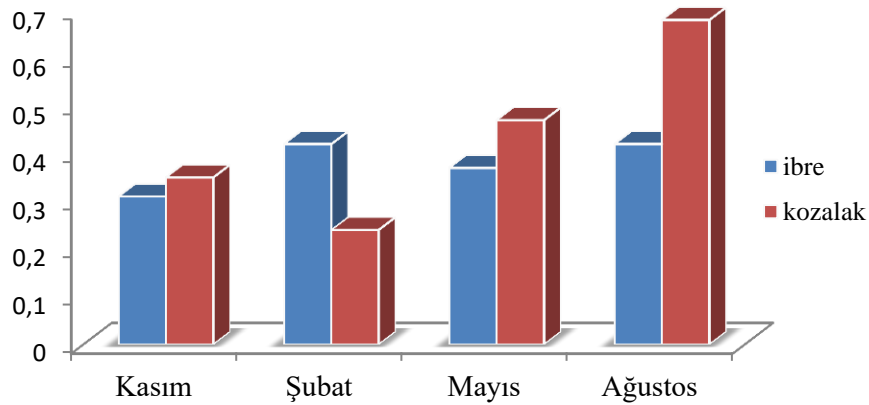
Tablo 13: İki farklı Sahil Çamı ağacından farklı dönemlerde toplanan ibre ve kozalakların uçucu yağ verimleri

		Uçucu yağ verimi (ml/100 g kuru örnek)			
		Kasım	Şubat	Mayıs	Ağustos
1.Örnek	İbre	0,31	0,42	0,37	0,42
	Kozalak	0,35	0,24	0,47	0,68
2. Örnek	İbre	0,39	0,38	0,33	0,50
	Kozalak	0,33	0,35	0,49	0,73

Tablo 13' e bakıldığında, genel olarak kozalakların uçucu yağ verimlerinin ibrelerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer taraftan dönemsel olarak bakıldığında ise hem 1. örnekte hem de 2. örnekte Ağustos döneminde en yüksek verimlerin olduğu görülmekte ve Kasım döneminden Ağustos dönemine geçişte neredeyse iki katına çıkan artış dikkati çekmektedir. 1. örnek ve 2. örnek aynı dönemlerde karşılaştırıldığında hem kozalak hem de ibrede 2. örnekteki verimlerin daha yüksek çıktığı görülmektedir.

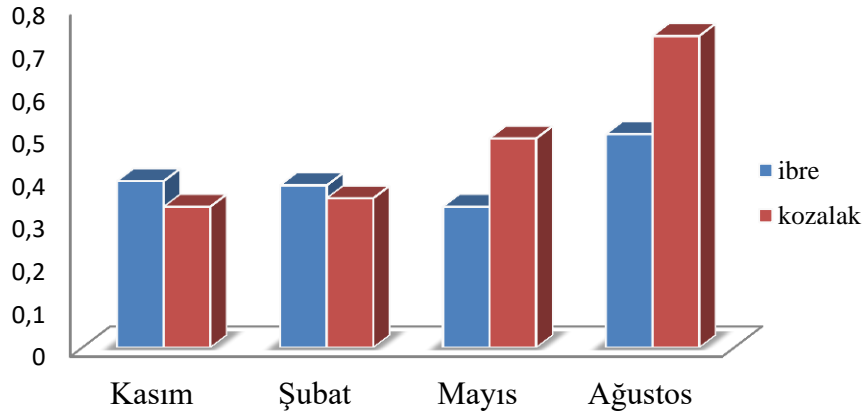
Şekil 30 ve Şekil 31'de ibre ve kozalakların uçucu yağ verimlerinin dönemsel olarak karşılaştırılması grafik halinde verilmiştir:

1. Örnekten Alınan İbre ve Kozalağın Uçucu Yağ Verimleri (%)



Şekil 30: 1. örnekten alınan ibre ve kozalakların % uçucu yağ verimlerinin dönemsel olarak karşılaştırılması

2. Örnekten alınan ibre ve kozalağın uçucu yağ verimleri (%)



Şekil 31: 2. örnekten alınan ibre ve kozalakların % uçucu yağ verimlerinin dönemsel olarak karşılaştırılması

3.1.3 Uçucu Yağ Bileşenleri

1. örneğin ibre ve kozalaklarının farklı dönemlerdeki uçucu bileşenlerinin analizi GC-MS cihazıyla yapılmış ve Tablo 14'te verilmiştir:

Tablo 14: 1. örneğin farklı dönemlerde toplanan ibre ve kozalağının uçucu yağ bileşenleri (%)

No	RI	Bileşenler	İbre				Kozalak			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
1	757	Toluen	-	-	-	-	0.30	0.14	0.15	0.05
2	798	Heksanal	0.48	0.16	0.18	0.37	-	-	0.02	-
3	830	6,6-dimetil-hepta-2,4,dien	-	-	-	-	0.04	-	0.02	-
4	848	2-Hekzenal	0.95	0.46	0.33	0.65	-	-	-	-
5	852	3-Hekzenol	0.04	0.03	-	-	-	-	-	-
6	868	n-Hekzanol	0.05	0.03	-	-	-	-	-	-
7	881	Santen	0.01	-	-	-	-	-	-	0.03
8	917	Triksilen	0.16	0.1	0.13	0.12	0.19	0.19	0.16	0.15
9	924	α -Thujen	0.02	-	-	-	-	0.05	0.02	-
10	931	α -Pinen	29.83	18.85	24.20	22.82	29.01	29.08	37.96	28.94
11	943	Kamfen	1.34	0.83	1.25	1.29	3.16	2.55	2.24	1.91
12	950	Verbenen	0.06	-	0.07	0.04	0.87	0.78	0.42	0.27
13	972	β -Pinen	4.29	2.43	3.56	3.01	14.46	10.36	14.54	15.13
14	991	Mirsen	3.05	1.77	2.24	2.50	1.67	3.92	1.58	1.99

Tablo 14: (devam ediyor)

No	RI	Bileşenler	İbre				Kozalak			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
15	995	4-asetil-1-metil-1-sikloheksan	-	-	-	-	0.08	0.08	0.04	-
16	1001	α -Fellandren	0.09	0.07	0.07	0.10	0.25	0.32	0.16	-
17	1007	Δ^3 - Karen	0.03	0.02	0.02	-	-	4.59	-	-
18	1013	α -Terpinen	0.07	0.08	0.07	0.15	0.07	0.11	0.05	0.05
19	1021	ρ -simen	0.08	0.08	0.08	0.12	0.57	0.7	0.30	0.18
20	1026	β -Fellandren	3.14	1.98	2.49	2.7	4.23	3.36	3.62	4.04
21	1028	Eucaliptol	-	-	-	0.03	0.03	-	-	-
22	1037	<i>cis</i> -Ocimen	0.06	-	0.04	0.08	-	-	-	-
23	1047	(E)- β -Ocimen	0.04	0.03	0.03	0.08	-	-	0.02	-
24	1056	γ -Terpinen	0.06	0.07	0.07	0.12	0.07	0.14	0.06	0.07
25	1085	α -Terpinolen	0.42	0.39	0.41	1.17	2.68	3.36	2.12	1.84
26	1088	Fencholenic aldehit	-	-	-	-	0.16	0.22	0.10	0.06
27	1098	Linolool	0.35	0.39	0.29	2.17	-	-	-	-
28	1103	Pelargonaldehid	0.03	0.03	0.03	-	-	-	-	-
29	1110	α -Fenhol	0.03	0.03	0.03	0.21	0.26	0.33	0.17	0.10
30	1123	α - kamfolen aldehit	-	0.15	0.14	0.15	0.63	0.93	0.44	0.28
31	1135	<i>trans</i> -Pinokarveol	0.04	0.12	0.09	0.07	1.41	1.98	0.74	0.84
32	1140	Kamfor	-	0.02	-	-	0.71	1.01	0.53	0.18
33	1143	Verbenol	0.02	-	-	-	-	-	-	0.14
34	1152	Nona-2,6-dienal	0.02	-	-	-	-	-	-	-
35	1157	3-Pinanon	-	-	-	-	0.30	0.37	0.15	0.15
36	1159	Pinokarvon	0.03	0.04	0.03	-	0.37	0.51	0.24	0.14
37	1163	Borneol L	0.03	0.06	0.05	0.21	0.48	0.61	0.25	0.26
38	1164	ρ -Mentha-1,5-dien-8-ol	0.04	0.16	0.10	0.09	0.56	0.87	0.47	0.82
39	1171	<i>cis</i> -pinokamphon	-	-	-	-	0.33	0.51	0.18	0.13
40	1174	Terpinen-4-ol	0.03	0.07	0.06	0.15	0.45	0.48	0.32	0.27
41	1180	ρ -simen-8-ol	-	-	-	-	0.26	0.21	0.14	0.20
42	1188	α -Terpineol	0.34	0.74	0.54	3.96	3.26	4.00	2.81	2.71
43	1193	Mirtenal	0.03	0.13	0.09	0.16	1.10	1.49	0.59	0.63
44	1204	Verbanon	-	-	-	-	0.07	-	0.08	0.04
45	1206	Verbenon	0.02	0.04	0.03	-	0.79	0.86	0.38	0.50
46	1218	<i>trans</i> - karveol	-	-	-	-	0.15	0.05	0.08	0.13
47	1233	Timil metil eter	0.07	0.08	0.09	0.08	0.14	0.18	0.11	0.13
48	1242	3-metil heksil bütanoat	0.02	-	0.02	0.03	-	-	-	-

Tablo 14: (devam ediyor)

No	RI	Bileşenler	İbre				Kozalak			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
49	1242	Karvon	-	-	-	-	0.09	0.14	0.05	0.07
50	1251	Piperiton	0.04	-	-	-	-	-	-	-
51	1255	Linalil Asetat	0.25	0.14	-	0.21	-	-	-	-
52	1284	Bornil asetat	0.28	0.32	0.45	0.39	0.63	0.52	0.54	0.75
53	1299	Tridekan	0.21	0.13	0.11	0.03	-	-	-	-
54	1337	δ-Elemen	0.16	0.24	0.19	0.16	-	0.05	-	-
55	1349	α-Kubeben	0.39	0.43	0.37	0.28	-	-	-	-
56	1349	α- Longipinen	-	-	-	-	2.39	1.71	1.93	2.44
57	1365	Neril asetat	0.03	-	0.02	0.08	-	-	-	-
58	1367	Sikloloisosativen	-	-	-	-	0.16	0.15	0.15	0.16
59	1369	Longisiklen	-	-	-	-	0.99	0.8	0.79	0.97
60	1370	α- Ylangen	0.22	0.25	0.20	0.17	-	-	-	-
61	1375	α-Kopaen	1.69	1.77	1.65	1.2	0.70	0.71	0.53	0.68
62	1383	Geranil asetat	0.47	-	0.58	1.67	-	-	-	-
63	1385	β-bourbonen	-	0.53	-	-	0.21	0.17	0.12	0.26
64	1389	Sativen	-	-	-	-	0.61	0.52	0.54	0.64
65	1389	β- kubeben	0.23	0.27	0.24	0.18	-	-	-	-
66	1406	Junipen	0.16	0.27	0.25	0.24	12.72	11.22	12.15	12.82
67	1423	trans- β-karyofillen	11.67	12.14	11.7	8.26	0.46	0.86	0.38	0.54
68	1430	β-kopaen	-	-	-	-	0.14	-	-	0.12
69	1438	α-Guaien	0.03	-	0.03	-	-	-	-	-
70	1444	İzoladen	-	-	0.16	0.12	0.05	-	0.04	-
71	1454	α-Humulen	2.02	2.6	2.22	1.82	0.08	0.13	0.07	0.10
72	1457	(E)-β-Farnesen	0.3	0.4	0.3	0.3	0.30	0.25	0.28	0.45
73	1468	cis- karyofilen	0.16	0.12	0.19	0.08	0.06	-	0.05	0.09
74	1474	10- β-Cadina-1(6),4-dien	0.09	-	0.10	0.34	0.07	0.11	0.06	0.09
75	1477	α-Amorfen	-	-	-	-	1.33	0.99	0.75	1.24
76	1482	Germakren-D	23.66	25.63	25.49	20.36	5.40	3.22	7.25	9.66
77	1490	Feniletıl izovalerat	0.55	0.81	0.7	1.09	-	-	-	0.31
78	1493	α-elemen	-	-	-	-	0.20	-	-	-
79	1494	Valencen	0.88	1,36	1.04	1.07	0.38	0.28	0.24	0.43
80	1500	α-Muurolen	1.19	1.92	1.51	1.76	0.52	0.50	0.38	0.63
81	1508	β-Bisabolen	-	-	-	-	0.21	-	0.19	0.32
82	1514	γ-Kadinen	1.32	2.1	1.61	1.76	0.72	0.59	0.50	0.91
83	1524	δ-Kadinen	3.17	5.48	4.29	5.01	1.79	1.55	1.11	2.03

Tablo 14: (devam ediyor)

No	RI	Bileşenler	İbre				Kozalak			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
84	1532	Kadiene-1,4-dien	0.10	0.26	0.16	0.22	0.07	0.08	0.05	0.08
85	1538	α -kadinen	0.16	0.33	0.22	0.30	-	-	-	0.09
86	1543	<i>cis</i> - α - Bisabolen	0.26	0.43	0.3	0.46	-	-	-	-
87	1544	α -calacoren	-	-	-	-	0.04	-	0.02	-
88	1550	α -elemol	-	-	-	-	0.03	-	0.02	0.08
89	1583	Karyofillen oksit	0.18	0.11	0.14	0.10	-	-	0.02	-
90	1590	Dietil fitalat	0.19	-	0.07	-	0.08	-	0.05	-
91	1598	Guaiol	0.24	0.52	0.42	0.59	-	-	-	-
92	1598	Longiborneol	-	-	-	-	0.41	-	0.34	1.09
93	1607	Geranil izovalerat	0.11	0.19	0.12	0.19	-	-	-	-
94	1643	α -epi-Muurolol	0.13	0.10	0.27	0.63	0.03	0.15	0.06	0.16
95	1652	β -eudesmol	-	0.04	0.04	-	0.03	0.18	0.04	0.16
96	1655	α -Kadinol	0.11	0.41	0.22	0.76	-	0.27	-	-
97	2018	Rimuen	0.78	2.44	1.68	1.49	-	-	-	-
98	2023	Kupressen	0.98	3.43	2.3	2.21	-	-	-	-
99	2059	Abietatrien	0.51	0.42	0.62	0.35	-	-	-	-
100	2086	Abietadien	1.51	4.10	2.8	2.17	-	-	-	-
101	2151	Neoabitadien	0.19	0.61	0.41	0.26	-	-	-	-
102	2239	Agathadiol	0.01	0.14	-	-	-	-	-	-
		Monoterpenler	44.80	28.97	37.05	43.39	59.42	62.2	65.65	57.69
		Seskiterpenler	46.15	53.72	50.16	42.18	23.92	20.04	23.17	28.91
		Diterpenler	3.19	8.56	6.13	4.99	2.39	1.71	1.93	2.44
		Diğer	5.86	8.75	6.66	9.44	14.27	16.05	9.25	10.96

K: Kasım, Ş: Şubat, M: Mayıs, A: Ağustos RI: Retention index

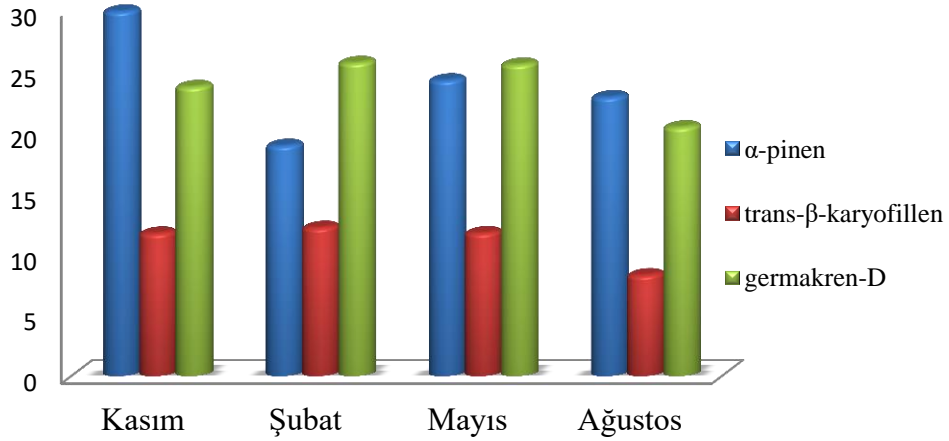
Tablo 14 incelendiğinde toplamda 102 bileşenin tespit edildiği görülmektedir. İbrede tüm dönemlerde 67-75 bileşen belirlenirken kozalakta ise 61-71 bileşen belirlenmiştir. Genel olarak tüm dönemlerde ibrede kozalaktan daha fazla bileşen bulunmuştur. İbre örneklerinde ana bileşen olarak α -pinen (Kasım %29,83, Şubat %18,85, Mayıs %24,2, Ağustos %22,82), germakren-D (Kasım %23,66, Şubat %25,63 Mayıs %25,49, Ağustos %20,36) ve *trans*- β -karyofillen (Kasım %11,67, Şubat %12,14, Mayıs %11,7, Ağustos %8,26) bileşenleri tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin dışında ibre örneklerinde, β -pinen, β -fellandren, α -Terpineol, δ -kadinen, kupressen ve abietadien önemli bileşenler olarak bulunmuştur. Diğer yandan, kozalak örneklerinde α -pinen (Kasım %29,01, Şubat %29,08, Mayıs %37,96, Ağustos %28,94), β -Pinen (Kasım %14,46, Şubat %10,36, Mayıs %14,54,

Ağustos %15,13), junipen (Kasım %12,72, Şubat %11,22, Mayıs %12,15, Ağustos %12,82) ana bileşen olarak belirlenirken, β -fellandren, α -terpineol ve germakren-D önemli bileşenler olarak tespit edilmiştir. Hem ibre hem de kozalakta α -pinen ana bileşen olarak belirlenirken, bu bileşenin oranı kozalakta ibreden daha yüksek olarak görülmektedir.

Dönemsel olarak karşılaştırıldığında; ibre örneklerinde önemli bileşenler olan α -pinen, β -pinen, β -fellandren oranları Kasım döneminde yüksek görülürken, *trans*- β -karyofillen, germakren-D, δ -kadinen, kupressen ve abietadien oranları Şubat döneminde ve α -terpineol oranı ise Ağustos döneminde yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan, kozalak örneklerinde; ana bileşen olan α -pinen oranı Mayıs döneminde yüksek olarak belirlenirken β -pinen, junipen ve germakren-D Ağustos ayında, β -fellandren Kasım ayında ve α -terpineol Şubat ayında yüksek olarak bulunmuştur.

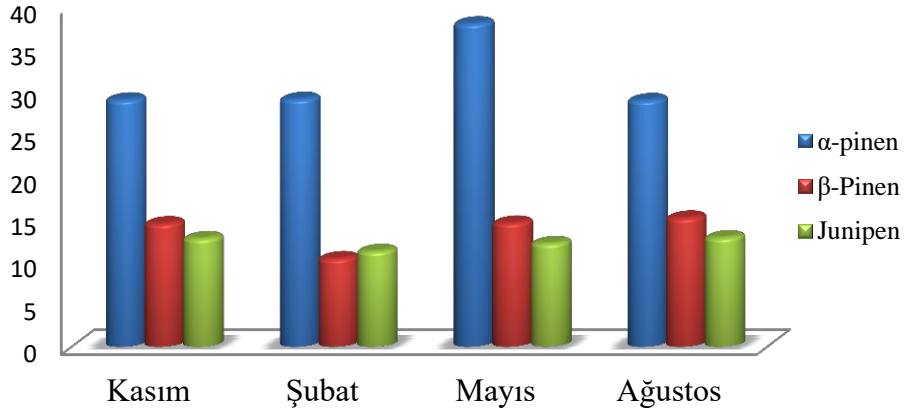
1. örnekten alınan ibre ve kozalakların ana uçucu bileşen miktarlarının dönemlere göre değişimi Şekil 32 ve Şekil 33'teki grafiklere daha ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir:

İbrenin Ana Uçucu Bileşen Miktarları (%)



Şekil 32: 1. örnekten alınan ibrenin ana uçucu bileşenlerinin % miktarlarının dönemsel olarak karşılaştırılması

Kozalağın Ana Uçucu Bileşen Miktarları (%)



Şekil 33: 1. örnekten alınan kozalağın ana uçucu bileşenlerinin % miktarlarının dönemsel olarak karşılaştırılması

2. örneğin farklı dönemlerde toplanan ibre ve kozalaklarının uçucu yağ bileşenleri Tablo 15'te verilmiştir:

Tablo 15: 2. örneğin farklı dönemlerde toplanan ibre ve kozalağının uçucu yağ bileşenleri (%)

No	RI	Bileşenler	İbre				Kozalak			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
1	653	2-Metil bütanal	0.33	-	-	-	-	-	-	-
2	733	Metil izobütil keton	-	-	-	-	0.04	-	-	-
3	757	Toluen	-	-	0.02	-	0.55	0.24	0.23	0.07
4	798	Heksenal	0.17	0.09	0.13	0.31	-	0.02	0.04	-
5	830	6,6-dimetil-hepta-2,4,dien	-	-	-	-	0.03	0.02	0.03	-
6	848	2-Heksenal	0.40	0.16	0.25	0.60	-	-	-	-
7	852	3-Heksenol	0.11	-	-	-	-	-	-	-
8	868	n-Hexanol	0.05	-	-	-	-	-	-	-
9	917	Triksilen	0.14	0.18	0.23	0.13	0.19	0.18	0.17	0.11
10	924	α-Thujen	0.03	0.03	0.04	-	0.20	0.20	0.18	0.19
11	931	α-Pinen	16.67	22.69	26.31	18.7	28.84	28.74	31.82	20.64
12	943	Kamfen	0.90	1.29	1.8	0.85	1.96	1.63	1.52	1.00
13	950	Verbenen	-	0.05	0.1	0.04	0.64	0.51	0.7	0.20
14	967	ter-Bütil benzen	-	0.04	-	0.03	1.00	0.71	0.4	0.27
15	972	β-Pinen	3.54	4.00	4.78	2.61	10.98	10.66	11.5	11.03
16	991	Mirsen	10.23	10.04	10.14	7.2	6.73	9.18	9.66	9.57

Tablo 15: (devam ediyor)

No	RI	Bileşenler	İbre				Kozalak			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
17	995	4-asetil-1-metil-1-sikloheksan	-	-	-	-	0.05	0.04	0.04	-
18	998	2-Karen	-	-	-	-	0.03	0.02	-	-
19	1001	α -Fellandren	0.15	0.19	0.18	0.10	0.26	0.25	0.31	0.16
20	1007	Δ^3 - Karen	4.24	4.18	4.92	3.26	14.51	14.99	15.14	15.01
21	1013	α -Terpinen	0.21	0.22	0.19	0.16	0.19	0.19	0.2	0.27
22	1021	ρ -simen	0.09	0.12	0.13	0.10	1.03	0.75	0.68	0.49
23	1026	β -Fellandren	4.44	4.45	4.83	2.66	2.3	2.51	2.97	2.57
24	1028	Eucaliptol	-	-	-	-	0.03	0.03	0.02	0.03
25	1037	<i>cis</i> -Ocimen	-	0.23	-	-	-	-	-	-
26	1047	(E)- β -Ocimen	0.15	-	0.19	0.20	-	0.02	0.03	-
27	1056	γ -Terpinen	0.17	0.19	0.19	0.16	0.26	0.31	0.35	0.47
28	1085	α -Terpinolen	2.02	2.03	1.97	1.41	2.46	2.65	2.81	3.14
29	1088	Fencholeic aldehit	-	-	0.04	0.03	0.09	0.08	0.12	0.05
30	1098	Linolool	-	-	-	0.96	-	-	-	-
31	1099	Undekan	0.43	0.36	0.4	--	-	-	-	-
32	1103	Pelargonaldehid	0.03	0.02	-	0.05	-	-	-	-
33	1110	α -Fenchol	0.05	0.05	0.05	-	0.14	0.06	0.04	0.06
34	1119	Alloocimen	-	-	-	-	0.02	-	-	-
35	1123	α - Kamfolen aldehit	-	0.07	0.12	0.07	0.33	0.38	0.55	0.21
36	1135	<i>trans</i> -Pinokarveol	0.02	0.05	0.11	0.07	0.72	0.6	0.84	0.67
37	1140	Kamfor	-	-	-	-	0.49	0.22	-	0.05
38	1143	Verbenol	-	-	0.05	-	-	-	0.26	-
39	1157	3-Pinanon	-	-	-	-	0.32	0.27	0.21	0.32
40	1159	Pinokarvon	-	0,03	0.04	0.02	0.19	0.16	0.2	0.11
41	1163	Borneol L	0.04	0,06	0.07	0.07	0.25	0.13	-	-
42	1164	ρ -Mentha-1,5-dien-8-ol	-	0,08	0.14	0.13	0.48	0.45	0.71	0.77
43	1171	<i>cis</i> -pinokamfon	-	-	-	-	0.20	0.18	0.27	0.13
44	1174	Terpinen-4-ol	0.08	0.12	0.11	0.13	0.43	0.28	0.22	0.44
45	1180	P-simen-8-ol	-	-	-	-	0.28	0.14	0.09	0.21
46	1188	α -Terpineol	0.62	-	0.69	1.5	1.08	0.45	0.36	0.94
47	1193	Mirtenal	-	0.08	0.10	0.09	0.59	0.39	0.48	0.46
48	1199	Dodekan	0.05	0.05	-	-	-	-	-	-
49	1206	Verbenon	-	-	0.02	-	0.66	0.32	0.36	0.36
50	1218	<i>trans</i> - karveol	-	-	-	-	-	0.05	0.06	0.08

Tablo 15: (devam ediyor)

No	RI	Bileşenler	İbre				Kozalak			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
51	1233	Timil metil eter	-	0.25	0.26	0.20	0.2	0.17	0.16	0.24
52	1242	Karvon	-	-	-	-	0.04	0.03	0.04	0.05
53	1251	Piperiton	0.08	0.22	-	-	-	-	-	-
54	1263	2-Metil dodekan	0.05	-	-	0.02	-	-	-	-
55	1284	Bornil asetat	0.23	0.48	0.69	0.29	0.22	0.26	0.26	0.39
56	1286	(Z)-6-Trideken	0.22	0.17	0.2	0.06	-	0.02	0.01	-
57	1299	Tridekan	3.76	2.75	3.18	1.23	0.06	0.07	0.05	-
58	1337	δ-Elemen	0.1	0.10	0.09	0.08	-	-	-	-
59	1349	α-Kubeben	0.44	0.35	0.37	0.24	-	-	-	-
60	1349	α- Longipinen	-	-	-	-	1.96	2.2	1.54	2.61
61	1365	Neril asetat	-	-	-	0.04	-	-	-	-
62	1367	Sikloisosativen	-	-	-	-	0.14	0.14	0.1	0.16
63	1369	Longisiklen	-	-	-	-	0.72	0.74	0.53	0.86
64	1370	α- Ylangen	0.11	0.1	0.1	0.07	-	-	-	-
65	1375	α-Kopaen	1.98	1.65	1.65	1.1	0.63	0.72	0.52	0.94
66	1383	Geranil asetat	0.26	0.2	0.15	0.8	-	-	-	-
67	1389	Sativen	-	-	-	-	0.43	0.46	0.32	0.59
68	1389	β- Kubeben	0.1	0.09	-	0.08	-	-	-	-
69	1406	Junipen	-	0.22	0.4	0.28	11.4	10.91	8.58	11.91
70	1423	<i>trans</i> - β-karyofillen	19.9	15.49	15.51	11.13	3.39	4.03	2.88	5.91
71	1438	α-Guaien	0.04	0.04	0.04	-	-	-	-	-
72	1444	İzoladen	-	0.12	0.12	0.09	-	0.02	0.02	0.04
73	1454	α-Humulen	3.99	3.24	2.97	2.71	0.46	0.56	0.37	1.08
74	1457	(E)-β-Farnesen	0.35	0.30	0.26	0.29	0.16	0.23	0.16	0.45
75	1468	<i>cis</i> - karyofillen	0.12	0.10	0.04	0.08	0.02	0.04	0.03	0.07
76	1474	10- β-Kadina-1(6),4-dien	0.33	0.32	0.29	0.30	0.1	0.07	0.04	0.19
77	1477	α-Amorfen	0.98	0.77	0.64	0.71	0.12	0.06	0.04	0.12
78	1482	Germakren-D	5.03	4.62	3.45	4.84	0.19	0.03	0.03	0.07
79	1486	2-Metil Feniletil bütirat	0.56	-	0.45	0.46	0.04	0.03	0.02	0.13
80	1490	Feniletil izovalerat	1.19	0.87	0.97	1.09	-	-	-	-
81	1494	Valencen	0.32	0.24	0.20	0.28	-	-	-	-
82	1500	α-Muurolen	1.02	0.85	0.74	0.80	0.21	0.20	0.13	0.42
83	1508	β-Bisabolen	-	-	-	-	0.05	0.06	0.05	0.12
84	1514	γ-Kadinen	0.69	0.5	0.40	0.56	0.09	0.16	0.12	0.36
85	1524	δ-Kadinen	2.73	2.24	1.95	2.38	0.48	0.3	0.18	0.86

Tablo 15: (devam ediyor)

No	RI	Bileşenler	İbre				Kozalak			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
86	1532	Kadiene-1,4-dien	0.12	0.11	0.10	0.13	0.05	0.03	0.02	0.09
87	1543	<i>cis</i> - α - Bisabolen	0.47	0.34	0.23	0.36	-	-	-	-
88	1576	Neril izovalerat	0.03	-	-	0.03	-	-	-	-
89	1583	Karyofillen oksit	0.21	0.17	0.15	0.15	0.24	0.17	0.09	0.43
90	1590	Dietil fitalat	0.14	0.04	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	-
91	1598	Guaiol	0.33	0.38	0.30	0.61	-	-	-	-
92	1598	Longiborneol	-	-	-	-	-	0.19	0.12	1.15
93	1607	Geranil izovalerat	0.14	0.14	0.1	0.27	-	-	-	*
94	1610	Tetradekanal	0.03	0.03	0.02	-	-	-	-	*
95	1643	α -epi-Muurolol	0.17	0.18	0.12	0.32	0.02	-	-	0.20
96	1652	β -eudesmol	-	0.03	-	-	-	-	-	0.14
97	1655	α -Kadinol	0.1	0.12	0.06	0.24	-	-	-	0.17
98	1675	Tetradekanol	0.03	-	-	-	-	-	-	-
99	2018	Rimuen	2.14	2.78	1.58	7.88	-	-	-	-
100	2023	Kupressen	2.31	2.83	1.61	6.59	-	-	-	-
101	2059	Abietatrien	0.46	0.48	0.13	0.43	-	-	-	-
102	2086	Abietadien	2.79	3.22	1.7	8.26	-	-	-	-
103	2108	Sclareol	0.02	-	-	-	-	-	-	-
104	2151	Neoabitadien	0.49	0.52	0.27	2.19	-	-	-	-
105	2239	Agathadiol	0.08	0.02	-	-	-	-	-	-
		Monoterpenler	52.63	57.37	64.95	45.29	71.48	73.72	79.18	66.94
		Seskiterpenler	37.35	30.67	28.5	25.52	16.99	17.01	12.88	22.12
		Diterpenler	7.89	9.92	5.43	23.42	1.96	2.2	1.54	2.61
		Diğer	2.13	2.04	1.12	5.77	9.57	7.07	6.4	8.33

K: Kasım, Ş: Şubat, M: Mayıs, A: Ağustos RI: Retention index

Tablo 15'e bakıldığında toplam 105 bileşenin tespit edildiği görülmektedir. İbre sonuçları incelendiğinde 70-76 bileşen tespit edildiği, kozalak sonuçları incelendiğinde ise 63-69 bileşen tespit edildiği görülmektedir. Genel olarak tüm dönemlerde ibre uçucu yağlarında kozalak uçucu yağlarından daha fazla bileşen bulunmuştur. İbre örneklerinde tüm dönemlerde; α -pinen (Kasım %16,67, Şubat %22,69, Mayıs %26,31, Ağustos %18,7), *trans*- β -karyofillen (Kasım %19,9, Şubat %15,49, Mayıs %15,51, Ağustos %11,13), mirsen (Kasım %10,23, Şubat %10,04, Mayıs %10,14, Ağustos %7,2) ana bileşen olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu bileşenler dışında β -pinen, Δ^3 -karen, β -fellandren, germakren-D, rimuen, kupressen ve abietadien önemli bileşenler olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan

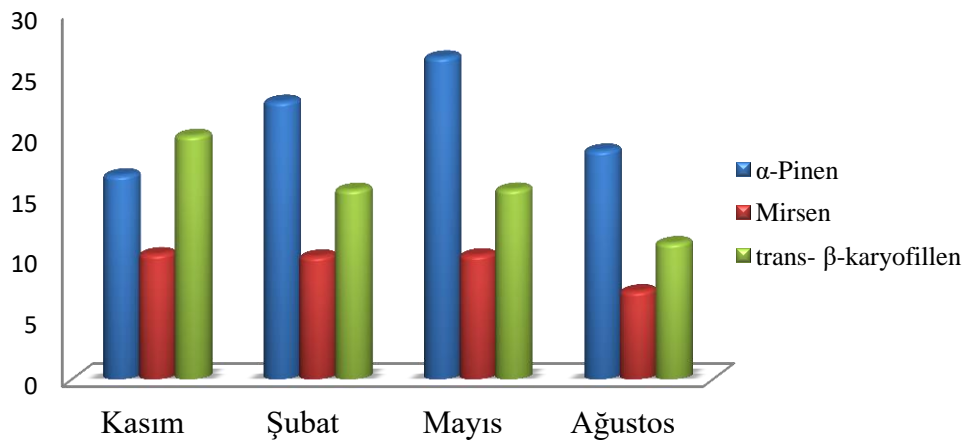
kozalak örneklerinde; α -pinen (Kasım %28,84, Şubat %28,74, Mayıs %31,82, Ağustos %20,64), Δ^3 -Karen (Kasım %14,51, Şubat %14,99, Mayıs %15,14, Ağustos %15,01), β -pinen (Kasım %10,98, Şubat %10,66, Mayıs %11,5, Ağustos %11,03) ve junipen (Kasım %11,4, Şubat %10,91, Mayıs %8,58, Ağustos %11,91) ana bileşenler olarak belirlenirken, mirsen, β -fellandren ve *trans*- β -karyofillen önemli bileşenler olarak tespit edilmiştir.

Dönemsel olarak karşılaştırıldığında; ibre uçucu yağlarında önemli bileşenler olarak belirlenen α -pinen, β -pinen, Δ^3 -karen ve β -fellandren oranları mayıs döneminde en yüksek çıkarken, mirsen, *trans*- β -karyofillen ve germakren-D oranlarının Kasım ayında, rimuen, kupressen ve abietadien oranlarının ise Ağustos ayında en yüksek çıktığı görülmüştür. Diğer taraftan, kozalak uçucu yağlarında önemli bileşenler olan α -pinen, Δ^3 -karen, β -pinen, mirsen ve β -fellandren oranlarının Mayıs döneminde, junipen ve *trans*- β -karyofillen oranlarının ise Ağustos döneminde en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hem ibre hem de kozalakta ana bileşen olarak tespit edilen α -pinenin, yine 1. örnekte olduğu gibi tüm dönemlerde kozalakta ibreden daha fazla olduğu görülmüştür.

İki örnek ağaçtan alınan kozalak ve ibrenin Kasım dönemi uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramları EK A'da sunulmuştur.

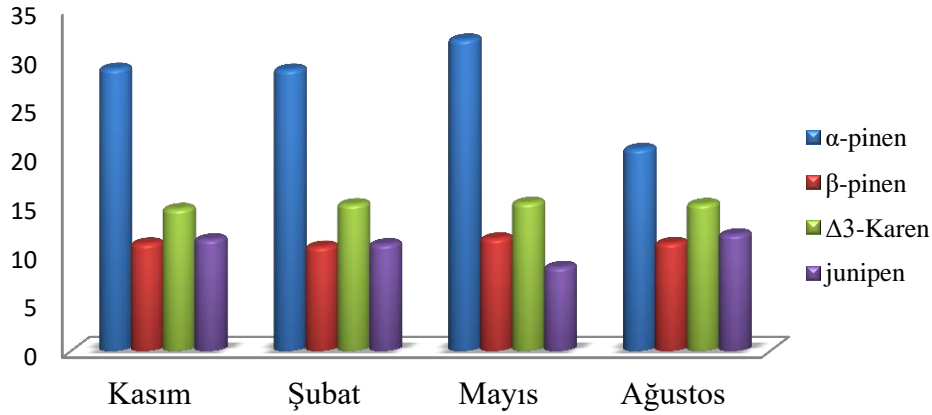
Şekil 34 ve Şekil 35'teki grafiklerde ibre ve kozalak ana uçucu bileşenlerinin % miktarlarının dönemsel olarak kıyaslanması detaylı olarak gösterilmiştir:

İbrenin Ana Uçucu Bileşen Miktarları (%)



Şekil 34: 2. örnekten alınan ibrenin ana uçucu bileşenlerinin % miktarlarının dönemsel olarak karşılaştırılması

Kozalağın Ana Uçucu Bileşen Miktarları (%)



Şekil 35: 2. örnekten alınan kozalağın ana uçucu bileşenlerinin % miktarlarının dönemsel olarak karşılaştırılması

3.1.4 Lipofilik Ekstraktif Madde Verimleri

Hekzanla ekstrakte edilen örneklerin çözücüsü uçurulduktan sonra kalan kısımları tartılmış ve lipofilik madde verimleri g/100 g kuru örnek olarak hesaplanmıştır (Tablo 16).

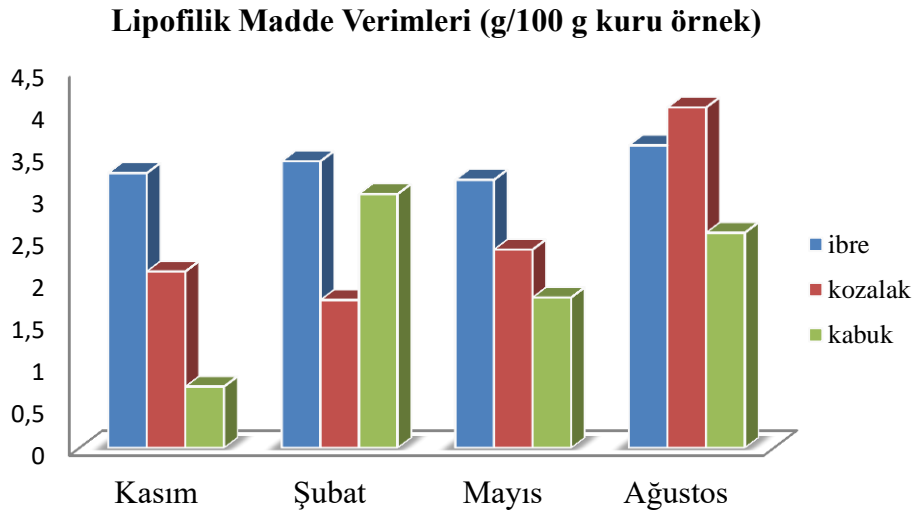
Tablo 16: İki farklı Sahil Çamı ağacından farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun lipofilik madde verimleri

		Lipofilik madde verimleri (g/100 g kuru örnek)			
		Kasım	Şubat	Mayıs	Ağustos
1.Örnek	İbre	3,27	3,41	3,19	3,60
	Kozalak	2,10	1,76	2,36	4,05
	Kabuk	0,73	3,02	1,79	2,56
2. Örnek	İbre	3,52	4,32	4,42	4,47
	Kozalak	2,76	2,63	3,42	4,57
	Kabuk	0,73	1,02	1,83	1,43

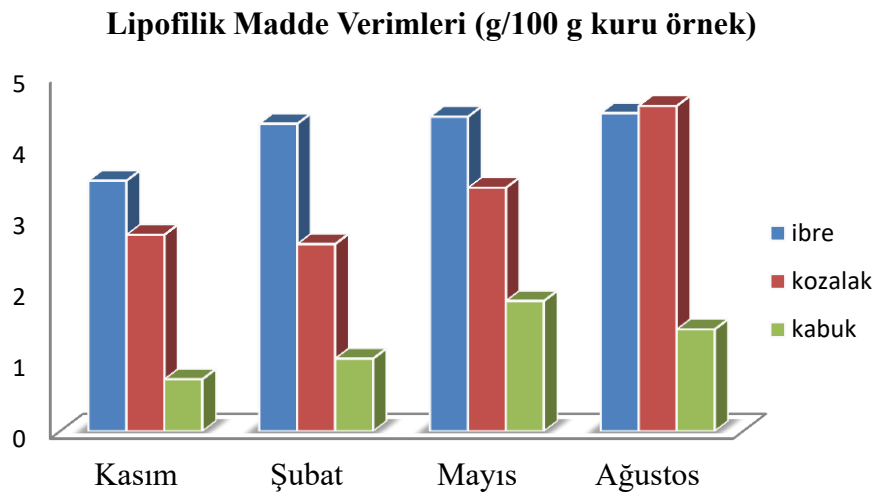
Tablo 16 incelendiğinde, genel olarak aynı dönemlerde ibrelerin lipofilik madde verimleri kozalak ve kabukların lipofilik madde verimlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Dönemsel olarak incelendiğinde ise tüm örneklerde Ağustos dönemindeki artış göze çarpmaktadır. 1. örneğe bakıldığında, ibre ve kozalakta lipofilik madde miktarı Ağustos döneminde (sırasıyla 3,60 ve 4,05 g/100 g kuru örnek), kabukta ise Şubat döneminde (3,02 g/100 g kuru örnek) daha yüksek çıkmıştır. Diğer taraftan 2. örnekte yine ibre ve kozalakta

Ağustos döneminde (sırasıyla 4,47 ve 4,54 g/100 g kuru örnek) en yüksek lipofilik madde miktarı görülürken, kabukta ise Şubat döneminde (1,83 g/100 g kuru örnek) görülmektedir. 1. ve 2. örnekte dönemsel değişiklikler genel olarak benzerlik gösterirken, tüm ekstrelerde Kasım döneminden Ağustos dönemine doğru lipofilik madde miktarında artış olduğu dikkati çekmektedir.

