

**T.C.  
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI YÖRELERDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN KAYIN  
(*Fagus orientalis* L.) AĞACININ ODUN VE KABUĞUNUN  
KİMYASAL YAPISI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

**Fatma YILMAZ**

**Danışman  
Doç. Dr. İlhami Emrah DÖNMEZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2019**



© 2019 [Fatma YILMAZ]

## TEZ ONAYI

Fatma YILMAZ tarafından hazırlanan "Farklı Yörelerde Doğal Olarak Yetişen Kayın (*Fagus orientalis* L.) Ağacının Odun ve Kabuğunun Kimyasal Yapısı Üzerine Araştırmalar" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç. Dr. İlhami Emrah DÖNMEZ  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Ali VAR  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Hikmet YAZICI  
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi



Enstitü Müdürü Prof. Dr. Yusuf UÇAR

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Fatma YILMAZ**

*F. Yılmaz*

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı .....	2
1.2. Kayın ( <i>Fagus orientalis</i> L.)' in Genel Özellikleri.....	2
1.2.1. Kayının botanik özellikleri .....	3
1.2.2. Kayının doğal yayılışı .....	4
1.2.3. Kayının yetişme ortamı ve iklim özellikleri.....	5
1.2.4. Kayının makroskopik özellikleri.....	5
1.2.5. Kayının mikroskopik özellikleri .....	5
1.2.6. Kayının tohum özellikleri .....	6
1.2.7. Kayının fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri .....	6
1.2.8. Kayının kullanım alanları .....	7
1.3. Odun ve Kabuğun Kimyasal Yapısı .....	8
1.3.1. Hücre çeperi ana bileşenleri .....	9
1.3.1.1. Selüloz.....	9
1.3.1.2. Hemiselülozlar .....	10
1.3.1.3. Lignin .....	10
1.3.2. Hücre çeperi yan bileşenleri .....	11
1.3.2.1. Lipofilik ekstraktif maddeler.....	11
1.3.2.2. Hidrofilik ekstraktif maddeler.....	11
1.3.3. Suberin.....	12
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Yöntem .....	24
3.2.1. Örneklerin hazırlanması .....	24
3.2.2. Rutubet tayini .....	27
3.2.3. Hücre çeperi ana bileşenlerinin belirlenmesi .....	27
3.2.3.1. Holoselüloz tayini .....	28
3.2.3.2. $\alpha$ -selüloz tayini .....	28
3.2.3.3. Lignin tayini .....	29
3.2.4. Çözünürlük değerlerinin belirlenmesi .....	29
3.2.4.1. Heksan, aseton: su ile soxhlet ekstraksiyonu .....	29
3.2.4.2. Sıcak su çözünürlüğü .....	31
3.2.4.3. % 1 NaOH çözünürlüğü .....	31
3.2.5. Suberin tayini.....	31
3.2.6. GC-MS (Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometresi) ve GC-FID (Gaz Kromatografisi / Alev İyonizasyon Dedektörü ) analizleri .....	32
3.2.6.1. GC-MS analiz koşulları .....	32

3.2.6.2. GC-FID analiz koşulları.....	33
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	34
4.1. Odununun Kimyasal Yapısına Ait Bulgular .....	34
4.1.1. Odun hücre çeperi ana bileşenlerine ait bulgular.....	34
4.1.2. Odun hücre çeperi yan bileşenlerine ait bulgular .....	35
4.2. Kabuğun Kimyasal Yapısına Ait Bulgular.....	36
4.2.1. Kabuğun hücre çeperi ana bileşenlerine ait bulgular .....	37
4.2.2. Kabuğun hücre çeperi yan bileşenlerine ait bulgular .....	38
4.3. GC-MS ve GC-FID Analizlerine Ait Bulgular .....	39
4.3.1. Lipofilik ekstraktiflere ait bulgular.....	39
4.3.2. Hidrofilik ekstraktiflere ait bulgular.....	41
4.3.3. Suberin monomerlerine ait bulgular .....	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	45
5.1. Kimyasal Özelliklere Ait Sonuçlar.....	45
5.2. Lipofilik ve Hidrofilik Bileşenlere Ait Sonuçlar.....	49
5.3. Suberin Monomerlerine Ait Sonuçlar .....	52
5.4. Öneriler.....	54
KAYNAKLAR .....	56
ÖZGEÇMİŞ .....	63

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### FARKLI YÖRELERDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN KAYIN (*Fagus orientalis* L.) AĞACININ ODUN VE KABUĞUNUN KİMYASAL YAPISI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Fatma YILMAZ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İlhami Emrah DÖNMEZ

Bu tez çalışmasında Türkiye’de Kahramanmaraş ve Bartın illerinde doğal olarak yetişen kayın ağacı odunlarının ve kabuklarının kimyasal yapısındaki değişimler incelenmiştir. Kayın geniş bir yayılış alanına sahip olmasından dolayı birçok araştırmaya konu olmuştur. Fakat farklı iki bölgede yetişen kayının kimyasal yapısının karşılaştırılmasına ait bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yapılan bu çalışma ile kimyasal yapı açığa çıkarılarak bir literatür oluşturulmaya çalışılmış, kayın odununun farklı alanlarda kullanımının belirlenmesinde bir kaynak oluşturulmuştur.

Heksan ekstraksiyonu sonrasında lipofilik madde miktarı tespiti için Kahramanmaraş ve Bartın kayın odun ve kabuk örnekleri GC ve GC-MS’de analiz edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde Kahramanmaraş odun örneğinde en yüksek miktar N-Ethylacetamide (% 44,86) en düşük miktar 4-Methyl-2,4-bis(4’-trimethylsilyloxyphenyl) pentene-1 (% 3,05) olduğu tespit edilmiştir. Kahramanmaraş kabuk örneğinde ise en yüksek miktar N-Ethylacetamide (% 27,41) olurken en düşük miktar 9,12-Octadecadienoic acid (% 2,50) olarak tespit edilmiştir. Bartın odun örneğinde en yüksek miktar Hexadecamethylheptasiloxane (% 49,70) iken en düşük miktar Tetrahydrogeranyl butyrate (% 0,78) olarak elde edilmiştir. Bartın kabuk örneğinde ise en yüksek miktar 8-hexadecenal (% 71,18) en düşük miktar ise 3-decyn-2-ol (% 2,47) olduğu tespit edilmiştir.

Aseton: su ekstaksiyonu sonrasında hidrofilik madde miktarı tespiti için Kahramanmaraş ve Bartın odun ve kabuk örnekleri GC-MS’de analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda aseton: su ekstraksiyonunda Kahramanmaraş odun örneğinde en yüksek miktar 2-keto-d-gluconic acid (% 20,71) olurken en düşük miktar ise 1,1,1,3,5,5,5-Heptamethyltrisiloxane (% 0,34) olarak elde edilmiştir. Kahramanmaraş kabuk örneğinde ise en yüksek miktar 2-Methyl-4-Keto-Pentan-2-ol (% 33,53) iken en düşük miktar cyclooctene (% 0,73) olarak bulunmuştur. Bartın odun örneğinde en yüksek miktar Docosenoic acid (% 14,30) iken en düşük miktar Dodecamethylpentasiloxane (% 0,81) olarak elde edilmiştir. Bartın kabuk örneğinde ise en yüksek miktar d-turanose (% 14,18) iken en düşük miktar 2-pentadecyn-2-ol (% 0,51) olarak bulunmuştur.