1. örnek ve 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabukların lipofilik madde verimleri daha detaylı olarak Şekil 36 ve Şekil 37'deki grafiklerde verilmiştir:



Şekil 36: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki lipofilik madde verimlerinin karşılaştırılması



Şekil 37: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki lipofilik madde verimlerinin karşılaştırılması

3.1.5 Yağ ve Reçine Asitleri

Tüm hekzan ekstrelerine metillendirme işlemi yapılmış ve daha sonra GC-MS cihazında analiz edilmiştir. 1. örneğin ekstrelerinin analizinde tespit edilen yağ ve reçine asitleri Tablo 17’de verilmiştir:

Tablo 17 incelendiğinde genel olarak tüm dönemlerde ibre ekstrelerinde 16, kozalak ekstrelerinde 17 ve kabuk ekstrelerinde 22 bileşenin tespit edildiği görülmektedir. Kabuk ekstresinin Kasım döneminde toplam yağ asidi oranının (doymuş yağ asidi % 38,07, doymamış yağ asidi % 36,51), diğer dönemlerde ise toplam reçine asidi oranının (Şubat %44,75, Mayıs %35,01 ve Ağustos %31,72) kozalak ve ibre ekstrelerine göre daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Öte yandan ibre ve kozalak ekstreleri karşılaştırıldığında, tüm dönemlerde ibre ekstrelerinin toplam yağ asidi oranlarının, kozalak ekstrelerinin ise toplam reçine asidi oranlarının daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır.

İbre ekstrelerinde yağ asidi olarak laurik asit (12:0), 10-hidroksi dekanoik asit, oleik asit (18:1 Δ 9) yüksek miktarlarda bulunurken, reçine asidi olarak ise kopalik asit ve reçine asidi (M⁺392) yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Diğer yandan kozalak ekstrelerinde; yağ asidi olarak 7-metoksi-3,7-dimetil-oktanoik asit, linoleik asit (18:2 Δ ^{9,12}), oleik asit (18:1 Δ ⁹), reçine asidi olarak ise abietik asit ve neoabietik asit oranları yüksek çıkmıştır. Ayrıca kabuk ekstrelerine bakıldığında yağ asitlerinde miktarı yüksek çıkan bileşenler linoleik asit (18:2 Δ ^{9,12}), oleik asit (18:1 Δ ⁹) ve palmitik asit (16:0) olurken, reçine asitlerinde ise abietik asit ve neoabietik asit olmuştur.

Tablo 17: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstrelerindeki yağ ve reçine asitleri (%)

No	RT (dk)	Bileşenler	İbre				Kozalak				Kabuk			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
1	5.358	Dekanoik asit (10:0)	2.88	3.99	3.87	2.63	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5.856	7-metoksi-3,7-dimetil- oktanoik asit	e.m.*	1.36	1.49	2.63	2.91	5.35	7.56	7.07	-	7.25	3.47	4.9
3	8.735	Laurik asit (12:0)	6.59	4.91	4.87	3.15	-	-	-	-	-	-	-	-
4	12.408	Miristik asit (14:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	e.m.*	0.19	0.14
5	13.796	10-hidroksi dekanoik asit	9.26	8.12	7.67	5.87	0.5	0.71	0.13	0.2	-	-	-	-
6	15.953	Palmitik asit (16:0)	0.82	0.56	0.76	0.7	1.44	1.75	2.03	1.47	10.47	7.25	5.23	3.06
7	17.178	14-metil hegzadekanoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	0.67	e.m.*	0.14	0.18
8	17.299	12-hidroksi dodekanoik asit	1.65	1.49	1.07	0.73	-	-	-	-	-	-	-	-
9	18.501	Linolenik asit (18:3 $\Delta^{9,12,15}$)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.59	0.14	0.47	0.26
10	18.768	Linoleik asit (18:2 $\Delta^{9,12}$)	-	0.73	0.87	0.70	6.66	9.01	14.73	5.95	13.6	2.87	11.41	7.47
11	18.860	Oleik asit (18:1 Δ^9)	14.23	18.8	21.54	20.56	4.08	4.83	6.67	3.3	21.93	5.1	17.36	11.23
12	18.958	10-oktadekanoik asit (18:1 Δ^{10})	-	-	-	-	-	-	-	-	0.39	e.m.*	0.2	0.22
13	19.267	Stearik asit (18:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.98	0.12	0.41	0.29
14	20.562	17-oktadekanoik asit (18:1 Δ^{17})	4.49	3.59	2.46	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-
15	21.235	Pimarik asit	0.32	0.39	0.41	0.26	1.01	1.36	0.7	0.42	1.12	2.87	1.81	1.41
16	21.525	Sandarakopimarik asit	-	-	-	-	0.67	0.99	1.66	0.6	1.66	0.39	1.29	0.88

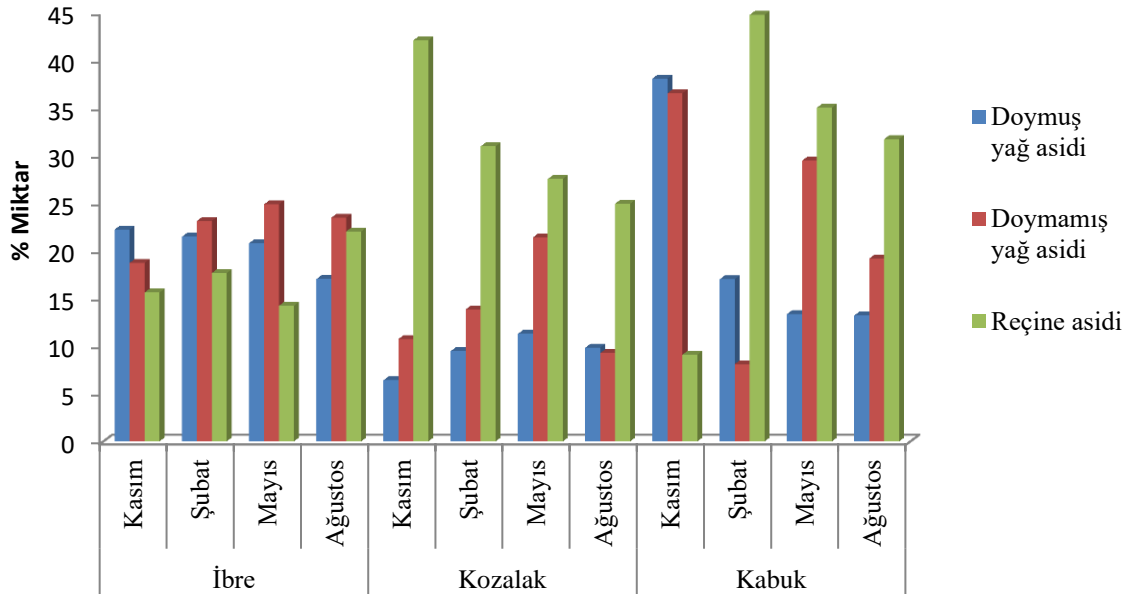
Tablo 17: (devam ediyor)

17	22.124	İzopimarik asit	-	-	-	-	1.7	1.29	1.36	1.17	1.66	1.36	0.73	0.56
18	22.211	Kopalik asit	5.97	5.83	6.32	8.23	-	-	-	-	-	-	-	-
19	22.319	Palustrik asit	-	-	-	-	2.11	1.66	1.41	1.47	-	-	-	-
20	22.324	Araşidik asit (20:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	3.72	1.04	1.36	1.55
21	22.619	Levopimarik asit	-	-	-	-	1.81	1.63	1.4	0.84	1.81	2.7	1.37	0.96
22	22.717	Dehidroabietik asit	0.48	0.44	0.39	0.23	4.08	3.83	3.1	2.19	2.23	6.61	4.38	2.82
23	23.381	Abietik asit	1.52	0.59	0.92	0.71	22.93	16.34	13.26	9.36	0.61	23.53	15.51	11.7
24	24.716	Neoabietik asit	-	-	-	-	7.77	3.85	4.64	8.89	e.m.*	7.29	9.92	13.39
25	25.137	Behenik asit (22:0)	0.45	0.51	0.53	0.73	0.45	0.51	0.51	0.35	9.34	0.57	1.18	1.29
26	26.475	Trikosanoik asit (23:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.39	0.31	0.26	0.28
27	27.756	Lignoserik asit (24:0)	0.58	0.52	0.53	0.58	0.84	0.85	0.76	0.33	10.3	0.36	0.93	1.18
28	30.202	Serotinik asit (26:0)	-	-	-	-	0.28	0.3	0.29	0.41	1.72	0.11	0.19	0.34
29	32.189	Reçine asidi (M ⁺ 392)	7.32	10.4	6.19	12.59	-	-	-	-	-	-	-	-
30	35.146	Sitosterol	-	-	-	-	0.78	0.58	0.98	0.72	6.69	0.31	1.51	1.04
		Doymuş yağ asidi	22.23	21.46	20.79	17.02	6.42	9.47	11.28	9.83	38.07	17.01	13.36	13.21
		Doymamış yağ asidi	18.72	23.12	24.87	23.46	10.74	13.84	21.4	9.25	36.51	8.11	29.44	19.18
		Reçine asidi	15.61	17.65	14.23	22.02	42.08	30.95	27.53	24.94	9.09	44.75	35.01	31.72
		Sterol	0	0	0	0	0.78	0.58	0.98	0.72	6.69	0.31	1.51	1.04
		Diğer	43.44	37.77	40.11	37.5	39.98	45.16	38.81	55.26	9.64	29.82	20.68	34.85

K: Kasım, Ş: Şubat, M: Mayıs, A: Ağustos * : <%0,1

Dönemsel olarak tablo incelendiğinde ibre ekstralarında, Kasım döneminden Ağustos dönemine doğru toplam doymuş yağ asidi oranının (Kasım %22,23, Şubat %21,46, Mayıs %20,79, Ağustos %17,02) giderek düştüğü buna karşın toplam doymamış yağ asidi (Kasım %18,72, Şubat %23,12, Mayıs %24,87, Ağustos %23,46) ve reçine asidi (Kasım %15,61, Şubat %17,65, Mayıs %14,23, Ağustos %22,02) oranlarının arttığı göze çarpmaktadır. Kozalak ekstralarına bakıldığında, yağ asitlerinde kasım döneminden Mayıs dönemine kadar bir artış, Ağustos döneminde ise düşüş tespit edilmiş, diğer yandan reçine asitlerinde kasımdan Ağustos'a doğru düşüş olduğu görülmüştür. Kabuk ekstraları dönemsel olarak kıyaslandığında, Kasım döneminde toplam doymuş (%38,07) ve doymamış (%36,51) yağ oranları oldukça yüksek bulunurken Şubat döneminde yağ asidi oranlarının düştüğü reçine asidi oranını en yüksek miktara (%44,75) ulaştığı tespit edilmiştir. Mayıs ve Ağustos dönemlerinde ise yine reçine asitlerinin yağ asitlerine göre daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Kasım döneminde ilk örnek alındıktan sonra ağacın reçine salgılaması ve daha sonraki dönemlerde alınan kabuk örneklerinin reçineli olması reçine asidi miktarının sonraki dönemlerde artmasına yol açmıştır.

1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstralarında toplam doymuş, doymamış yağ asidi ve reçine asit miktarlarının dönemsel karşılaştırması Şekil 38'de grafik halinde gösterilmiştir:

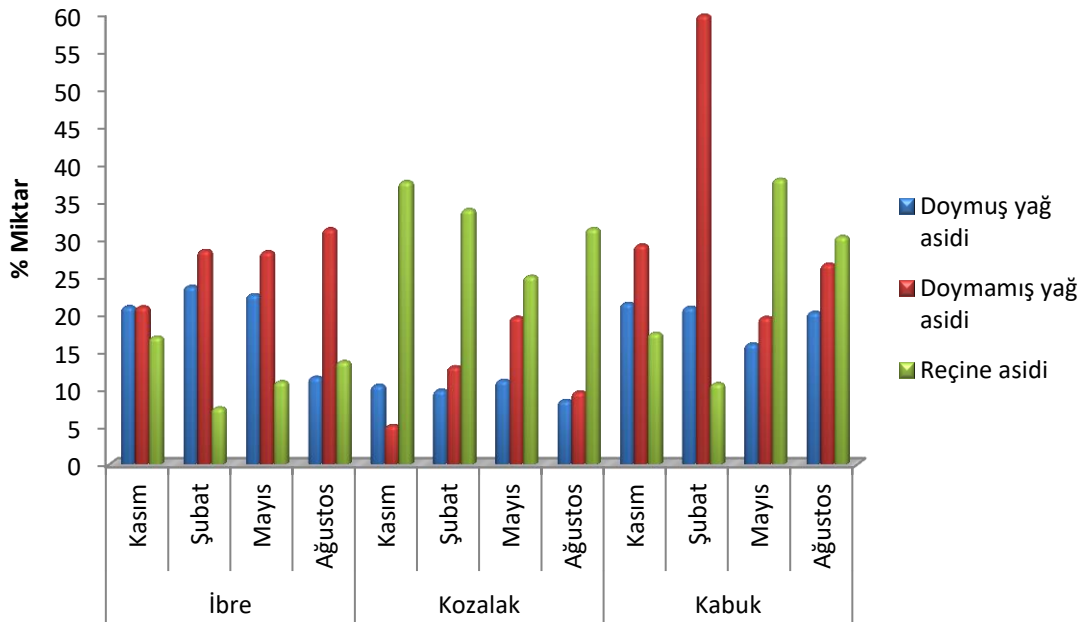


Şekil 38: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstralarında toplam doymuş, doymamış yağ asidi ve reçine asit miktarlarının dönemsel değişimi

Tablo 18’de 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstrelerinde tespit edilen yağ ve reçine asitleri verilmiştir:

Tablo 18 incelendiğinde yine 1. örnekte olduğu gibi genel olarak ibrede 16, kozalakta 17 ve kabukta 22 bileşen tespit edilmiştir. İbre kozalak ve kabuğun kendi aralarında karşılaştırılması 1. örnekteki sonuçlara benzer olarak bulunmuştur. Kabuk ekstresinin Kasım dönemi yağ asidi ve reçine asidi oranları ibre ekstresiyle benzer çıkmış olup Şubat döneminde en yüksek toplam yağ asidi oranı, Mayıs ve Ağustos dönemlerinde ise en yüksek toplam reçine asidi oranları kabuk ekstresinde tespit edilmiştir.

Diğer taraftan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerindeki en yüksek yağ asidi ve reçine asidi bileşenleri 1. Örnekle benzer olarak bulunmuştur. Ayrıca, dönemsel olarak karşılaştırma yapıldığında yine 1. örnekteki bulgulara benzer sonuçların olduğu belirlenmiş ve toplam doymuş, doymamış yağ asidi ve reçine asidi miktarlarının dönemsel olarak karşılaştırılması Şekil 39’daki grafikte verilmiştir:



Şekil 39: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstrelerindeki toplam doymuş, doymamış yağ asidi ve reçine asit miktarlarının dönemsel değişimi

İki örnek ağaçtan alınan ibre, kozalak ve kabuğun Kasım dönemi yağ ve reçine asitlerine ait GC-MS kromatogramları EK B’de verilmiştir.

Tablo 18: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun hekzan ekstrelerindeki yağ ve reçine asitleri (%)

No	R.T (dk)	Bileşenler	İbre				Kozalak				Kabuğ			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
1	5.358	Dekanoik asit (10:0)	3.73	3.16	3.05	1.51	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5.856	7-metoksi-3,7-dimetil- oktanoik asit	-	1.79	1.55	1.24	6.69	6.97	7.44	5.27	-	1.71	5.4	4.83
3	8.735	Laurik asit (12:0)	4.93	5.42	5.96	2.67	-	-	-	-	-	-	-	-
4	12.408	Miristik asit (14:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.44	0.19	0.13	0.17
5	13.796	10-hidroksi dekanoik asit	8.62	10.07	9.09	4.26	0.7	0.48	0.13	0.7	-	-	-	-
6	15.953	Palmitik asit (16:0)	0.66	0.7	0.56	0.44	1.17	1.59	2.52	1.6	9.15	9.3	3.72	4.73
7	17.178	14-metil hekzadekanoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	0.44	0.51	0.26	0.76
8	17.299	12-hidroksi dodekanoik asit	1.9	1.76	1.47	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-
9	18.501	Linolenik asit (18:3 $\Delta^{9,12,15}$)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.86	0.59	0.61
10	18.768	Linoleik asit (18:2 $\Delta^{9,12}$)	0.79	0.91	0.81	0.58	3.19	8.25	11.94	5.41	7.14	21.76	8.1	10.92
11	18.860	Oleik asit (18:1 Δ^9)	15.98	22.76	23.12	29.33	1.97	4.74	7.61	4.22	21.52	36.65	10.61	14.84
12	18.958	10-oktadekenoik asit (18:1 Δ^{10})	-	-	-	-	-	-	-	-	0.29	0.51	0.24	0.27
13	19.267	Stearik asit (18:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.78	0.71	0.27	0.38
14	20.562	17-oktadekenoik asit (18:1 Δ^{17})	4.18	4.8	4.35	1.42	-	-	-	-	-	-	-	-
15	21.235	Pimarik asit	0.51	0.5	0.48	0.34	0.94	1.24	0.74	0.54	2.53	0.87	2.06	1.84
16	21.525	Sandarakopimarik asit	-	-	-	-	0.4	0.97	1.66	0.51	0.89	2.09	1.05	1.8

Tablo 18: (devam ediyor)

17	22.124	İzopimarik asit	-	-	-	-	1.71	1.78	1.47	1.35	0.5	0.59	1.72	0.89
18	22.211	Kopalik asit	5.56	2.29	2.77	4.3	-	-	-	-	-	-	-	-
19	22.319	Palustrik asit	-	-	-	-	1.64	1.66	1.43	2.2	-	-	-	-
20	22.324	Araşidik asit (20:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	2.04	1.64	2.02	2.51
21	22.619	Levopimarik asit	-	-	-	-	2.23	1.79	1.76	0.88	4.3	1.27	1.57	0.62
22	22.717	Dehidroabietik asit	0.52	0.45	0.48	0.2	3.89	3.85	3.25	1.84	6.14	2.4	4.04	2.2
23	23.381	Abietik asit	0.77	1.37	1.24	0.85	15.97	17.14	10.67	14.82	1.85	2.62	17.4	14.99
24	24.716	Neoabietik asit	-	-	-	-	10.83	5.48	4.05	9.22	1.22	0.88	10.11	7.97
25	25.137	Behenik asit (22:0)	0.56	0.42	0.49	0.55	0.58		0.41	0.33	3.76	3.1	2.03	2.74
26	26.475	Trikosanoik asit (23:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.95	0.23		0.18
27	27.756	Lignoserik asit (24:0)	0.58	0.36	0.41	0.41	0.95	0.57	0.45	0.29	3.2	3.1	1.79	3.27
28	30.202	Serotnik asit (26:0)	-	-	-	-	0.42	0.25	0.22	0.29	0.66	0.41	0.4	0.65
29	32.189	Reçine asidi (M ⁺ 392)	9.57	2.89	6.01	7.97	1.06	0.53	0.5	0.34	-	-	-	-
30	35.146	Sitosterol	-	-	-	-	-	-	-	-	3.45	3.27	1.1	2.11
		Doymuş yağ asidi	20.98	23.68	22.58	11.59	10.51	9.86	11.17	8.48	21.42	20.9	16.02	20.22
		Doymamış yağ asidi	20.95	28.47	28.28	31.33	5.16	12.99	19.55	9.63	29.17	59.78	19.54	26.64
		Reçine asidi	16.93	7.5	10.98	13.66	37.61	33.91	25.03	31.36	17.43	10.72	37.95	30.31
		Sterol	0	0	0	0	1.06	0.53	0.5	0.34	3.45	3.27	1.10	2.11
		Diğer	41.14	40.35	38.16	43.42	45.66	42.71	43.75	50.19	28.53	5.33	25.39	20.72

K: Kasım, Ş: Şubat, M: Mayıs, A: Ağustos * : <%0,1

3.1.6 Hidrofilik Ekstraktif Madde Miktarları

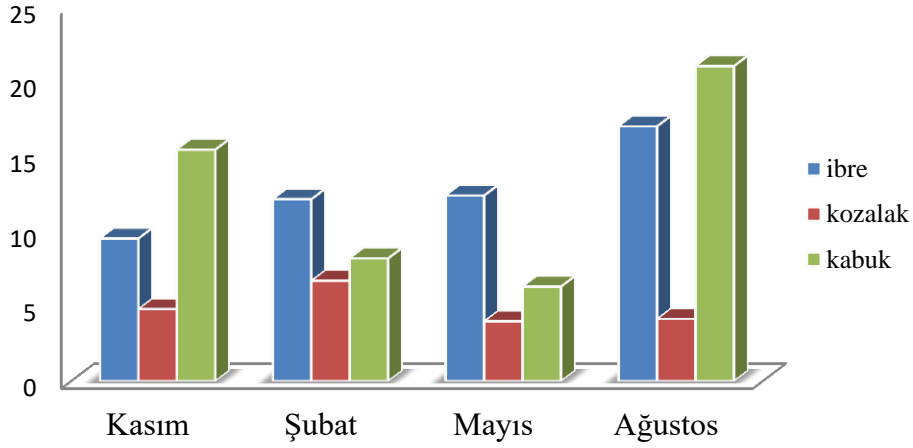
Aseton ekstraksiyonundan sonra çözücüsü uçurulan örneklerin kalan kısımları tartılarak hidrofilik madde miktarları bulunmuş ve 100 g kuru örnekteki gram madde miktarı olarak ve Tablo 19’da verilmiştir:

Tablo 19: İki farklı Sahil Çamı ağacından farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun hidrofilik ekstraktif madde miktarı

		Hidrofilik madde miktarı (g/100 g kuru örnek)			
		Kasım	Şubat	Mayıs	Ağustos
1.Örnek	İbre	9,52	12,14	12,39	17,01
	Kozalak	4,81	6,70	3,99	4,15
	Kabuk	15,45	8,19	6,31	21,03
2. Örnek	İbre	9,84	12,26	13,49	15,58
	Kozalak	3,42	4,48	7,36	7,77
	Kabuk	14,65	8,71	12,03	19,22

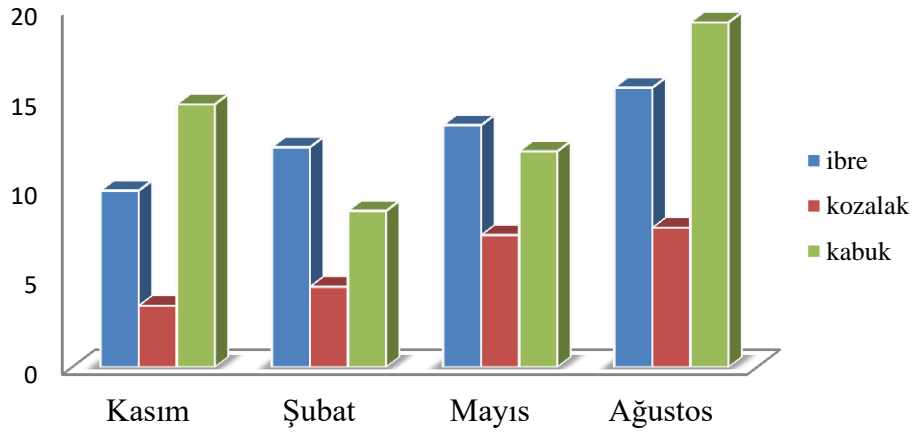
Tablo 19 incelendiğinde, aynı dönemlerde genel olarak iki örnekte de en yüksek hidrofilik madde miktarlarının kabukta, en düşük hidrofilik madde miktarlarının ise kozalakta olduğu görülmektedir. Dönemsel farklılıklarına bakıldığında ise genel olarak Ağustos dönemindeki yüksek hidrofilik madde miktarları dikkati çekmektedir. 1. örnekte ibre ve kabuğun hidrofilik madde miktarları Ağustos döneminde (sırasıyla 17,01 ve 21,03 g/100 g kuru örnek) en yüksek olarak görülürken, kozalağın ise Şubat dönemine (6,7 g/100 g kuru örnek) olduğu görülmüştür. Ayrıca genel olarak ibre ve kozalakta Kasım döneminden Ağustos dönemine doğru hidrofilik madde miktarında bir artış gözlenirken, kabukta ise Kasım döneminden Şubata bir düşüş sonrasında ise Ağustos dönemine kadar artış gözlenmektedir (Şekil 40). Diğer taraftan 2. Örnekte ibre, kozalak ve kabuğun hidrofilik madde miktarları Ağustos döneminde (sırasıyla 15,58, 7,77 ve 19,22 g/100 g kuru örnek) en yüksek oranda tespit edilmiştir (Şekil 41). Yine lipofilik madde miktarlarında olduğu gibi hidrofilik madde miktarlarında da 1. ve 2. örneklerin sonuçları arasında bir benzerlik olduğu görülmektedir.

Hidrofilik Madde Verimleri (g ekstre/100 g kuru madde)



Şekil 40: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki hidrofilik madde verimlerinin karşılaştırılması

Hidrofilik Madde Verimleri (g ekstre/ 100 g kuru madde)



Şekil 41: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı dönemlerdeki hidrofilik madde verimlerinin karşılaştırılması

3.1.6 Fenolik Bileşenler

1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstraları yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC)'ne verilerek içerisinde bulunan bazı fenolik bileşenler tespit edilmiş, miktarları mg/g ekstre olarak hesaplanmış ve Tablo 20'de verilmiştir:

Tablo 20: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarında tespit edilen fenolik bileşenler (mg/g ekstre)

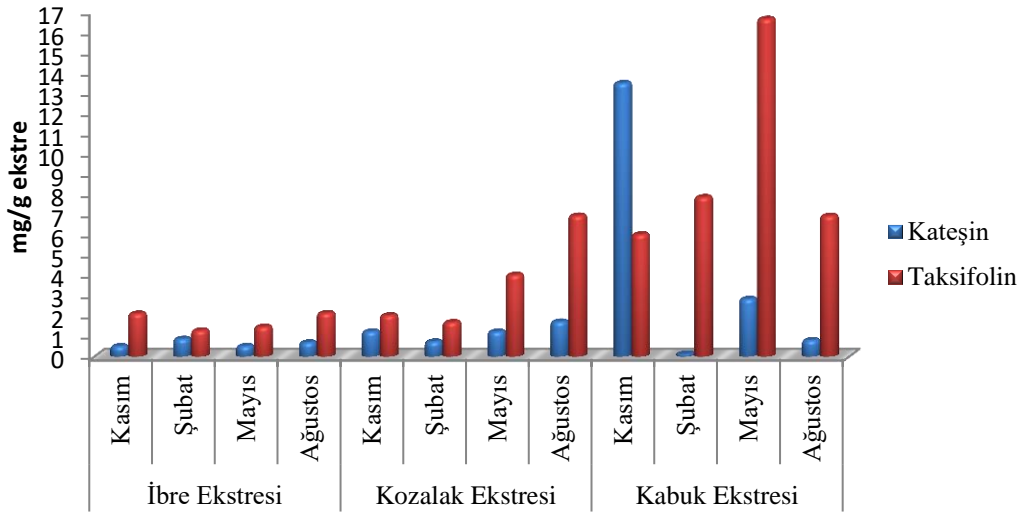
No	Alıkonma zamanı (dk)	Bileşenler	İbre				Kozalak				Kabuğu			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
1	21.106	protokateşik asit	0,198	0,433	0,271	0,239	0,592	0,704	0,761	1,180	0,469	0,472	0,632	0,572
2	25.079	kateşin	0,512	0,874	0,518	0,697	1,236	0,741	1,229	1,721	13,468	0,131	2,840	0,806
3	25.981	4-hidroksi benzoik asit	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**
4	29.346	epigallokateşin	0,816	2,571	2,218	1,573	0,653	1,013	0,897	1,714	1,463	1,105	2,535	0,948
5	30.018	kafeik asit	0,462	0,339	0,355	0,616	0,891	0,433	0,587	0,799	0,634	0,434	0,508	0,433
6	33.369	siringaldehit	0,329	0,150	0,253	0,323	0,587	0,105	0,237	0,878	e.m.**	0,511	1,305	0,051
7	36.066	taksifolin	2,117	1,284	1,466	2,140	2,032	1,692	4,025	6,938	6,017	7,853	16,629	6,931
8	36.871	ferulik asit	0,276	0,422	0,447	0,335	1,705	0,692	1,210	0,821	0,468	0,773	1,260	0,551
9	39.450	benzoik asit	0,205	0,327	0,157	0,243	0,355	0,714	0,456	0,144	0,122	0,158	0,231	e.m.**
10	49.648	kuersetin	0,435	0,691	0,488	0,448	1,021	0,989	1,513	0,805	0,453	0,751	0,695	0,523

K: Kasım, Ş: Şubat, M: Mayıs, A: Ağustos

**<0,01 mg/g ekstre

Tablo 20 incelendiğinde, genel olarak tüm ekstrelerde tespit edilen fenolik bileşenlerden en yüksek miktara sahip olanlar kateşin, epigallokateşin, taksifolin ve kuersetin olarak görülmektedir. Bu ana bileşenler aynı dönemlerde karşılaştırma yapıldığında, kateşin (Kasım 13,468, Şubat 0,131, Mayıs 2,840, Ağustos 0,806 mg/g ekstre) ve taksifolin (Kasım 6,017, Şubat 7,853, Mayıs 16,629, Ağustos 6,931 mg/g ekstre) bileşenleri en yüksek miktarda kabuk ekstrelerinde bulunurken, epigallokateşin ibre ekstrelerinde (Kasım 0,816, Şubat 2,571, Mayıs 2,218, Ağustos 1,573 mg/g ekstre), kuersetin ise kozalak ekstrelerinde (Kasım 1,021, Şubat 0,989, Mayıs 1,513, Ağustos 0,805 mg/g ekstre) en yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Öte yandan ekstrelerdeki fenolik bileşenler dönemsel olarak incelendiğinde, tüm bileşenlerin miktarlarında farklılıkların olduğu dikkati çekmektedir. Kateşin miktarı en yüksek kabuk ekstrelerinin Kasım döneminde (13,468 mg/g ekstre) tespit edilirken, epigallokateşin, ibre ekstrelerinin Şubat döneminde (2,571 mg/g ekstre) bulunmuştur. Ayrıca, en yüksek taksifolin miktarı ise kabuk ekstrelerinin Mayıs döneminde (16,629 mg/g ekstre) görülmektedir.

Şekil 42’de 1. Örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinde yüksek miktarlarda görülen kateşin ve taksifolin miktarlarının dönemsel değişimi grafik halinde verilmiştir:



Şekil 42: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerindeki ana bileşen olan kateşin ve taksifolin miktarlarının dönemsel değişimi

Tablo 21’de 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinde tespit edilen bazı fenolik bileşenler ve miktarları gösterilmiştir:

Tablo 21: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarında tespit edilen fenolik bileşenler (mg/g ekstre)

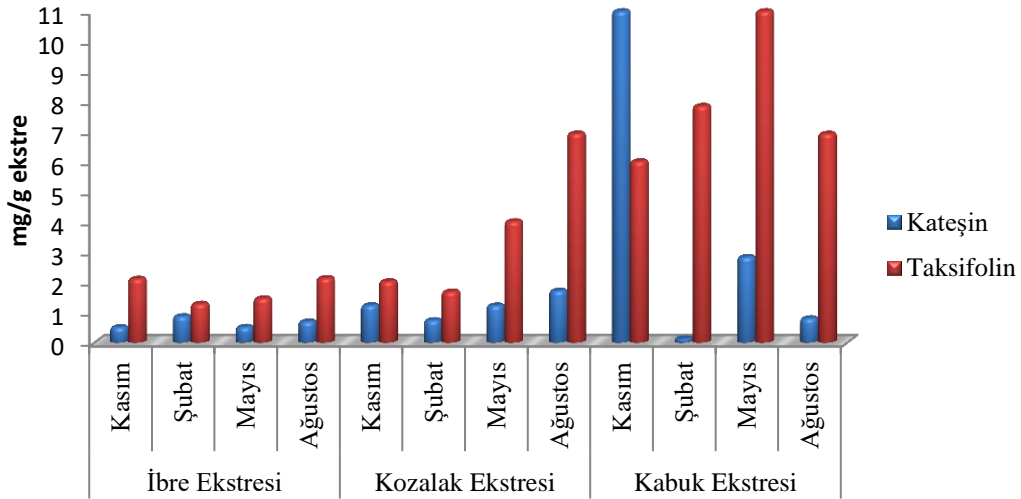
No	Alıkonma zamanı (dk)	Bileşenler	İbre				Kozalak				Kabuk			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
1	21.106	protokateşik asit	0,496	0,395	0,307	0,346	0,724	0,898	0,554	0,491	0,660	1,052	0,554	0,557
2	25.079	kateşin	0,529	0,696	0,767	0,763	1,584	1,479	0,825	1,264	1,504	1,429	4,967	6,518
3	25.981	4-hidroksi benzoik asit	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**	e.m.**
4	29.346	epigallokateşin	2,048	1,880	2,337	3,109	0,951	0,980	1,212	1,187	0,971	1,990	1,226	1,506
5	30.018	kafeik asit	0,351	0,347	0,358	0,391	0,471	0,835	0,543	0,863	0,468	0,583	0,534	0,621
6	33.369	siringaldehit	0,308	0,402	0,119	0,204	0,236	0,796	2,141	1,796	0,253	e.m.**	0,048	0,348
7	36.066	taksifolin	0,681	1,672	1,361	1,138	3,049	3,314	3,828	5,243	8,881	11,012	5,544	6,344
8	36.871	ferulik asit	0,421	0,384	0,487	0,440	0,986	1,345	0,854	0,876	0,672	0,882	0,425	0,471
9	39.450	benzoik asit	0,167	0,188	0,180	0,178	1,025	0,571	0,531	0,168	0,124	0,105	0,098	0,178
10	49.648	kuersetin	0,797	0,892	0,462	0,460	1,235	0,992	1,561	0,631	0,437	0,471	0,475	0,416

K: Kasım, Ş: Şubat, M: Mayıs, A: Ağustos

**<math><0,01\text{ mg/g ekstre}</math>

Tablo 21 incelendiğinde, genel olarak tüm ekstrelerde tespit edilen fenolik bileşenlerden en yüksek miktara sahip olanlar kateşin, epigallokateşin, taksifolin ve kuersetin olarak görülmektedir. Aynı dönemlerde bu bileşenler karşılaştırıldığı zaman, 1. örnekte olduğu gibi kateşin (Kasım 1,504, Şubat 1,429, Mayıs 4,967, Ağustos 6,518 mg) ve taksifolin (Kasım 8,881, Şubat 11,012, Mayıs 5,544, Ağustos 6,344 mg) miktarları kabuk ekstrelerinde, epigallokateşin miktarı ibre ekstrelerinde (Kasım 2,048, Şubat 1,880, Mayıs 2,337, Ağustos 3,109 mg) ve kuersetin miktarı (Kasım 1,235, Şubat 0,992, Mayıs 1,561, Ağustos 0,631) kozalak ekstrelerinde en yüksek olarak görülmektedir. Diğer taraftan dönemsel olarak bir karşılaştırma yapıldığında en yüksek kateşin miktarının kabuk ekstrelerinin Ağustos döneminde (6,518 mg) gözlenirken, en yüksek epigallokateşin miktarı ise ibre ekstrelerinin Ağustos döneminde (3,109 mg) tespit edilmiştir. Ayrıca taksifolin miktarı en yüksek kabuk ekstrelerinin Şubat döneminde (11,012 mg), kuersetin miktarı ise en yüksek kozalak ekstrelerinin Mayıs döneminde (1,561 mg) görülmüştür.

2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinde yüksek miktarda bulunan kateşin ve taksifolin miktarlarının dönemsel değişimi Şekil 43'te verilmiştir:



Şekil 43: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerindeki ana bileşen olan kateşin ve taksifolin miktarlarının dönemsel değişimi

1. örnek ve 2. örnekte ibre, kozalak ve kabuk ekstreleri arasındaki fenolik bileşen miktarlarının değişimi benzerlik gösterirken, dönemsel olarak değişimde bir paralellik görülememiştir. İki örnek ağaçtan alınan ibre, kozalak ve kabuğun Kasım dönemi fenolik bileşenlerine ait HPLC kromatogramları EK C'de verilmiştir.

3.2 Biyolojik Aktivite Bulguları

Biyolojik aktiviteye ait bulgular antioksidan aktivite, toplam fenolik miktar tayini, toplam flavonoid miktar tayini ve antikolinesteraz aktivite kısımlarından oluşmaktadır.

3.2.1 Antioksidan Aktivite Bulguları

Antioksidan aktivite olarak örneklerin 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikal süpürücü etkisi, ABTS katyon radikali giderim aktivitesi ve bakır (II) indirgeme antioksidan kapasitesi (CUPRAC) ölçülmüştür:

3.2.1.1 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Serbest Radikal Süpürücü Aktivitesine Ait Bulgular

1. örneğin farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğunun tüm ekstrelerinin ve uçucu yağlarının DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri 25 µg/ml, 50 µg/ml ve 100 µg/ml (reaksiyon ortamında) konsantrasyonlarında denenmiş ve en iyi sonuçların 100 µg/ml konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir. Aktiviteler % inhibisyon olarak hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 22'de verilmiştir:

Tablo 22: 1. örneğin farklı dönemlere ait ekstrelerinin ve uçucu yağlarının DPPH serbest radikal süpürücü etkileri (% Süpürücü etki ± S.H.*)

1.ÖRNEK		DPPH Serbest Radikal Süpürücü Etki (% Süpürücü etki ± S.H.*)			
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
25 µg/mL	İbre	20,39±2,07	23,53±1,40	27,45±1,22	17,05±0,67
	Aseton ekstresi				
	Kozalak	78,45±5,07	30,87±0,57	44,71±0,71	61,83±8,03
	Kabuk	58,67±3,19	39,68±5,20	27,23±0,47	34,20±4,11
	İbre	13,03±2,69	11,27±2,63	12,67±1,29	10,99±0,26
	Hekzan ekstresi				
	Kozalak	12,25±1,68	12,74±0,57	11,76±2,01	13,03±3,75
	Kabuk	19,13±3,22	17,28±6,39	13,59±1,59	12,42±1,80
	Uçucu yağ				
	İbre	9,97±2,42	10,75±0,14	11,11±1,36	10,74±1,46
Kozalak	11,21±2,24	11,70±0,51	10,73±1,88	10,94±0,61	

Tablo 22: (devam ediyor)

		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS	
50 µg/mL	İbre	24,59±1,51	32,53±2,35	40,22±0,62	23,31±3,37	
	Aseton ekstresi	Kozalak	92,43±1,99	44,98±2,61	67,60±3,81	88,96±6,97
		Kabuk	78,75±3,94	55,92±6,68	38,94±1,09	53,21±0,19
	Hekzan ekstresi	İbre	16,99±1,79	13,21±1,75	13,21±1,14	12,47±1,46
		Kozalak	16,28±2,54	13,59±1,75	13,68±2,31	12,57±3,46
		Kabuk	22,73±1,94	14,30±4,62	16,47±2,06	13,49±1,19
	Uçucu yağ	İbre	11,16±1,07	11,27±1,81	10,71±0,63	12,01±0,15
		Kozalak	8,26±2,45	11,17±5,29	10,72±1,25	12,32±2,83
	100 µg/mL	İbre	39,67±1,95	46,50±6,57	57,91±2,13	33,64±2,40
Aseton ekstresi		Kozalak	93,90±0,15	58,76±7,49	84,82±5,08	92,01±2,83
		Kabuk	92,74±1,31	72,49±2,85	47,33±2,96	75,80±1,68
Hekzan ekstresi		İbre	21,00±1,46	16,00±2,51	16,02±0,30	13,75±1,61
		Kozalak	18,34±7,80	17,52±2,91	14,32±1,37	11,70±0,67
		Kabuk	35,08±1,67	18,32±1,74	19,84±2,03	17,33±0,56
Uçucu yağ		İbre	11,62±1,62	11,88±0,08	11,29±1,28	11,65±1,72
		Kozalak	9,94±1,90	12,41±0,33	10,81±0,98	11,65±1,88
		Referans				
α-tokoferol		97,45±0,91				

*: Standart hata (n=3)

Tablo 22’de 100 µg/mL konsantrasyon sonuçları incelendiğinde tüm dönemlerde aseton ekstrelerinin aktivitelerinin hekzan ekstresi ve uçucu yağlara göre oldukça yüksek olduğu, en düşük DPPH serbest radikal giderici aktivitelerin ise uçucu yağlarda olduğu görülmektedir. Aynı dönem içerisinde aseton ekstreleri kıyaslandığında; genel olarak kozalak ekstrelerinin diğerlerine göre daha yüksek aktivite (Kasım %93,90±0,09, Şubat %58,76±4,32, Mayıs %84,82±2,93, Ağustos %92,01±1,63) gösterdiği, kabuk ekstrelerinin aktivite değerlerinin kozalağinkine yakın olduğu, ibre ekstrelerinin ise en düşük aktivite gösterdiği (Kasım %39,67±1,10, Şubat %46,50±3,79, Mayıs %57,91±1,23, Ağustos %33,64±1,39) tespit edilmiştir. Yine aynı dönem içerisinde hekzan ekstrelerine bakıldığında; genel olarak DPPH süpürücü aktivitelerinin en yüksekten en düşüğe doğru kabuk, ibre ve kozalak olarak sıralandığı göze çarpmaktadır. Uçucu yağlarda ise aynı dönem içerisinde ibre ve kozalak aktivitelerinin birbirine çok yakın değerlerde olduğu görülmektedir.