Odun ve kabuğun ekstraktif yapısının yanı sıra genel kimyasal yapısı da bu çalışmada incelenmiştir. Genel kimyasal bileşenlerden holoselüloz,  $\alpha$ -selüloz, lignin ve çözünürlük değerlerinden %1'lik NaOH ve sıcak su çözünürlüğü sonuçlarının Kahramanmaraş ve Bartın odun ve kabuk örneklerinde hemen hemen benzer olduğu görülmüştür. Kahramanmaraş ve Bartın odun ve kabuk örneklerinde sırasıyla gravimetrik yöntemlerle elde edilen heksan çözünürlüğü 0,70 mg/g, 4,52 mg/g; 1,90 mg/g, 4,21 mg/g olarak hesaplanırken, aseton: su çözünürlüğü test sonuçları 12,62 mg/g, 19,07 mg/g; 14,57 mg/g, 50,61 mg/g olarak saptanmıştır. Kahramanmaraş ve Bartın odun ve kabuk örneklerinde sırasıyla elde edilen holoselüloz sonuçları % 85,34, % 77,88; % 85,80, % 77,65,  $\alpha$ -selüloz sonuçları % 52,44, % 59,52; % 51,29, % 61,64, lignin sonuçları % 17,20, % 31,75; % 20,54, % 34,58 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonunda toplam suberin miktarı Kahramanmaraş kabuk örneğinde 13,34 mg/g, Bartın kabuk örneğinde ise 37,50 mg/g olarak elde edilmiştir. Ayrıca suberin analizi sonucunda Kahramanmaraş kabuk örneğinde en yüksek miktar N-Ethylacetamide (7,358 mg/g) iken Bartın kabuk örneğinde ise Asit 9,12-18:2 (6,125 mg/g) olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kayın ağacı, Kayın odun, Kayın kabuğu, Kimyasal yapı.

**2019, 63 sayfa**



## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **INVESTIGATIONS ON THE CHEMICAL STRUCTURE OF WOOD AND BARK OF NATURALLY GROWING BEECH (*Fagus orientalis* L.) TREE DIFFERENT REGIONS**

**Fatma YILMAZ**

**Isparta University of Applied Sciences  
The Institute of Graduate Education  
Department of Forest Industrial Engineering**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İlhami Emrah DÖNMEZ**

In this thesis changes in the chemical structure of beech wood and the bark naturally grown in Turkey's Kahramanmaraş and Bartın provinces has been studied. Because of having a wide distribution area, the beech has been the subject of several investigations. However, there is no study on the comparison of the chemical structure of beech growing in two different regions. In this study, a literature was created by revealing the chemical structure and a source was used to determine the usage of beech wood in different areas.

In order to determine the amount of lipophilic substance after extraction of hexane, Kahramanmaraş and Bartın beech wood and bark samples were analyzed in GC and GC-MS. As a result of the analyzes, the highest amount of N-Ethylacetamide (44.86%) was found to be the lowest amount of 4-Methyl-2,4-bis(4'-trimethylsilyloxyphenyl)pentene-1 (% 3,05) in the Kahramanmaraş wood sample. In the Kahramanmaraş bark sample, the highest amount was found to be N-Ethylacetamide (27.41%) and the lowest amount was 9,12-Octadecadienoic acid (2.50%). The highest amount of Hexadecamethylheptasiloxane (49.70%) in Bartın wood sample was obtained as the lowest amount Tetrahydrogeranyl butyrate (0.78%). In the Bartın bark sample, the highest amount was 8-hexadecenal (71.18%) and the lowest amount was 3-decyn-2-ol (2.47%).

For the determination of the amount of hydrophilic substance after acetone water extraction, Kahramanmaraş and Bartın wood and bark samples were analyzed in GC-MS. As a result of the analyzes, the highest amount of acetone extract was 2-keto-d-gluconic acid (20.71%) in Kahramanmaraş wood sample and the lowest amount was 1,1,1,3,5,5,5-Heptamethyltrisiloxane (0.34%). The highest amount was observed in 2-Methyl-4-Keto-Pentan-2-ol (33.53%) while the lowest amount was cyclooctene (0.73%) in the Kahramanmaraş bark. In the Bartın wood sample, the highest amount was Docosenoic acid (14.30%) whereas the lowest amount was Dodecamethylpentasiloxane (0.81%). The lowest amount was found to be 2-pentadecyn-2-ol (0.51%) while the highest amount was d-turanose (14.18%) in the Bartın bark.

In addition to, the extractive structure of wood and bark, the overall chemical structure of the wood and bark are also studied in this study. The results of holocellulose,  $\alpha$ -cellulose, lignin, 1% NaOH and hot water solubility were found to be almost similar to the chemical analyzes of wood and bark. In the wood and bark samples of Kahramanmaraş and Bartın, the hexane solubility obtained by gravimetric methods, respectively, were calculated as 0.70 mg/g, 4.52 mg/g; 1.90 mg/g, 4.21 mg/g, acetone: water solubility test results 12.62 mg/g, 19.07 mg/g; 14.57mg/g, 50.61mg/g. Holocellulose results obtained from Kahramanmaraş and Bartın wood and bark samples were respectively 85.34%, 77.88%; 85.80%, 77.65%,  $\alpha$ -cellulose results 52.44%, 59.52%; 51.29%, 61.64%, lignin results 17.20%, 31.75; 20.54%, 34.58%.

At the end of the study, total amount of suberin was obtained as 13,34 mg/g in Kahramanmaraş bark sample and 37,50 mg/g in Bartın. In addition, as a result of the analysis of suberin, the highest amount in the Kahramanmaraş bark sample was N-Ethylacetamide(7.358 mg/g) while the Bartın sample was Acid 9,12-18:2 (6.125 mg/g) was determined.

**Keywords:** Beech, Beech wood, Beech bark, Chemical structure.

**2019, 63 pages**

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren ve tez çalışmalarım boyunca desteğini benden esirgemeyen değerli hocam sayın Doç. Dr. İlhami Emrah DÖNMEZ'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu yüksek lisans çalışmamın savunma sınavında yer alan ve önerilerinden faydalandığım değerli hocalarım ISUBÜ Orman Fakültesi'nden Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Ali VAR ve Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Çaycuma Meslek Yüksek Okulu'ndan Dr. Öğr. Üyesi Hikmet YAZICI'ya en içten şükranlarımı sunarım.

Kahramanmaraş örnek ağaçların temininde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Oğuzhan SARIKAYA'ya ve Bartın örneklerinin temininde yardımlarını esirgemeyen Bartın Orman İşletme Müdürlüğü personellerine teşekkür ederim. İstatiksel analizlerin hazırlanmasında yardımlarını eksik etmeyen değerli hocam SDÜ Mimarlık Fakültesi Dr. Öğr. Üyesi Şirin DÖNMEZ'e teşekkür etmeyi borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarında desteklerini esirgemeyen Halime SALMAN'a ve İsmail Hakkı GÜLMEZ'e teşekkür ederim. TÜBİTAK tarafından desteklenen 215O568 no'lu projede bursiyer olarak yer alarak bu tez çalışmamın bir kısmı bu proje ile sağlanmıştır. TÜBİTAK'a maddi desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca benden maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bana her zaman destek olan çok değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatma YILMAZ  
ISPARTA, 2019

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1. Doğu kayını gövde görüntüsü .....	4
Şekil 1.2. Doğu kayını yayılış alanı .....	4
Şekil 1.3. Kayın ahşap sehpa ayağı .....	8
Şekil 1.4. Kayın masif panel .....	8
Şekil 1.5. Selüloz molekül yapısı .....	9
Şekil 3.1. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	21
Şekil 3.2. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama en yüksek sıcaklık değerleri (°C).....	22
Şekil 3.3. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama en düşük sıcaklık değerleri (°C).....	22
Şekil 3.4. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama güneşlenme süresi (saat).....	22
Şekil 3.5. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama yağışlı gün sayısı .....	23
Şekil 3.6. K. Maraş ve Bartın illerinin aylık toplam yağış miktarı ortalaması (mm).....	23
Şekil 3.7. Bartın örnek ağacın alım görüntüsü .....	24
Şekil 3.8. Uygulanan deneyler ve akış planı .....	25
Şekil 3.9. Odun ve kabuk örneklerinin analizlere hazır hale getirilmesi .....	26
Şekil 3.10. Örnekleri öğütmekte kullanılan Wiley değirmeni ve öğütülmüş örnekler .....	26
Şekil 3.11. Örneklerin soxhlet cihazında ekstraksiyon aşamasındaki görüntüsü	30
Şekil 5.1. Hücre çeperi ana bileşen miktarlarının odun ve kabuk örnekleri üzerindeki değişimi .....	46
Şekil 5.2. Hücre çeperi yan bileşen miktarlarının odun ve kabuk örnekleri üzerindeki değişimi .....	48

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1. Kayın odununun fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri.....	7
Çizelge 3.1. Alınan örnek ağaçlara ait özellikler .....	21
Çizelge 4.1. Odun örneklerinin holoselüloz, $\alpha$ -selüloz ve lignin miktarına ait ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değerleri .....	35
Çizelge 4.2. Odun örneklerine ait %1'lik NaOH, sıcak su, heksan ve aseton: su çözünürlüğünü miktarına ait ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değerleri .....	36
Çizelge 4.3. Kabuk örneklerine ait holoselüloz, $\alpha$ -selüloz ve lignin miktarına ait ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değerleri .....	37
Çizelge 4.4. Kabuk örneklerine ait %1'lik NaOH, sıcak su, heksan ve aseton: su çözünürlüğünü miktarına ait ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değerleri .....	38
Çizelge 4.5. Heksan ekstraktı kromatografik analiz sonucu elde edilen bileşenler ve miktarları (%) .....	40
Çizelge 4.6. Aseton: su ekstraktı kromatografik analiz sonucu elde edilen bileşenler ve miktarları (%) .....	41
Çizelge 4.7. Kahramanmaraş ve Bartın kayın kabuk suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı (mg/g).....	43
Çizelge 5.1. Hücre çeperi ana bileşenlere ait sonuçlar.....	46
Çizelge 5.2. Hücre çeperi yan bileşenlere ait sonuçlar .....	48

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BSTFA	N,O-Bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide
cm	Santimetre
g	Gram
GC / FID	Gaz Kromatografisi / Alev İyonizasyon Dedektörü
GC / MS	Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometresi
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sülfürik Asit
K	Potasyum
kg	Kilogram
KOH	Potasyum Hidroksit
m	Metre
MTBE	Metil tert Buthyl Ether
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Azot
NaClO <sub>2</sub>	Sodyum Klorit
NaOH	Sodyum Hidroksit
SPSS	Statistical Packages for the Social Sciences
r	Rutubet
TMCS	Chlorotrimethylsilane
µL	Mikrolitre
µg	Mikrogram
α	Alfa
°C	Santigrat derece

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz coğrafi yapısı nedeniyle orman ağaçları çeşitliliği bakımından oldukça zengindir (Kandemir vd., 2016). Odun hammaddesi yenilenebilir, sürdürülebilir doğal bir hammaddedir. Ağaç malzemenin sahip olduğu kimyasal bileşimi, anatomik yapısı ve fiziksel ve mekanik özellikleri ağaç malzemenin çok çeşitli alanlarda kullanılmasını sağlamıştır. Günümüzde ağaç malzemenin mobilya, parke, müzik aleti, yonga levha, lif levha, kağıt üretimi gibi 10.000 civarında kullanım alanlarının bulunduğu bilinmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997; Değirmentepe, 2014).

Ormanlar toplumun tomruk, sanayi odunu, tel direği, yakacak odun gibi hammadde ihtiyacını karşıladığı gibi orman işletmelerinin de devamlılığını sağlayan bir kaynaktır. Ayrıca ormanlar topluma rekreasyon, doğayı koruma, iklimik, toplum sağlığı, orman ürünleri gibi birçok alanda faydalar sağlamaktadır (Kalıpsız, 1993; Atıcı, 2006).

Ülkemizde farklı yetişme ortamı koşullarından dolayı çok sayıda iğne yapraklı ve yapraklı türler bulunup bu türlerden biri de Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.)'dir (Tunçtaner ve Özel, 2008). Türkiye'de Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) 1.751.484 ha yayılış alanına sahiptir (Bozkurt, 1967; Malkoçoğlu, 1994; Karaosmanoğlu, 2011). Ülkemizde Doğu kayını yapraklı ağaç türleri içerisinde yer alan önemli asli ağaç türlerimizdendir. Endüstriyel alanda odun üretiminde % 15'lik pay ile yapraklı ağaç türleri içinde birinci sırayı yer almaktadır (Konukçu, 2001; Topaloğlu vd., 2013). Önemli asli ağaç türlerimizden olan Doğu kayını odunu yonga levha, kesme ve soyma kaplama, mobilya, kağıt endüstrisi gibi birçok alanlarda kullanılmaktadır (Bozkurt, 1967; Malkoçoğlu, 1994; Karaosmanoğlu, 2011). Kayın odunu orta yoğunlukta (0,66 g/cm<sup>3</sup>) olup sert darbelere karşı oldukça direçlidir. Bu özelliği buharla şekil verilmesine de olanak sağlamıştır (Kandemir ve Kaya, 2009; Kandemir vd., 2016).