Diğer taraftan dönemsel olarak karşılaştırma yapıldığında, genel olarak Kasım dönemindeki yüksek aktivite oranları göze çarpmaktadır. Aseton ekstreleri dönemsel olarak kıyaslandığında; kozalak ve kabuğun Kasım dönemindeki aktiviteleri (sırasıyla %93,90±0,09 ve %92,74±0,76) en yüksek çıkarken, ibre ekstrelerinde ise Mayıs döneminde (%57,91±1,23) en yüksek aktivite oranı belirlenmiştir. Tüm hekzan ekstrelerinde Kasım dönemindeki ekstrelerin en iyi aktiviteyi gösterdiği tespit edilmiştir. Uçucu yağlarda ise ibre ve kozalağın her ikisinde de dönemler arasında aktivite oranları birbirine yakın değerler gözlenirken, en iyi aktivite sonuçlarının ise Şubat dönemi uçucu yağlarında çıktığı görülmektedir.

1. örneğin tüm dönemlerindeki ekstrelerinin ve uçucu yağlarının IC₅₀ değerleri (DPPH serbest radikalının % 50'sini gideren ekstre konsantrasyonu) Tablo 23'te verilmiştir:

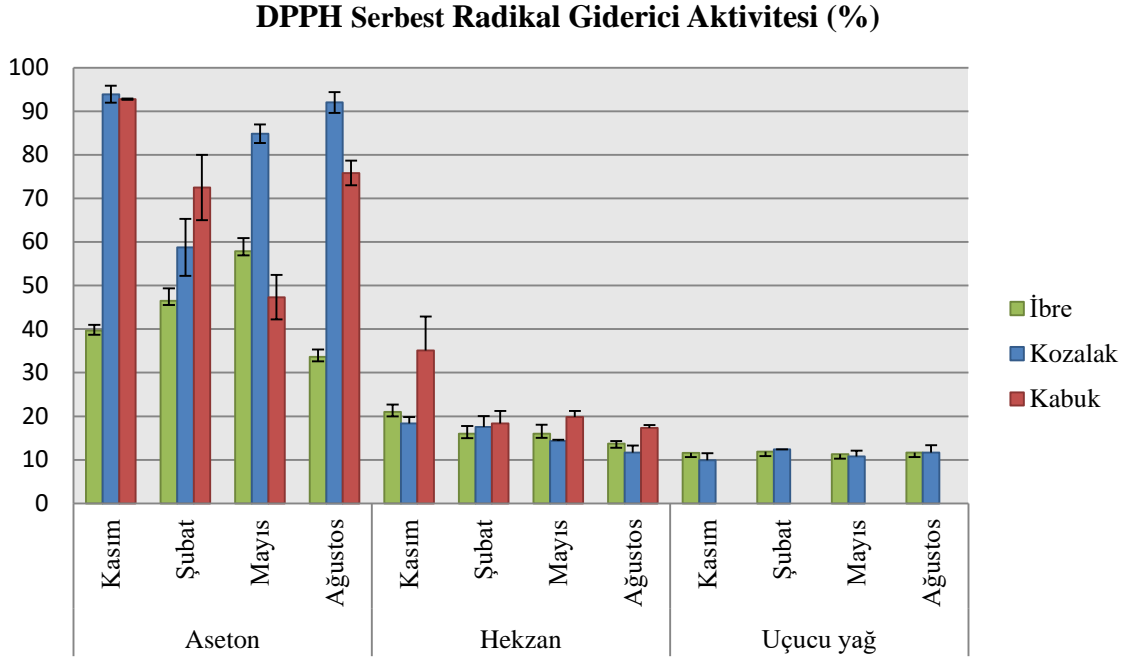
Tablo 23: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstre ve uçucu yağlarının DPPH aktivitesindeki IC₅₀ değerleri

1.ÖRNEK	DPPH Serbest Radikal Süpürücü Etki (IC ₅₀ -µg/mL)				
	KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS	
Aseton ekstresi	İbre	136,56±7,77	112,13±25,3	78,63±3,47	174,69±23,14
	Kozalak	<10	73,99±13,8	27,39±0,89	19,02±2,34
	Kabuk	23,12±6,45	43,37±15,1	107,66±21,3	50,17±5,12
Hekzan ekstresi	İbre	382,15±50,2	648,06±66,1	833,27±8,01	#
	Kozalak	426,83±64,3	652,63±35,6	#	#
	Kabuk	186,62±61,1	518,16±46,7	474,93±16,6	567,82±91,2
Uçucu yağ	İbre	#	#	#	#
	Kozalak	#	#	#	#
Referans					
	α-tokoferol	7,31±0,17			

*: Standart hata (n=3)

#: >1000 µg/mL

Şekil 44'te ise 100 µg/mL konsantrasyondaki örneklerin farklı dönemlerdeki DPPH serbest radikal giderim aktiviteleri % olarak karşılaştırılmıştır:



Şekil 44: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstralarının 100 µg/ml'deki DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri (%)

2. örneğin farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğunun tüm ekstralarının ve uçucu yağlarının DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri 25 µg/ml, 50 µg/ml ve 100 µg/ml (reaksiyon ortamında) konsantrasyonlarında denenmiş ve aktivite sonuçları % inhibisyon olarak Tablo 24'te verilmiştir:

Tablo 24: 2. örneğin farklı dönemlere ait ekstralarının ve uçucu yağlarının DPPH serbest radikal süpürücü etkileri (%Süpürücü etki ± S.H.*)

2.ÖRNEK		DPPH Serbest Radikal Süpürücü Etki (% Süpürücü etki ± S.H.*)				
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS	
25 µg/mL	İbre	19,78±1,62	20,53±1,57	19,71±2,69	17,40±0	
	Aseton ekstresi	Kozalak	29,55±2,58	42,33±2,57	40,67±1,10	53,54±4,22
	Kabuk	32,06±1,62	59,00±4,57	65,71±7,44	78,98±4,18	
	Hekzan ekstresi	İbre	15,22±3,35	12,59±0,93	13,30±0,65	12,52±1,21
	Kozalak	11,97±2,44	13,26±0,75	10,72±3,66	12,11±1,07	
	Kabuk	16,49±1,45	17,00±1,50	13,71±2,45	15,06±1,25	
Uçucu yağ	İbre	11,36±3,29	11,88±0,38	10,22±1,17	11,09±1,86	
Kozalak	9,28±0	11,43±2,26	9,56±2,07	13,13±4,86		

Tablo 24: (devam ediyor)

		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS	
50 µg/mL	İbre	26,78±0,49	24,57±1,61	23,84±1,33	23,56±0,85	
	Aseton ekstresi	Kozalak	46,47±1,50	64,11±1,73	61,25±1,68	75,06±8,33
		Kabuk	55,87±0,81	81,87±8,67	84,16±7,65	93,74±2,98
	Hekzan ekstresi	İbre	15,42±1,45	14,58±0,57	14,18±0,21	14,66±1,83
		Kozalak	14,71±1,50	15,72±1,60	11,69±1,50	14,15±2,57
		Kabuk	21,08±1,30	19,08±1,16	16,10±3,07	18,27±1,55
	Uçucu yağ	İbre	9,13±2,34	12,26±0,38	11,04±2,24	11,40±0,81
		Kozalak	16,13±1,49	11,60±3,08	10,49±1,50	11,91±3,05
			Referans			
			α-tokoferol	94,45±0,44		
100 µg/mL	İbre	44,79±2,39	32,20±0,71	33,41±0,29	33,28±1,72	
	Aseton ekstresi	Kozalak	67,02±3,70	84,28±1,27	79,08±1,85	92,98±2,26
		Kabuk	79,90±1,90	89,20±6,23	91,85±2,57	95,34±0,32
	Hekzan ekstresi	İbre	18,26±1,14	16,52±0,87	19,51±2,33	18,27±1,27
		Kozalak	21,39±4,40	17,38±0,08	13,96±1,18	15,52±1,04
		Kabuk	28,87±1,68	23,86±1,21	19,57±1,35	22,06±0,76
	Uçucu yağ	İbre	10,12±1,80	12,17±0,59	11,36±1,10	11,65±1,28
		Kozalak	11,64±0,32	11,98±0,78	9,97±0,25	11,45±0,70
			Referans			
			α-tokoferol	97,45±0,91		

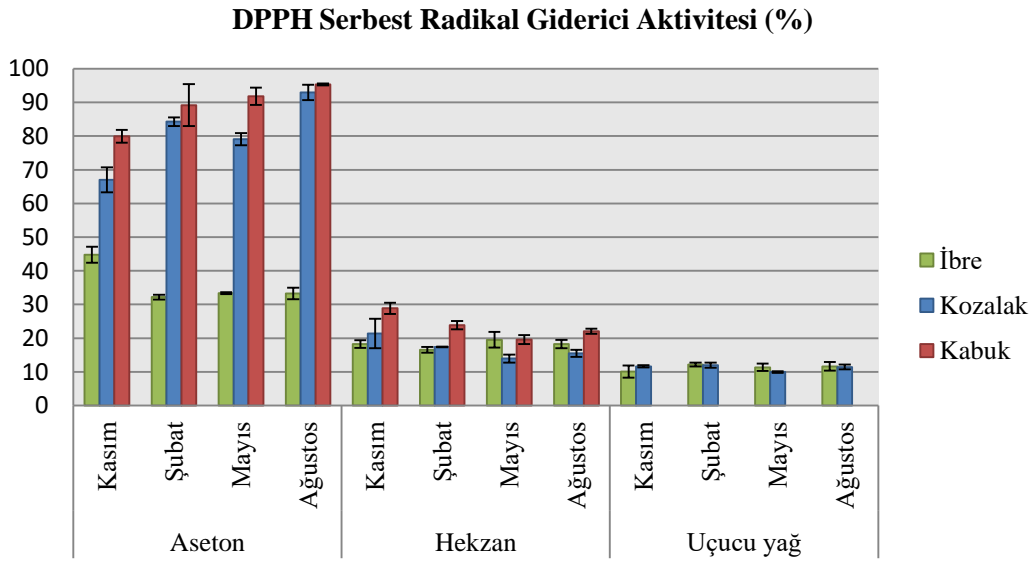
*: Standart hata (n=3)

Tablo 24 incelendiğine en iyi sonuçların 100 µg/mL konsantrasyondaki ekstre ve uçucu yağlarda olduğu görülmektedir. 100 µg/mL konsantrasyondaki sonuçlara bakıldığı zaman 1. örnekte olduğu gibi tüm dönemlerde aseton ekstrelerinin aktivitelerinin hekzan ekstreleri ve uçucu yağların aktivitelerine göre oldukça yüksek oluşu tespit edilirken, uçucu yağların ise en düşük aktivite oranlarına sahip olduğu görülmektedir. Yine tüm dönemlerde aseton ekstrelerinde en yüksek aktivite oranları kabuklarda (Kasım %79,90±1,90, Şubat %89,20±6,23, Mayıs %91,85±2,57, Ağustos %95,34±0,32) gözlenirken, en düşük aktivite oranları ise ibrelerde (Kasım %44,79±2,39, Şubat %32,20±0,71, Mayıs %33,41±0,29, Ağustos %33,28±1,72) gözlenmiştir. Hekzan ekstrelerinde ise aktiviteler en yüksekten en düşüğe doğru 1. örnekte olduğu gibi kabuk, ibre ve kozalak olarak sıralandığı dikkati çekmektedir. Uçucu yağlarda ise tüm dönemlerde genel olarak ibre ve kozalak aktivite

oranları birbirine yakın olarak bulunsa da ibrelerin değerlerinin az da olsa kozalaklardan yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Dönemsel olarak karşılaştırıldığında; aseton ekstralarında kozalak ve kabuğun Ağustos döneminde (sırasıyla %92,98±2,26 ve %95,34±0,32), ibrenin ise Kasım döneminde (%44,79±2,39) en iyi aktivite gösterdiği görülmektedir. Diğer yandan hekzan ekstraları dönemsel olarak incelendiğinde; kozalak ve kabuğun Kasım döneminde (sırasıyla %21,39±4,40 ve %28,87±1,68), ibrenin ise Mayıs döneminde (%19,51±2,33) en yüksek aktivite oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, uçucu yağların ibre ve kozalaklarında dönemsel olarak aktivite oranları birbirine yakın olduğu görülürken, az da olsa Şubat dönemindeki üstünlük dikkati çekmektedir.

Şekil 45'teki grafikte 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabukların tüm ekstralarının farklı dönemlerdeki DPPH serbest radikal süpürücü aktivitelerinin detaylı karşılaştırılması verilmiştir:



Şekil 45: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstralarının 100 µg/mL'deki DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri (%)

1. örnek ve 2. örnekteki tüm ekstraların sonuçları karşılaştırıldığında dönemsel değişimlerin genel olarak benzer olduğu söylenebilir. 1. örnekte Kasım ve Ağustos dönemlerinde yüksek aktiviteler dikkati çekerken, 2. örnekte ise Ağustos dönemindeki aktivitelerin en yüksek olduğu görülmektedir.

2. örneğin tüm ekstre ve uçucu yağlarının DPPH aktivitesindeki IC₅₀ değerleri ise Tablo 25'te gösterilmiştir:

Tablo 25: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstre ve uçucu yağlarının DPPH aktivitesindeki IC₅₀ değerleri

2.ÖRNEK		DPPH Serbest Radikal Süpürücü Etki (IC ₅₀ -µg/mL ± S.H.*)			
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
Aseton ekstresi	İbre	121,85±16,47	213,72±30,1	189,06±9,9	177,72±25,29
	Kozalak	62,39±9,43	32,22±3,55	37,25±2,78	13,95±3,45
	Kabuk	48,05±2,89	17,32±2,12	11,27±3,21	<10
Hekzan ekstresi	İbre	830,90±21,3	817±56±46,6	490,24±24,3	522,91±12,7
	Kozalak	294,10±79,89	731,27±129,1	929,13±45,6	822,36±144,5
	Kabuk	238,96±80,21	361,81±43,3	496,66±86,2	374,73±69,7
Uçucu yağ	İbre	#	#	#	#
	Kozalak	#	#	#	#
Referans					
α-tokoferol		7,31±0,17			

*: Standart hata (n=3)

#: >1000 µg/ml

3.2.1.2 ABTS Katyon Radikali Giderim Aktivitesine Ait Bulgular

1. ve 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun sadece aseton ekstralarında ABTS katyon radikali giderim aktivite tayini yapılmıştır. Tablo 26'da 1. örneğin farklı konsantrasyonlardaki aseton ekstralarının aktivite sonuçları % olarak verilmiştir:

Tablo 26: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının ABTS katyon radikali giderim aktiviteleri (% aktivite ± S.H. *)

1.ÖRNEK		ABTS Katyon Radikal Giderim Aktivitesi (% Aktivite ± S.H. *)			
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
10 µg/mL	İbre	36,46±0,56	37,02±1,12	39,50±3,34	29,56±0,23
	Kozalak	60,50±2,34	37,57±2,35	46,55±3,42	53,31±2,56
	Kabuk	57,32±0,43	33,98±1,24	37,98±0,56	36,46±1,14

Tablo 26: (devam ediyor)

		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
50 µg/ mL	İbre	54,70±0,23	84,94±0,98	69,61±5,45	58,01±0,38
	Kozalak	99,17±1,23	74,45±3,43	93,65±0,96	98,62±0,72
	Kabuk	98,48±2,43	83,15±0,43	68,65±0,56	67,27±1,16
100 µg/mL	İbre	71,55±2,27	97,51±4,81	90,88±0,78	72,38±0,67
	Kozalak	99,17±2,65	97,93±0,65	98,20±1,11	99,17±0,56
	Kabuk	97,51±3,18	98,07±0,89	86,33±2,12	94,75±2,23
200 µg/mL	İbre	90,19±2,21	98,48±0,45	99,17±2,56	93,78±0,41
	Kozalak	99,03±0,54	99,45±0,43	99,45±2,16	99,59±2,97
	Kabuk	99,45±0,75	99,03±0,32	99,17±0,12	98,48±2,42

*: Standart hata (n=3)

Tablo 26 genel itibari ile incelendiğine en yüksek aktivite oranlarının 200 µg/mL konsantrasyonlarda olduğu, tüm ekstrelerin % 90'ın üzerinde aktivite gösterdiği görülmektedir. Ekstreleri kendi aralarında ve dönemsel olarak daha net bir şekilde karşılaştırma yapabilmek için IC₅₀ değerleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 27'de verilmiştir:

Tablo 27: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk aseton ekstralarının ABTS katyon radikal giderim aktiviteleri (IC₅₀ -µg/mL)

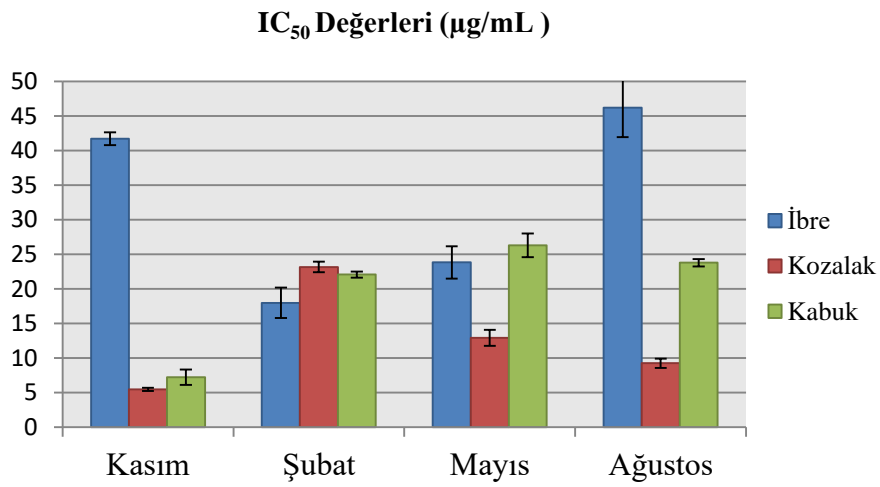
1.ÖRNEK	ABTS Katyon Radikal Giderim Aktivitesi (IC ₅₀ -µg/mL ± S.H.*)			
	KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
İbre	41,71±0,91	17,98±2,21	23,83±2,34	46,25±4,25
Kozalak	5,49±0,23	23,17±0,76	12,94±1,16	9,25±0,67
Kabuk	7,23±1,13	22,07±0,45	26,30±1,73	23,78±0,54
Referans				
α-tokoferol	4,31±0,10			

*: Standart hata (n=3)

IC₅₀ değeri % 50 aktivite gösteren ekstre konsantrasyonu olarak hesaplanır. Bu değer düşük olması aktivitenin yüksek olduğu anlamına gelir. Bu bilgilere göre Tablo 27 incelendiğinde genel olarak tüm dönemlerde kozalak ekstralarının aktivitelerinin (Kasım 5,49±0,23, Şubat 23,17±0,76, Mayıs 12,94±1,16, Ağustos 9,25±0,67 µg/mL) ibre ve kabuk ekstralarına göre daha yüksek olduğu gözle çarpılmaktadır. En düşük aktivitelerin ise ibre

ekstrelerinde (Kasım $41,71 \pm 0,91$, Şubat $17,98 \pm 2,21$, Mayıs $23,83 \pm 2,34$, Ağustos $46,25 \pm 4,25$ $\mu\text{g/mL}$) olduğu ibre tespit edilmiştir.

Diğer taraftan dönemsel olarak incelendiğinde ibre ekstralarında en yüksek aktivitenin Şubat döneminde ($17,98 \pm 2,21$ $\mu\text{g/mL}$), kozalak ve kabuk ekstralarında ise en yüksek aktivitenin Kasım döneminde (sırasıyla $5,49 \pm 0,23$, $7,23 \pm 1,13$ $\mu\text{g/mL}$) olduğu görülmektedir. IC_{50} değerlerinin karşılaştırması Şekil 46'daki grafikte daha detaylı olarak gösterilmiştir:



Şekil 46: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının farklı dönemlerdeki ABTS aktivitelerinin karşılaştırılması

2. örnekteki ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının ABTS katyon radikal giderim aktivite sonuçları Tablo 28'de gösterilmiştir:

Tablo 28: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının ABTS katyon radikali giderim aktiviteleri (% aktivite \pm S.H.*)

2.ÖRNEK	ABTS Katyon Radikal Giderim Aktivitesi (% Aktivite \pm S.H.*)			
	KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
İbre	$34,39 \pm 3,12$	$28,73 \pm 0,54$	$31,63 \pm 0,42$	$29,14 \pm 3,43$
10 $\mu\text{g/mL}$ Kozalak	$39,23 \pm 1,21$	$41,57 \pm 0,23$	$45,58 \pm 2,23$	$45,03 \pm 1,35$
Kabuk	$35,50 \pm 1,13$	$39,78 \pm 0,84$	$52,35 \pm 0,67$	$52,07 \pm 0,34$

Tablo 28: (devam ediyor)

		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
50 µg/mL	İbre	51,38±1,45	52,35±2,12	54,70±0,65	55,11±0,23
	Kozalak	69,75±1,76	81,49±0,75	79,01±1,76	92,54±0,43
	Kabuk	73,34±2,45	84,81±0,54	96,69±2,12	97,51±2,65
100 µg/mL	İbre	65,75±1,41	71,13±1,11	69,48±0,77	72,10±2,25
	Kozalak	89,23±0,55	92,54±2,33	96,82±2,12	99,72±3,21
	Kabuk	81,22±0,77	97,10±0,84	98,34±3,18	98,07±0,31
200 µg/mL	İbre	87,29±3,18	86,46±0,45	85,36±0,43	94,61±1,56
	Kozalak	97,24±2,21	94,06±0,98	98,90±0,65	99,86±5,43
	Kabuk	97,93±0,32	98,48±0,95	99,31±1,15	99,45±2,22

*: Standart hata (n=3)

Tablo 28'e genel itibari ile bakıldığında en yüksek aktivite oranlarının 200 µg/ML konsantrasyonlarda olduğu, neredeyse tüm ekstrelerin % 90'ın üzerinde aktivite gösterdiği görülmektedir. Dönemsel olarak incelendiğinde ise tüm ekstrelerde Kasım dönemindeki üstünlük göze çarpmaktadır. Daha sağlıklı bir karşılaştırma yapabilmek için IC₅₀ değerleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 29'da verilmiştir:

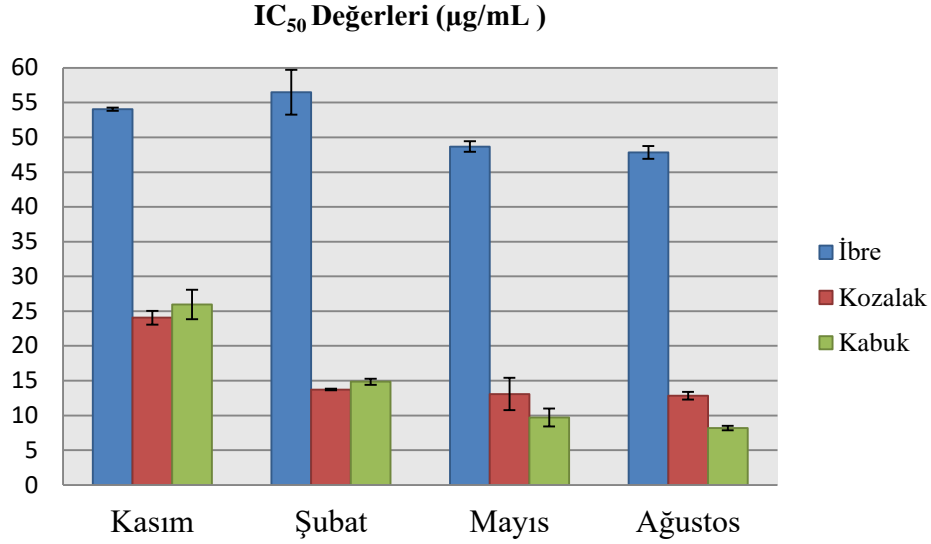
Tablo 29: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk aseton ekstralarının ABTS katyon radikal giderim aktiviteleri (IC₅₀ -µg/mL)

2.ÖRNEK	ABTS Katyon Radikal Giderim Aktivitesi (IC ₅₀ -µg/mL ± S.H.*)			
	KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
İbre	54,05±0,23	56,50±3,24	48,68±0,76	47,83±0,91
Kozalak	24,05±0,98	13,73±0,12	13,07±2,33	12,84±0,55
Kabuk	25,97±2,13	14,85±0,44	9,70±1,27	8,18±0,31
Referans				
α-tokoferol	4,31±0,10			

*: Standart hata (n=3)

Tablo 29 incelendiğinde genel olarak kabuk ekstralarının (Kasım 25,97±2,13, Şubat 14,85±0,44, Mayıs 9,70±1,27, Ağustos 8,18±0,31 µg/mL) ibre ve kozalak ekstralarına göre daha yüksek aktivite gösterdiği ve en düşük aktivitelerin ibre ekstralarında (Kasım 54,05±0,23, Şubat 56,50±3,24, Mayıs 48,68±0,76, Ağustos 47,83±0,91 µg/mL) olduğu görülmektedir.

Öte yandan dönemsel olarak karşılaştırma yapıldığında ibre, kozalak ve kabuk ekstralarının hepsinde de en yüksek aktivitenin Ağustos döneminde (sırasıyla $47,83 \pm 0,91$, $12,84 \pm 0,55$, $8,18 \pm 0,31$ $\mu\text{g/mL}$) olduğu tespit dikkati çekmektedir. ABTS katyon radikal giderim aktivitelerinin dönemsel değişimini daha iyi görebilmek için Şekil 47'deki grafik verilmiştir:



Şekil 47: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının farklı dönemlerdeki ABTS aktivitelerinin karşılaştırılması

3.2.1.3 Bakır (II) İndirgeme Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC) Ait Bulgular

Tablo 30'da 1. örneğin aseton ve hekzan ekstralarının 25, 50, 100 ve 200 $\mu\text{g/mL}$ (reaksiyon ortamında) konsantrasyonlardaki bakır (II) indirgeme antioksidan kapasiteleri (CUPRAC) 450 nm'de ölçülen absorbans miktarları olarak verilmiştir:

Tablo 30: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı konsantrasyonlardaki aseton ve hekzan ekstralarının CUPRAC aktiviteleri

1.ÖRNEK		Bakır (II) indirgeme antioksidan kapasitesi (450 nm'deki absorbans± S.H*)				
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS	
25 µg/mL	Aseton ekstrasi	İbre	0,283±0,01	0,408±0,04	0,336±0,04	0,356±0,01
		Kozalak	0,821±0,01	0,552±0,01	0,574±0,05	0,865±0,01
		Kabuk	0,669±0,03	0,471±0,01	0,346±0,01	0,312±0,04
	Hekzan ekstrasi	İbre	0,114±0,05	0,203±0,02	0,145±0,03	0,129±0,03
		Kozalak	0,119±0,01	0,222±0,02	0,188±0,01	0,126±0,03
		Kabuk	0,170±0,02	0,251±0,04	0,186±0,02	0,134±0,01
50 µg/mL	Aseton ekstrasi	İbre	0,507±0,02	0,588±0,01	0,576±0,01	0,582±0,02
		Kozalak	1,821±0,02	0,920±0,02	1,114±0,05	1,610±0,01
		Kabuk	1,257±0,01	0,841±0,02	0,585±0,04	0,554±0,01
	Hekzan ekstrasi	İbre	0,196±0,04	0,255±0,01	0,230±0,04	0,164±0,03
		Kozalak	0,222±0,03	0,296±0,05	0,219±0,02	0,149±0,02
		Kabuk	0,313±0,02	0,321±0,02	0,261±0,03	0,185±0,04
100 µg/mL	Aseton ekstrasi	İbre	0,979±0,02	1,004±0,01	1,105±0,02	0,802±0,02
		Kozalak	3,072±0,06	1,651±0,02	1,981±0,02	2,893±0,02
		Kabuk	2,388±0,04	1,474±0,02	1,037±0,05	0,977±0,05
	Hekzan ekstrasi	İbre	0,381±0,01	0,382±0,01	0,331±0,03	0,269±0,06
		Kozalak	0,307±0,01	0,423±0,04	0,322±0,03	0,209±0,02
		Kabuk	0,514±0,01	0,485±0,02	0,404±0,01	0,282±0,01
200 µg/mL	Aseton ekstrasi	İbre	1,886±0,02	1,636±0,01	1,966±0,01	1,381±0,01
		Kozalak	3,990±0,02	2,879±0,01	3,990±0,02	3,990±0,06
		Kabuk	3,990±0,06	2,680±0,01	1,931±0,02	1,811±0,04
	Hekzan ekstrasi	İbre	0,655±0,04	0,599±0,01	0,594±0,01	0,466±0,04
		Kozalak	0,522±0,04	0,654±0,01	0,540±0,04	0,365±0,02
		Kabuk	1,025±0,02	0,774±0,01	0,682±0,01	0,477±0,01
		Referans				
		α-tokoferol	2,22±0,01			

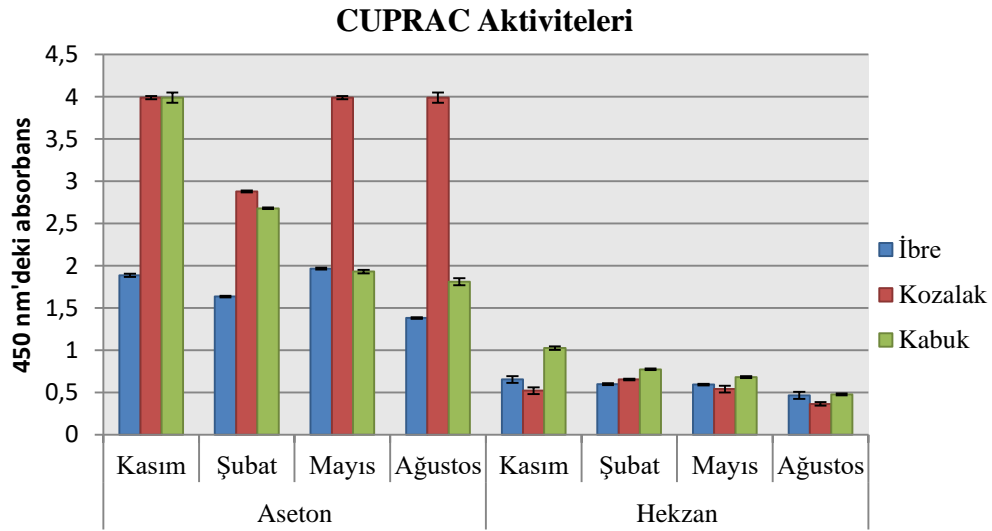
*: Standart hata (n=3)

Sonuçlar 450 nm dalga boyunda ölçülen absorbans miktarı olarak verilmiştir. Ve yüksek absorbans miktarı yüksek aktivite anlamına gelmektedir. Tablo 30'a bakıldığında genel olarak tüm ekstraların CUPRAC aktivitelerinde 25 µg/mL konsantrasyondan 200 µg/mL konsantrasyona doğru bir artış gözlenmekte ve en yüksek aktivitelerin 200 µg/mL

konsantrasyonda olduğu dikkati çekmektedir. Bu konsantrasyondaki sonuçlar incelendiğinde genel olarak tüm dönemlerde aseton ekstralarının hekzan ekstralarından çok daha yüksek aktivite gösterdiği görülmektedir. Diğer yandan aseton ekstraları kendi aralarında karşılaştırıldığında kozalak ekstralarının (Kasım $3,990 \pm 0,02$, Şubat $2,879 \pm 0,01$, Mayıs $3,990 \pm 0,02$, Ağustos $3,990 \pm 0,06$) kabuk ve ibreye göre daha iyi olduğu, ibre ekstralarının (Kasım $1,886 \pm 0,02$, Şubat $1,636 \pm 0,01$, Mayıs $1,966 \pm 0,01$, Ağustos $1,381 \pm 0,01$) ise en düşük aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, hekzan ekstralarında aktivite sıralaması en yüksekte en düşüğe doğru kabuk, ibre ve kozalak olmuştur.

Öte yandan dönemsel olarak bir karşılaştırma yapıldığında genel olarak Kasım dönemindeki yüksek değerler göze çarpmaktadır. Aseton ekstralarında kozalak ve kabuğun Kasım döneminde (her ikisinde de absorban $3,990 \pm 0,02$), ibrenin ise Mayıs döneminde ($1,966 \pm 0,01$) en yüksek aktivite gösterdiği bulunmuştur. Hekzan ekstralarında ise ibre ve kabuğun Kasım döneminde (sırasıyla absorban $0,655 \pm 0,04$, $1,025 \pm 0,02$), kozalığın Şubat döneminde (absorban $0,654 \pm 0,01$) en iyi sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir.

Şekil 48'de 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ve hekzan ekstralarının farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleri grafik olarak verilmiştir:



Şekil 48: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun 200 µg/mL konsantrasyondaki aseton ve hekzan ekstralarının farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleri

2. örneğin aseton ve hekzan ekstralarının 25, 50, 100 ve 200 µg/ ml (reaksiyon ortamında) konsantrasyonlardaki bakır (II) indirgeme antioksidan kapasiteleri (CUPRAC) 450 nm’de ölçülen absorbans miktarları olarak Tablo 31’de verilmiştir:

Tablo 31: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun farklı konsantrasyonlardaki aseton ve hekzan ekstralarının CUPRAC aktiviteleri

2.ÖRNEK		Bakır (II) indirgeme antioksidan kapasitesi (450 nm’deki absorbans± S.H*)				
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS	
25 µg/ mL	Aseton ekstrasi	İbre	0,252±0,02	0,317±0,02	0,273±0,01	0,226±0,02
		Kozalak	0,256±0,04	0,694±0,04	0,505±0,02	0,658±0,01
		Kabuk	0,303±0,03	0,809±0,01	0,642±0,04	0,803±0,01
	Hekzan ekstrasi	İbre	0,110±0,02	0,193±0,01	0,189±0,05	0,134±0,01
		Kozalak	0,156±0,02	0,226±0,02	0,151±0,03	0,140±0,03
		Kabuk	0,172±0,01	0,247±0,01	0,166±0,01	0,146±0,01
50 µg/ mL	Aseton ekstrasi	İbre	0,516±0,01	0,417±0,02	0,493±0,01	0,425±0,02
		Kozalak	0,659±0,02	1,035±0,02	0,937±0,01	1,269±0,02
		Kabuk	0,509±0,03	1,223±0,05	1,309±0,03	1,484±0,01
	Hekzan ekstrasi	İbre	0,186±0,06	0,232±0,01	0,260±0,03	0,206±0,01
		Kozalak	0,222±0,02	0,206±0,01	0,177±0,01	0,218±0,02
		Kabuk	0,296±0,02	0,295±0,02	0,247±0,03	0,238±0,04
100 µg/mL	Aseton ekstrasi	İbre	0,852±0,03	0,782±0,01	0,808±0,04	0,679±0,04
		Kozalak	1,110±0,01	1,994±0,03	1,669±0,04	2,282±0,05
		Kabuk	0,964±0,04	2,374±0,01	2,286±0,05	2,670±0,05
	Hekzan ekstrasi	İbre	0,291±0,02	0,449±0,02	0,427±0,03	0,355±0,03
		Kozalak	0,338±0,01	0,371±0,06	0,263±0,03	0,311±0,02
		Kabuk	0,494±0,01	0,542±0,02	0,382±0,02	0,414±0,01
200 µg/mL	Aseton ekstrasi	İbre	1,659±0,01	1,342±0,01	1,389±0,02	1,203±0,01
		Kozalak	2,126±0,03	3,99±0,02	2,919±0,02	3,187±0,01
		Kabuk	1,914±0,04	3,99±0,01	3,99±0,01	3,99±0,01
	Hekzan ekstrasi	İbre	0,514±0,05	0,637±0,03	0,774±0,01	0,632±0,04
		Kozalak	0,484±0,06	0,539±0,03	0,414±0,04	0,482±0,02
		Kabuk	0,909±0,01	0,866±0,01	0,632±0,03	0,610±0,01
Referans						
		α-tokoferol	2,22±0,01			

*: Standart hata (n=3)

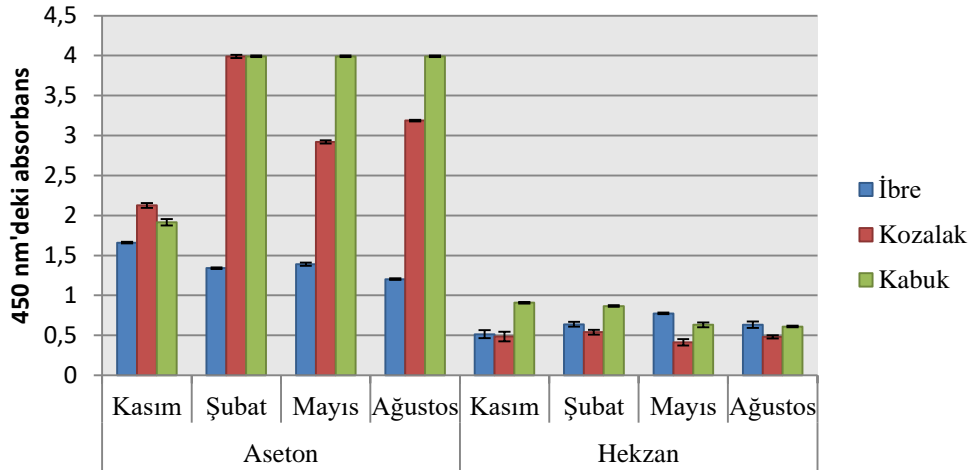
Tablo 31 incelendiğinde aktivitelelerin 25 µg/mL konsantrasyondan 200 µg/mL konsantrasyona doğru arttığı, en yüksek aktivitelelerin tüm ekstrelerde 200 µg/mL konsantrasyonda oluşu görülmektedir. Bu konsantrasyondaki sonuçlara bakıldığında genel olarak aseton ekstrelerinin aktivitelelerinin hekzan ekstrelerine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Aseton ekstrelerin kendi aralarında karşılaştırıldığı zaman, en yüksek aktivitelelerin kabukta (Kasım 1,914±0,04, Şubat, Mayıs ve Ağustos 3,99±0,01), en düşük aktivitelelerin ise ibrede (Kasım 1,659±0,01, Şubat 1,342±0,01, Mayıs 1,389±0,02, Ağustos 1,203±0,01) olduğu göze çarpmaktadır. Hekzan ekstrelerinde ise aktivitelelerin en yüksekten en düşüğe doğru kabuk, ibre ve kozalak olarak sıralandığı tespit edilmiştir.

Diğer taraftan sonuçlar dönemsel olarak incelendiğinde, Şubat dönemindeki yüksek aktivite değerleri dikkati çekmektedir. Aseton ekstrelerinde, kozalak ve kabukta en yüksek aktiviteleler Şubat döneminde (her ikisinde de absorban 3,99±0,01) gözlenirken, ibrede Kasım döneminde (absorbans 1,659±0,01) gözlenmiştir. Hekzan ekstrelerinde ise farklı dönemlerdeki aktiviteleler arasında önemli bir değişim görülmezken, ibrede en yüksek aktivite Mayıs döneminde (absorbans 0,774±0,01), kozalakta Şubat döneminde (absorbans 0,539±0,03) ve kabukta Kasım döneminde (absorbans 0,909±0,01) tespit edilmiştir.

1. örneğin CUPRAC aktivite sonuçları ile 2. örneğin sonuçları genel olarak benzerlik gösterse de dönemsel değişikliklerde farklılıklar görülmektedir. 1. örnekte genel olarak Kasım döneminde yüksek aktiviteleler gözlenirken, 2. örnekte ise Şubat döneminde yüksek aktiviteleler bulunmuştur.