Orman ağaçlarından elde edilen odun hammaddesinin yanında bu ağaçlardan elde edilen kabuklarında toplumda önemli bir yeri vardır (Çepel, 1983; Ayan, 2009; Atıcı, 2009). Kayın ağaçları kabukları böbrek, siğil, yüz çillerine, akciğer rahatsızlıkları gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılmıştır (Bitkiselrehber, 2009; Dogalilacrehberi, 2009; Lahoya, 2009; Msxllabs, 2009; Atıcı, 2009). Ayrıca kayın kabuğu eski zamanlarda yazı yazmak için de kullanılmıştır (Lahoya, 2009; Atıcı, 2009).

Odun hücreleri kimyasal olarak selüloz, hemiselüloz, lignin gibi polisakkaritlerden ve düşük moleküllü ekstraktif maddeler ile çözücülerde çözünen organik ve inorganik bileşiklerden oluşurlar. Ve az miktarda bulunmasıyla beraber proteinler, alkoloitler gibi bileşikler de hücre çeperi içerisinde yer almaktadırlar. Ağaç malzemeyi oluşturan tüm bu maddeler odunun heterojen yapısından dolayı hücre çeperlerinde farklı yerlerde ve farklı konsantrasyonlarda bulunmaktadırlar. Ağaç malzemedен en iyi şekilde faydalanabilmek için odunun yapısı hakkında iyi bilgiye sahip olmak gerekir (Düzkale, 2009).

### **1.1. Çalışmanın Amacı**

Ülkemiz ormancılığında önemli bir yeri olan kayının (*Fagus orientalis* L.) odun ve kabuklarının ayrıntılı analizini ortaya koyarak farklı endüstrilerde bu türlerin odun ve kabuklarından faydalanmayı belirlemek çalışmanın ana amacıdır. Odun ve kabuk örneklerinde lipofilik ve hidrofilik ekstraktif maddelerin miktar ve bileşenlerini belirleyerek farklı kullanım alanlarında kullanılmak üzere öneriler geliştirmek çalışmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır. Endüstriyel boyutta genellikle atıl olarak düşünülen ve sadece enerji sağlamak amacıyla kullanılan ağaç kabuk kısımları da bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Bu maksatla ekstraktiflerinden arındırılmış kabuk örneklerinde suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı belirlenmiştir. Suberin; alifatik, aromatik yapıda olan ve özellikle yağlar, yağ asitleri ile diolik ve hidroksi yağ asitlerinden oluşmaktadır. Kabuk örneklerinde suberin monomerlerinin yapısının belirlenmesi ile farklı endüstri kollarında bu kimyasal madde gruplarından faydalanma yöntemleri için öneriler geliştirilmiştir.

### **1.2. Kayın (*Fagus orientalis* L.)' in Genel Özellikleri**

Kayın, Kuzey Yarımkürenin ılıman kesimlerinde yayılış gösteren önemli yapraklı ağaç türlerimizdendir (Peters ve Poulson 1994; Fang ve Lechowicz 2006; Topaloğlu vd., 2013). Kayının Doğu Asya, Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Amerika'da olmak üzere on tür ve iki alt türü vardır (Yaltırık ve Efe 2000; Topaloğlu vd., 2013). Ülkemizde Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica* L.) olmak üzere iki türü olup esas yayılışı Doğu Kayını yapmaktadır (Atalay, 1992; Topaloğlu



vd., 2013). Doğu kayını genellikle kuzey ve kuzeybatı bakılarda yayılış göstermekte olup rutubetli toprakları tercih eden gölgeye dayanıklı bir türdür (Odabaşı vd., 2004a; Göl vd., 2008).

Kayının botanik özellikleri, doğal yayılışı, yetişme ortamı ve iklimi, makroskopik ve mikroskopik özellikleri, tohum özelliği, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri ve kullanım alanları ile bilgiler aşağıda verilmiştir.

### **1.2.1. Kayının botanik özellikleri**

*Fagaceae* familyasına ait bir tür olan kayın ülkemizde Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.) ile temsil edilmektedir (Davis, 1982; Kayacık, 1981; Karaosmanoğlu, 2011). Araştırmamızın konusunu Doğu kayını oluşturduğu için Doğu kayını hakkında bilgi verilecektir. Doğu kayını 30–40 m'ye kadar boy 1 m'ye kadar çap yapabilen 1. sınıf ağaç türlerimizdendir. Doğu kayını düz, pürüzsüz, dolgun, açık gri kül renginde gövdesi olan bir ağaç türüdür. Genç sürgünleri ise kırmızımsı kahverengi renktedir. Yaprakları eliptik, yumurtamsı biçiminde olup yaprak uçları sivri uzun veya kısadır. Yaprak kenarları tam veya hafif dalgalı olup körpe iken kirpiklidir (Hafizoğlu vd., 1994; Değirmentepe, 2014). Yaprakların üst ve alt yüzü çıplak olup yaprakların alt yüzlerindeki ana ve yan damarlar tüylüdür. Yaprak sapları ise tüylü ve 0.6-1.2 cm uzunluğundadır. Çiçekler yaprakların koltuklarında yer alır. Çiçeklenme yapraklanma ile aynı zamanda olup nisan ayında görülür (Davis, 1982; Kayacık, 1981; Karaosmanoğlu, 2011). Meyveler ise Eylül ve Ekim aylarında olgunlaşır (Anşin ve Özkan, 1993; Aydınözü, 2008). Meyvesi 3 köşeli kahverengi yumurtamsı biçimde olup tek tohum taşıyan bir nustur. Meyve sapı 2.5-3.5 cm uzunluğunda olup tüylerle örtülüdür (Davis, 1982; Kayacık, 1981; Karaosmanoğlu, 2011). Meyveyi saran kupula iki tip brahte'li dir (Aydınözü, 2008). Kupulanın dış kısmının dip tarafında damarlı ve yeşil uzun pullar, uç kısma doğru ise ipliksi pullar yer almaktadır (Yaltırık, 1998; Aydınözü, 2008).



Şekil 1.1. Doğu kayını gövde görüntüsü (Anonim a, 2017)

### 1.2.2. Kayının doğal yayılışı

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Balkanlardan başlayarak Anadolu, Kafkasya; Elbruz dağlarının kuzeyi ve Karadeniz'in kuzeyinde Kırım'a kadar uzanmaktadır. Ülkemizde ise Trakya'da Istranca dağı, Tekirdağ, Belgrad ormanı, Ege ve Marmara havzasında ve Kuzey Anadolu'da oldukça geniş bir yayılış alanına sahiptir. Ayrıca güneyde yerel olarak Adana Pos ormanlarında, Maraş-Andırın kesiminde yayılış göstermektedir (Atalay 1992; Yaltırık ve Efe, 2000; Topaloğlu vd., 2013).