2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ve hekzan ekstrelerinin farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleleri Şekil 49'da grafik olarak verilmiştir:

CUPRAC Aktiviteleri



Şekil 49: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun 200 µg/ml konsantrasyondaki aseton ve hekzan ekstralarının farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleri

3.2.2 Toplam Fenolik Miktar Tayinine Ait Bulgular

Tüm ekstraların toplam fenolik miktarları gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmış ve değerler mg/g ekstre olarak verilmiştir. 1. örneğe ait ekstraların toplam fenolik madde miktarları Tablo 32’de verilmiştir:

Tablo 32: 1. örneğe ait farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun ekstralarının toplam fenolik madde miktarları (mg/g ekstre GAE)

1.ÖRNEK		mg/g ekstre gallik asit eşdeğeri (GAE) ± S.H*			
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
Aseton ekstresi	İbre	70,27±1,52	61,14±10,60	84,24±11,44	67,52±8,24
	Kozalak	272,70±4,05	142,06±4,08	144,25±10,92	235,08±16,78
	Kabuk	189,57±10,84	99,95±9,59	76,66±17,78	74,73±3,79
Hekzan ekstresi	İbre	24,68±2,15	25,59±2,29	31,66±1,12	34,17±8,47
	Kozalak	63,76±12,39	59,11±6,13	59,28±11,58	64,92±9,38
	Kabuk	28,26±2,63	93,49±7,15	78,05±13,32	69,46±5,64

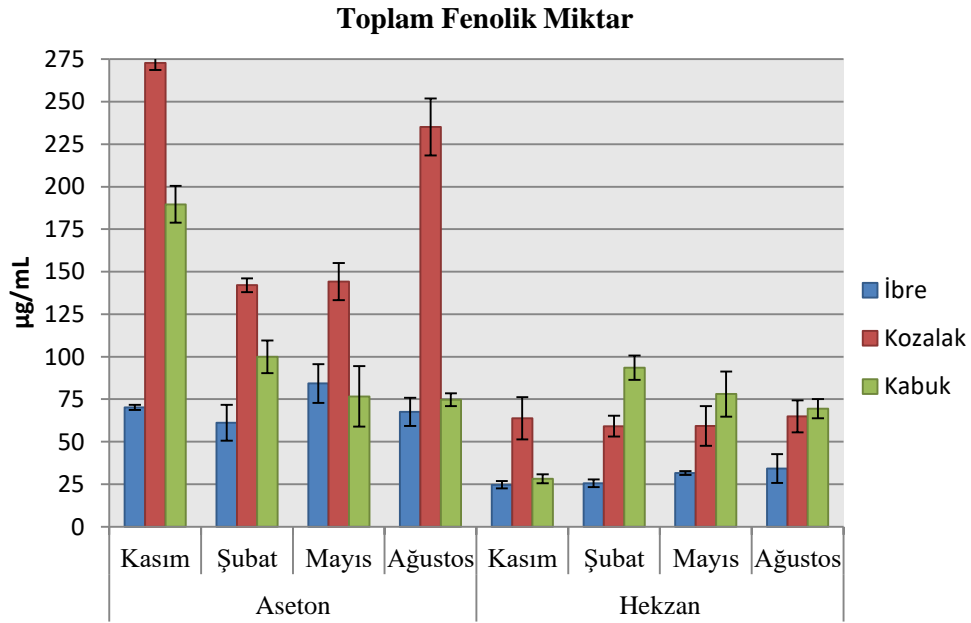
*: Standart hata (n=3)

Tablo 32’ye bakıldığı zaman, aynı dönemde aseton ekstralarının hekzan ekstralarına göre toplam fenolik madde miktarlarının oldukça yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Yine aynı dönemlerde aseton ekstraları karşılaştırıldığında, kozalaktaki miktarların (Kasım 272,70±4,05 mg/g, Şubat 142,06±4,08 mg/g, Mayıs 144,25±10,92 mg/g, Ağustos

235,08±16,78 mg/g) en yüksek,, ibrelerdeki miktarların (Kasım 70,27±1,52 mg/g, Şubat 61,14±10,60 mg/g, Mayıs 84,24±11,44 mg/g, Ağustos 67,52±8,24 mg/g) ise en düşük olduğu görülmektedir. Hekzan ekstrelerine bakıldığında ise kabuklardaki miktarların ibre ve kozalaklara göre daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır.

Diğer yandan dönemsel olarak kıyaslandığında; aseton ekstrelerinde kozalak ve kabuktaki toplam fenolik madde miktarlarının Kasım döneminde (sırasıyla 272,70±4,05, 189,57±10,84 mg/g), ibredeki miktarların ise Şubat döneminde (84,24±11,44 mg/g) yüksek olduğu görülmektedir. Hekzan ekstrelerinde ise ibre ve kozalaktaki toplam fenolik madde miktarları Ağustos döneminde, kabuğun ise Şubat döneminde en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ekstrelerdeki toplam fenolik miktarları hem kendi aralarında hem de dönemsel olarak karşılaştırmasını daha iyi görebilmek için Şekil 50'deki grafik verilmiştir:



Şekil 50: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinin toplam fenolik miktarları

2. örneğin tüm ekstrelerinin toplam fenolik madde miktarları Tablo 33'de verilmiştir:

Tablo 33: 2. örneğe ait farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun ekstralarının toplam fenolik madde miktarları (mg/g ekstre GAE)

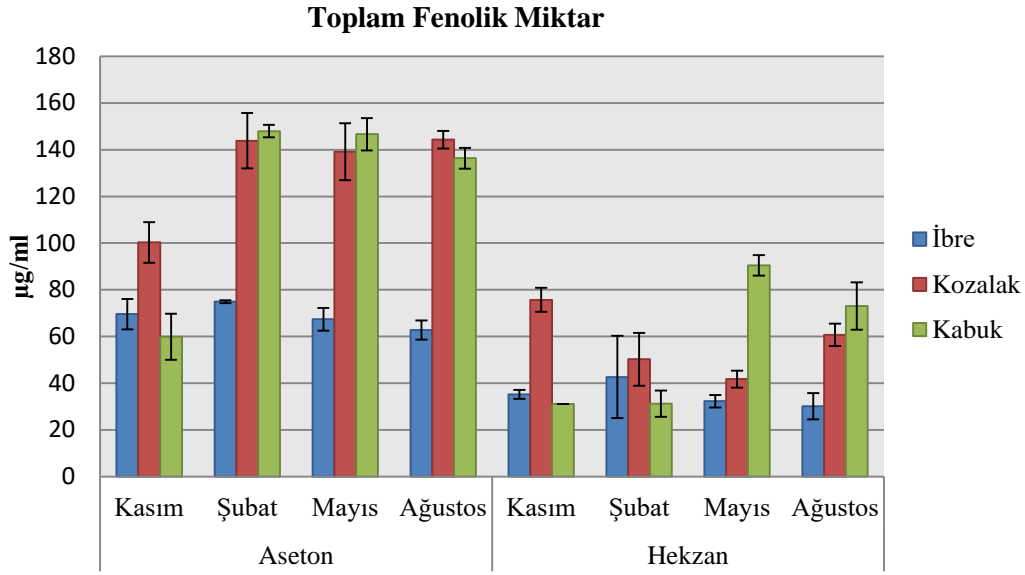
2.ÖRNEK		mg/ g ekstre gallik asit eşdeğeri (GAE) ± S.H*			
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
Aseton ekstresi	İbre	69,56±6,46	74,93±0,62	67,42±4,87	62,77±4,08
	Kozalak	100,27±8,68	143,83±11,89	139,07±12,21	144,27±3,78
	Kabuk	59,90±9,84	147,96±2,71	146,64±6,90	136,33±4,51
Hekzan ekstresi	İbre	35,21±1,88	42,68±17,64	32,30±2,67	30,18±5,59
	Kozalak	75,72±5,15	50,25±11,34	41,76±3,64	60,72±4,74
	Kabuk	31,07±0	31,23±5,58	90,47±4,44	73,02±10,12

*: Standart hata (n=3)

Tablo 33 incelendiğinde 1. örnekte olduğu gibi aseton ekstralarının toplam fenolik madde miktarları hekzan ekstralarında miktarlara göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Öte yandan aynı dönemde aseton ekstraları kıyaslandığında kozalakdaki miktarların (Kasım 100,27±8,68 mg/g, Şubat 143,83±11,89 mg/g, Mayıs 139,07±12,21 mg/g, Ağustos 144,27±3,78 mg/g) en yüksek, ibredeki miktarların (Kasım 69,56±6,46 mg/g, Şubat 74,93±0,62 mg/g, Mayıs 67,42±4,87 mg/g, Ağustos 62,77±4,08 mg/g) ise en düşük olduğu dikkati çekmektedir. Hekzan ekstralarında ise yine en yüksek miktarlar kozalakta, en düşük miktarlar ibrede olduğu tespit edilmiştir.

Dönemsel olarak kıyaslandığında, aseton ekstralarında ibredeki ve kabuktaki miktarlar Şubat döneminde (sırasıyla 74,93±0,62 ve 147,96±2,71 mg/g ekstre), kozalakdaki miktarlar ise Ağustos döneminde (144,27±3,78 mg/g ekstre) en yüksek çıkmıştır. Hekzan ekstraları incelendiğinde ise ibredeki miktarların Şubat döneminde yüksek olduğu görülürken, kozalakdaki miktarların Kasım döneminde, kabuktaki miktarların ise Ağustos döneminde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 51'deki grafikte ekstraların toplam fenolik miktarlarının karşılaştırılması daha detaylı görülmektedir:



Şekil 51: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstralarının toplam fenolik miktarları

3.2.3 Toplam Flavonoid Miktar Tayinine Ait Bulgular

Tüm ekstralara ait toplam flavonoid madde miktarları kuersetin eşdeğeri olarak hesaplanmış ve mg/g ekstre olarak verilmiştir. 1. örneğin tüm ekstralarına ait toplam flavonoid miktarları Tablo 34’da verilmiştir:

Tablo 34: 1. örneğe ait farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun ekstralarının toplam flavonoid miktarları (mg/g ekstre KE)

1.ÖRNEK		mg/ g ekstre kuersetin eşdeğer (KE) ± S.H*			
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
Aseton Ekstresi	İbre	127,13±21,97	28,35±0,63	28,43±0,10	10,07±0,79
	Kozalak	5,09±0,03	6,62±1,11	4,97±0,73	3,61±1,04
	Kabuk	-	1,80±0,10	10,42±1,32	-
Hekzan ekstresi	İbre	79,52±6,76	43,48±1,24	40,68±3,81	41,64±1,61
	Kozalak	61,59±12,87	49,54±2,22	42,80±16,66	35,75±2,13
	Kabuk	67,35±12,97	35,94±4,68	66,73±0,80	59,28±1,98

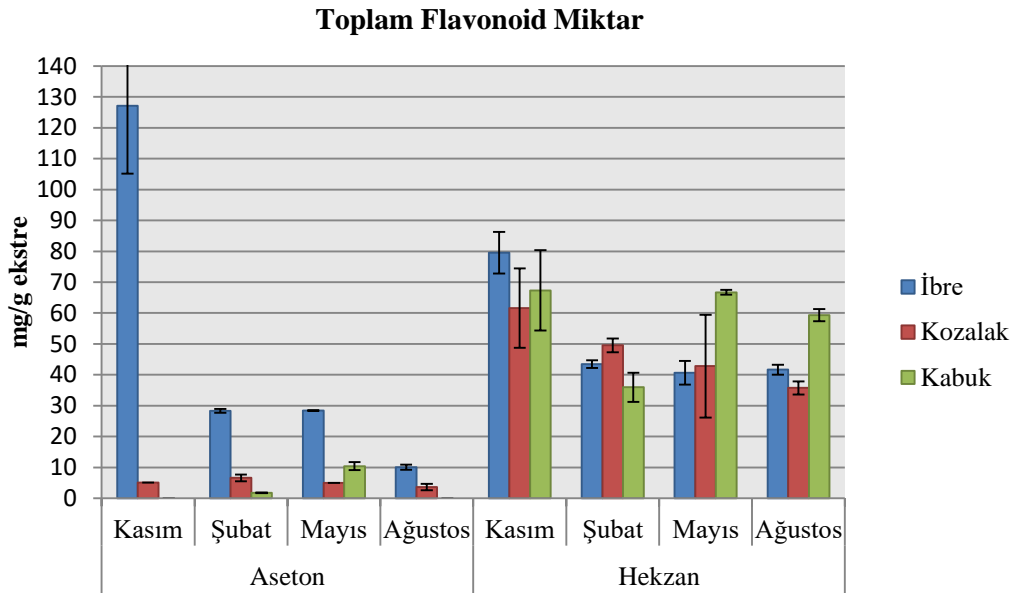
*: Standart hata (n=3)

Tablo 34 incelendiğinde genel olarak hekzan ekstralarının toplam flavonoid miktarlarının aseton ekstralarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Aseton ekstralarına bakıldığı zaman aynı dönemde ibredeki miktarların (Kasım 127,13±21,97, Şubat 28,35±0,63, Mayıs 28,43±0,10, Ağustos 10,07±0,79 mg/g ekstre) en yüksek, kabuktaki miktarların ise en

düşük olduğu göze çarpmaktadır. Hekzan ekstralarında ise genel olarak birbirine yakın değerler bulunmuşsa da ibredeki miktarların (Kasım $79,52 \pm 6,76$, Şubat $43,48 \pm 1,24$, Mayıs $40,68 \pm 3,81$, Ağustos $41,64 \pm 1,61$ mg/g ekstre) kozalak ve kabuktaki miktarlardan daha yüksek olduğu, en düşük miktarların ise kozalakta olduğu tespit edilmiştir.

Diğer yandan dönemsel olarak bir kıyaslama yapıldığında ise Kasım dönemindeki yüksek miktarlar dikkati çekmektedir. Aseton ekstralarında ibredeki toplam flavonoid miktarları Kasım döneminde, kozalakta, Şubat döneminde, kabuktaki ise Mayıs döneminde en yüksek olarak tespit edilmiştir. Ancak aseton ekstralarında kozalak ve kabuktaki miktarların oldukça düşük olduğu, hatta bazı dönemlerde toplam flavonoid madde miktarının bulunmadığı tespit edilmiştir. Hekzanın tüm ekstralarında ise en yüksek miktarlar Kasım döneminde (ibre, kozalak ve kabuk sırasıyla $79,52 \pm 6,76$, $61,59 \pm 12,87$ ve $67,35 \pm 12,97$ mg/g ekstre) görülmüş daha sonraki dönemlerde miktarlarda azalma olduğu belirlenmiştir.

1. örneğin tüm ekstralarının toplam flavonoid miktarları Şekil 52'deki grafikte detaylı gösterilmiştir:



Şekil 52: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstralarının toplam flavonoid miktarları

2. örneğin tüm ekstralarının toplam flavonoid madde miktarları Tablo 35'te verilmiştir:

Tablo 35: 2. örneğe ait farklı dönemlerde toplanan ibre, kozalak ve kabuğun ekstralarının toplam flavonoid madde miktarları (mg/g ekstre KE)

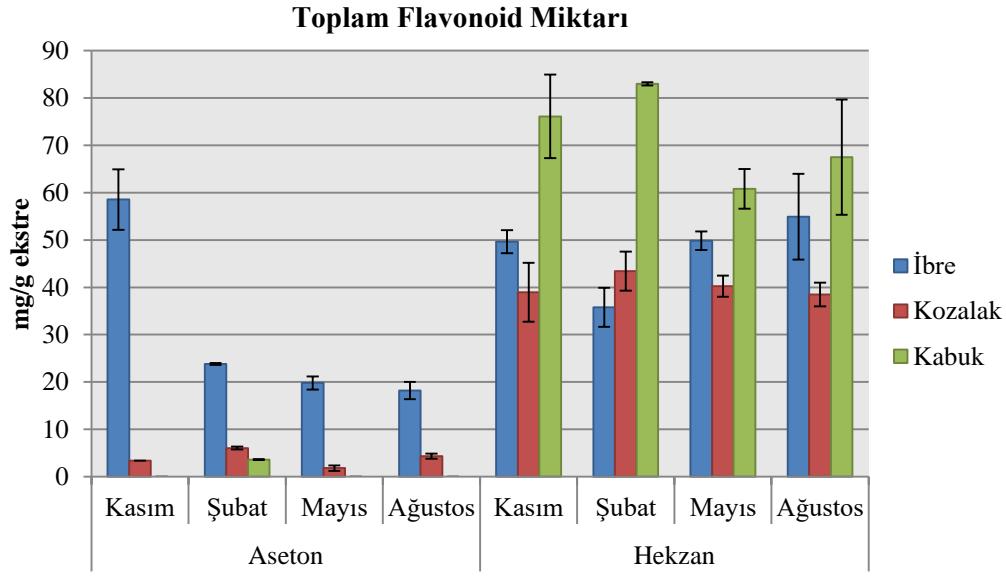
2.ÖRNEK	mg/ g ekstre kuersetin eşdeğer (KE) ± S.H*				
	KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS	
Aseton ekstresi	İbre	58,55±6,38	23,82±0,22	19,78±1,36	18,19±1,81
	Kozalak	3,39±0,20	6,04±0,31	1,80±0,58	4,32±0,55
	Kabuk	-	3,61±0,05	-	-
Hekzan ekstresi	İbre	49,67±2,43	35,75±4,13	49,82±1,97	54,93±9,05
	Kozalak	38,97±6,22	43,42±4,12	40,22±2,24	38,48±2,49
	Kabuk	76,12±8,82	82,99±0,36	60,80±4,18	67,51±12,17

*: Standart hata (n=3)

Tablo 35'e bakıldığında aynı dönemlerde hekzan ekstralarında toplam flavonoid madde miktarlarının aseton ekstralarındaki miktarlardan yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Aseton ekstralarında aynı dönemde, ibredeki miktarlar (Kasım 58,55±6,38, Şubat 23,82±0,22, Mayıs 19,78±1,36, Ağustos 18,19±1,81 mg/g ekstre) en yüksek olarak belirlenirken, en düşük miktarlar ise kabukta gözlenmiştir. Hekzan ekstralarında ise en yüksek miktarlar kabukta görülürken (Kasım 76,12±8,82, Şubat 82,99±0,36, Mayıs 60,80±4,18, Ağustos 67,51±12,17 mg/g ekstre), en düşük miktarlar ise kozalakta tespit edilmiştir.

Öte yandan dönemsel olarak bir kıyaslama yapıldığında, aseton ekstralarında ibredeki miktarlar Kasım döneminde, kozalak ve kabuktaki miktarlar ise Şubat döneminde en yüksek çıkmış, kabuğun Şubat dışındaki dönemlerinde toplam flavonoid madde miktarı bulunamamıştır. Hekzan ekstralarında ise ibredeki miktarlar Ağustos döneminde (54,93±9,05 mg/g ekstre), kozalak ve kabuktaki miktarlar ise Şubat döneminde (sırasıyla 43,42±4,12 ve 82,99±0,36 mg/g ekstre) daha fazla olarak tespit edilmiştir.

Şekil 53'te 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstralarının toplam flavonoid miktarları daha detaylı olarak grafik halinde verilmiştir:



Şekil 53: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk ekstralarının toplam flavonoid miktarları

3.2.4 Antikolinesteraz Aktivite Bulguları

Antikolinesteraz aktiviteye ait bulgular asetilkolinesteraz enzim inhibisyonu ve bütürlkolinesteraz enzim inhibisyonu olmak üzere iki kısımda incelenmiştir.

3.2.4.1 Asetilkolinesteraz (AChE) Enzim İnhibisyon Aktivitelerine Ait Bulgular

Tüm ekstraların ve uçucu yağların asetilkolinesteraz enzim inhibisyonu aktiviteleri farklı konsantrasyonlarda denenmiş ve 200 µl/mL konsantrasyonundaki aktivite sonuçları % inhibisyon olarak hesaplanmıştır. Asetilkolinesteraz enzim inhibisyonu aktivitelerine ait bulgular Tablo 36'da verilmiştir:

Tablo 36: Farklı dönemlerdeki tüm ekstrelerin ve uçucu yağların asetilkolinesteraz enzim inhibisyon aktiviteleri (%)

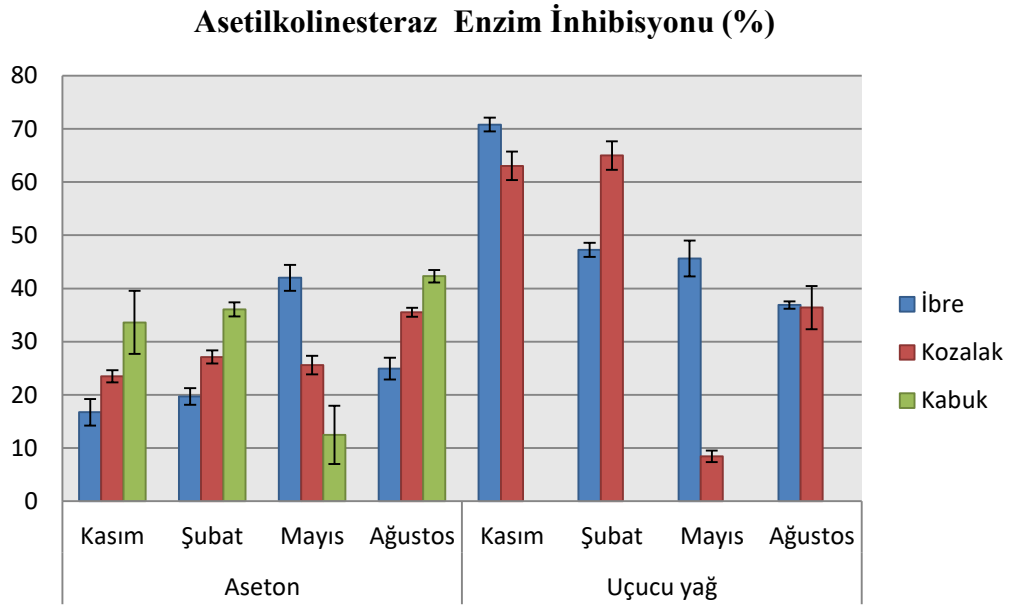
		AChE enzim inhibisyonu % ± S.H.*					
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS		
1. ÖRNEK	Aseton ekstresi	İbre	16,74±2,50	19,71±1,55	42,00±2,45	24,94±2,04	
		Kozalak	23,50±1,13	27,12±1,24	25,59±1,77	35,50±0,85	
		Kabuk	33,62±5,92	36,08±1,32	12,49±5,48	42,30±1,19	
	Hekzan ekstresi	İbre	-	-	-	-	
		Kozalak	-	-	-	-	
		Kabuk	-	-	-	-	
	Uçucu yağ	İbre	70,81±1,32	47,28±1,32	45,64±3,37	36,88±0,67	
		Kozalak	63,04±2,68	64,98±2,68	8,42±1,08	36,40±4,04	
	2. ÖRNEK	Aseton ekstresi	İbre	-	-	-	32,70±9,39
			Kozalak	-	-	-	16,36±11,09
Kabuk			24,13±4,36	11,75±1,16	-	27,41±3,40	
Hekzan ekstresi		İbre	-	-	-	-	
		Kozalak	-	-	14,02±6,23	-	
		Kabuk	-	-	-	-	
Uçucu yağ		İbre	16,97±0,57	78,89±1,77	78,40±2,27	75,47±0,75	
		Kozalak	46,99±2,5	87,73±0,97	96,48±1,52	88,29±1,00	

*:Standart hata (n=3)

Tablo 36’da 1.örnek incelendiğinde, aynı dönemlerde uçucu yağların enzim inhibisyon yüzdelerinin, diğer ekstrelere göre oldukça yüksek olduğu, hekzan ekstrelerinin hiçbirinde aktivite görülmediği tespit edilmiştir. Aseton ekstrelerinde en yüksek inhibisyon oranları kabukta gözlenirken (Kasım %33,62±5,92, Şubat %36,08±1,32, Mayıs %12,49±5,48, Ağustos %42,30±1,19), en düşük inhibisyon oranları ise genellikle ibrede gözlenmiştir. Uçucu yağlarda ise aynı dönemde kozalakların (Kasım %70,81±1,32, Şubat %47,28±1,32, Mayıs %45,64±3,37, Ağustos %36,88±0,67) inhibisyon oranlarının yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Diğer taraftan dönemsel olarak karşılaştırıldığında, aseton ekstrelerinde ibrenin inhibisyon oranı Mayıs döneminde (%42,00±2,45), kozalak ve kabuğun ise Ağustos döneminde (sırasıyla % 35,50±0,85 ve % 42,30±1,19) en yüksek bulunmuştur. Uçucu yağlarda ise ibrenin inhibisyon oranı Kasım döneminde yüksek çıkarken, kozalağınki ise Şubat döneminde yüksek çıkmıştır.

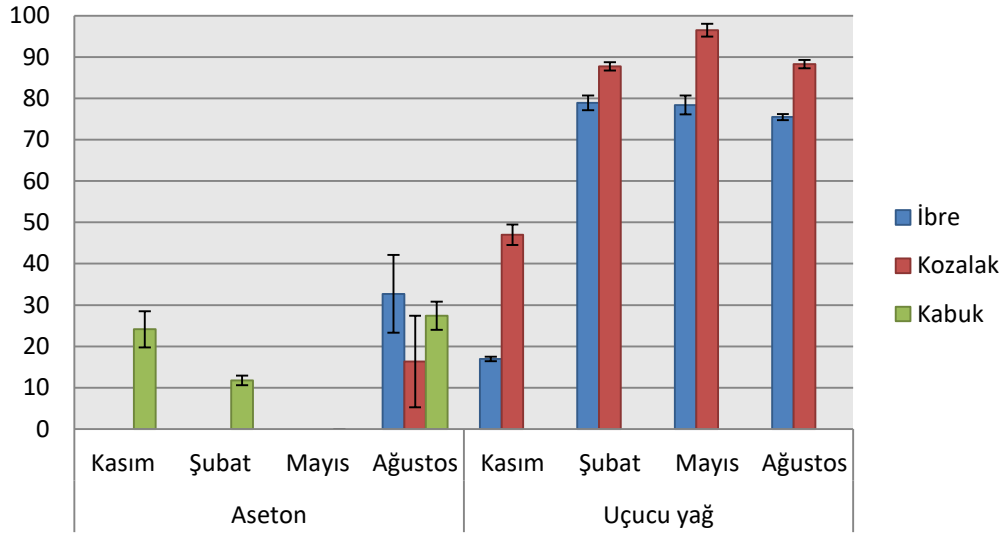
2. örnek incelendiğinde; yine diğer ekstrele göre uçucu yağların oldukça yüksek enzim inhibisyon değerleri göze çarpmaktadır. Hekzan ekstralarında genel olarak aktivitenin olmadığı dikkati çekmektedir. Aseton ekstralarında ise Ağustos döneminde aktivitenin gözlemlendiği ve bu dönemde en yüksek aktivitenin ise ibrede (%32,70±9,39) olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan uçucu yağlarda aynı dönemde kozalakın aktivitenin ibreye göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Uçucu yağlar dönemsel olarak karşılaştırıldığında ise ibrede en yüksek inhibisyon oranının Şubat döneminde (%78,89±1,77), kozalakta ise Mayıs döneminde (%96,48±1,52) olduğu tespit edilmiştir.

1. ve 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk aseton ekstraları ve uçucu yağlarının asetilkolinesteraz enzim inhibisyon aktivitelerine ait grafikler Şekil 54 ve Şekil 55'te verilmiştir:



Şekil 54: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstraları ve uçucu yağlarının asetilkolinesteraz enzim inhibisyonları

Asetilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%)



Şekil 55: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstreleri ve uçucu yağlarının asetilkolinesteraz enzim inhibisyonları

Tablo 37'de 1. ve 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun uçucu yağlarının asetilkolinesteraz enzim inhibisyonundaki IC₅₀ değerleri verilmiştir:

Tablo 37: Farklı dönemlerdeki uçucu yağların asetilkolinesteraz enzim inhibisyon aktiviteleri (IC₅₀-µg/mL)

		AChE enzim inhibisyonu (IC ₅₀ -µg/ml± S.H.*)			
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
1.	İbre	72,01±1,22	>200	>200	>200
	Kozalak	131,56±1,65	148,56±1,33	>200	>200
2.	İbre	>200	72,20±0,92	57,14±0,66	100,36±1,2
	Kozalak	>200	25,02±0,74	20,85±0,45	23,64±0,33
		Referans			
		Galantamin		5,01±0,10	

*: Standart hata (n=3)

3.2.4.2 Bütirikolinesteraz (BChE) Enzim İnhibisyon Aktivitelerine Ait Bulgular

Tüm ekstrelerin ve uçucu yağların bütirikolinesteraz enzim inhibisyonu aktiviteleri farklı konsantrasyonlarda denenmiş ve 200 µl/mL konsantrasyonundaki aktivite sonuçları % inhibisyon olarak hesaplanmıştır. Bütirikolinesteraz enzim inhibisyonu aktivitelerine ait bulgular Tablo 38'de verilmiştir:

Tablo 38: Farklı dönemlerdeki tüm ekstrelerin ve uçucu yağların bütirilkolinesteraz enzim inhibisyon aktiviteleri

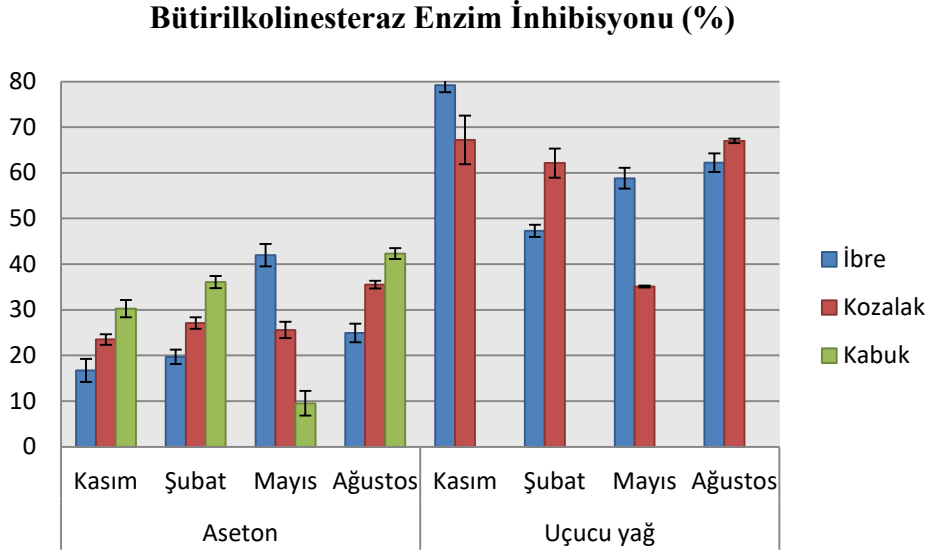
		BChE enzim inhibisyonu % ± S.H.*					
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS		
1. ÖRNEK	Aseton ekstresi	İbre	16,74±2,50	19,71±1,55	42,00±2,45	24,94±2,04	
		Kozalak	23,50±1,13	27,12±1,24	25,59±1,77	35,50±0,85	
		Kabuk	30,29±1,90	36,08±1,32	9,53±2,71	42,30±1,19	
	Hekzan ekstresi	İbre	-	-	-	-	
		Kozalak	-	-	-	-	
		Kabuk	-	-	-	-	
	Uçucu yağ	İbre	79,20±1,58	47,28±1,32	58,82±2,28	62,25±2,04	
		Kozalak	67,22±5,32	62,14±3,19	35,09±0,22	67,01±0,51	
	2. ÖRNEK	Aseton ekstresi	İbre	32,94±2,86	21,17±1,04	32,91±2,67	27,48±3,57
			Kozalak	27,31±5,62	40,24±1,48	34,91±3,93	22,57±3,74
Kabuk			39,35±2,89	33,87±2,18	3,34±0,66	27,41±3,40	
Hekzan ekstresi		İbre	21,09±5,57	47,34±2,60	45,52±1,08	75,92±0,55	
		Kozalak	0,27±7,35	-	14,02±6,23	14,50±3,75	
		Kabuk	-	-	-	28,81±1,02	
Uçucu yağ		İbre	57,75±0,36	80,89±2,78	77,41±0,59	99,99±0,02	
		Kozalak	55,83±3,41	98,59±2,20	91,55±0,63	84,45±2,20	

*: Standart hata (n=3)

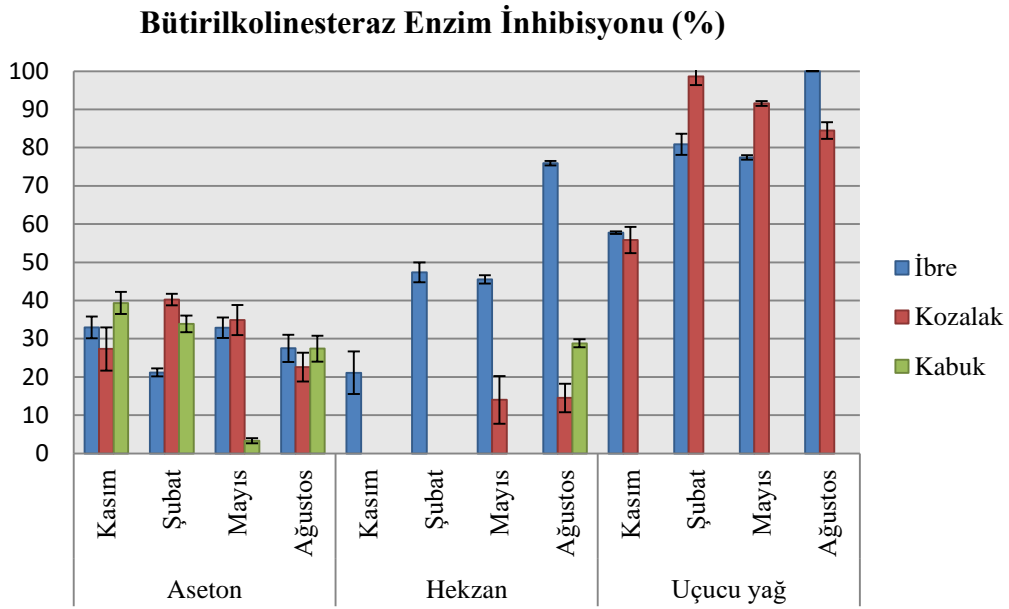
Tablo 38 incelendiğinde 1. örnekteki sonuçların asetilkolinesteraz enzim inhibisyonundaki sonuçlar ile neredeyse aynı olduğu görülmüştür.

2. örnek incelendiğinde, genel olarak tüm ekstrelerde 1. örnekten daha yüksek aktiviteler görülmektedir. Yine 1. örnekte olduğu uçucu yağların bütirilkolinesteraz enzim inhibisyon oranlarının oldukça yüksek olduğu göze çarpmaktadır. 1. örneğin hekzan ekstrelerinde aktivite gözlenmezken, 2. örneğin hekzan ekstrelerinde kayda değer aktiviteler tespit edilmiştir. Öte yandan dönemsel olarak karşılaştırma yapıldığında aseton ekstrelerinde ibredeki ve kabuktaki inhibisyon oranlarının Kasım döneminde (sırasıyla %32,94±2,86 ve %39,35±2,89), kozalaktaki inhibisyon oranının ise Şubat döneminde (%40,24±1,48) en iyi olduğu tespit edilmiştir. Hekzan ekstrelerine bakıldığı zaman ise, tüm ekstrelerin inhibisyon oranlarının Ağustos döneminde yüksek olduğu görülmektedir. Uçucu yağlarda, ibredeki enzim inhibisyon oranları Ağustosta (%99,99±0,02) en yüksek çıkarken, kozalaktaki inhibisyon oranları ise Şubatta (%98,59±2,20) en yüksek çıkmıştır.

1. ve 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuk aseton ekstraktları ve uçucu yağlarının bütirilkolinesteraz enzim inhibisyon aktivitelerine ait grafikler Şekil 56 ve Şekil 57’de verilmiştir:



Şekil 56: 1. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstraktlarının ve uçucu yağlarının bütirilkolinesteraz enzim inhibisyonları



Şekil 57: 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstraktlarının ve uçucu yağlarının bütirilkolinesteraz enzim inhibisyonları

1. ve 2. örnekten alınan ibre, kozalak ve kabağın uçucu yağının asetilkolinesteraz enzim inhibisyonundaki IC₅₀ değerleri Tablo 39'da gösterilmiştir:

Tablo 39: Farklı dönemlerdeki uçucu yağların bütirikolinesteraz enzim inhibisyon aktiviteleri (IC₅₀-µg/mL)

		BChE enzim inhibisyonu (IC₅₀-µg/ml± S.H.*)			
		KASIM	ŞUBAT	MAYIS	AĞUSTOS
1.	İbre	37,32±0,92	>200	113,10±1,75	127,31±1,36
ÖRNEK	Kozalak	120,22±0	132,24±2,25	>200	>200
2.	İbre	80,48±1,17	26,38±0,94	37,10±0,34	<10
ÖRNEK	Kozalak	151,66±2,1	<10	10,98±0,21	20,17±0,62
		Referans			
		Galantamin	53,90±0,56		

*: Standart hata (n=3)

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

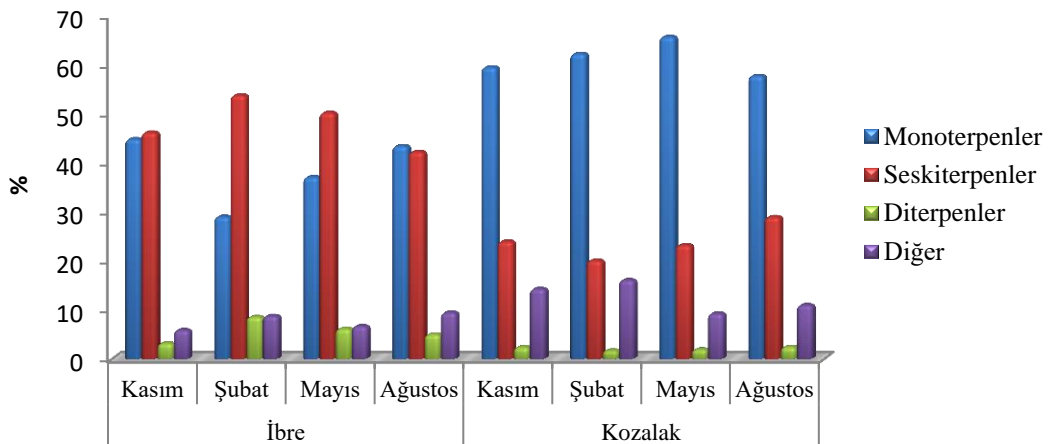
Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait) ülkemizde doğal olarak yetişmeyen, genel itibari ile Fransa, İspanya, Portekiz ve Kuzey Afrika ülkelerinin sahil kesimlerinde veya sahile yakın iç kesimlerde yetişen bir Akdeniz çam türüdür. Ülkemizde 1970'li yıllardan sonra özellikle üzerinde durulmuş ve ağaçlandırması yapılmıştır. Halk arasında diğer çam türleri gibi bu çam türünden elde edilen ürünler de birçok farklı hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Avrupa'da pek çok alanda kullanılan Sahil Çamı, tıbbi olarak da değişik tedavilerde kullanılmakta, üzerine çok sayıda bilimsel çalışma yapılmaktadır. Pknogenol ismiyle patenti de alınan Sahil Çamı kabuğu ekstrelerinin başta antioksidan özelliği olmak üzere, birçok farklı tıbbi özelliğinin bulunduğu çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır. Öte yandan ülkemizin iklim ve toprağına uyum sağlamış ve iyi bir şekilde yayılım gösteren bu türün tıbbi değeri ne yazık ki bilinmemektedir. Ülkemizde üzerine farklı alanlarda çalışmalar yapılsa da kimyasal içerik ve biyolojik aktivite çalışmaları pek bulunmamakta, bunun sonucunda da ülkemizdeki Sahil Çamı'nın tıbbi önemi anlaşılammamakta ve diğer ülkelerde yetişen Sahil Çamı ile kimyasal içerik ve tıbbi yönden kıyaslanmamaktadır.