Şekil 1.2. Doğu kayını yayılış alanı (Anonim b, 2019)

### **1.2.3. Kayının yetiştirme ortamı ve iklim özellikleri**

Doğu kayını genellikle kuzey ve kuzeybatı bakılarda yetişen gölgeye dayanıklı bir türdür. Besin ve mineralce zengin topraklar üzerinde bulunurlar. İyi drenajlı, rutubetli ve havalanabilen toprakları tercih eder. Bu nedenle eğimli ve yamaç arazilerde daha iyi gelişim gösterir (Odabaşı vd., 2004a; Göl vd., 2008).

Kayın ağacı dona karşı duyarlı bir ağaç türü olup özellikle gençliğinde daha fazla zarar görebilir. Fazla güneşlenme ise kabuk ve yapraklarında yanmaya neden olabilir. Bu nedenle kışı soğuk, yaz sıcaklığı 22 °C'den az olan yerler kayın için uygun yetiştirme koşullarıdır (Saatçioğlu, 1976; Karaosmanoğlu, 2011).

Kuraklık kayının yayılış alanını sınırladığı için yıl içinde dengeli ve bağıl nemi yüksek olan yerler kayının diğer yetiştirme isteklerinden biridir (Atay, 1982; Karaosmanoğlu, 2011). Ayrıca kayının hayatlarını devam ettirebilmeleri için direkt ve dağınık ışık toplamı olarak ışığın 1/80'ine ihtiyacı vardır (Saatçioğlu, 1971; Karaosmanoğlu, 2011).

### **1.2.4. Kayının makroskopik özellikleri**

Odunun rengi kırmızımsı beyaz renktedir. Su buharıyla muamelede veya fırınlanmasıyla bu renk daha da koyulaşmaktadır (Yaltırık, 1988; Değirmentepe, 2014). Kayın odununda 80 yaşından sonra kırmızı yürek adı verilen bir öz odunu oluşmaktadır (As vd., 2001). Odunu sert ve ağırdır. Dağınık traheli ve trahe çapları küçüktür. Yıllık halka sınırları belirgindir. Geniş öz ışınları ise gözle görülebilmektedir (Bozkurt 1992; Yalçın, 2012).

### **1.2.5. Kayının mikroskopik özellikleri**

Doğu kayını odununun traheleri küçük çaplı ve dağınıktır. Trahe çapı 60-80 µm'dir. (As vd., 2001). Kalın ve belirgin olan öz ışınları 0,5-1 mm'lik aralıklarla düzenli bir şekilde bulunur. Yıllık halka sınırları belirgindir. Yaz odunu ilkbahar odununa göre daha koyu renktedir (Hafizoğlu vd., 1994; Değirmentepe, 2014). Boyuna paransimler

fazladır. Öz odununda yabancı maddelerle dolu traheler de bulunabilmektedir (Bozkurt ve Erdin 1995; Yalçın, 2012).

#### **1.2.6. Kayının tohum özellikleri**

Doğu kayınında bulunan erkek ve dişi çiçekler rüzgarla tozlaşmaya uğrayarak dölleme oluşur. Çiçeklenme yapraklanmayla beraber görülür. Ekim ayında olgunlaşan meyveler yine ekim ayında dökülmeye başlar ve kasım sonuna kadar devam eder (Ormancılık Araştırma Enstitüsü, 1985; Karaosmanoğlu, 2011). Kayın tohumlarının çimlenemedikleri uzun zamandan beri bilinmektedir. Bu nedenle çimlenme engeli bulunmaktadır (Saatçioğlu ve Ürgenç, 1960). Çimlenme için tohumlar 9–14 hafta +3°C de soğuk hava deposunda ıslak katlamaya alınır (Saatçioğlu, 1960; Karaosmanoğlu, 2011). Sonra 1-3 hafta çimlenme dolabına konularak çimlenme yüzdesi belirlenir. Çimlenen tohumlar çenek yaprakları ile toprak yüzeyine çıkar (Ormancılık Araştırma Enstitüsü, 1985; Karaosmanoğlu, 2011).

#### **1.2.7. Kayının fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri**

Kayın odununun fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri Çizelge 1.1’de verilmiştir (As vd., 2001).

Çizelge 1.1. Kayın odununun fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri (As vd., 2001).

Özellikler	Değer
Tam Kuru Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	0,64
Hava Kuru Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	0,66
Hacim Ağırlık Değeri (g/cm <sup>3</sup> )	0,53
Radyal Daralma (%)	5
Teğet Daralma (%)	11,4
Hacmen Daralma (%)	16,21
Basınç Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	57
Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	112,3
Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> )	13082
Çekme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	131,6
Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	9,9
Dinamik Eğilme (kN/cm)	0,95
Yarılma Direnci Radyal (N/mm <sup>2</sup> )	0,74
Yarılma Direnci Teğet (N/mm <sup>2</sup> )	1,07
Brinell Sertlik Liflere Paralel (N/mm <sup>2</sup> )	54,9
Brinell Sertlik Liflere Dik (N/mm <sup>2</sup> )	27
Holoselüloz (%)	78,99
Selüloz (%)	41,54
Pentazon (%)	25,21
Lignin (%)	22,57
Ekstraktif Mad. Suda (%)	1,92
Ekstraktif Mad. Alkol-Benz (%)	1,51
Kül (%)	0,61

### 1.2.8. Kayının kullanım alanları

Yenilenebilir ve sürdürülebilir bir kaynak olan ağaç malzemenin sertlik, elastikiyet, hafiflik gibi özelliklerinin bulunması, şekil verilebilmesi ve bazı özelliklerinin iyileştirilmesi ağaç malzemenin birçok alanda kullanılmasını sağlamıştır (Bozkurt ve Göker, 1996; Değirmen-tepe, 2014). Kayın odununun sert ve ağır olması, kolay yarılmaması, işlenmesi ve cilalanmasının kolay olması çok çeşitli kullanım alanlarının olmasına olanak sağlamıştır (Bozkurt ve Göker, 1996; Topaloğlu vd., 2013). Geniş bir kullanım alanına sahip olan Doğu kayını parke, masif mobilya, bükme kesme ve soyma kaplama, kontrplak, oyuncak sanayii, kağıt endüstrisi gibi birçok alanda değerlendirilmektedir (Bozkurt, 1967; Malkoçoğlu, 1994; Karaosmanoğlu, 2011).

Kağıt endüstrisinde ambalajlık, oluklu mukavva, bazı özel kartonların yapımında kullanılabilir (Tank, 1978; Karaosmanoğlu, 2011). Ayrıca doğu kayının yakıt olarak da kullanım alanları bulunmaktadır (Kandemir ve Kaya, 2009; Kandemir vd., 2016).



Şekil 1.3. Kayın ahşap sehpa ayağı (Anonim c, 2018)



Şekil 1.4. Kayın masif panel (Anonim d, 2018)

### 1.3. Odun ve Kabuğun Kimyasal Yapısı

Odununda bulunan bileşikler karbonhidratlar, fenolik maddeler, terpenler, alifatik bileşikler, alkoller, aldehytler, hidrokarbonlar, alkaloitler, proteinler, polihidrik alkoller, iki değerli asitler, inorganik bileşenler olarak gruplandırılabilir (Hafizoğlu, 1982).

Genel anlamda bitki yapısında hücre çeperi ana bileşenleri selüloz, hemiselülozlar ve ligninden oluşmaktadır. Bu bileşiklerin yanı sıra hücre çeperinin yan bileşenleri olarak da adlandırılan ekstraktif maddeler de bitkilerde bulunmaktadır. Bu kısım aşağıda daha ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Bu bileşikler örneklerin ağaçtan alındığı kısma göre, iklimine ve yetiştirme koşulları gibi farklı etkenlere bağlı olarak değişir.

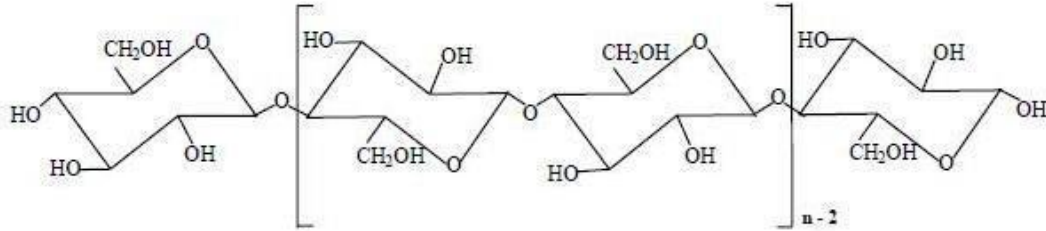
### 1.3.1. Hücre çeperi ana bileşenleri

Hücre çeperi ana bileşenlerinden selüloz, hemiselüloz ve lignin bu kısımda ele alınmıştır.

#### 1.3.1.1. Selüloz

Selüloz odun hücre çeperi bileşenleri arasında en çok bulunan önemli bir bileşik olup hücre çeperinin yaklaşık olarak yarısını oluşturur.

Selüloz molekülü glukoz anhidrit birimlerinden ( $C_6H_{10}O_5$ ) oluşan ve birbirlerine 1,4- $\beta$  glikozidik bağlarla bağlanan lineer bir polimerdir (Şekil 1.4). Bir selüloz molekülü ortalama olarak 10.000 glukoz biriminden oluşur. Selüloz molekülünün asidik hidroliz sonucu reaksiyon ürünü olarak glukoz ortaya çıkmaktadır. Selüloz molekülleri demetler halinde birbirleri ile birleşir ve aynı yönde uzanan 40 selüloz molekülünün birleşmesiyle elementer fibril oluşur. Elementer fibriller mikrofibrilleri, mikrofibriller fibrilleri, fibrillerde lamelleri oluşturur. Selülozun yapısı kristalin bölge ve amorf bölge olarak iki kısımdan oluşur (Hafızoğlu, 1982).



Şekil 1.5. Selüloz molekül yapısı (Anonim e, 2019)

Selülozun düzenli bir yapıya sahip olması ve birbirleriyle bağ yapabilmesi fonksiyonel grupların varlığıyla alakalıdır. Glukoz birimlerini bir arada tutan 3 tane hidroksil (-

OH) grubu vardır ve bu grup selülozun kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde etkilidir (Fengel ve Wegener, 1989).

Selüloz suda ve organik çözücülerde çözünmeyip konsantre asitlerde çözünür. Saf bir şekilde ayrılmayıp genelde  $\alpha$ -selüloz şeklinde elde edilir. Alkali çözeltide çözünen nötrleştirilmiş çözeltiden çöktürülen kısım  $\beta$ -selülozdur. Nötralize edilmiş çözeltide çözülmüş halde kalan kısım ise  $\gamma$ -selülozdur (Fengel ve Wegener, 1989).

### **1.3.1.2. Hemiselülozlar**

Odun hammaddesi büyük oranda polisakkaritlerden oluşur ve bu polisakkaritler selüloz ve hemiselüloza bölünmektedir. Hemiselülozlar tüm odun türlerinde odun kuru ağırlığının % 20–30'unu oluşturur.

Selülozdan farklı olarak hemiselülozun molekül zinciri kısa ve dallanmış yapıdadır. Selülozlar homopolisakkarit grubuna girerken hemiselülozlar heteropolisakkaritler grubuna girmektedir. Hemiselülozlar alkalen sulu çözeltilerde çözeltilerde kolaylıkla çözünebilen ve asitlerin etkisiyle kolaylıkla hidroliz olan maddelerden oluşmaktadır. Hemiselülozu oluşturan anhidrit şeker birimleri bu hidroliz sonucu elde edilebilir (Hafizoğlu, 1982).

### **1.3.1.3. Lignin**

Lignin kimyasal bakımdan polifenolik bir madde olup odun hücrelerini birbirinden ayıran orta lamelde ve sekonder çeperde yer alan bir maddedir. Bu fenolik madde odun kuru ağırlığının % 20-30'unu meydana getirmektedir (Hafizoğlu, 1982)

Lignin amorf bir yapıya sahip olup hücre çeperini odunlaştırır. Ağaçları her türlü mekanik etkiye karşı dayanmasını sağlar (Merev, 2003). Ligninin hidrofob özelliğine sahip olup odunun su almasını sınırlar. Sert ve katı bir özelliğe sahip olan lignin ısıtıldığı zaman 135 °C'de yumuşar ve termoplastik fenol reçinesi gibi davranır (Kırcı, 2000). Ligninin yapısında p-kumaril alkol, koniferil alkol ve sinapil alkol bulunmaktadır.



### **1.3.2. Hücre çeperi yan bileşenleri**

Odun hammaddesi petrol eteri, dietil eter, diklormetan, aseton, metanol ve su gibi nötral çözücülerde çözünerek odun ekstraktifleri bileşiklerini oluşturur. Odunda bulunan ekstraktifler odunun dayanıklılığı, rengi, selüloz hammaddesi olarak kullanılabilmesi gibi özelliklerinin belirlenmesinde önemli etkisi bulunmaktadır. Ekstraktif maddeler lipidler, terpenoitler, fenoller, tropolonlar, glikozitler, küçük moleküllü karbonhidratlar, pektinler, nişasta ve protein bileşenleri gibi çok farklı bileşik türlerinden oluşur. Belirli koşullar altında aseton, metanol ve su gibi polar çözücülerle yapılan ekstraksiyon sonunda hücre çeperinin yapısal kısımlarını oluşturan polisakkaritlerin ve ligninin belirli ölçüde çözünmesine neden olur (Hafizoğlu, 1982).

Ekstraktifleri genel olarak kullanılan çözücüde çözünen kimyasal madde gruplarına göre lipofilik ve hidrofilik ekstraktifler olarak ayırmak mümkündür.

#### **1.3.2.1. Lipofilik ekstraktif maddeler**

Lipofilik ekstraktif maddeler apolar nötral çözücülerde çözünebilen bileşenlerdir.

Yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların paransim hücrelerindeki lipofilik maddelerin önemli bir kısmını yağ asitleri meydana getirir. Doymuş ve doymamış asitler birlikte bulunur. Odunda bulunan yağ asitleri uzun zincirli, alifatik, monokorboksilli asitlerdir.