4.1 Uçucu Bileşenlere Ait Sonuçlar

Yaptığımız bu çalışmanın bir bölümünde Sahil Çamı'nın ibre ve kozalak gibi farklı kısımlarının uçucu bileşenleri tespit edilmiş, farklı dönemlerde toplanan örneklerdeki uçucu bileşenlerin dönemsel değişimleri incelenmiştir. İki farklı ağaçtan alınan örneklerin sonuçları benzerlik göstermektedir. 1. örnek incelendiğinde, ibre uçucu yağlarında ana bileşen olarak α -pinen (Kasım %29,83, Şubat %18,85, Mayıs %24,2, Ağustos %22,82), germakren-D (Kasım %23,66, Şubat %25,63 Mayıs %25,49, Ağustos %20,36) ve *trans*- β -karyofillen (Kasım %11,67, Şubat %12,14, Mayıs %11,7, Ağustos %8,26) bileşenleri tespit edilirken, kozalak uçucu yağlarında ise α -pinen (Kasım %29,01, Şubat %29,08, Mayıs %37,96, Ağustos %28,94), β -Pinen (Kasım %14,46, Şubat %10,36, Mayıs %14,54, Ağustos %15,13) ve junipen (Kasım %12,72, Şubat %11,22, Mayıs %12,15, Ağustos %12,82) ana bileşen olarak belirlenmiştir. Diğer yandan 2. örnek incelendiğinde, ibre uçucu yağlarında tüm dönemlerde α -pinen (Kasım %16,67, Şubat %22,69, Mayıs %26,31,

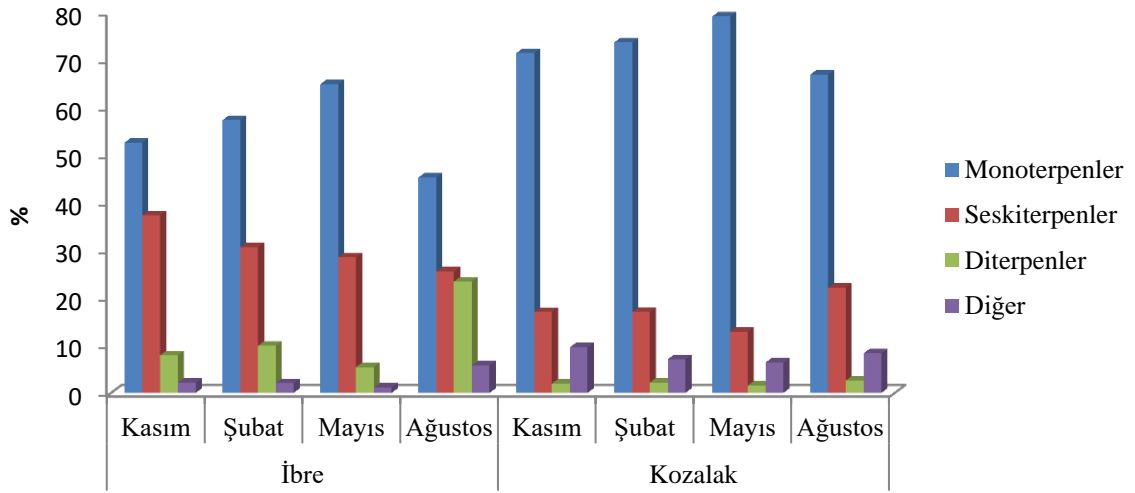
Ağustos %18,7), *trans*- β -karyofilen (Kasım %19,9, Şubat %15,49, Mayıs %15,51, Ağustos %11,13), mirsen (Kasım %10,23, Şubat %10,04, Mayıs %10,14, Ağustos %7,2) ana bileşen olarak belirlenirken, kozalak uçucu yağlarında; α -pinen (Kasım %28,84, Şubat %28,74, Mayıs %31,82, Ağustos %20,64), Δ^3 -Karen (Kasım %14,51, Şubat %14,99, Mayıs %15,14, Ağustos %15,01), β -pinen (Kasım %10,98, Şubat %10,66, Mayıs %11,5, Ağustos %11,03) ve junipen (Kasım %11,4, Şubat %10,91, Mayıs %8,58, Ağustos %11,91) ana bileşen olarak belirlenmiştir. Literatüre bakıldığında daha çok ibre uçucu yağlarının incelendiği görülmektedir. İbre uçucu yağlarında ana bileşenler Hmamouchi vd. (2001)'nin çalışmasında β -karyofilen (% 22,2) ve α -pinen (% 21,4); Macchioni vd. (2003)'nin çalışmasında α -pinen (%28,9) , β -pinen (% 21,7) ve β -karyofilen (%13,2); Ismail vd. (2013)'nin çalışmasında α -pinen (% 31,4) ve (Z)-karyofilen (%28,1); Ottavioli vd. (2008)'nin çalışmasında α -pinen (%6,4- 29,4), β -karyofilen (%4,4–19,9), germakren D (% 1,7–21,4); Petrakis vd (2001)'nin çalışmasında α -pinen (% 20,9), germakren D (% 19,2) ve β -karyofilen (% 14,8) olarak tespit edilmiştir. Kozalak uçucu yağlarında ise ana bileşenler Macchioni vd. (2003)'nin çalışmasında α -pinen (% 24,7) , β -pinen (% 29,2) ve longifolen (%20,8) olarak belirlenmiştir. Bizim yaptığımız çalışmadaki uçucu yağlara bakıldığında hem ibre hem de kozalak uçucu yağlarında ana bileşenlerin literatürdeki bu çalışmalarla benzerlik gösterdiği, ana bileşen oranlarının ise ortalama bir oranda olduğu görülmektedir.

Bu çalışmadaki uçucu yağ bileşenlerinin dönemsel karşılaştırılması Şekil 58 ve 59'da grafik halinde verilmiştir.



Şekil 58: 1. örnekten alınan ibre ve kozalak uçucu yağlarının farklı dönemlerdeki bileşen dağılımları

Şekil 58'deki ibre sonuçları incelendiğinde Kasım döneminde monoterpen ve seskiterpen oranlarının birbirine yakın olduğu, Şubat döneminde monoterpenlerin oranının düştüğü buna karşılık seskiterpen ve diterpenlerin oranlarının arttığı görülmektedir. Ayrıca Mayıs ve Ağustos dönemlerinde ise monoterpenlerin oranının tekrar arttığı, seskiterpenlerin oranının ise düştüğü tespit edilmiştir. Diğer yandan kozalak sonuçlarına bakıldığında monoterpenlerin oranının ibre uçucu yağına göre oldukça yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Kendi içerisinde seskiterpen ve diterpen oranları ile kıyaslandığında da yine monoterpenlerin oranının yüksek olduğu görülmektedir. Kasım döneminden Mayıs dönemine kadar monoterpenlerin oranının arttığı buna karşılık seskiterpenlerin oranının azaldığı, en yüksek monoterpen oranının da Mayıs döneminde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 59: 2. örnekten alınan ibre ve kozalak uçucu yağlarının farklı dönemlerdeki bileşen dağılımları

Şekil 59 incelendiğinde ibre ve kozalaktaki monoterpen ve diterpen oranlarının 1. örnekteki oranlara benzemediği ancak dönemsel değişimin (özellikle kozalak uçucu yağlarında) 1. Örnekle benzer olduğu göze çarpmaktadır.

Çalışmamızdaki uçucu bileşenlerin dönemsel değişim sonuçları Arrabal vd. (2014)'nin çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Arrabal vd. (2014) yaptıkları çalışmada yaz (Haziran) ve kış (Şubat) dönemlerindeki ibre uçucu bileşenlerinin değişimlerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak yaz döneminde kış dönemine geçildiğinde α -pinen'in %33,36'dan %44,02'ye yükseldiğini, β -pinen'in %41,95'ten %27,73'e, mirsen'in ise %12,34'ten %11,78'e düştüğünü bildirmişlerdir. Diğer yandan β -karyofilen'in 20,65'ten

42,16'ya yükseldiğini, germakren D'nin ise 33,16'dan 26,09'a düştüğünü görmüşlerdir. Bizim çalışmadaki ibre uçucu yağlarının Şubat ve Ağustos dönemleri karşılaştırıldığında α -pinen (Ağustos %22,82, Şubat %18,85), β -pinen (Ağustos %3,01, Şubat %2,43), mirsen (Sğustos %2,50, Kasım %1,77) ve β -karyofilen (Ağustos %8,26, Şubat %12,14) bileşenlerinin değişiminin Arrabal vd.'nin (2014) çalışmasındaki değişimlerle benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

4.2 Yağ ve Reçine Asitlerine Ait Sonuçlar

İbre, kozalak ve kabukların hekzan ekstralarının yağ ve reçine asitleri GC-MS'de analiz edilmiş, hem birbirleriyle hem de farklı dönemlerde karşılaştırma yapılmıştır. İki farklı ağaçtan örnekler alınmış, sonuçlar karşılaştırıldığında iki ağaçtan alınan örneklerin dönemsel değişimlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir.

İbre ekstralarında toplam 16, kozalak ekstralarında 17 ve kabuk ekstralarında 22 bileşen bulunmuştur. İbre ekstraları incelendiğinde tüm dönemlerde yağ asidi olarak laurik asit (12:0), 10-hidroksi dekanoik asit, oleik asit (18:1 Δ^9) yüksek miktarlarda bulunurken, reçine asidi olarak ise kopalik asit ve reçine asidi (M⁺392) yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Diğer yandan kozalak ekstralarında; yağ asidi olarak 7-metoksi-3,7-dimetil-oktanoik asit, linoleik asit (18:2 $\Delta^{9,12}$), oleik asit (18:1 Δ^9), reçine asidi olarak ise abietik asit ve neoabietik asit oranları yüksek çıkmıştır. Ayrıca kabuk ekstralarına bakıldığında yağ asitlerinde miktarı yüksek çıkan bileşenler linoleik asit (18:2 $\Delta^{9,12}$), oleik asit (18:1 Δ^9) ve palmitik asit (16:0) olurken, reçine asitlerinde ise abietik asit ve neoabietik asit olmuştur.

Literatüre bakıldığında Sahil Çamı üzerine yapılan yağ ve reçine asidi çalışmalarının daha çok odun ve tohum kısımları üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Sahil Çamı odunu üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında ana bileşenlerin yağ asitlerinde genel olarak palmitik asit, oleik asit ve linoleik asit (Arrabal ve Cortijo, 1994b; Nascimento vd., 1995; Conde vd., 2013; Conde vd., 2014), reçine asitlerinde abietik asit ve dehidroabietik asit (Arrabal ve Cortijo, 1994a; Arrabal vd., 2014) olarak tespit edildiği görülmektedir. Tohumlar üzerine yapılan çalışmalarda ise linoleik, oleik ve pinolenik yağ asitleri ana bileşen olarak tespit edilmiştir (Wolff ve Bayard, 1995; Wolff vd., 1998; Bagci ve Karaagacli, 2004; Kadri vd., 2015;). İbre üzerine de birkaç farklı çalışma yapılmış ve bu çalışmaların sonuçlarında yağ asidi ana bileşenleri olarak palmitik asit (%11,54-30,43),

stearik asit (%23,73-22,83), oleik asit (%13,26-10,98), reçine asidi ana bileşenleri olarak ise levopimerik asit+palustrik asit (%26,67), neoabietik asit (%22,99) ve antikopalik asit (%47,20) bulunmuştur. Yaptığımız bu çalışmadaki ibre ekstralarının yağ ve reçine asitleri ile karşılaştırıldığında oleik asit dışında ana bileşenlerin farklı olduğu görülmektedir. Oleik asidin oranının ise bizim çalışmamızda daha yüksek bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca literatüre bakıldığında Sahil Çamı'nın kozalak ve kabuğunun yağ ve reçine asidi ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır.

1. örnekten alınan ibre ekstralarının ana yağ ve reçine asitlerinin dönemsel karşılaştırılması Tablo 40'da verilmiştir:

Tablo 40: 1. örnekten alınan ibre ekstralarındaki ana yağ ve reçine asitleri (%)

No	r.t. (dk.)	Bileşenler	K	Ş	M	A
1	8.735	Laurik asit (12:0)	6.59	4.91	4.87	3.15
2	13.796	10-hidroksi dekanolik asit	9.26	8.12	7.67	5.87
3	18.860	Oleik asit (18:1 Δ^9)	14.23	18.8	21.54	20.56
4	22.211	Kopalik asit	5.97	5.83	6.32	8.23
5	32.189	Reçine asidi (M ⁺ 392)	7.32	10.4	6.19	12.59

K: Kasım, Ş: Şubat, M: Mayıs, A: Ağustos

Tablo 40'ta Şubat ve Ağustos dönemleri karşılaştırıldığında laurik asit ve 10-hidroksi dekanolik asidin oranlarının düştüğü, oleik asidin oranının arttığı görülmektedir. Diğer taraftan ana reçine asitlerine bakıldığında artış olduğu görülmektedir.

Yağ ve reçine asitlerinin dönemsel değişimi üzerine literatürde pek fazla çalışma olmamakla birlikte, Arrabal vd. (2014) yaptıkları çalışmada Haziran (yaz dönemi) ve Şubat (kış dönemi) olmak üzere iki farklı dönemde Sahil Çamı'nın ibre yağ ve reçine asitlerinin değişimine bakmışlardır. Çalışmanın sonucunda Şubat döneminden Haziran dönemine geçildiğinde sterarik asit, palmitik asit ve oleik asitte artışın olduğu, öte yandan levopimarik+palustrik asit, neoabietik asit ve abietik asidin düştüğünü tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmayla bu çalışma karşılaştırıldığında genel olarak ana bileşenler farklı olsa da, kış döneminden yaz dönemine geçişte benzerlik saptanmıştır. İki çalışmada da kış

döneminden yaz dönemine geçişte yağ asitleri oranında artış, reçine asitleri oranında ise düşüş olduğu görülmektedir.

4.3 Fenolik Bileşenlere Ait Sonuçlar

Çalışmamızın bu bölümünde ibre, kozalak ve kabuğun aseton ekstrelerinin HPLC cihazında analizi yapılmış, 10 farklı standart fenolik bileşen kullanılarak ekstrelerdeki miktarları tespit edilmiştir. Ayrıca dört farklı dönemde bu fenolik bileşenlerin miktarlarının değişimi tespit edilmiştir. Sonuç olarak tüm ekstrelerde protokateşik asit, kateşin, 4-hidroksibenzoik asit, epigallokateşin, kafeik asit, siringaldehit, taksifolin, ferulik asit, benzoik asit ve kuersetin olmak üzere 10 fenolik bileşen tespit edilmiştir. Tüm dönemlerde genel olarak ibre, kozalak ve kabuk ekstrelerinin hepsinde en yüksek oranlı fenolik bileşenler taksifolin, epigallokateşin ve kateşin olarak bulunmuştur. Bu bileşiklerden epigallokateşin ibre ekstrelerinde kozalak ve kabuktan daha yüksek çıkarken, taksifolin ve kateşin ise kabuk ekstrelerinde diğerlerinden daha yüksek çıkmıştır. İki farklı ağaçtan alınan örnekler paralel olarak çalışılmış, ana fenolik bileşenler iki örnek ağaçta da aynı çıkmış fakat dönemsel değişimlerde benzerlik bulunamamıştır.

Literatüre bakıldığında Sahil Çamı'nın fenolik bileşen çalışmalarının genel olarak kabuk ve odun kısımları üzerine yapıldığı görülmektedir. Çalışmalar incelendiğinde; kateşin, epikateşin (Jerez vd., 2006; Chupin vd., 2013; Conde vd., 2013b), epikateşin gallat (Chupin vd., 2013), gallik asit (Chupin vd., 2013; Ćurković-Perica vd., 2015), ferulik asit (Ćurković-Perica vd., 2015) ve taksifolinin (Conde, vd., 2013b; Ćurković-Perica vd., 2015) ana fenolik bileşenler olarak bulunduğu dikkati çekmektedir. Yaptığımız çalışma bu çalışmalarla karşılaştırıldığında, bizim çalışmamızdaki kabuk ekstresinin Kasım dönemindeki kateşin miktarının (% 13,368 mg/g ekstre), Mayıs dönemindeki taksifolin (16,629 mg/g ekstre) ve ferulik asit miktarlarının diğer çalışmalara göre oldukça yüksek olduğu saptanmıştır.

4.4 Antioksidan Aktivitelere Ait Sonuçlar

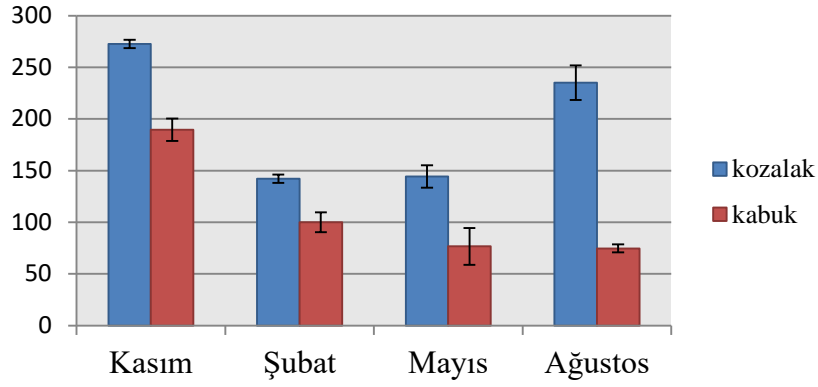
Antioksidan aktivite çalışmaları DPPH serbest radikal süpürücü etki, ABTS katyon radikal giderim aktivitesi ve bakır (II) indirgeme antioksidan kapasitesi olmak üzere üç farklı yöntem kullanılarak yapılmıştır. Üç antioksidan çalışması da hem uçucu yağlarda hem de

aseton ve hekzan ekstralarında uygulanmıştır. En iyi sonuçların tüm çalışmalarda da aseton ekstralarında görüldüğü, aseton ekstralarında ise en iyi sonuçların kozalak ve kabuk ekstralarında görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca dönemsel olarak bakıldığında ise genel olarak en iyi sonuçların Kasım ve Ağustos aylarında olduğu saptanmıştır. İki farklı ağaçtan alınan örnekler paralel olarak çalışılmış kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının tüm antioksidan aktiviteleri iki örnek ağaçta da benzer olarak yüksek çıkmıştır. Diğer taraftan dönemsel değişimlerin DPPH aktivite çalışmasında iki örnek ağaçta benzer olduğu fakat ABTS ve CUPRAC aktivite çalışmalarında farklılıklar olduğu görülmüştür.

Şekil 60'ta 1. Örnekten alınan kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının farklı dönemlerdeki toplam fenolik miktarları, DPPH aktiviteleri ve ABTS aktiviteleri üç farklı grafik halinde verilmiştir:

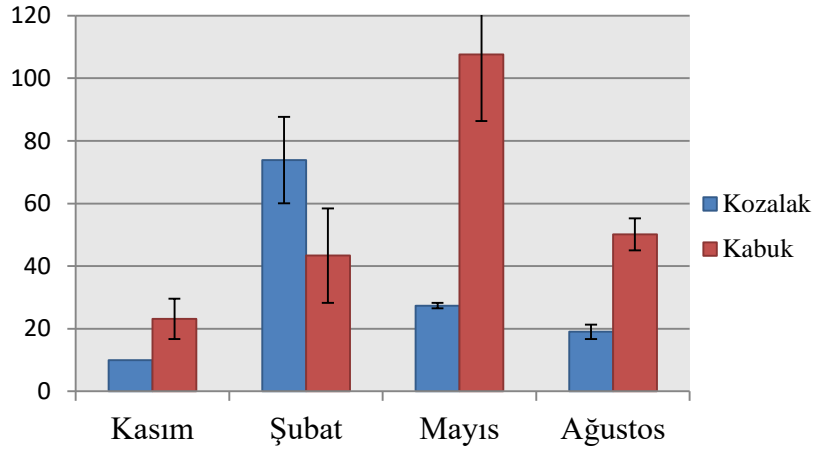
Şekil 60'taki toplam fenolik miktar grafiğine bakıldığında hem kozalak hem de kabukta Kasım döneminde en yüksek miktarların bulunduğu dikkati çekmektedir. Şubat ve Mayıs dönemlerinde düşüş gözlenirken Ağustos döneminde tekrar toplam fenolik miktarlarda artış gözlenmektedir. Bu sonuçlara paralel olarak DPPH ve ABTS aktivite grafiklerine bakıldığında her ikisinde de hem kozalak hem de kabukta yine en yüksek aktivitenin Kasım döneminde olduğu görülmektedir. Yine Şubat ve Mayıs dönemlerinde aktivitelere düşüş ve arkasından Ağustos döneminde artış olduğu göze çarpmaktadır. 2. Örnek ağaçtaki sonuçlarda 1. Örnek ağaçtaki sonuçlara benzer olarak tespit edilmiştir.

Toplam Fenolik Miktar (mg/g ekstre)



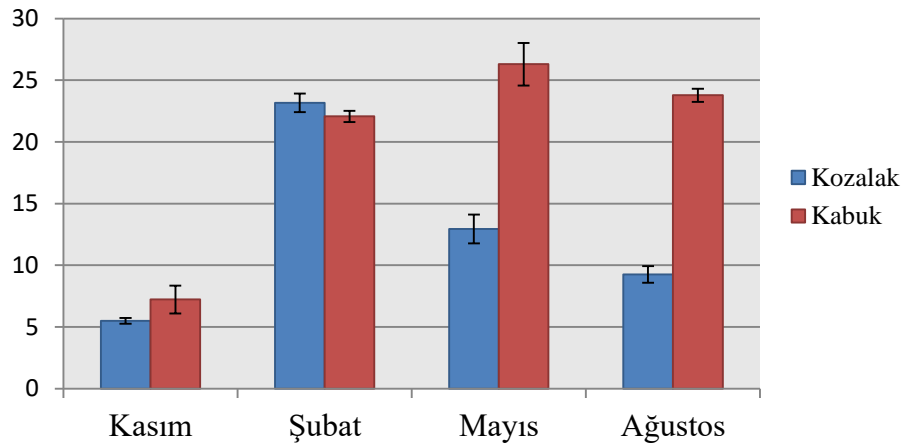
(a)

DPPH Aktivitesi (IC₅₀-mg/ml)



(b)

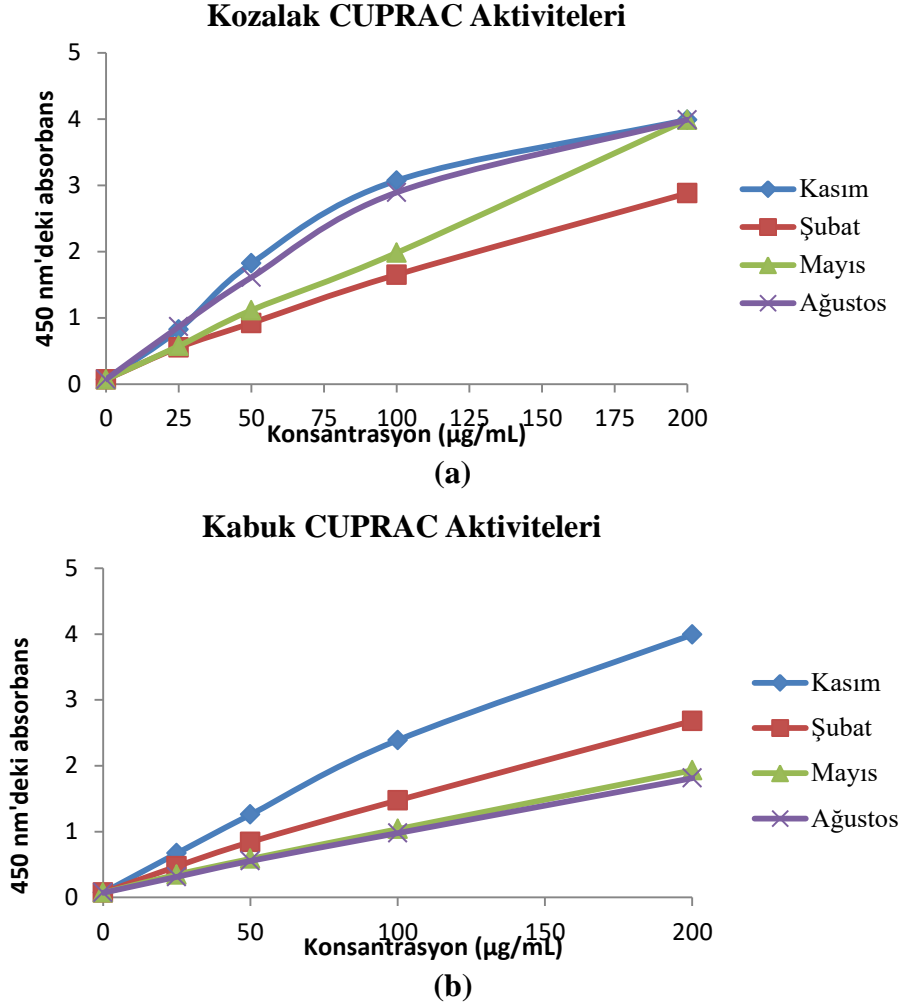
ABTS Aktivitesi (IC₅₀-mg/ml)



(c)

Şekil 60: 1. örnekten alınan kozalak ve kabuğun aseton ekstrelerinin toplam fenolik miktar (a), DPPH aktivite (b) ve ABTS aktivitetlerine (c) ait grafikleri

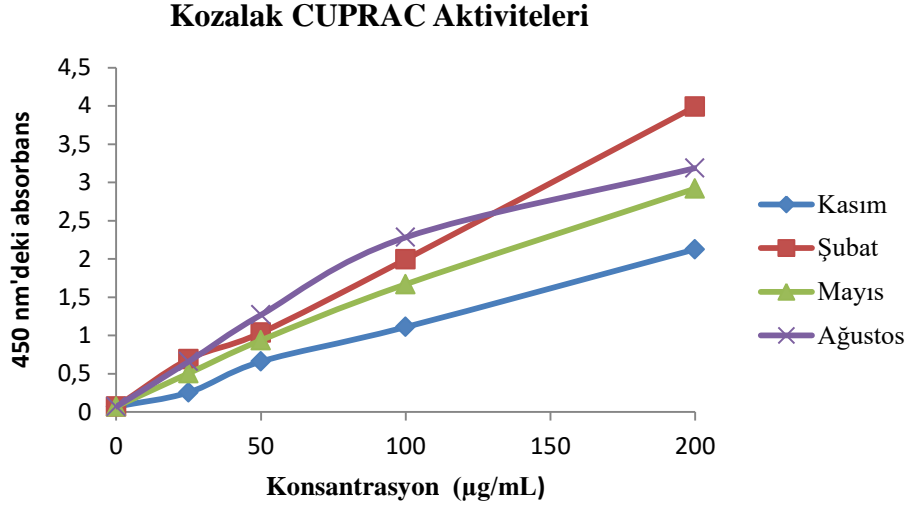
Şekil 61’de 1. Örneğin kozalak ve kabuğunun aseton ekstralarının farklı dönemlerdeki CUPRAC aktivitelere ait grafikler verilmiştir:



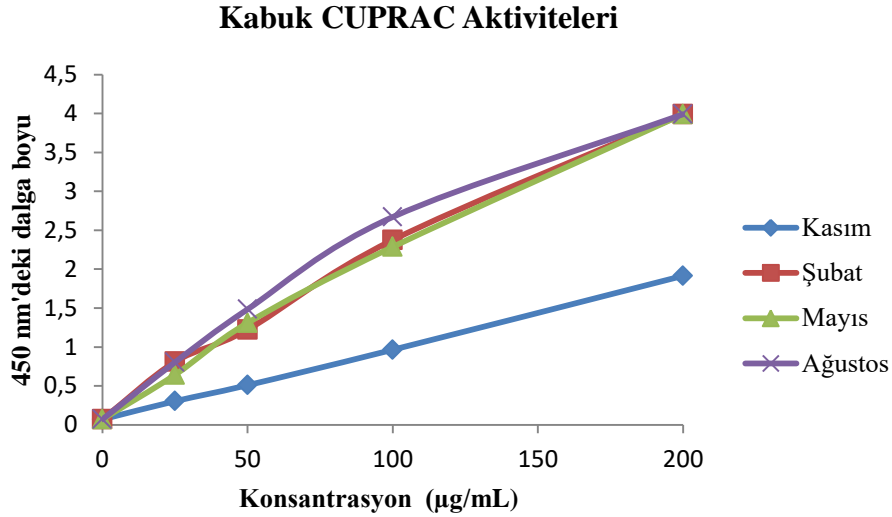
Şekil 61: 1. örnekten alınan kozalak (a) ve kabuk (b) aseton ekstralarının farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleri

Şekil 61 incelendiğinde hem kozalak hem de kabukta en yüksek CUPRAC aktivite oranlarının Kasım döneminde olduğu görülmektedir. Ayrıca en düşük aktivitenin ise kozalakta Şubat döneminde kabukta ise Mayıs ve Ağustos dönemlerinde olduğu tespit edilmiştir.

2. örnekten alınan kozalak ve kabuğun aseton ekstralarının farklı dönemlerine ait CUPRAC aktiviteleri grafik halinde Şekil 62’de gösterilmiştir:



(a)



(b)

Şekil 62: 2. örnekten alınan kozalak (a) ve kabuk (b) aseton ekstralarının farklı dönemlerdeki CUPRAC aktiviteleri

Şekil 62 incelendiğinde en yüksek CUPRAC aktivitelerinin kozalak ekstralarında Şubat döneminde olduğu, kabuk ekstralarında ise Ağustos döneminde olduğu ve Şubat döneminin de Ağustos dönemine yakın olduğu görülmektedir. Diğer yandan en düşük aktivitelerin ise hem kozalak hem de kabuk ekstralarında Kasım döneminde olduğu tespit edilmiştir. 1. ve 2. örnek ağacın CUPRAC aktivite sonuçları karşılaştırıldığında dönemsel olarak sonuçların benzerlik göstermediği saptanmıştır.

Literatür incelendiğinde genellikle Sahil Çamı kabuğunun antioksidan aktivitesi ile ilgili çalışmaların bulunduğu görülmektedir. Ayrıca DPPH serbest radikal süpürücü aktivite tayininin daha çok çalışıldığı görülmektedir. Yaptığımız bu çalışmaya benzer araştırmalara bakıldığında Galinanes vd. (2015)'nin çalışmasının sonucunda kabuk ekstresinin DPPH aktivitesinde IC₅₀ değerleri 34-49 µg/mL olarak, ABTS aktivitesindeki IC₅₀ değerleri ise 292-334 µg/mL olarak bulunmuştur. Diğer bir çalışma olan (Jerez vd. (2006)'nin çalışmasında ise DPPH aktivite %32,1 ile %85,6 arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Bizim çalışmamızdaki kabuk ekstrelerinin DPPH ve ABTS aktivite sonuçları bu sonuçlardan oldukça yüksek bulunmuştur. Ayrıca, literatürde Sahil Çamı'nın antioksidan aktivitesinin dönemsel karşılaştırması ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

4.5 Antikolinesteraz Aktivitelere Ait Sonuçlar

Antikolinesteraz aktivite çalışmaları asetilkolinesteraz (AChE) enzim inhibisyonu ve bütirilkolinesteraz (BChE) enzim inhibisyonu olmak üzere iki farklı tayin kullanılarak yapılmıştır. Her iki yöntemde de hem 1. örnek ağaçta hem de 2. örnek ağaçta en iyi sonuçların uçucu yağlarda olduğu tespit edilmiştir. 1. örnek ağacın uçucu yağlarının AChE inhibisyon aktiviteleri incelendiğinde ibre ve kozalak uçucu yağlarının her ikisinde de en iyi aktivitelerin Kasım döneminde (sırasıyla 72,01±1,22 ve 131,56±1,65 µg/mL) olduğu görülmüştür. İbre ve kozalak uçucu yağları kendi içinde karşılaştırıldığında ibre uçucu yağının daha iyi olduğu dikkati çekmektedir. 2. örnek ağacın AChE inhibisyon aktiviteleri incelendiğinde hem ibre hem de kozalak uçucu yağlarında en yüksek aktivitenin Mayıs döneminde (sırasıyla 57,14±0,66 ve 20,85±0,45 µg/mL) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kozalak uçucu yağının ibre uçucu yağından daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Diğer taraftan BChE inhibisyon aktivite sonuçları incelendiğinde 1. örnek ağacın sonuçları AChE inhibisyon aktivite sonuçları ile benzer çıkarken; 2. örnek ağaçta ibre uçucu yağlarında Ağustos döneminde, kozalak uçucu yağlarında ise Şubat döneminde en yüksek aktivite bulunmuştur. Bu sonuçlara göre 1.örnek ağaç ile 2. örnek ağaçtan elde edilen uçucu yağların dönemsel değişimleri birbirinden farklı olarak belirlenmiştir.

Tablo 41'de 1. örnekten alınan ibre ve kozalak uçucu yağlarındaki antikolinesteraz aktivite gösteren ana bileşenlerin % oranları verilmiştir:

Tablo 41: 1. örnekten alınan ibre ve kozalak uçucu yağlarındaki antikolinesteraz aktivite gösteren ana uçucu bileşenler (%)

No	RI	Bileşenler	İbre				Kozalak			
			K	Ş	M	A	K	Ş	M	A
1	931	α -Pinen	29.83	18.85	24.20	22.82	29.01	29.08	37.96	28.94
2	972	β -Pinen	4.29	2.43	3.56	3.01	14.46	10.36	14.54	15.13
3	1423	<i>trans</i> - β -karyofillen	11.67	12.14	11.7	8.26	0.46	0.86	0.38	0.54
4	1482	Germakren-D	23.66	25.63	25.49	20.36	5.40	3.22	7.25	9.66
		Toplam	69.45	59.05	64.95	54.45	49.33	43.52	60.13	54.27

Tablo 41 incelendiğinde uçucu yağlardaki antikolinesteraz aktivitenin yüksek olmasının nedeninin bu bileşenlerin oranlarından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. İbrenin Kasım döneminde antikolinesteraz aktivite gösteren bileşenlerinin oranının en yüksek çıkması, ibre uçucu yağının Kasım döneminin aktivitelerinin en yüksek çıkmasıyla örtüşmektedir.

Literatür incelendiğinde Sahil Çamı ile ilgili herhangi bir antikolinesteraz aktivite çalışmasına rastlanmamıştır. Ancak birkaç farklı çalışmada Sahil Çamı'nın dışındaki çam türleri üzerine antikolinesteraz aktivite çalışması bulunmaktadır. Ustun vd. (2012)'nin Türkiye'de yetişen bazı çam türleri üzerine yaptıkları araştırmanın sonucunda AChE inhibisyon aktivitelerinde en yüksek yüzdenin *P. halepensis* türünün dalının uçucu yağında (% 83,91) görüldüğü, ayrıca Pknogenol'ün aktivitesinin de % 60,33 olduğu bildirilmiştir. Diğer yandan BChE inhibisyon aktivite sonuçlarında ise en iyi sonucun *P. halepensis* türünün dalının uçucu yağında (% 80,62) olduğu, Pknogenolün aktivitesinin ise % 83,67 olduğu raporlanmıştır. Bonesi vd. (2010)'nin çalışmasında *P. heldreichii* subsp. *leucodermis* türünün ibre uçucu yağının hem AChE enzim inhibisyonunda (IC₅₀:51,1 μ g/mL), hem de BChE enzim inhibisyonunda (IC₅₀: 80,6 μ g/mL) en yüksek aktiviteyi gösterdiği bildirilmiştir. Politeo vd. (2011)'nin *P. nigra* Arnold ssp. *dalmatica* (Vis.) türünün ibreleri üzerine yaptıkları çalışmanın sonucunda AChE inhibisyon aktivitesinde IC₅₀ değeri 42,7 μ g/mL olarak belirtilmiştir. Yaptığımız bu çalışmadaki uçucu yağların hem AChE hem de BChE inhibisyon aktivite sonuçlarının literatürde bulunan bu çalışmalardaki çam türlerinin aktivitelerinden oldukça yüksek olduğu saptanmıştır.

Bu çalışma ile Bartın bölgesinde yetişen Sahil Çamı'nın farklı kısımlarının uçucu bileşenleri, yağ ve reçine asitleri, fenolik bileşenleri tespit edilmiş, antioksidan, antikolinesteraz aktiviteleri araştırılmış ve hem kimyasal bileşenler hem de aktiviteler

dönemsel olarak karşılaştırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında kimyasal bileşenlerde, antioksidan ve antikolinesteraz aktivitelerde dönemsel olarak değişimler olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda hangi bileşenin hangi dönemde daha yüksek olduğu, antioksidan ve antikolinesteraz aktivitelerin hangi dönemlerde daha iyi olduğu ortaya konmuştur. Böylece bu çam türünün diğer ülkelerle olan kimyasal ve biyolojik aktivite yönünden farklılıkları ve benzerlikleri literatüre sunulmuştur. Ayrıca bu çam türü üzerinde henüz araştırılmamış olan antikolinesteraz aktivite çalışmaları da yaptığımız çalışma ile literatüre katkı sağlamıştır. Elde edilen sonuçlar, özellikle yüksek antioksidan ve antikolinesteraz sonuçları, bu çam türünün diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de medikal yönden değerlendirilebileceği, üzerine tıbbi araştırmaların yapılabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda, çalışmamız bundan sonra, Sahil Çamı üzerine ülkemizde yapılacak tıbbi, biyolojik aktivite ve kimyasal içerik çalışmalarına öncülük edecektir.

KAYNAKLAR

- Adams, R. P. (2007). *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry* (4. Baskı.). IL, USA: Allured Publishing: Carol Stream.
- Akçidem, E. (1989). Ülkemizde Ağaçlandırmalarda Kullanılan İlk Yabancı Tür: Sahilçamı. *Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 39–46.
- Akgül, S. (2010). Sahil Çamının (*Pinus pinaster* Aiton) Türkiye’deki Gelişimi Üzerine Biyoiklimsel Değerlendirmeler. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, s. 4-15.
- Akhondzadeh, S. ve Abbasi, S. H. (2006). Herbal medicine in the treatment of Alzheimer’s disease. *American Journal of Alzheimer’s Disease and Other Dementias*, 21(2), 113–118.
- Alia, R. ve Martin, S. (2003). Maritime pine - *Pinus pinaster*: Technical guidelines for genetic conservation and use. *International Plant Genetic Resources Institute*, s. 6.
- Alvarez Gonzalez, J. G., Rodriguez Soallerio, R. ve Vega, G. (1999). Elaboracio’n de un modelo de crecimiento dina’mico para rodales regulares de *Pinus pinaster* Ait. en Galicia. *Sistemas Recursos Forestales*, 8(2): 319–334.
- Anon. (1982). *Ege ve Akdeniz Bölgesi Sahil Çamı Ağaçlandırmalarında Yapılan İnceleme ve Değerlendirmeler*. İzmit.
- Anon. (1982). *Marmara, Batı ve Orta Karadeniz Bölgesi Sahilçamı Ağaçlandırma Alanlarında Yapılan İnceleme ve Değerlendirmeler Raporu*. İzmit.
- Anon. (1985). *Pinus pinaster* Ait. Orijin Denemeleri. Marmara ve Karadeniz Bölgesinde Tesis Edilen *Pinus pinaster* Ait. Orijin Denemelerinde Gelişme ve Kar Zararlarına Mukavemet Üzerine Araştırmalar. 1985 yılı Araştırma Projeleri. İzmit.
- Anon. (2006). *Orman Varlığımız*. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anon. (2015). *Türkiye Orman Varlığı*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayın No: 115, Ankara.
- Anşin, R. (1994). *Tohumlu Btkiler Gymnospermae (Açık Tohumlular)*. Trabzon.: K.T.U. Orman Fakültesi, Trabzon, s. 15-32.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. ve Karademir, S. E. (2004). Novel Total Antioxidant Capacity Index for Dietary Polyphenols and Vitamins C and E, Using Their

- Cupric Ion Reducing Capability in the Presence of Neocuproine: CUPRAC Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7970–7981.
- Arrabal, C. ve Cortijo, M. (1994a). Acid fraction evolution in wood extractives of *Pinus pinaster* ait. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(6): 665–667.
- Arrabal, C. ve Cortijo, M. (1994b). Fatty and resin acids of spanish *pinus pinaster* Ait. Subspecies. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(9): 1039–1040.
- Arrabal, C., Cortijo, M., De Simón, B. F., García Vallejo, M. C. ve Cadahía, E. (2005). Differentiation among five Spanish *Pinus pinaster* provenances based on its oleoresin terpenic composition. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33(10): 1007–1016.
- Arrabal, C., García-Vallejo, M. C., Cadahia, E., Cortijo, M. ve de Simón, B. F. (2012). Characterization of two chemotypes of *Pinus pinaster* by their terpene and acid patterns in needles. *Plant Systematics and Evolution*, 298(2): 511–522.
- Arrabal, C., García-Vallejo, M. C., Cadahia, E., Cortijo, M. ve Fernández de Simón, B. (2014). Seasonal variations of lipophilic compounds in needles of two chemotypes of *Pinus pinaster* Ait. *Plant Systematics and Evolution*, 300(2): 359–367.
- As, N. (1992). *Pinus pinaster* Ait. Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, s. 3-8
- Bagci, E. ve Karaagacli, Y. (2004). Fatty acid and tocopherol patterns of Turkish *Pinus L.* (Pinaceae). *Bangladesh Journal of Botany*, 33(1): 23–29.
- Becit, M., Aydın, S. ve Başaran, N. (2017). İnsan Sağlığında Pycnogenol: Bir Genel Derleme. *FABAD journal of pharmaceutical sciences*, 42(2): 125–138.
- Belcaro, G., Cesarone, M. R., Genovesi, D., Ledda, A., Vinciguerra, G., Ricci, A., Stuard, S. (2008). Pycnogenol® may alleviate adverse effects in oncologic treatment. *Panminerva Medica*, 50(3): 227–234.
- Bendich, A., Machlin, L. J., Scandurra, O., Burton, G. W. ve Wayner, D. D. M. (1986). The antioxidant role of vitamin C. *Advances in Free Radical Biology & Medicine*, 2(2): 419–444.
- Berson, D. S. (2008). Natural Antioxidants. *Journal of Drugs Dermatology*, 7: 7–12.
- Birler, A. S. (1974). A Study of the Forest Yields from Corsican Pine. The Thesis for the Degree of M.Sc. University of Oxford, Department of Forestry, s. 85-90.
- Birler, A. S. ve Yüksel, Y. (1983). *Sahil Çamı (Pinus pinaster Ait.) Ağaçlandırma Meşcerelerinde Hasılat Araştırması*. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Yayınları, İzmit.