Yapraklı ağaç odununun lipofilik bileşenleri genellikle öz ışınları paransim hücrelerinde bulunur. Yapraklı ağaç odununun ekstraktı gliserin, yağ alkolleri, steroller ve terpen alkolleriyle yağ asitlerinin oluşturduğu lipidleri kapsamaktadır. Ekstraktta az miktarlarda çeşitli tiplerde hidrokarbonlar da bulunmaktadır. Yağ asitlerinin yağ alkolleri, steroller veya terpen alkollerle esterleşmesi durumunda vakslar ortaya çıkmaktadır (Hafizoğlu, 1982).

#### **1.3.2.2. Hidrofilik ekstraktif maddeler**

Hidrofilik ekstraktif maddeler polar çözücülerde çözünebilen bileşenlerdir.

Odunun aseton, alkol gibi polar organik çözücülerle ekstraksiyonunda çoğunlukla fenolik bileşikler çözünür. Soğuk veya sıcak suyla ekstraksiyon sonrasında küçük moleküllü karbonhidratlar, siklozlar, siklitoller, glukozitler, küçük moleküllü karboksilli asitler ve inorganik maddeler çözünür. Bu madde grupları hidrofilik ekstraktifler olarak adlandırılmaktadır.

Fenoller genellikle glukozitler halinde görülür ve glukozitler suda çözünür. Bazı küçük moleküllü fenoller lipofilik ekstraktiflerle birlikte ekstrakte edilebilmektedir (Hafizoğlu, 1982).

### **1.3.3. Suberin**

Suberin hemen hemen bütün bitkilerin dış kabuklarında farklı oranlarda bulunan alifatik ve aromatik çapraz bağlı doğal bir polimerdir. Bitkilerin dış dokularında bulunup koruyucu görev yapar. Suberinin uzun zincirli monomerinde karboksilik ve hidroksi grupları ve yan hidroksi ve epoksi kısımları vardır. Suberinin alifatik ana bileşenleri  $\omega$ -hidroksiyağ asitler,  $\alpha,\omega$ -dikarboksilik asitler ve homolog orta zincirli dihidroksi asittir. Kabuk bileşiminde bulunan yağ asitleri, suberin, hidroksi ve epoksi türevleri birçok uygulama için kimyasal öneme sahip olup yüzey aktif maddeleri için uygun kılar (Gandini vd., 2006).

Kabuk ağaç hacminin yaklaşık olarak % 9-15'lik kısmını oluşturur. Ülkemizde genelde yakacak ve enerji kaynağı olarak değerlendirilen kabukta odun örneklerine göre daha çok kimyasal bileşik bulunmaktadır. Kabukta suberin miktarı ve polifenolik madde miktarı daha fazladır (Dönmez ve Dönmez, 2013).

Suberinin kimyasal bileşimi sadece türler arasında değil ayrıca coğrafi yönden, ağaçların durumuna göre de değişiklik gösterir (García-Vallejo vd., 1997; Dönmez vd., 2012).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akkemik ve Demir (2003), Belgrad ormanında yetişen önemli ağaç türlerimizden olan Doğu Kayınının yıllık halka analizini yaparak yıllık halka gelişimi üzerinde sıcaklık ve yağışın etkisini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Sonuç olarak sıcaklık ve yağış etkisinin %32 olduğunu ve bu sonucun düşük bir değer olduğunu Belgrad ormanı iklim koşullarının ağaç gelişimi üzerinde ekstrem yıllar haricinde sınırlayıcı olmadığını belirtmişlerdir.

Akyıldız ve Malkoçoğlu (2001), Doğu Karadeniz Bölgesinde yetişen bazı önemli ağaç odunlarının vida tutma dirençleri üzerine çalışmışlardır. Deneyi 60'ar örnek üzerinde gerçekleştirip örneklerin yarısının rutubet miktarlarını %12 diğer yarısının ise %30 olarak seçmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre vida tutma direncinin yapraklı ağaç türlerinde yüksek çıktığını ve en yüksek vida tutma direncinin Doğu Kayında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca rutubet değerlerine göre ise yüksek vida tutma direncinin %12 rutubet değerinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Alataş vd. (2012), çalışmalarında Abant Dağları'ndaki Kayın (*Fagus orientalis* L.) ağaçlarının epifitik bryofitlerini araştırmışlardır. Yapılan araştırmalar sonucunda kayın ağacında çokça epifitik bryofitlerin bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Kayın ağacının gövdesinden topladıkları bryofit örneklerini değerlendirerek sonuç olarak 41 takson tanımlamışlardır. Bu taksonların 7 farklı hayat formunu belirlemişlerdir. Kayın gövdelerindeki bryofitlerin çoğunun yastık şeklindeki hayat formunu benimsediğini tespit etmişlerdir. Nem isteğine göre baskın olan tür mezofitikler iken ışık isteğine göre baskın olan türün ise skafitler olduğu gözlemlenmiştir.

Atıcı (2006), önemli bir ağaç türümüz olan kayın için tek ve çift girişli ince çaplı gövde hacim tabloları düzenlemiştir. Bu tabloların düzenlenmesinde 13 farklı modelin test edilmesi sonucunda, istatistik açıdan en güvenilir modeli tercih etmiştir. Bu hacim tablolarının orman hasılatı, orman amenajmanı, ormancılık işletme ekonomisi, kayın ormanları ile ilgili araştırmalarda ve kayın fidanlık çalışmalarında fidan hacim ve artımının belirlenmesinde kullanılabileceğini belirtmiştir.

Balaban ve Uçar (2003), tarafından kabuğun kimyasal yapısının belirlenmesine yönelik yapılan bir araştırmada, doğu kayını kabuklarında uçucu asitler belirlenmiştir. Kabuklardan, oduna göre daha az asetik asit elde edildiği belirlenmiştir.

Berkel vd. (1980), çalışmalarında ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren Doğu Kayını ve Çoruh Meşesi odunlarının parke olarak kullanılmaları sırasında teğet yönlerinin, sürtücü kuvvetlerin aşındırıcı etkilerine karşı dirençlerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre ince zımparanın her iki ağaç türünde düşük miktarda aşınma gösterdiğini, kalın zımparanın ise Doğu Kayınında % 61, Çoruh Meşesinde % 65 daha fazla aşınmaya neden olduğunu tespit ederek Doğu kayınının üstünlük gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çalıkoğlu vd. (2007), çalışmalarında çimlendirilmiş Doğu Kayını tohumlarının kökçüklerini dipten keserek ekmişler ve normal kayın tohumlarından gelişen fidanlarla bazı morfolojik yapısını incelemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucu fidanların taze ve kuru ağırlığı ve fidan boyu bakımından bir değişiklik göstermediğini fakat çimlendirilmiş Doğu Kayını fidanlarının ana kök sayısı ve kalınlığı bakımından artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Değirmentepe (2014), çalışmasında Sığla yağını etonelde çözündürerek %2, 4 ve 6'lık çözeltileri ile Doğu Kayını odununa muamele etmiş ve fiziksel, mekanik, biyolojik ve termal özelliklerinin belirlenmesi üzerine çalışmıştır. Bu çalışma sonucuna göre, emprenyeli örneklerin tam kuru ve hava kurusu yoğunluk değerlerinin yüksek, su alma oranının ise düşük olduğunu gözlemlenmiştir. Emprenye edilen deney örneklerinin mekanik özelliklerinde azalmalar olurken çürüklük direncinde artış sağlamıştır. Termal analizlere göre %2'lik çözelti ile muamele edilen örneklerde ağırlık kaybı değeri en düşük iken en yüksek ağırlık kaybı değerini ise %6'lık çözelti ile muamele edilen örneklerinden elde ettiğini belirtmiştir.