- Blazso, G., Gabor, M., Sibbel, R. ve Rohdewald, P. (1994). Antiinflammatory and superoxide radical scavenging activities of procyanidins containing extract from the bark of *Pinus pinaster* Sol. and its fractions. *Pharmacy and Pharmacology*, 3: 217–220.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical [10]. *Nature*, 181 (4617): 1199-1200.
- Bogdan Allemann, I. ve Baumann, L. (2008). Antioxidants used in skin care formulations. *Skin therapy letter*, 13(7): 5–9.
- Bonesi, M., Menichini, F., Tundis, R., Loizzo, M. R., Conforti, F., Passalacqua, N. G., ... Menichini, F. (2010). Acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibitory activity of *Pinus* species essential oils and their constituents. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 25(5): 622–628.
- Boydak, M., Oliver, C. D. ve Dirik, H. (1995). *ABD Orijinli Hızlı Gelişen İğne Yapraklı Orman Ağacı Türlerinin Türkiye’de İthal Olanakları*. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Muhtelif Yayınlar Serisi No: 7, 55 s, İzmit.
- Breithaupt, D. E. ve Bamedi, A. (2001). Carotenoid esters in vegetables and fruits: A screening with emphasis on β -cryptoxanthin esters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4): 2064–2070.
- Brewer, M. S. (2011). Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(4): 221–247.
- Cheyrier, V. (2005). Polyphenols in foods are more complex than often thought. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1): 223.
- Chupin, L., Motillon, C., Charrier-El Bouhtoury, F., Pizzi, A. ve Charrier, B. (2013). Characterisation of maritime pine (*Pinus pinaster*) bark tannins extracted under different conditions by spectroscopic methods, FTIR and HPLC. *Industrial Crops and Products*, 49: 897–903.
- Conde, E., Fang, W., Hemming, J., Willför, S., Domínguez, H. ve Parajó, J. C. (2014). Recovery of bioactive compounds from *Pinus pinaster* wood by consecutive extraction stages. *Wood Science and Technology*, 48(2): 311–323.
- Conde, E., Fang, W., Hemming, J., Willför, S., Moure, A., Domínguez, H. ve Parajó, J. C. (2013a). Water-Soluble Components of *Pinus pinaster* Wood. *BioResources*, 8(2): 2047–2063.
- Conde, E., Hemming, J., Smeds, A., Reinoso, B. D., Moure, A., Willför, S., ... Parajó, J. C. (2013b). Extraction of low-molar-mass phenolics and lipophilic compounds from *Pinus pinaster* wood with compressed CO₂. *Journal of Supercritical Fluids*, 81: 193–199.

- Cooling, E. N. G. (1977). *Industrial Forestry Plantations TURKEY. Final Report, Plantation Silviculture* (No: 28).
- Cornelli, U. (2009). Antioxidant use in nutraceuticals. *Clinics in Dermatology*, 27(2): 175–194.
- Ćurković-Perica, M., Hrenović, J., Kugler, N., Goić-Barišić, I. ve Tkalec, M. (2015). Antibacterial activity of *Pinus pinaster* bark extract and its components against multidrug-resistant clinical isolates of *Acinetobacter baumannii*. *Croatica Chemica Acta*, 88(2): 133–137.
- Çakar, B. (2010). *Ferulago Idaeae Ve Ferulago Trojana Bitkilerindeki Sekonder Metabolitlerin İzolasyonu, Antioksidan Ve Antikolinesteraz Aktivitelerinin İncelenmesi*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, İstanbul, s. 26-29.
- Çepel, N. (1983). *Orman Ekolojisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:337, İstanbul, s. 120-125.
- de Simón, B. F., Sanz, M., Cervera, M. T., Pinto, E., Aranda, I. ve Cadahía, E. (2017). Leaf metabolic response to water deficit in *Pinus pinaster* Ait. relies upon ontogeny and genotype. *Environmental and Experimental Botany*, 140(3): 41–55.
- Dob, T., Berramdane, T. ve Chelghoum, C. (2005). Analysis of essential oil from the needles of *Pinus pinaster* growing in Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*, 41(5): 545–548.
- Eckenwalder, J. E. (2009). *Conifers of the World: The Complete Reference*. Timber Press, London.
- Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres, V. ve Featherstone, R. M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, 7(2): 88–95.
- Enseleit, F., Sudano, I., Périat, D., Winnik, S., Wolfrum, M., Flammer, A. J., ... Noll, G. (2012). Effects of Pycnogenol on endothelial function in patients with stable coronary artery disease: A double-blind, randomized, placebo-controlled, cross-over study. *European Heart Journal*, 33(13): 1589–1597.
- Erten, P. ve Sözen, R. (1988). *Sahil Çamının (Pinus pinaster Ait.) Bazı Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Farjon, A. (1984). *Pines, Drawings and descriptions of the genus Pinus*. EJ Brill, Netherlands.
- Farjon, A. (2005). *Pines: Drawings and Descriptions of Genus Pinus*. Brill Academic Publishers, Netherlands.
- Farjon, A. (2010). *A Handbook of the World's Conifers, V.1*. Leiden-Boston: Brill Academic Publishers, Netherlands.

- Feng, W. H., Wei, H. L. ve Liu, G. T. (2002). Effect of PYCNOGENOL on the toxicity of heart, bone marrow and immune organs as induced by antitumor drugs. *Phytomedicine : international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, 9(5): 414–418.
- Feng, W. Y., Tanaka, R., Inagaki, Y., Saitoh, Y., Chang, M. O., Amet, T., ... Yoshinaka, Y. (2008). Pycnogenol, a procyanidin-rich extract from French maritime pine, inhibits intracellular replication of HIV-1 as well as its binding to host cells. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 61(4): 279–285.
- Fennema, O. R. (1996). *Food Chemistry, Third Edition*. Food science and technology, s. 559-568.
- Gaddas, R. R. (1976). *Industrial forestry plantations in Turkey (Final Report)*. Roma, Italy.
- Galinares, C., Freiere, M. S. ve Gonzalez-Alvarez, J. (2015). Antioxidant activity of phenolic extracts from chestnut fruit and forest industries residues. *Journal of wood products*, 73: 651–659.
- Gandin, V., Nyström, C., Rundlöf, A.-K., Jönsson-Videsäter, K., Schönlau, F., Hörkkö, J., ... Fernandes, A. P. (2009). Effects of the antioxidant Pycnogenol on cellular redox systems in U1285 human lung carcinoma cells. *The FEBS journal*, 276(2): 532–40.
- Ghanmi, M., Satrani, B., Chaouch, A., Aafi, A., Abid, A. El, Ismaili, M. R. ve Farah, A. (2007). Composition chimique et activité antimicrobienne de l'essence de térébenthine du pin maritime (*Pinus pinaster*) et du pin d'Alep (*Pinus halepensis*) du Maroc. *Acta Botanica Gallica*, 154(2): 293–300.
- Göker, Y., As, N. ve DüNDAR, T. (2001). Hızlı Gelişen Yabancı Orijinli Bazı Çam Türleri İle Oluşturulan Ormanların, Orman Ürünleri Yönünden Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 51(1):33–48.
- Gökmen, H. (1970). *Açıktohumlular (Gymnospermae)*. Ankara: , Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları Sıra No: 523, Seri No: 49, s. 474-475.
- Göksel, E. (1987). *Pinus Maritima'da Tüm Ağaç Değerlendirmesi*. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 37(4): 68,78.
- Greathouse, T. E. (1975). *Industrial Forestry Plantation TURKEY*, Final Report (Genetics) (No: 17).
- Grieve, M. (1984). *A Modern Herbal*. Penguin Books Ltd, Middlesex, Great Britain, s. 789-790
- Gulati, O. P. (2015). Pycnogenol® in Metabolic Syndrome and Related Disorders. *Phytotherapy research : PTR*, 968(1): 949–968.

- Günay, T., Tacenur, A. İ. ve Özkahraman, İ. (1982). Ezine fidanlığında sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) fidan üretim çalışmalarında karşılaşılan başarısızlığın nedenleri ve çözüm yolları. *Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu*. 21-26 Eylül Kefken-İzmit, 299-310.
- Gürboy, B. (2000). Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.)’nın Kimyasal Bileşenleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 50(2): 105–111.
- Hafizoglu, H., Usta, M. ve Bilgin, O. (1997). Wood and bark composition of *Picea orientalis* (L) Link. *Holzforschung*, 51(2): 114–118.
- Harborne, J. B. ve Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55 (6): 481-504
- Hartman, R. E. (2010). Actions of bioactive phytochemicals in cell function and Alzheimer’s disease pathology. *Oxidative Stress and Disease*, 26(Micronutrients and Brain Health), 225–241.
- Higgins, S. I. ve Richardson, D. M. (1998). *Plant Ecology*. s. 79.
- Hirano, R., Sasamoto, W., Matsumoto, A., Itakura, H., Igarashi, O. ve Kondo, K. (2001). Antioxidant ability of various flavonoids against DPPH radicals and LDL oxidation. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 47(5): 357–362.
- Hmamouchi, M., Hamamouchi, J., Zouhdi, M. ve Bessiere, J. M. (2001). Chemical and antimicrobial properties of essential oils of five Moroccan pinaceae. *Journal of Essential Oil Research*, 13(4), 298–302.
- Hollman, P. C. H., Hertog, M. G. L. ve Katan, M. B. (1996). Analysis and health effects of flavonoids. *Food Chemistry*, 57(1): 43–46.
- Hosseini, S., Pishnamazi, S., Sadrzadeh, S. M. H., Farid, F., Farid, R. ve Watson, R. R. (2001). Pycnogenol((R)) in the management of asthma. *Journal of Medicinal Food*, 4(4): 201–209.
- Houghton, P. J. ve Howes, M. J. (2005). Natural products and derivatives affecting neurotransmission relevant to Alzheimer’s and Parkinson’s disease. *NeuroSignals*, 14 (1-2): 6-22.
- Howes, F. N. (1949). *Vegetables Gums and Resins*. Johannesburg, USA: Waltham Mass.
- Howes, M. J. R. ve Houghton, P. J. (2003). Plants used in Chinese and Indian traditional medicine for improvement of memory and cognitive function. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 75 (3): 513-527.
- Howes, M. J. R. ve Perry, E. (2011). The role of phytochemicals in the treatment and prevention of dementia. *Drugs and Aging*, 28 (6):439-468.
- Huynh, H. T. ve Teel, R. W. (2000). Selective induction of apoptosis in human mammary cancer cells (MCF-7) by pycnogenol. *Anticancer Res*, 20: 2417–2420.

- Ioannou, E., Koutsaviti, A., Tzakou, O. ve Roussis, V. (2014). The genus *Pinus*: a comparative study on the needle essential oil composition of 46 pine species. *Phytochemistry Reviews*, 13(4): 741–768.
- Iravani, S. ve Zolfaghari, B. (2011). Pharmaceutical and nutraceutical effects of *Pinus pinaster* bark extract. *Research in pharmaceutical sciences*, 6(1): 1–11.
- Ismail, A., Hanana, M., Gargouri, S., Jamoussi, B. ve Hamrouni, L. (2013). Comparative study of two coniferous species (*Pinus pinaster* Aiton and *Cupressus sempervirens* L. var. *dupreziana* [A. Camus] Silba) essential oils: Chemical composition and biological activity. *Chilean journal of agricultural research*, 73(3): 259–266.
- Jayaprakasha, G. K., Singh, R. P. ve Sakariah, K. K. (2001). Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation models in vitro. *Food Chemistry*, 73(3): 285–290.
- Jerez, M., Pinelo, M., Sineiro, J. ve Núñez, M. J. (2006). Influence of extraction conditions on phenolic yields from pine bark: Assessment of procyanidins polymerization degree by thiolysis. *Food Chemistry*, 94(3): 406–414.
- Jerez, M., Selga, A., Sineiro, J., Torres, J. L. ve Núñez, M. J. (2007a). A comparison between bark extracts from *Pinus pinaster* and *Pinus radiata*: Antioxidant activity and procyanidin composition. *Food Chemistry*, 100(2): 439–444.
- Jerez, M., Touriño, S., Sineiro, J., Torres, J. L. ve Núñez, M. J. (2007b). Procyanidins from pine bark: Relationships between structure, composition and antiradical activity. *Food Chemistry*, 104(2): 518–527.
- Kadri, N., Khetta, B., Aid, Y., Kherfella, S., Sobhi, W. ve Barragan-Montero, V. (2015). Some physicochemical characteristics of *Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis* seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents. *Food Chemistry*, 188: 184–192.
- Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A. ve Prior, R. L. (1999). Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(11): 4638–4644.
- Karadeniz, F. ve Ekşi, A. (2002). Gıdalardaki Başlıca Fenolik Bileşenler. *Dünya Gıda*, 1: 80–85.
- Kaur, C. ve Kapoor, H. C. (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, 37(2): 153–161.
- Kayacık, H. (1980). *Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği Cilt 1, Gymnospermae (Açık Tohumlular)*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, s. 281-288.
- Khanduja, K. L. ve Bhardwaj, A. (2003). Stable free radical scavenging and

- antiperoxidative properties of resveratrol compared in vitro with some other bioflavonoids. *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics*, 40(6): 416–422.
- Kilic, A., Hafizoglu, H., Dönmez, I. E., Tümen, I., Sivrikaya, H., Reunanen, M. ve Hemming, J. (2010). Extractives in the cones of Pinus species. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69(1): 37–40.
- Kilic, T., Dirmenci, T., Satil, F., Bilsel, G., Kocagoz, T., Altun, M. ve Goren, A. C. (2005). Fatty acid compositions of seed oils of three Turkish Salvia species and biological activities. *Chemistry of Natural Compounds*, 41 (3): 276-279.
- Kleinhentz, M., Jactel, H. ve Menassieu, P. (1999). Terpene Attractant Candidates Of Dioryctria Sylvestrella In Maritime Pine (Pinus Pinaster) Oleoresin, Needles, Liber, And Headspace Samples. *Journal of Chemical Ecology*, 25(12).
- Koca, N. ve Karadeniz, F. (2003). Serbest Radikal Oluşum Mekanizmaları ve Antioksidan Savunma Sistemleri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 16: 32–37.
- Koca, N. ve Karadeniz, F. (2005). Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler. *Gıda Dergisi*, 30 (4): 229-236.
- Kocabaş, H. E. E., Çeliktaş, O. Y., İşleten, M. ve Sukan, F. V. (2008). Antimicrobial activity of pine bark extract and assessment of potential application in cooked meat. *GIDA*, 33:123–127.
- Koutsaviti, K., Giatropoulos, A., Pitarokili, D., Papachristos, D., Michaelakis, A. ve Tzakou, O. (2014). Greek Pinus essential oils: larvicidal activity and repellency against Aedes albopictus (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, 114(2): 583–592.
- Lau, B. H. S., Riesen, S. K., Truong, K. P., Lau, E. W., Rohdewald, P. ve Barreta, R. a. (2004). Pycnogenol as an adjunct in the management of childhood asthma. *The Journal of asthma : official journal of the Association for the Care of Asthma*, 41(8): 825–832.
- Lupea, A. X., Pop, M. ve Cacig, S. (2008). Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids from Ziziphus and Hydrangea extracts. *Revista De Chimie*, 59(3): 309–313.
- Macchioni, F., Cioni, P. L., Flamini, G., Morelli, I., Maccioni, S. ve Ansaldi, M. (2003). Chemical composition of essential oils from needles, branches and cones of Pinus pinea, P. halepensis, P. pinaster and P. nigra from central Italy. *Flavour and Fragrance Journal*, 18(2): 139–143.
- Maimoona, A., Naeem, I., Saddiqe, Z. ve Jameel, K. (2011). A review on biological, nutraceutical and clinical aspects of French maritime pine bark extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 133(2): 261–277.
- Margadant, R. F. ve Gerischer, G. F. R. (1985). Turpentine Yield of South African Grown Pinus pinaster. *Holzforschung*, 59(3): 181–186.

- Maritim, A., Dene, B. A., Sanders, R. A. ve Watkins, J. B. (2003). Effects of pycnogenol treatment on oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 17(3): 193–199.
- Matsingou, T. C., Kapsokefalou, M. ve Salifoglou, A. (2000). In vitro antioxidant activity of Black Tea and Mediterranean herb infusions toward iron under stimulated gastrointestinal conditions. *Journal of Food Science*, 65(6): 1060–1065.
- Meullemiestre, A., Kamal, I., Maache-Rezzoug, Z., Chemat, F. ve Rezzoug, S. A. (2014). Antioxidant activity and total phenolic content of oils extracted from Pinus pinaster sawdust waste. Screening of different innovative isolation techniques. *Waste and Biomass Valorization*, 5(2): 283–292.
- Mimoune, N. A., Mimoune, D. A. ve Yataghene, A. (2013). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of Pinus pinaster. *Journal of Coastal Life Medicine*, 1(1): 55–59.
- Minner, H. (1479). *Thesaurus Medicaminum. Codex 81*. Marburg: University library.
- Nascimento, E. A., Morais, S. A. L., Vallejo, M. C. G., Fernandezvega, F. I. ve Varela, P. N. (1995). The Composition of Wood Extracts from Spanish Pinus-Pinaster and Brazilian Pinus-Caribaea. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 6 (4): 331-336.
- Nunes, E., Quilhó, T. ve Pereira, H. (1996). Anatomy and chemical composition of Pinus pinaster bark. *IAWA Journal*, 17(2): 141–149.
- OGM. (2011). Bartın Orman İşletme Müdürlüğü Bartın Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı (2011-2020).
- Ottavioli, J., Bighelli, A. ve Casanova, J. (2008). Diterpene-rich needle oil of Pinus pinaster Ait. from Corsica. *Flavour and Fragrance Journal*, 23(2): 121–125.
- Özcan, B. G. (2003). Sahilçamı (Pinus pinaster Ait.) ağaçlandırmalarında artım ve büyüme. *Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten*, 195.
- Özdemir, Ö. L. ve Savaşer, B. C. (1972). *Hızlı Büyüyen Ağaç Türleri*. TÜBİTAK, Tarım Ormancılık Araştırma Grubu Yayınları, s. 15.
- Öztürk, O. N. (1998). *Ülkemizde Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi*, Ankara: Orman Bakanlığı Yayın Daire Başkanlığı. s. 99-102.
- Packer, L., Rimbach, G. ve Virgili, F. (1999). Antioxidant activity and biologic properties of a procyanidin-rich extract from pine (pinus maritima) bark, pycnogenol. *Free Radical Biology and Medicine*, 27 (5-6): 704-724.
- Peng, Q. L., Buz'Zard, A. R. ve Lau, B. H. S. (2002). Pycnogenol protects neurons from amyloid-beta peptide-induced apoptosis. *Molecular Brain Research*, 104(1–2): 55–65.

- Pereira, J. S. (2002). Pinus Pinaster. *Pines of Silvicultural Importance*, Wallingford, UK: CABI, s. 316-328
- Petrakis, P. V., Tsitsimpikou, C., Tzakou, O., Couladis, M., Vagias, C. ve Roussis, V. (2001). Needle volatiles from five Pinus species growing in Greece. *Flavour and Fragrance Journal*, 16(4): 249–252.
- Petrassi, C., Mastromarino, A. ve Spartera, C. (2000). Pycnogenol(®) in chronic venous insufficiency. *Phytomedicine*, 7(5): 383–388.
- Pinelo, M., Rubilar, M., Sineiro, J. ve Núñez, M. J. (2004). Extraction of antioxidant phenolics from almond hulls (*Prunus amygdalus*) and pine sawdust (*Pinus pinaster*). *Food Chemistry*, 85(2): 267–273.
- Pokorný, J. (1991). Natural antioxidants for food use. *Trends in Food Science & Technology*, 2: 223–227.
- Politeo, Olivera; Botica, Irena; Bilušić, Tea; Jukić, Mila; Carev, Ivana; Burčul, Franko; Miloš, M. (2011). Chemical composition and evaluation of acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of essential oil from Dalmatian endemic species *Pinus nigra* Arnold ssp. *dalmatica* (Vis.) Franco. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(30): 6590–6596.
- Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C. ve Pouységu, L. (2011). Plant polyphenols: Chemical properties, biological activities, and synthesis. *Angewandte Chemie - International Edition*, 50 (3): 586-621.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10): 1231–1237.
- Resch, T. (1974). Essai de Distinction Morphologique des Races Ajeures de *Pinus pinaster*. *Annales de La Recherche Forestiere AU Maroc*, 14: 91–102.
- Rice-Evans, C. ve Miller, N. J. (1995). Antioxidants – the case for fruit and vegetables in the diet. *British Food Journal*, 97(9): 35–40.
- Rodrigues, A. M., Mendes, M. D., Lima, A. S., Barbosa, P. M., Ascensão, L., Barroso, J. G., Figueiredo, A. C. (2017). *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea* and *Pinus sylvestris* Essential Oils Chemotypes and Monoterpene Hydrocarbon Enantiomers, before and after Inoculation with the Pinewood Nematode *Bursaphelenchus xylophilus*. *Chemistry and Biodiversity*, 14(1).
- Rodriguez Soallerio, R., Alvarez Gonzalez, J. G. ve Schroöder, J. (2000). Simulation and comparison of silvicultural alternatives for evenaged *Pinus pinaster* stands in Galicia (Northwestern Spain). *Annual Forest Science*, 57: 747–754.
- Rohdewald, P. (2002). A review of the French maritime pine bark extract (Pycnogenol), a herbal medication with a diverse clinical pharmacology. *International Journal of*

Clinical Pharmacology and Therapeutics, 40(4): 158–168.

- Rohdewald, P. (2005). Pycnogenol, French maritime pine bark extract. *Encyclopedia of dietary supplements*, s. 545–553.
- Rohdewald, P. ve Beil, W. (2008). In vitro inhibition of Helicobacter pylori growth and adherence to gastric mucosal cells by pycnogenol?? *Phytotherapy Research*, 22(5): 685–688.
- Roseff, S. J. (2002). Improvement in sperm quality and function with French maritime pine tree bark extract. *The Journal of reproductive medicine*, 47(10): 821–824.
- Saatçioğlu, F. (1969). *Silvikültür I. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakitesi Yayınları, Yayın No: 1429/138, 104-120.
- Sachdeva, M., Karan, M., Singh, T. ve Dhingra, S. (2014). Oxidants and Antioxidants in Complementary and Alternative Medicine: A Review Tamamlayıcı ve Alternatif Tıpta Oksidan ve Antioksidanlar: Bir Derleme. *Review Article Spatula DD*, 4(1): 1–16.
- Sarıbaş, M. (2008). *Dendroloji I : Gymnospermae*, Dönmez Ofset, Bartın, s. 30-35
- Savill, P. (2015). Pinus pinaster Aiton (maritime pine) Silviculture and properties. *Quarterly Journal of Forestry*, 109(1): 29–32.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C. ve Jiménez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45 (4): 287-306.
- Schäfer, A. ve Högger, P. (2007). Oligomeric procyanidins of french maritime pine bark extract (Pycnogenol(R)) effectively inhibit a-glucosidase. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 77: 41–46.
- Schenck, C. A. (1939). *Fremdlandische Wald-Und Parkbaume (I. Band)*. Berlin.
- Scott, C. W. (1962). A Summary of Information on Pinus pinaster. *Forestry Abstract*, 23(1,2).
- Shahidi, F. (2000). Antioxidants in food and food antioxidants. *Nahrung*, 44(3): 158–163.
- Shan, B., Cai, Y. Z., Sun, M. ve Corke, H. (2005). Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7749–7759.
- Singh, J., Rai, G. K., Upadhyay, A. K., Kumar, R. ve Singh, K. P. (2004). Antioxidant phytochemicals in tomato (Lycopersicon esculentum). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 74(1): 3–5.

- Singleton, V. L., Rossi Jr., J. A. ve Rossi J A Jr. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144–158.
- Singleton, V. L., Orthofer, R. ve Lamuela-Raventós, R. M. (1998). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152–178.
- Şener, G. (2004). Kerpe Araştırma Ormanı sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırma alanlarında aralama ve artım-büyüme ilişkileri. *Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü*, s. 8–9.
- Şenol, F. S. (2009). Türkiye’de Yetişen Bazı *Salvia* Türlerinin Asetilkolnesteraz İnhibitör Etkisi Üzerine Araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakognazi Anabilim Dalı, s. 45-46.
- Şimşek, Y. (1982). Hızlı gelişen ekzotik tür denemelerinin ortaya koyduğu teknik ve ekonomik bulgular, pilot ağaçlandırma ve geniş uygulamalara geçirilebilme olanakları. *Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu, 21-26 Eylül.*, Kefken-İzmit, s. 75-90.
- Şimşek, Y., Kulubaş, D., Akkan, A., Soysaç, G., Tunçtaner, K. ve Tulukçu, M. (1974). *Hızlı Gelişen Ekzotik Türlerin Türkiye’ye İthalleri ve 1969 Yılında Ege Bölgesinde Kurulan Oryantasyon Arboretumlarının İlk Sonuçları*. İzmit.
- Şimşek, Y., Tulukçu, M., Topçu, F., Akkan, A. ve Avcıoğlu, E. (1985). *Türkiye’de ithal edilen hızlı büyüyen yabancı türlerin büyümeleri üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*. Ankara.
- Taşdemir, C. (1996). Türkiye’de hızlı gelişen yabancı tür ağaçlandırmalarının adaptasyon ve gelişme yönünden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul,
- Tawaha, K., Alali, F. Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M. ve El-Elimat, T. (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chemistry*, 104(4): 1372–1378.
- Tiberi, R., Niccoli, A., Curini, M., Epifano, F., Marcotullio, M. C. ve Rosati, O. (1999). The Role of the Monoterpene Composition in *Pinus* spp. Needles, in Host Selection by the Pine Processionary Caterpillar, *Thaumetopoea pityocampa*. *Phytoparasitica*, 27(4): 263–272.
- TOPCU, G. ve KUSMAN, T. (2014). Lamiaceae Family Plants as a Potential Anticholinesterase Source in the Treatment of Alzheimer’s Disease. *Bezmialem Science*, 2(1): 1–25.
- TS2471. (1981). *Odunda Fizksel Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini* (1. Baskı.). Ankara: TSE.
- Tumen, I., Hafizoglu, H., Kilic, A., Dönmez, I. E., Sivrikaya, H. ve Reunanen, M. (2010).

Yields and constituents of Essential Oil from cones of Pinaceae spp. Natively grown in Turkey. *Molecules*, 15(8): 5797–5806.

Tunçtaner, K. (1990). *General informations on forest tree improvement and afforestation techniques*. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü. İzmit.

Tunçtaner, K. (2007). *Orman Genetiği ve Ağaç Islahı*. Ankara: Türkiye Ormancılar Derneği, Eğitim Dairesi.

Tunçtaner, K., Tulukçu, M. ve Ferit, T. (1985). Türkiye’de Endüstriyel Ağaçlandırmalarda Kullanılabilecek Sahil Çamı Orijinlerinin Seçimi Üzerine Araştırmalar. *Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten*, 1: 47–52.

Tunçtaner, K., Tulukçu, M. ve Topçu, F. (1988). Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) orijinlerinin morfo-genetik özellikleri ve büyüme performansları üzerine araştırmalar. *Kavak ve hızlı gelişen orman ağaçları araştırma enstitüsü dergisi*. İzmit.

Turan, H. (1982). Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmaların tarihçesi. *Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozyumu* Kefken-İzmit, Ankara, 26-27.

Upston, J. M., Terentis, a C. ve Stocker, R. (1999). Tocopherol-mediated peroxidation of lipoproteins: implications for vitamin E as a potential antiatherogenic supplement. *FASEB journal : official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 13(9): 977–94.

URL-1.(2017). <http://www.naturalmedcnalherbs.net/herbs/p/pnus-pnaster=martmepne.php>, 28 Ekim 2017.

URL-2.(2017). <https://www.sifalibitkitedavisi.com/cam-terebentin-yagi-faydalarinelerdir.html>, 28 Ekim 2017.

URL-3.(2017). <http://atib.ogm.gov.tr/Sayfalar/T%C4%B1bbi%20ve%20İtri%20Bitkilerimizi%20Tan%C4%B1yal%C4%B1m/Camagaci.aspx>, 20 Ekim 2017

URL-4. (2017). http://www.wikiwand.com/en/Pinus_pinaster,22 Ekim 2017 .

URL-5. (2017). https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus_pinaster_JPG2.jpg, 26 Ekim 2017 .

URL-6. (2017). http://www.baumkunde.de/Pinus_pinaster/Blatt/,29 Ekim 2017 .

URL-7. (2017). <https://www.cabi.org/isc/advanced-data-search-notice/pinus%20pinaster>, 5 Kasım 2017.

URL-8. (2017). <http://envs.au.dk/fileadmin/Resources/DMU/Luft/images/Pinus%20pinaster.jpg>, 1 Kasım 2017.

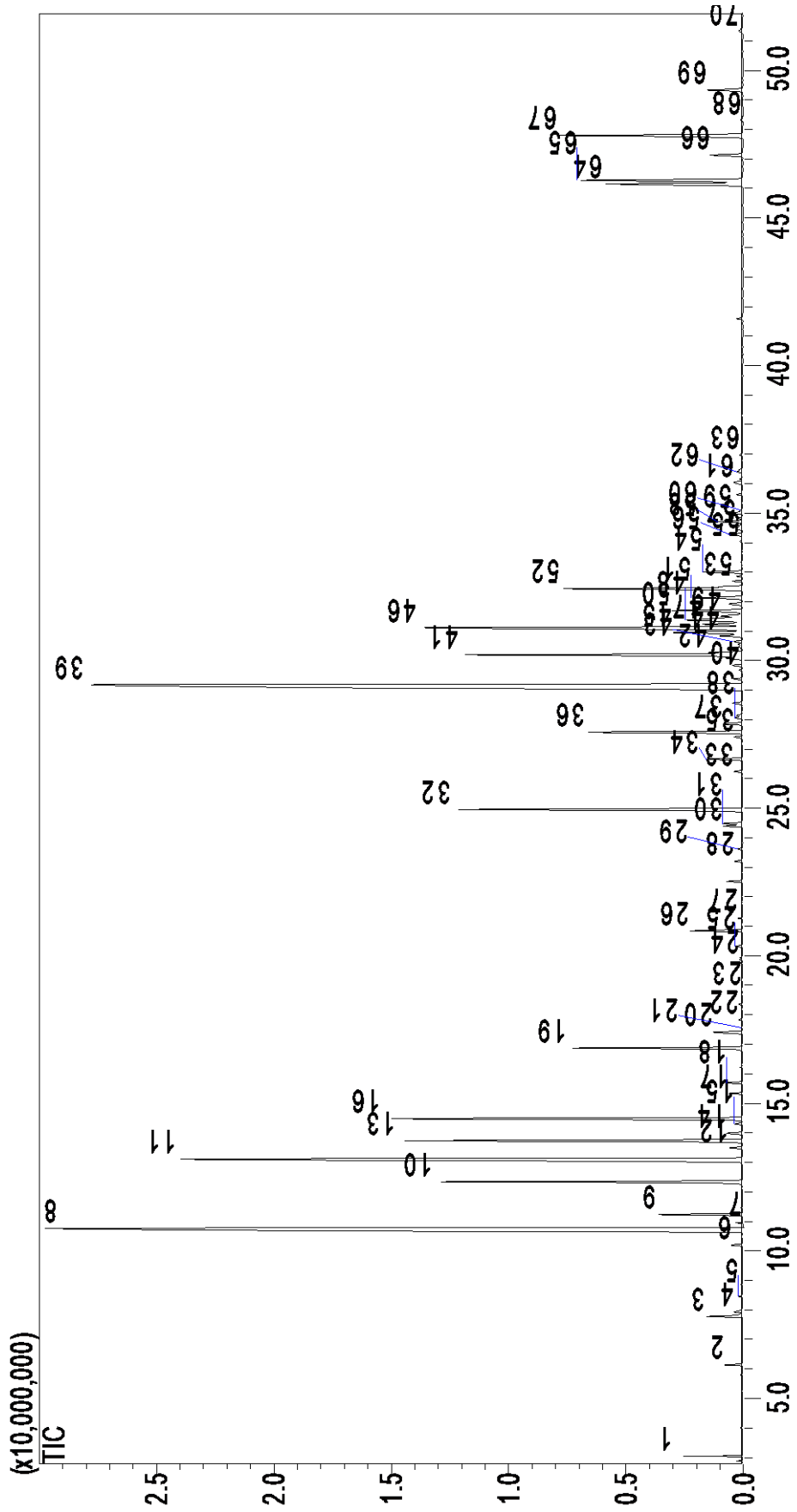
- URL-9. (2017). <http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Pinus+Pinaster>, 2 Kasım 2017
- URL-10. (2017). <https://www.faydalari.com/cam-kozalaginini-faydalari/>, 2 Kasım 2017
- URL-11. (2017). <http://www.bitkicenter.com/cam-kabugu-pycnogenol-faydalari/>, 2 Kasım 2017 .
- Ursini, F., Rapuzzi, I., Toniolo, R., Tubaro, F. ve Bontempelli, G. (2001). Characterization of antioxidant effect of procyanidins. *Methods in Enzymology*, 335: 338-350.
- USPC, (2011). Maritime pine extract. *In United States Pharmacopoeia ed. National Formulary*, Rockville, USA, s. 1196–1197.
- Ustun, O., Senol, F. S., Kurkcuoglu, M., Orhan, I. E., Kartal, M. ve Baser, K. H. C. (2012). Investigation on chemical composition, anticholinesterase and antioxidant activities of extracts and essential oils of Turkish Pinus species and pycnogenol. *Industrial Crops and Products*, 38(1), 115–123.
- Ürgenç, S. (1972). *Hızlı Gelişen Bazı Ekzotik (Yabancı) İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Türkiye'ye İthal ve Yetiştirilmesi İmkanları Üzerine Araştırmalar* İ. Ü. Orman Fakültes Yayın no: 188: İstanbul, s. 198
- Ürgenç, S. ve Boydak, M. (1982). Hızlı gelişen bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin türkiye'ye ithali ve yetiştirilmesi ilgili problemler. *Türkiye'de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu*. 21-26 Eylül Kefken (İzmit)-Korudağı-Dardanos (Çanakkale), s. 157-170.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T. D., Mazur, M. ve Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(39): 44–84.
- Vinas, R. A., Caudullo, G., Oliveria, S. ve Rigo, de D. (2016). Pinus pinaster in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree Species* . European Commission.
- Woisky, R. G. ve Salatino, A. (1998). Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, 37(2): 99–105.
- Wojdyło, A., Oszmiański, J. ve Czemerys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105(3): 940–949.
- Wolff, R. L. ve Bayard, C. C. (1995). Fatty acid composition of some pine seed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72(9): 1043–1046.
- Wolff, R. L., Comps, B., Deluc, L. G. ve Marpeau, A. M. (1998). Fatty acids of the seeds from pine species of the Ponderosa-Banksiana and Halepensis sections. The peculiar taxonomic position of Pinus pinaster. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(1): 45–50.

- Xiao, J., Suzuki, M., Jiang, X., Chen, X., Yamamoto, K., Ren, F. ve Xu, M. (2008). Influence of B-ring hydroxylation on interactions of flavonols with bovine serum albumin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(7): 2350–2356.
- Yaltırık, F. (1988). *Dendroloji Ders Kitabı I: Gymnospermae (Açık Tohumlular)*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları: İstanbul, s. 320-386.
- Yaltırık, F. ve Akkemik, Ü. (2011). *Türkiye'nin Doğal Gymnospermleri (Açık Tohumlular)*. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü: Ankara, s. 17-63.
- Yaltırık, F. ve Efe, A. (2000). *Dendroloji Ders Kitabı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları: İstanbul, s. 5-28.
- Yaylı, N., Kiran, Z., Seymen, H., Genç, H. ve Küçükislamoğlu, M. (2001). Characterization of lipids and fatty acid methyl ester contents in leaves and roots of *Crocus vallicola*. *Turkish Journal of Chemistry*, 25(4): 391–395.
- Yettella, R. R. ve Min, D. B. (2008). Quenching mechanisms and kinetics of Trolox and ascorbic acid on the riboflavin-photosensitized oxidation of tryptophan and tyrosine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22): 10887–10892.
- Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 17(2): 143–153.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. ve Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4): 555–559.
- Zibadi, S., Rohdewald, P. J., Park, D. ve Watson, R. R. (2008). Reduction of cardiovascular risk factors in subjects with type 2 diabetes by Pycnogenol supplementation. *Nutrition research (New York, N.Y.)*, 28(5): 315–320.
- Zolfaghari, B. ve Iravani, S. (2012). Essential oil constituents of the bark of *Pinus pinaster* from Iran. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 15(3): 348–351.

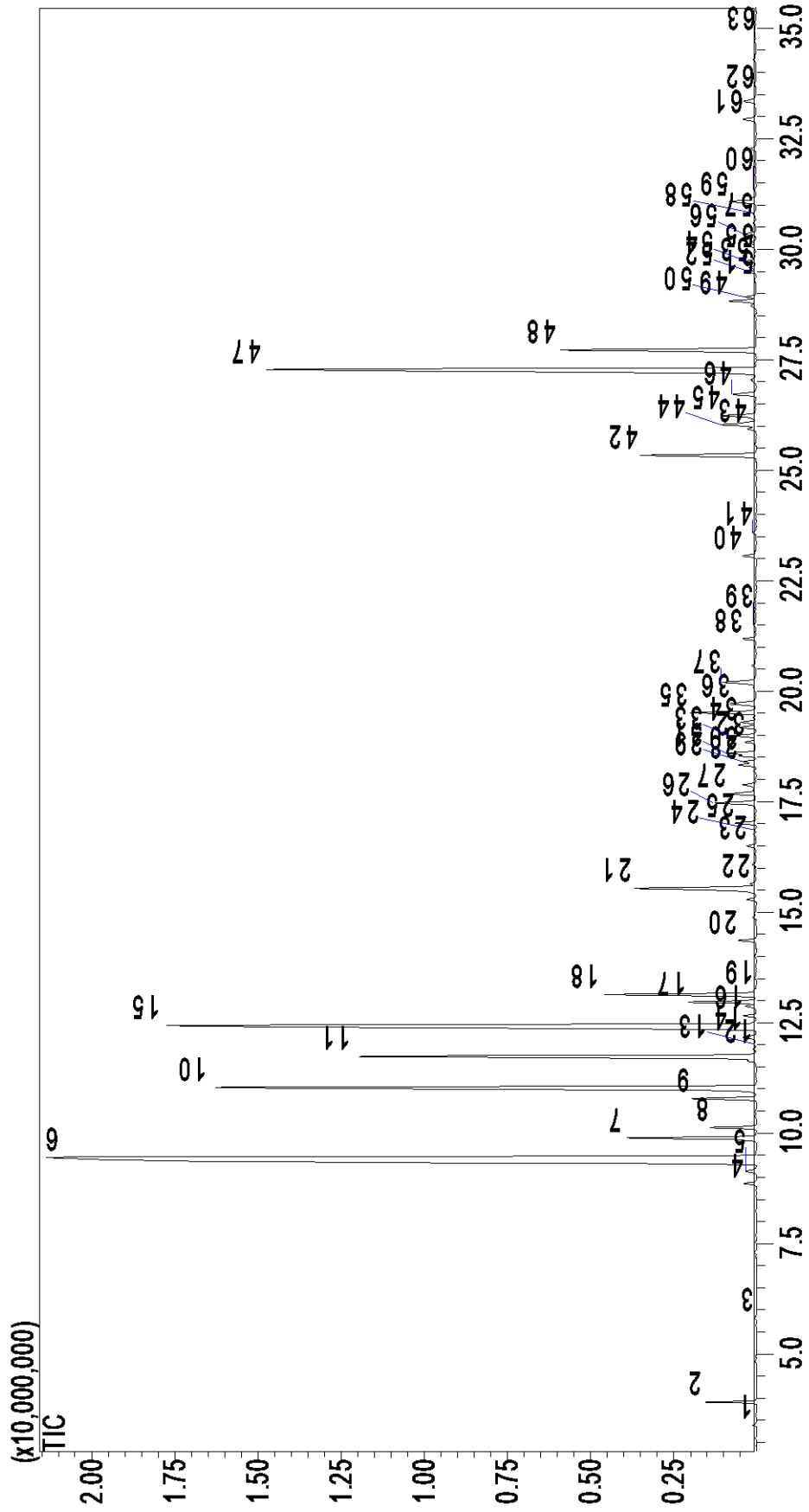
EKLER

EK A. İki örnek ağaçtan alınan kozalak ve ibrenin Kasım dönemi uçucu bileşenlerine ait GC-MS kromatogramları

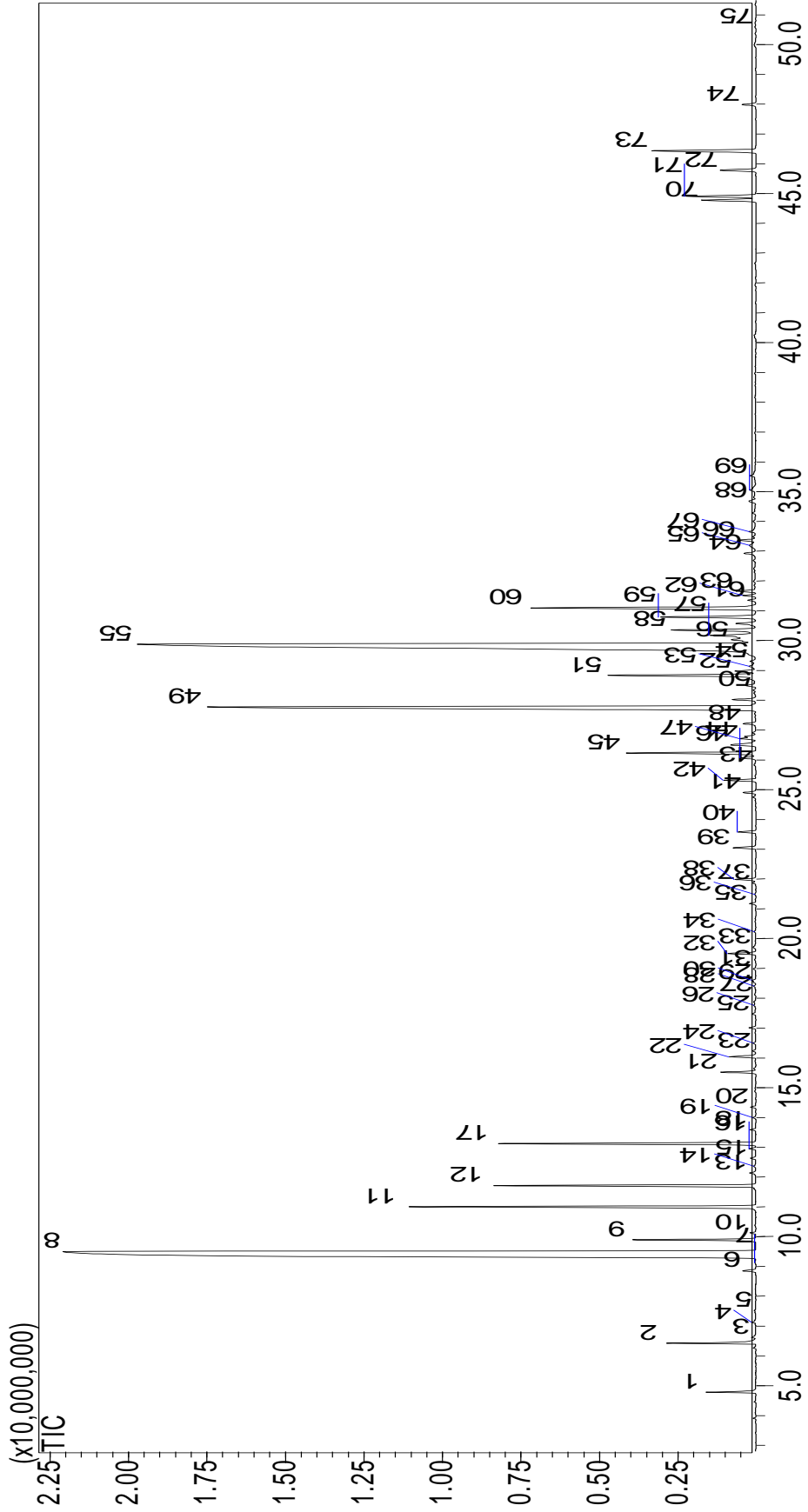
Ek A.1: 1. örnekten alınan ibrenin Kasım dönemi uçucu yağ bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı



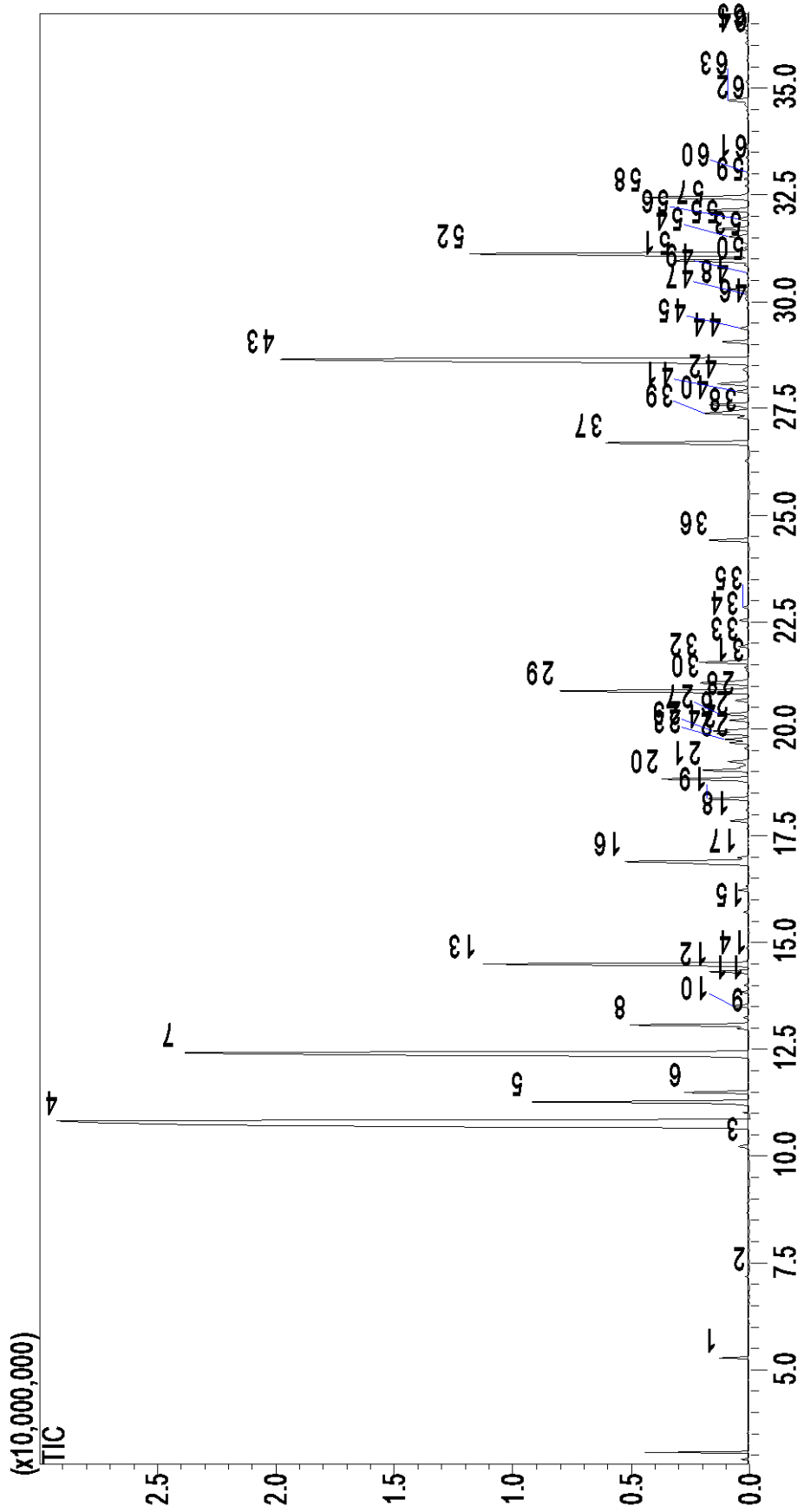
Ek A.2: 1. örnekten alınan kozalağın Kasım dönemi uçucu yağ bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı



Ek A.3: 2. örnekten alınan ibrenin Kasım dönemi uçucu yağ bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı

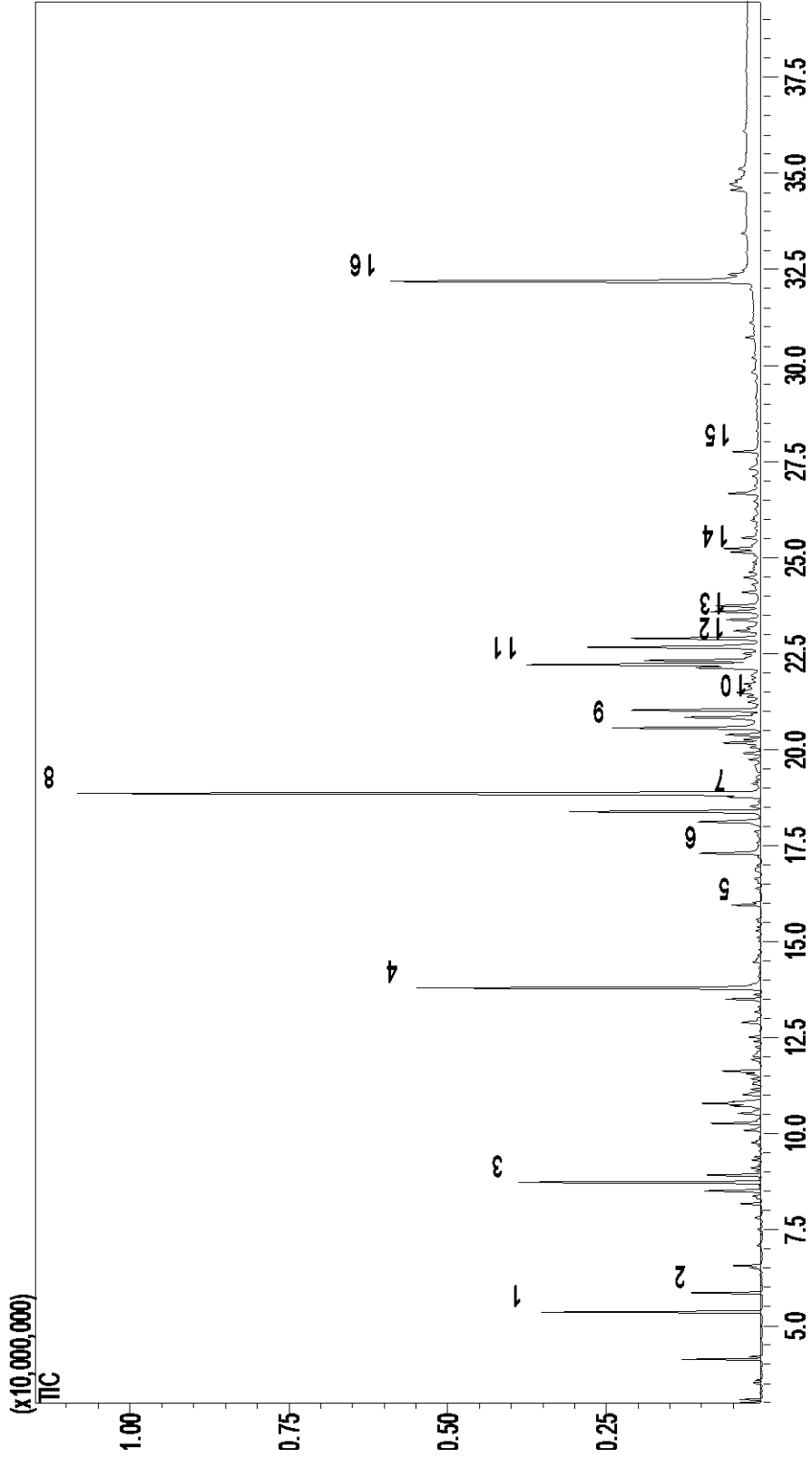


Ek A.4: 2. örnekten alınan kozalağın Kasım dönemi uçucu yağ bileşenlerine ait GC-MS kromatogramı

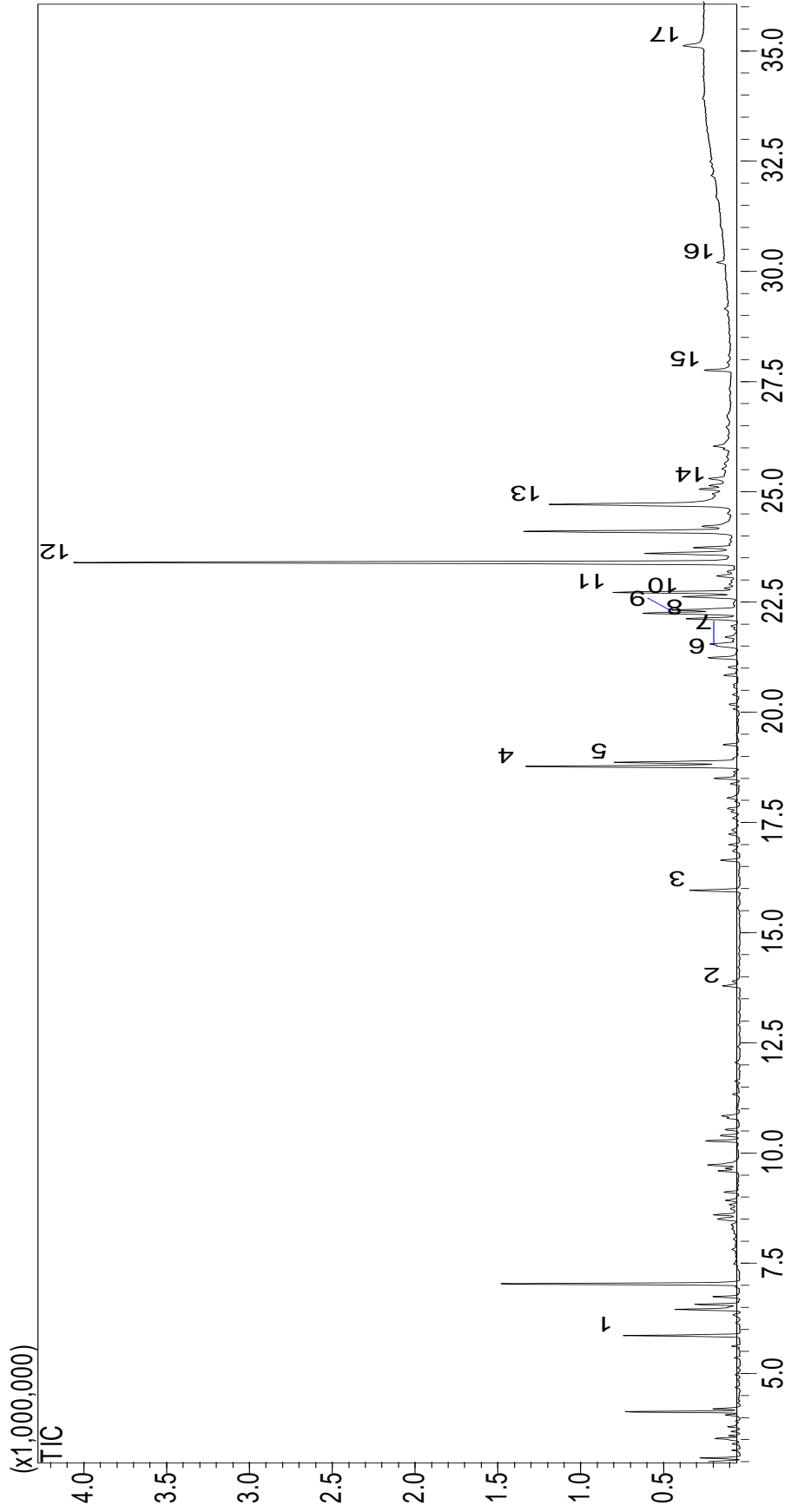


EK B . İki örnek ağaçtan alınan ibre, kozalak ve kabuğun Kasım dönemi yağ ve reçine asitlerine ait GC-MS kromatogramları

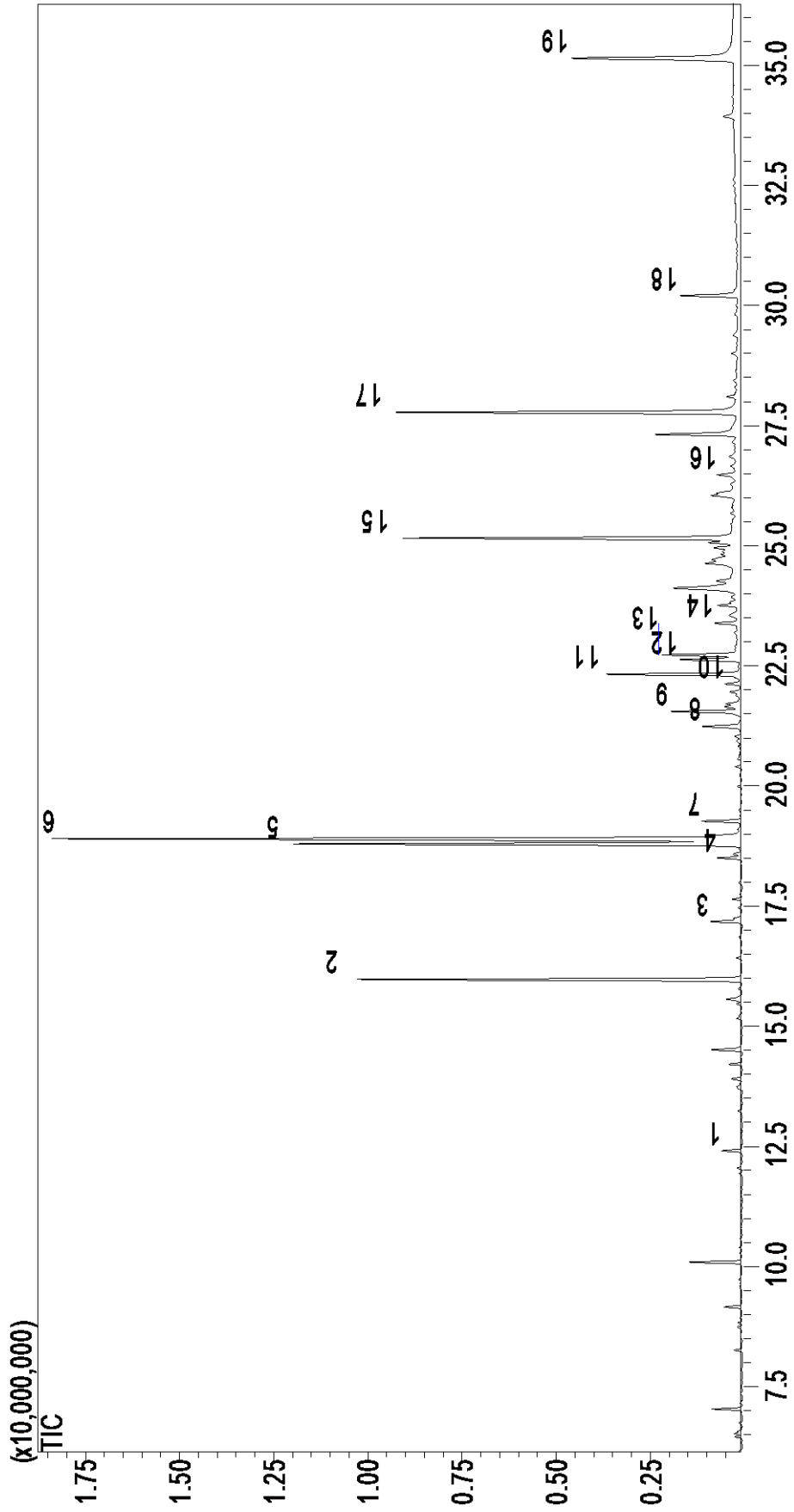
Ek B.1: 1. örnekten alınan ibrenin Kasım dönemi yağ ve reçine asitlerine ait GC-MS kromatogramı



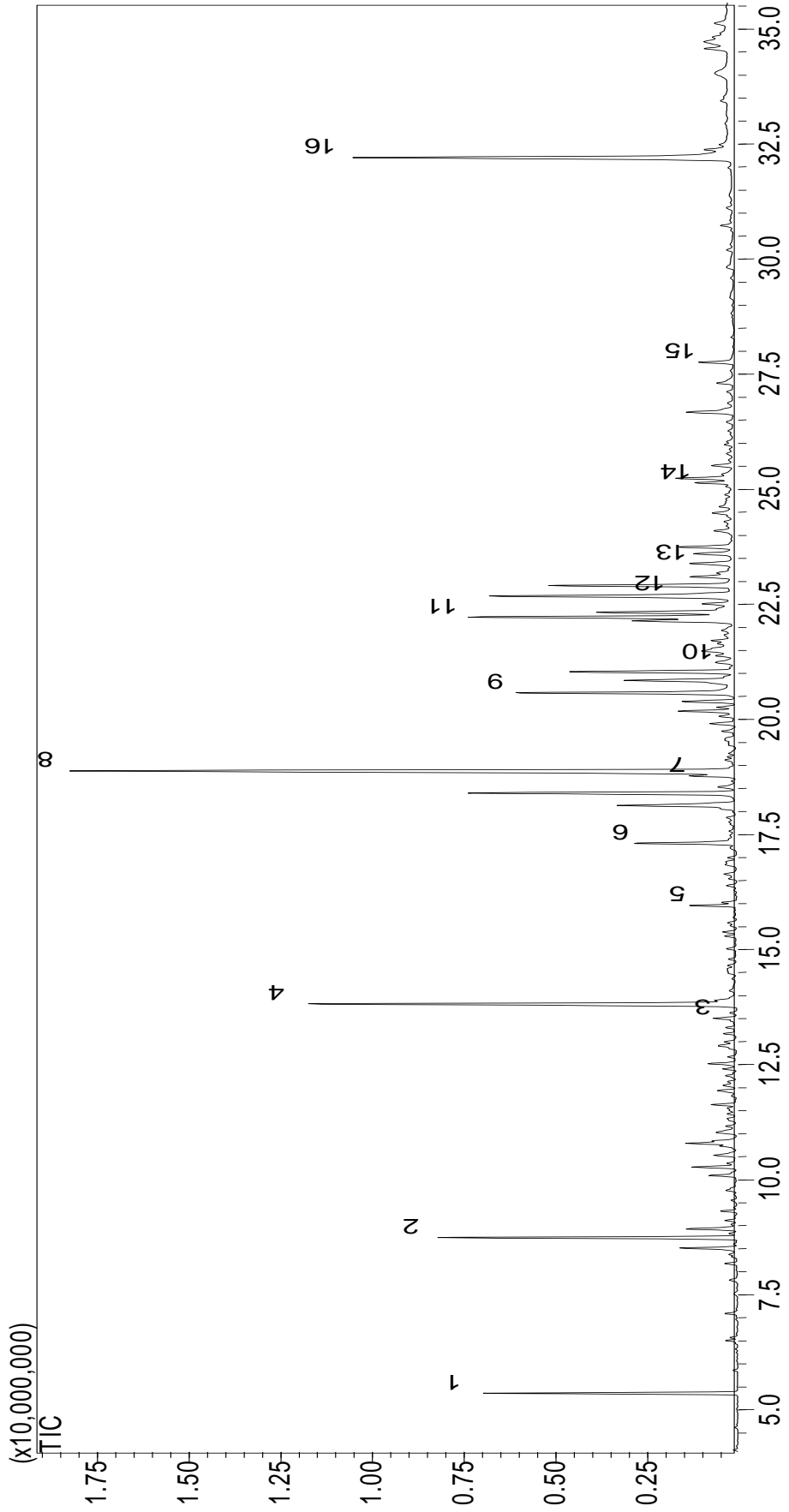
Ek B.2: 1. örnekten alınan kozalağın kasım dönemi yağ ve reçine asitlerine ait GC-MS kromatogramı



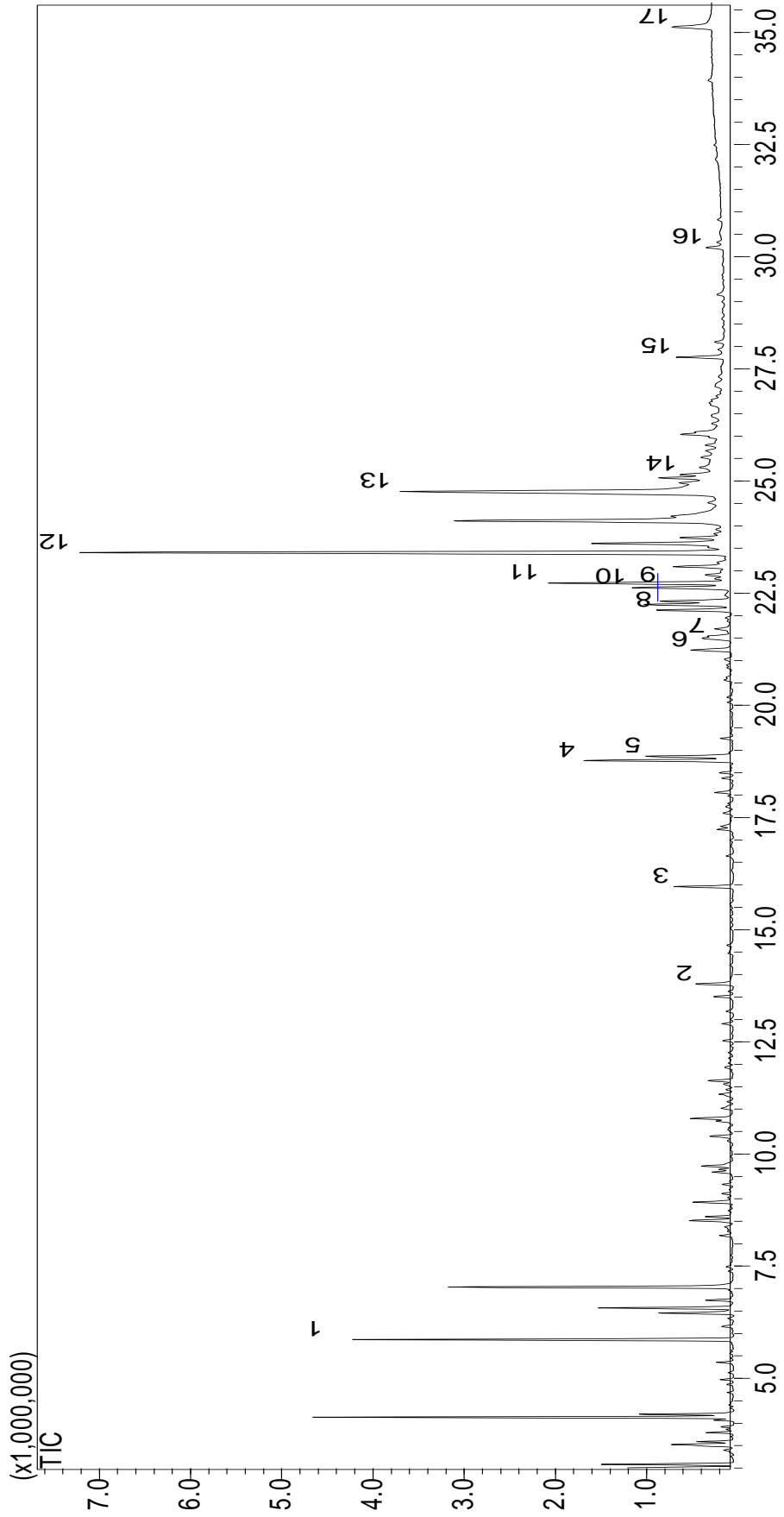
Ek B.3: 1. örnekten alınan kabuğun Kasım dönemi yağ ve reçine asitlerine ait GC-MS kromatogramı



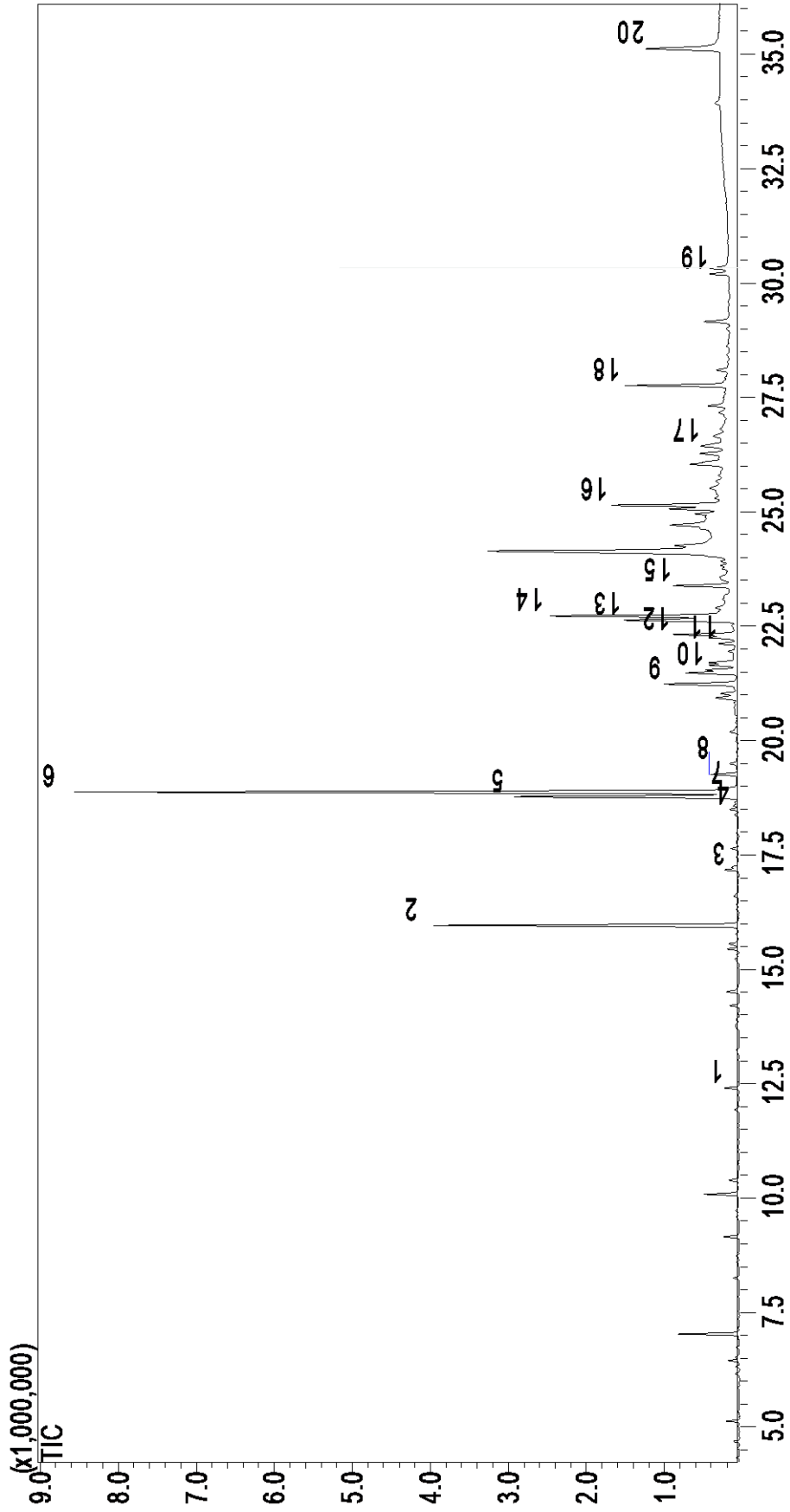
Ek B.4: 2. örnekten alınan ibrenin Kasım dönemi yağ ve reçine asitlerine ait GC-MS kromatogramı



Ek B.5: 2. örnekten alınan kozalağın Kasım dönemi yağ ve reçine asitlerine ait GC-MS kromatogramı

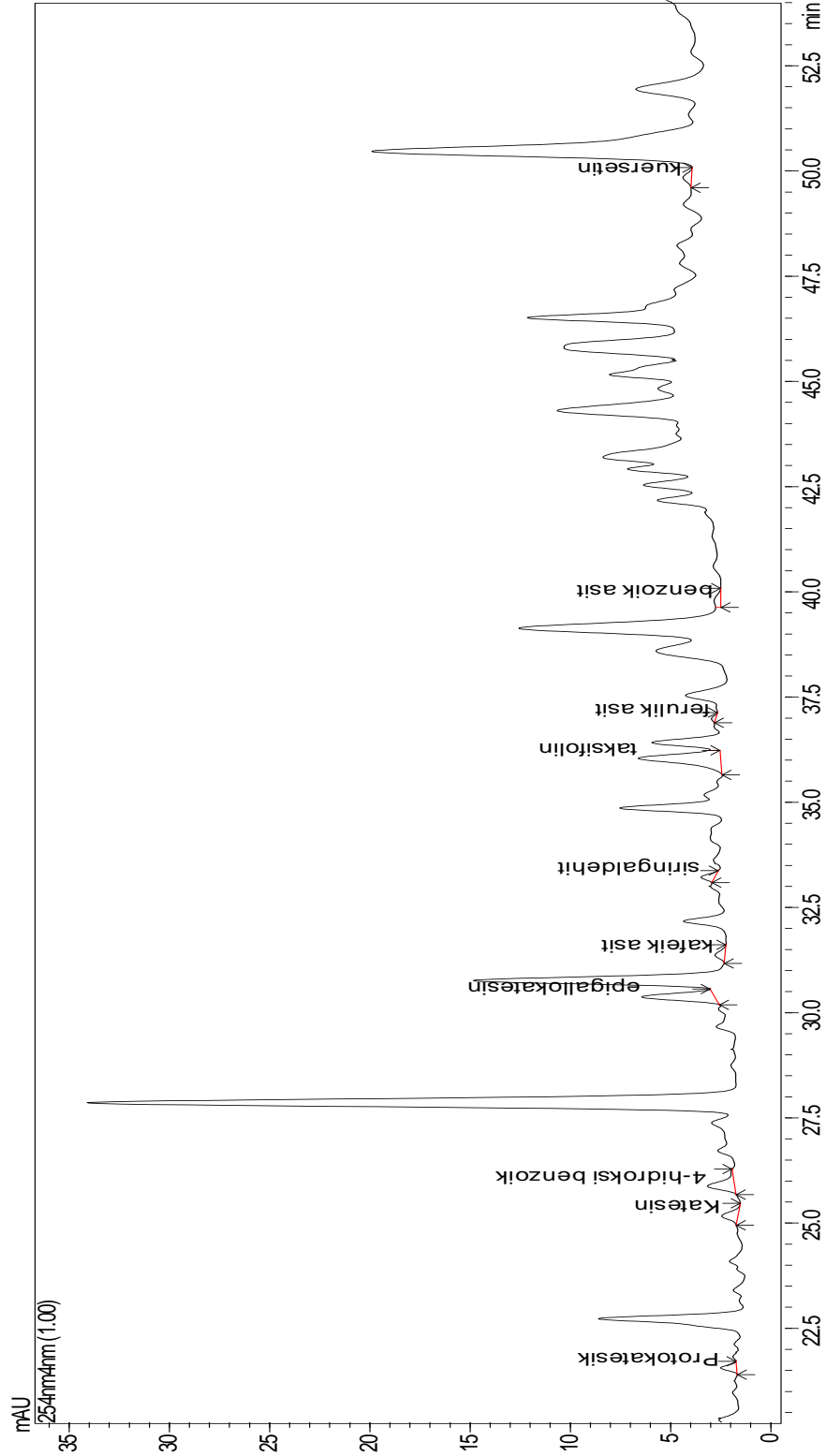


Ek B.6: 2. örnekten alınan kabuğun Kasım dönemi yağ ve reçine asitlerine ait GC-MS kromatogramı

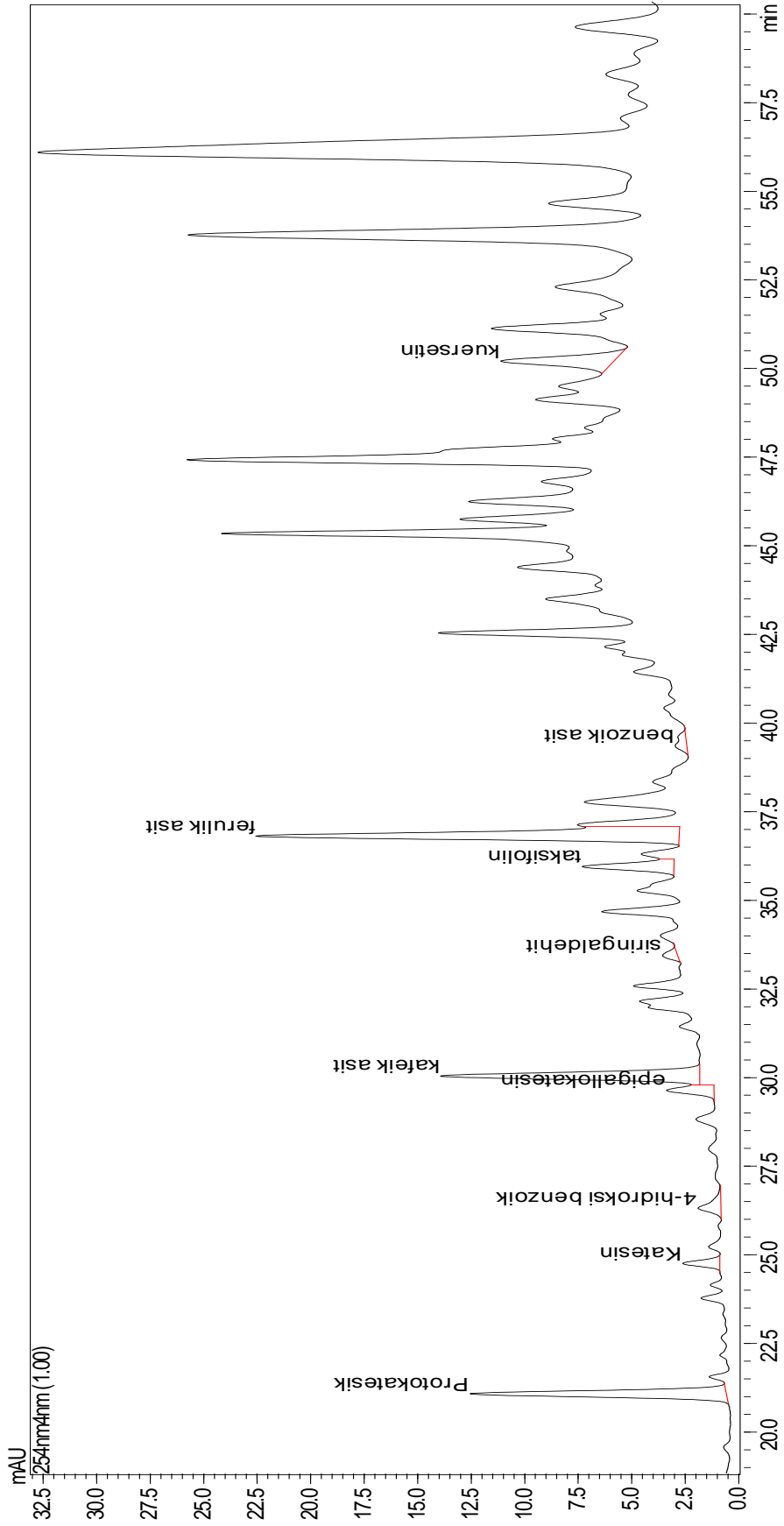


EK C. İki örnek ağaçtan alınan ibre, kozalak ve kabuğun Kasım dönemi fenolik bileşenlerine ait HPLC kromatogramları

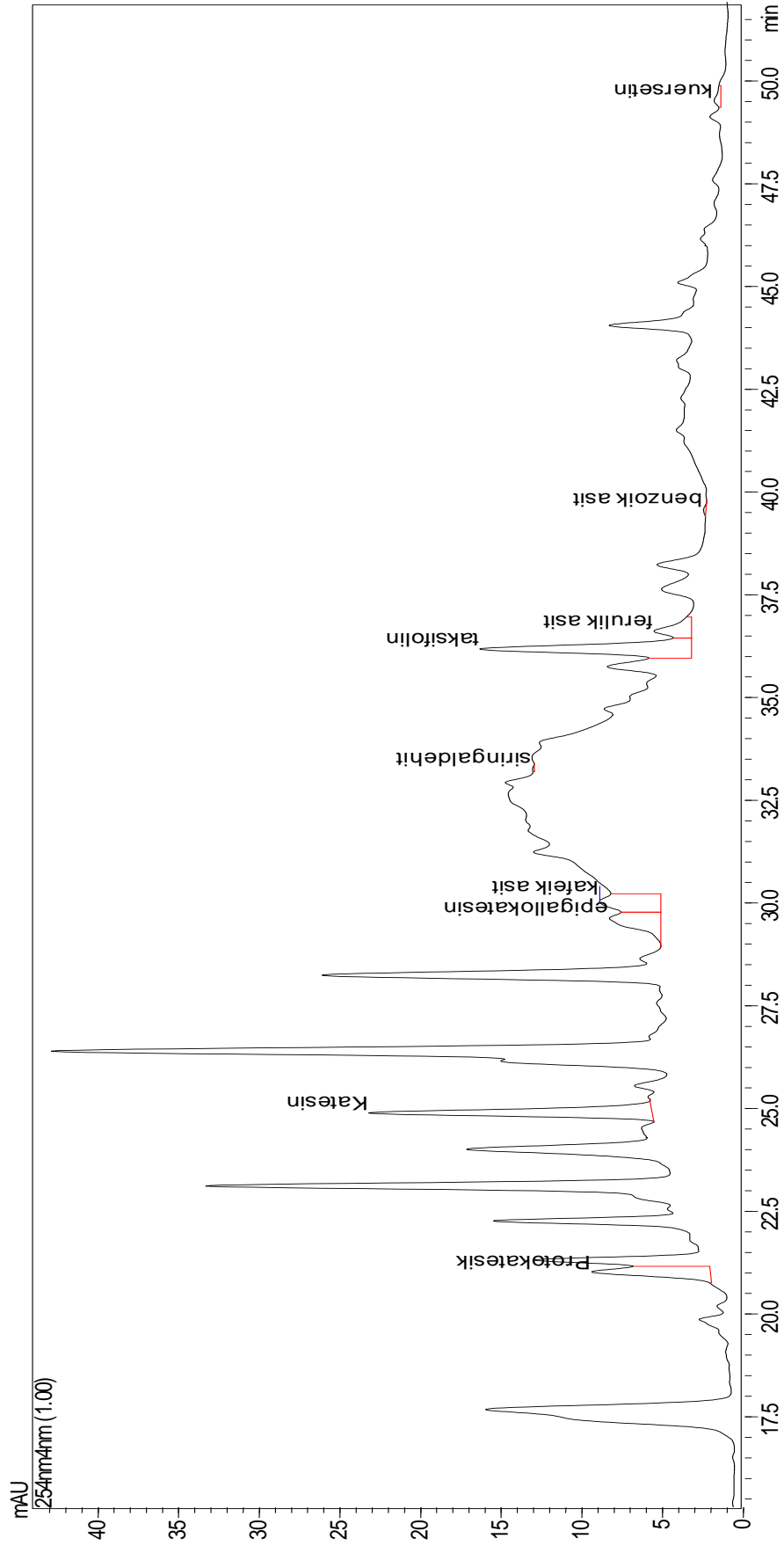
Ek C.1: 1. örnekten alınan ibrenin Kasım dönemi fenolik bileşenlerine ait HPLC kromatogramı



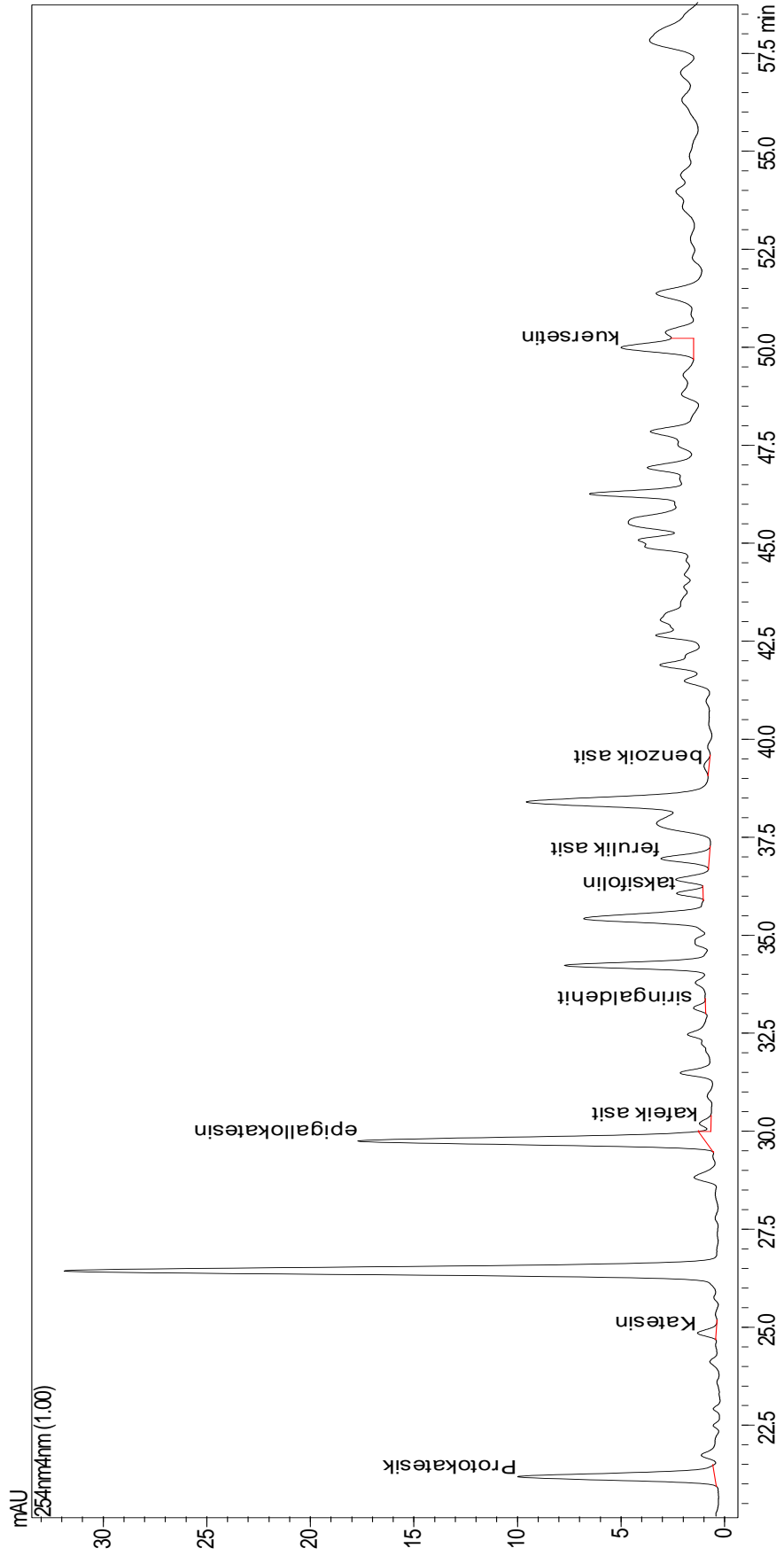
Ek C.2: 1. örnekten alınan kozalağın Kasım dönemi fenolik bileşenlerine ait HPLC kromatogramı



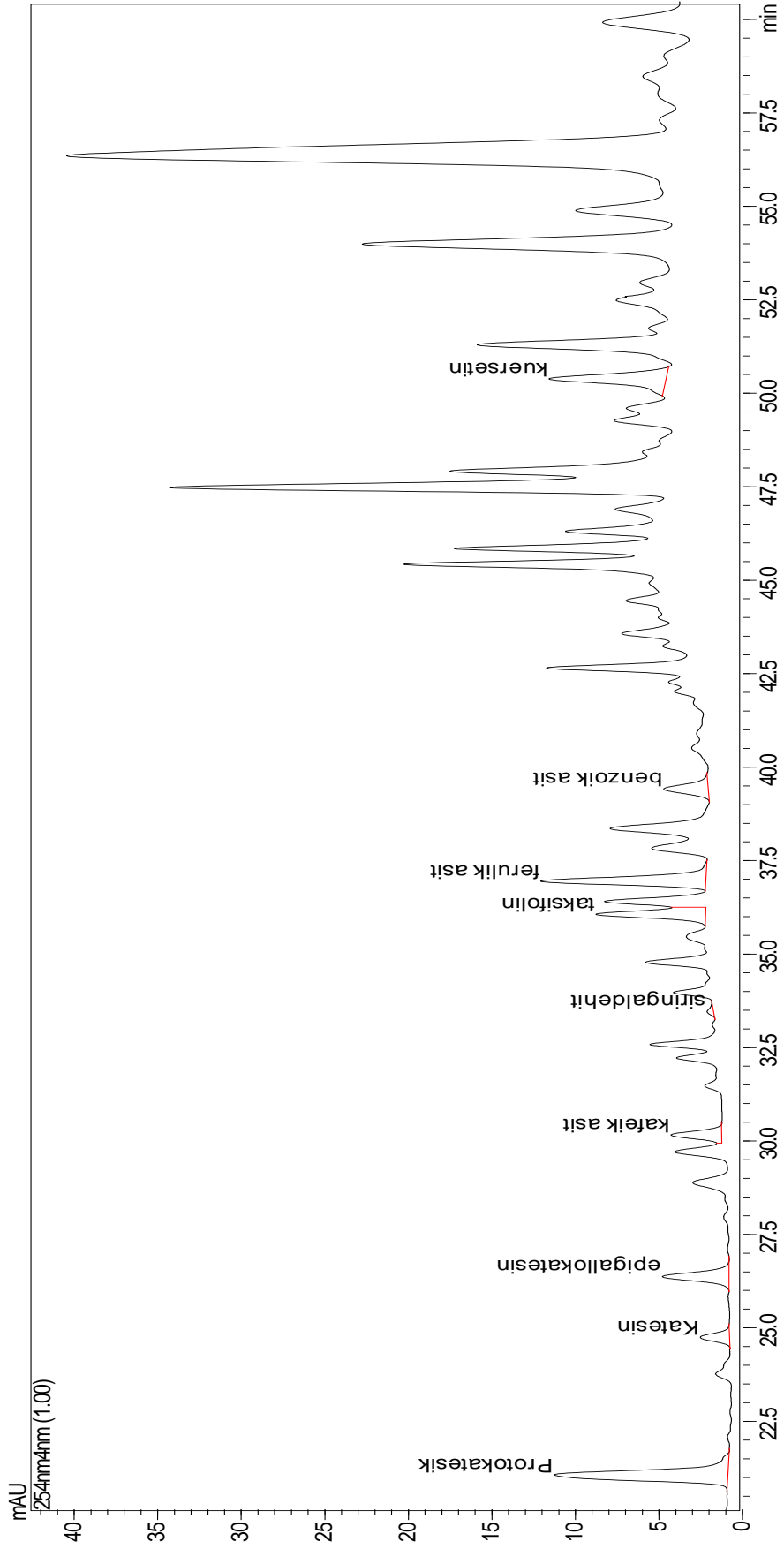
Ek C.3: 1. örnekten alınan kabuğun Kasım dönemi fenolik bileşenlerine ait HPLC kromatogramı



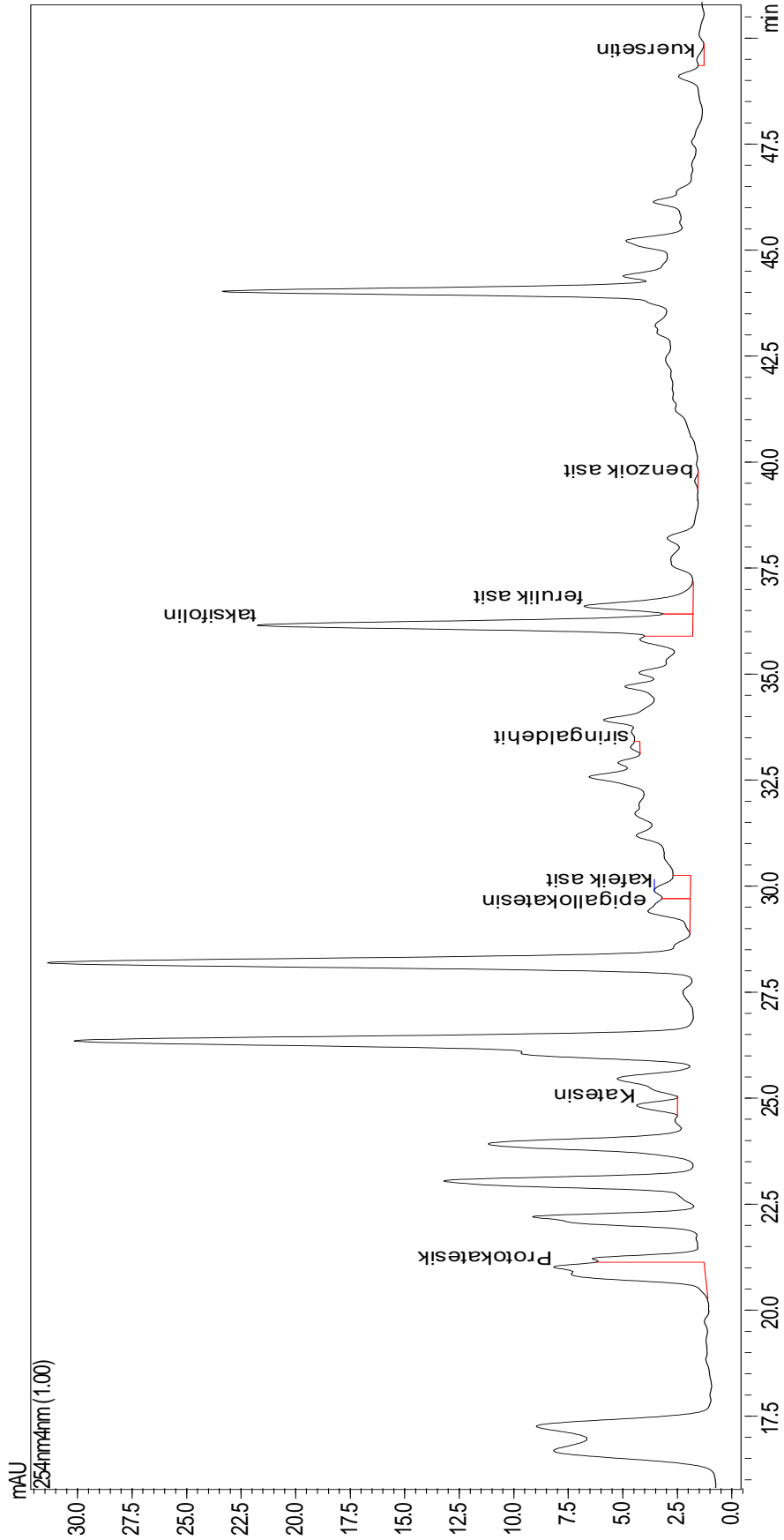
Ek C.4: 2. örnekten alınan ibrenin Kasım dönemi fenolik bileşenlerine ait HPLC kromatogramı



Ek C.5: 2. örnekten alınan kozalağın Kasım dönemi fenolik bileşenlerine ait HPLC kromatogramı

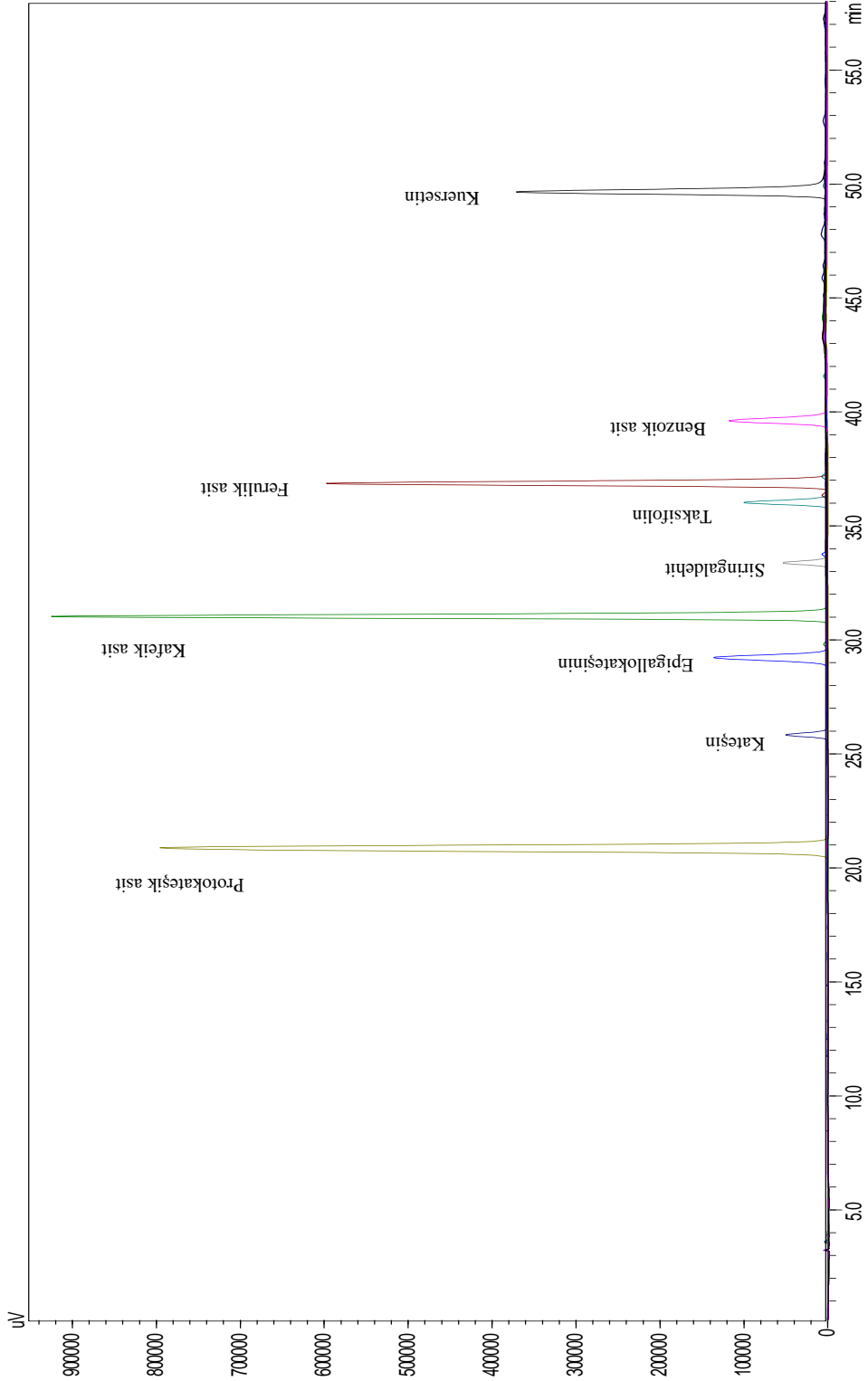


Ek C.6: 2. örnekten alınan kabuğun Kasım dönemi fenolik bileşenlerine ait HPLC kromatogramı

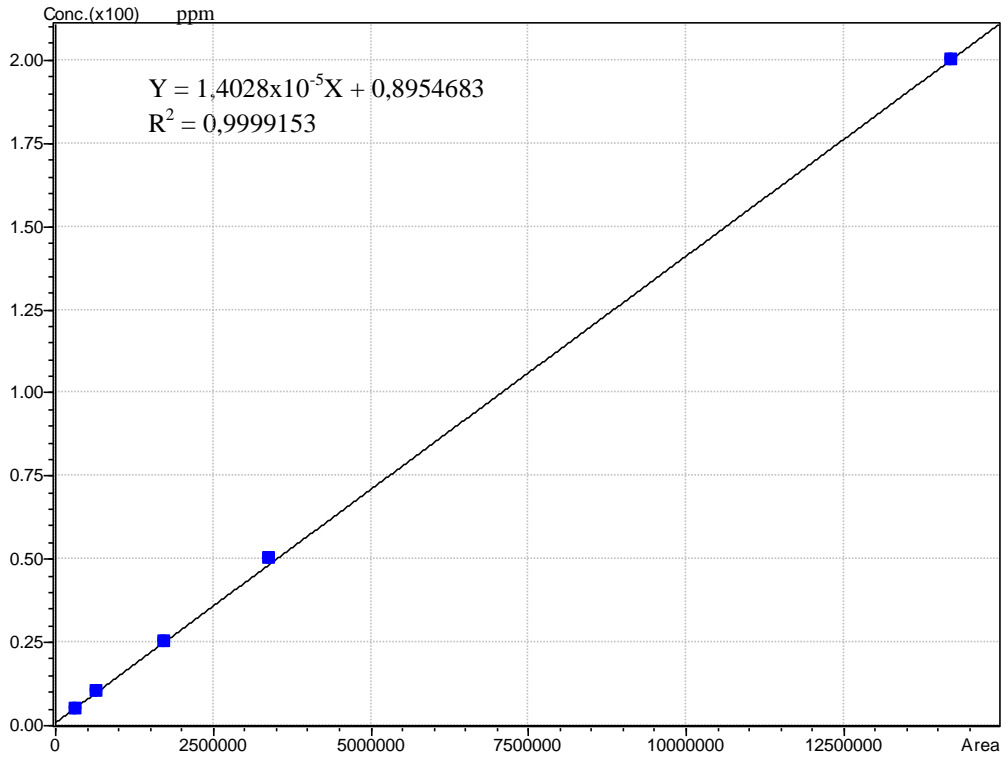


EK D. Fenolik bileşen analizinde kullanılan standartlara ait HPLC kromatogramı ve kalibrasyon eğrileri

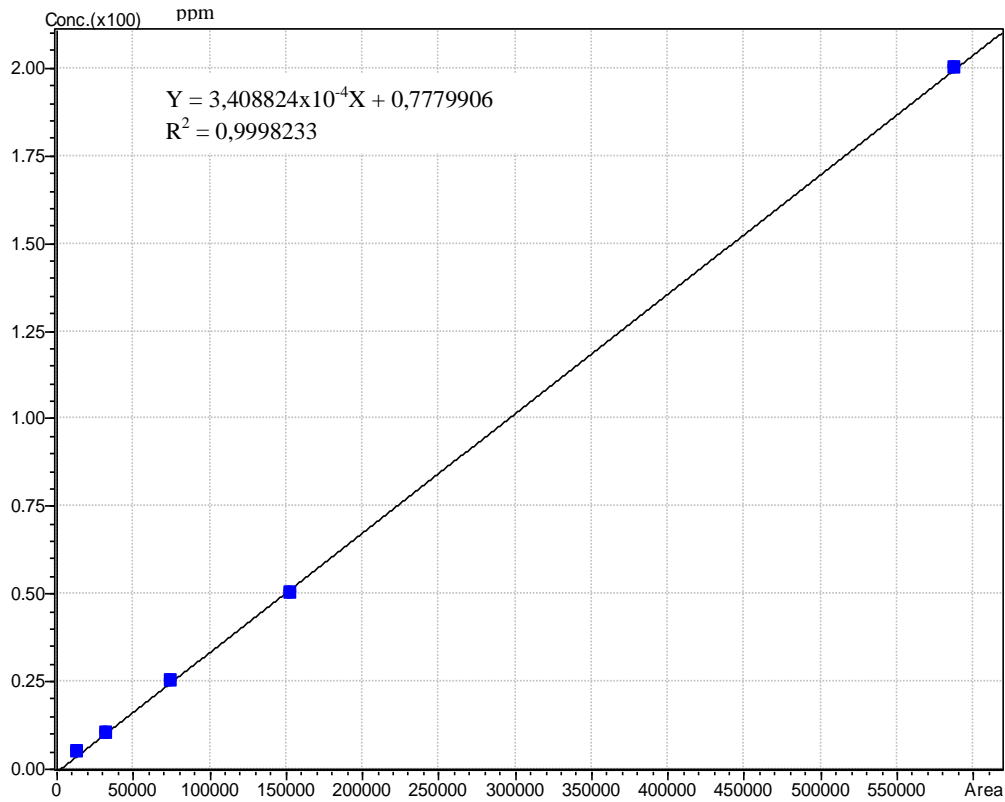
Ek D.1: Fenolik bileşen analizinde kullanılan 200 ppm konsantrasyondaki standartlara ait HPLC kromatogramı



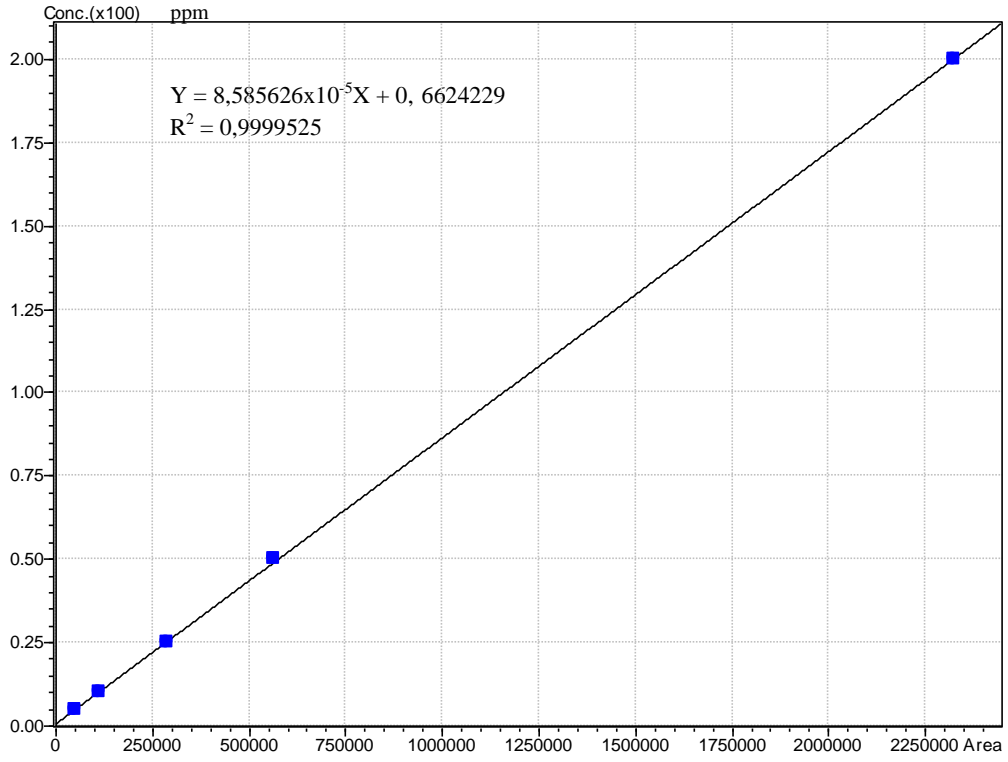
Ek D.2: Protokateşik asitin kalibrasyon grafiği



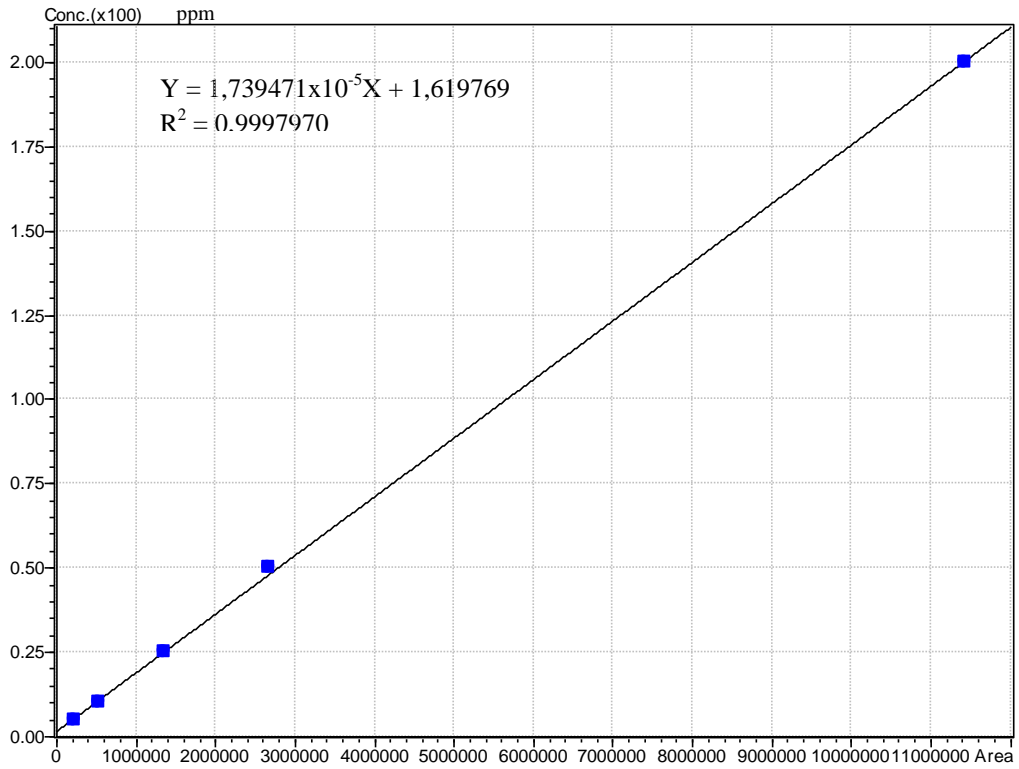
Ek D.3: Kateşinin kalibrasyon grafiği



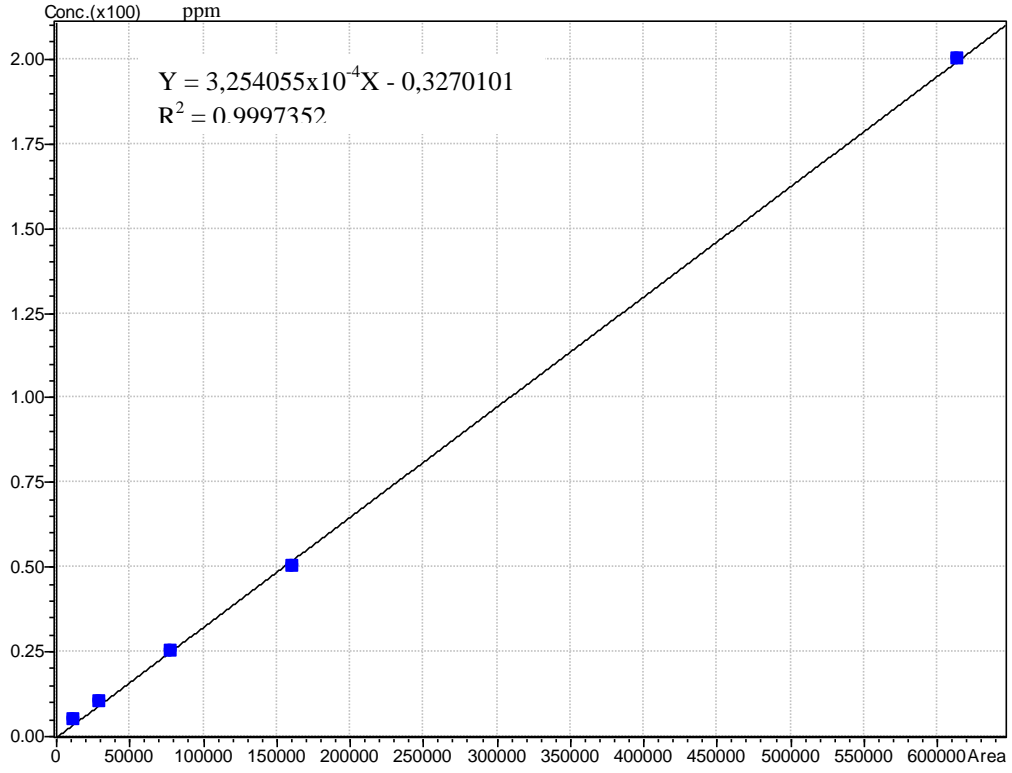
Ek D.4: Epigallokateşinin kalibrasyon grafiği



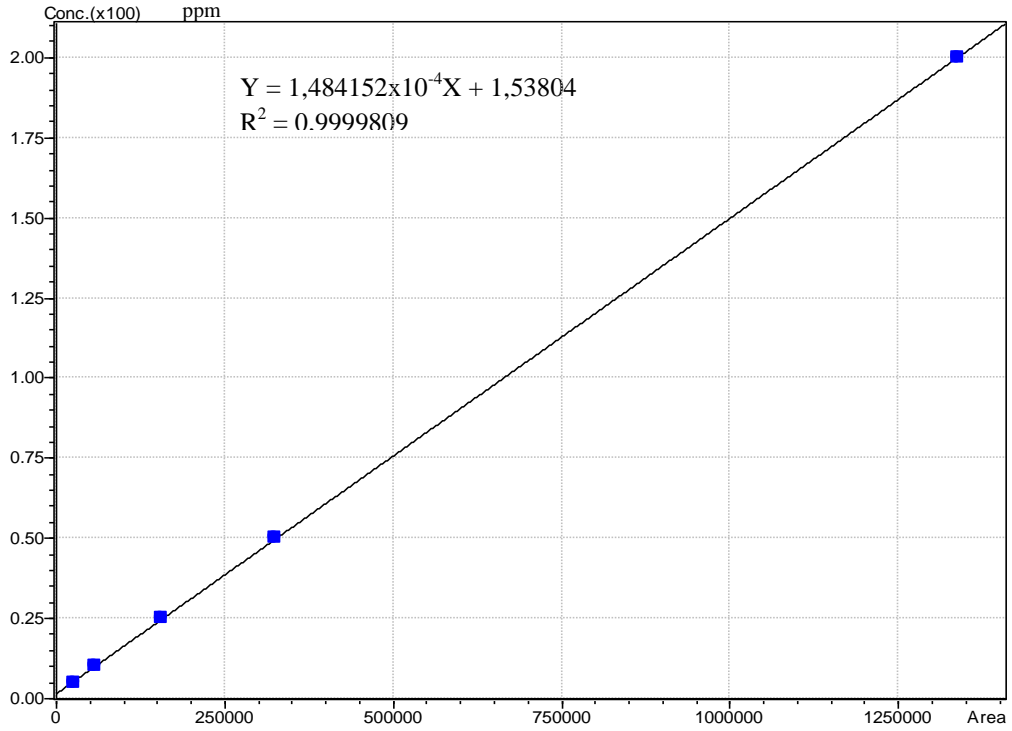
Ek D.5: Kafeik asitin kalibrasyon grafiği



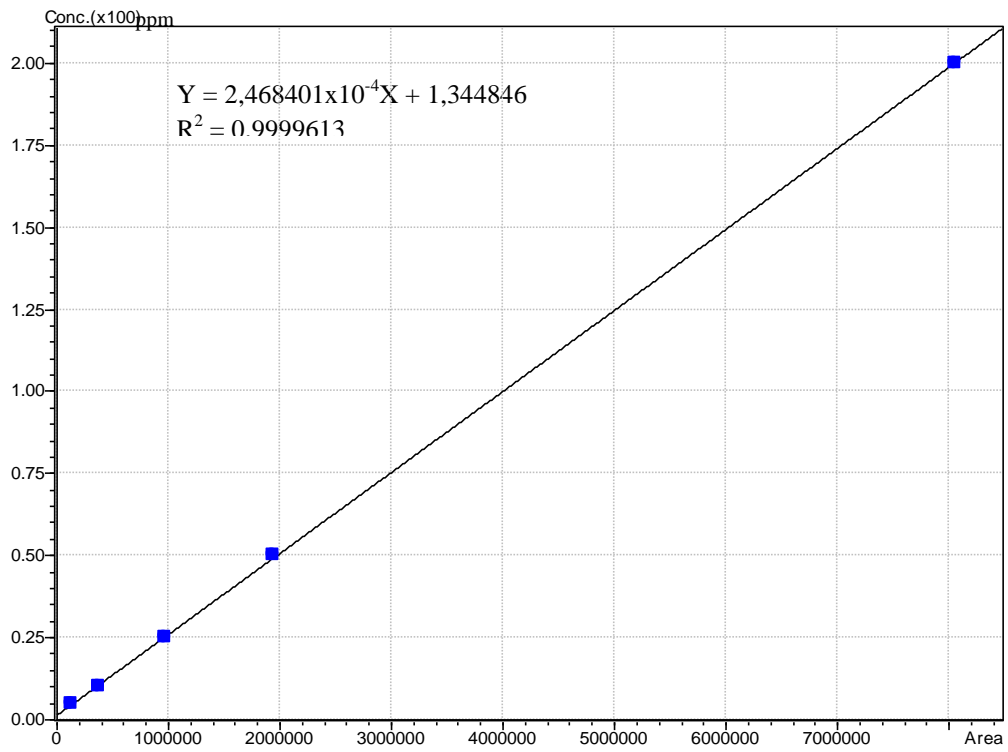
Ek D.6: Siringaldehitin kalibrasyon grafiği



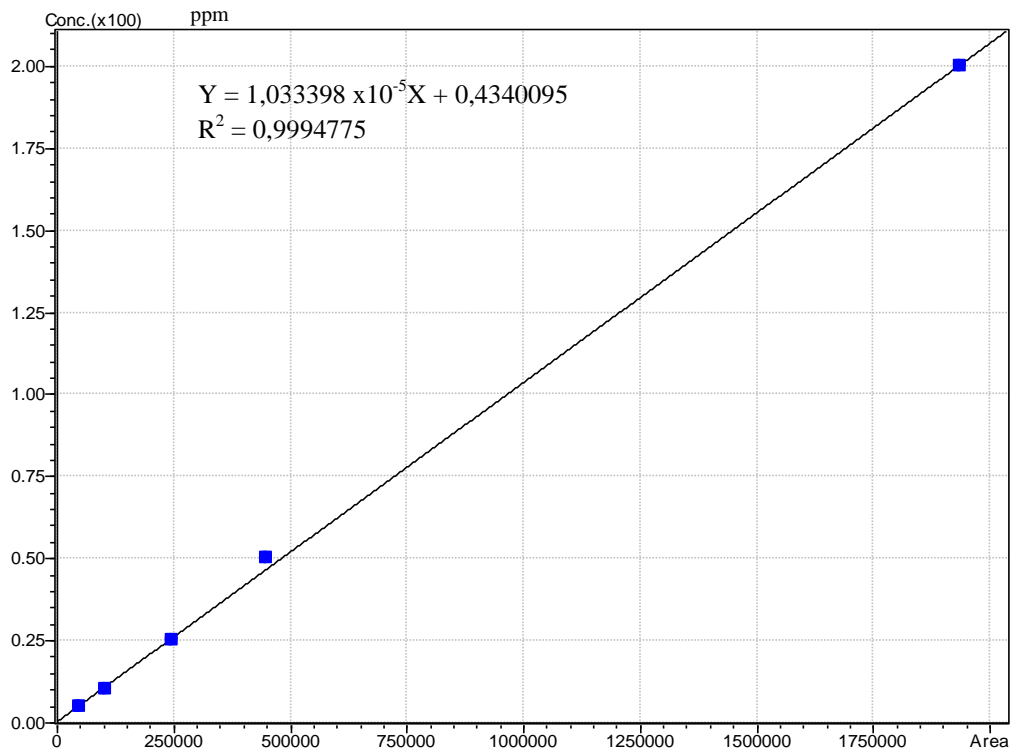
Ek D.7: Taksifolinin kalibrasyon grafiği



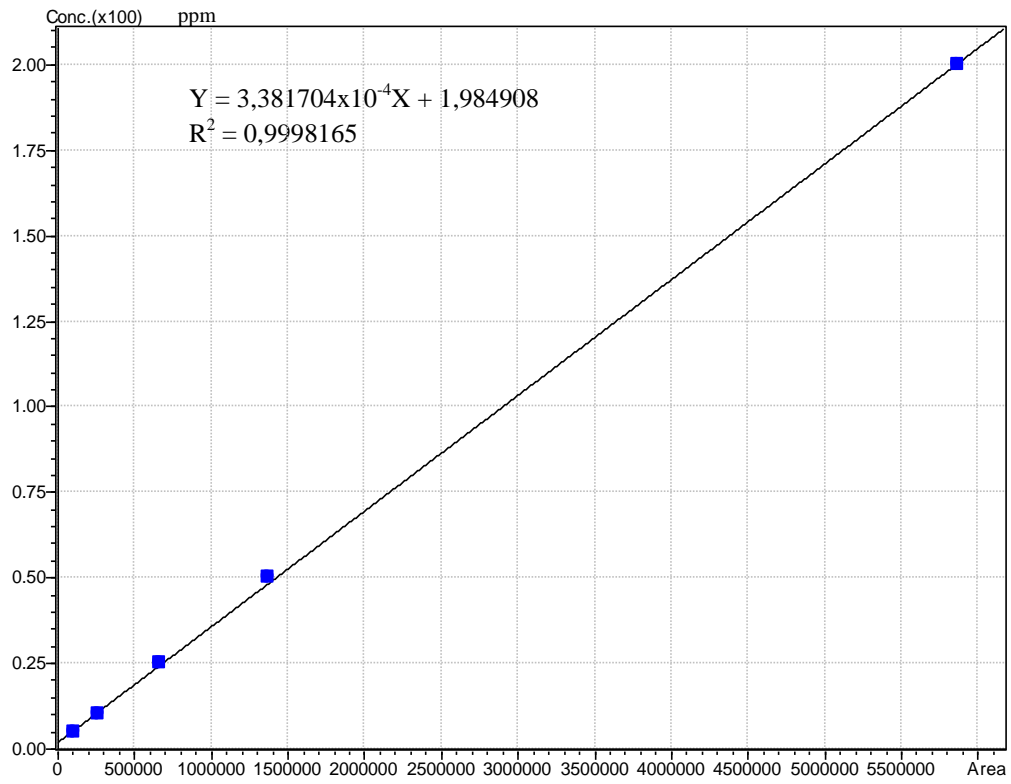
Ek D.8: Ferulik asidin kalibrasyon grafiği



Ek D.9: Benzoik asidin kalibrasyon grafiği



Ek D.10: Kuersetinin kalibrasyon grafiği



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Mehmet KURTÇA
Doğum Yeri ve Tarihi : Vezirköprü/ 26.02.1987

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

- Bilimsel Faaliyet/Yayımlar :1. Tümen, İ., Akkol, E., Süntar, İ., Erbey, G., Kurtça, M., Keleş, H., Reunanen, M., Pranovich, A. (2017). Evaluation of The Wound Healing and Anti-Inflammatory Activities and Phytochemical Analysis of *Myrtus communis* L. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(7): 4420-4428. (Yayın No: 3553951)
2. Kani, İ., Kurtça, M. (2013). Synthesis characterization and luminescence of zinc (II) and cadmium (II) coordination complexes $[Zn(phen)_2(CH_3COO)](ClO_4)$, $[Zn(bpy)_2(ClO_4)](ClO_4)$, and $[Cd(phen)_2(NO_3)_2]$. *Turkish Journal of Chemistry*, 37(6): 993-1006. (Yayın No: 162521)
3. Kani, İ., Kurtça, M. (2012). Synthesis structural characterization and benzyl alcohol oxidation activity of mononuclear manganese (II) complex with 2,2'-bipyridine: $[Mn(bipy)_2(ClO_4)_2]$. *Turkish Journal of Chemistry*, 36(6): 827-840. (Yayın No: 162448)
4. Yılmaz, F., Mutlu, A., Ünver, H., Kurtça, M., Kani, İ. (2010). Hydrogenation of olefins catalyzed by Pd II complexes containing a perfluoroalkylated S O chelating ligand in supercritical CO₂ and organic solvents. *The Journal of Supercritical Fluids*, 54(2): 202-209. (Yayın No: 162409)

İş Deneyimi

Stajlar :

Projeler ve Kurs Belgeleri :

Çalıştığı Kurumlar : Bartın Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek
Yüksekokulu 2013- Devam ediyor

İletişim

E-Posta Adresi : mkurtca@bartin.edu.tr

Tarih : 05.02.2018 (Tez sınav tarihi)