Düzkale (2009), çalışmasında Kayın ve Sarıçam odunlarına kimyasal modifikasyon uygulayarak odun üzerinde etkisini incelemiştir. Modifikasyon işlemini % 5, % 15 ve % 30 konsantrasyonlarda hazırlayarak uygulamıştır. Kayın ve sarıçam odun bloklarını silikon epoksitin iki farklı türü olan kısa ve uzun zincirli modifikasyona tabi tutmuş ve odun bloklarının yüzde ağırlık kazancı ve boyutsal değişim değerini ölçmüştür. Kayın örneklerinde en fazla WPG (yüzde ağırlık artışı) değerini % 30 konsantrasyondaki

uzun zincirli silikon epoksit ile muamelesinden % 9,15 olarak bulmuş ve en fazla ASE (şişmeye karşı etkinlik derecesi) değerini % 30 konsantrasyondaki uzun zincirli silikon epoksitle muamelesinden % 9,60 olarak elde etmiştir. Kimyasal modifikasyon sonucu kayının su iticilik özelliğinin de arttığını belirtmiştir.

Göl vd. (2008), araştırmalarında Eskişehir Türkmen Dağı bölgesinde yayılış gösteren Doğu Kayınının bazı yetiştirme ortamı özelliklerini ve toprak-ölü örtü arasındaki ilişkilerini üzerine çalışmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucu en yüksek ölü örtünün 52.24 ton/ha karaçam-doğu kayını-gürgen orman alanında, en düşük ölü örtü miktarının ise 13 ton/ha olan sarıçam-doğu kayını meşceresi olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma yapılan alanın toprak yapısı derin, gevşek, killi balçıklı olup asitliliği ise pH 4.4 ile pH 6.6 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Kandemir vd. (2016), çalışmalarında on bir Doğu kayını ve Avrupa kayını popülasyonunun çekirdek ITS-5 (iç transkripsiyonlu ayırıcı) bölgesi dizi analizlerini yaparak tür farkı belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan ITS-5 bölgesi dizi analizleri sonucunda Doğu kayını ve Avrupa kayınının ayırt edici bir fark göstermediğini ve bu türlerin birbirinin hibriti olabileceğini belirtmişlerdir.

Kollmann ve Sachs (1967), yaptıkları bir araştırmada ısıtılan kayın odunu traheleri lümenlerinde yumuşamanın etkisiyle siğillerin kaybolduğunu gözlemişlerdir.

Pereira (1988) *Quercus suber* L.'nin virgin ve üreme mantarlarının kimyasal yapısını incelemiştir. Virgin mantarda ortalama süberin miktarını % 38,6 olarak bulmuştur.

Ribechini vd. (2015), farklı geniş yapraklı ağaç türlerinde süberin monomeri aynı olmasına karşın ağaçlar arasında küçük farklılıklar olabileceğine değinmişlerdir. Süberin monomerlerinin yapısında P. nigra, C. sativa, Q. suber, Q. ilex ve Q. robur  $\omega$ -hydroxy asitler en çok bulunan bileşikler olup bunun yanı sıra C. betulus, F. Sylvatica and B. pendula  $\omega$ -hydroxy asitler ve  $\alpha$ ,  $\omega$ -diacids asitlerin benzer miktarlarda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Saatçiođlu ve Ürgenç (1960), Avrupa Kayını (*Fagus silvatica* L.) tohumlarının çimlendirilmesi üzerine yapılan araştırmaları incelemişler ve araştırmaların çoğunun Kayın tohumlarının olgunlaştıktan sonra çimlenme engelleri ile bu engellerin giderilmesi üzerine olduğunu belirmişlerdir. Yaptıkları çalışma *Fagus orientalis* tohumlarının soğuk ışlak işleme karşı göstereceği reaksiyon üzerinedir. Bu çalışmalar sonucu çimlendirmek için 12-16 haftalık bir zamana ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak dūřuk rutubette çimlenme kabiliyetinin Dođu Kayını tohumlarında Avrupa Kayınına göre daha çok dūřtūđu neticesine varmışlardır. Dođu Kayını tohumlarının da fazla kurumadan hasad sonrası ekilmesini uygun bulmuşlardır.

şanlı (1977), çalışmasında Dođu Kayınının yoğunluk gösterdiği Bolu, Zonguldak, Tokat-Almus, Artvin-Borçka, Marař-Andıran, Kūtahya-Simav ormanlarında işsel yapıları yönünden inceleme yapmıştır. Ege ve Ege Ardı Bölgesinde yetişen Kayın odunlarındaki trahe dizilişlerinin kısmen düzenli olduğunu saptamıştır. Denizden yüksekliğe bağlı hepsinde de öz ışınlarının değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Çevre koşulların etkisiyle oluşan bu özelliklerin orman işletmeciliği ve ağaçlandırma çalışmalarında dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir.

Tank (1978), dođu kayını odunları üzerinde yapılan çalışmada holoselūloz miktarını %78,90,  $\alpha$ -selūloz miktarını %41,50, lignin miktarını %22,60 olarak bulunduğunu belirtmiştir. Bunun yanı sıra aynı ađaç türünün çözünlük değerlerini belirlemek için alkol-benzen çözünlüğü (%1,50), sıcak su çözünlüğü (%1,92) ve %1'lik NaOH çözünlüğü (%15,60) deneyleri yapılmıştır. Ayrıca kül miktarının %0,61 olduğu belirtilmektedir.

Tankut vd. (2014), çalışmasında orman endūstri işletmelerinde ađaç veya ađaç ürünlerinin işlenmesi sırasında meydana gelen odun tozunun insan sağlığını üzerinde olumsuz etkilerini ve neden olduğu rahatsızlar üzerine araştırma yapmışlardır. Odun tozu kompleks bir yapıya sahip olup içinde selūloz (%40-50), polyose (mannoz, galaktoz, ksiloz, %15-35) ve lignin (guaiacil, syringyl, %20-35) gibi dūřuk ağırlıklı moleküller bulundurmaktadır. Bu tozlar da çok sayıda toksin, mikroorganizma, mantar ve kimyasal maddeler iğerdiğinden sağlık açasından önemli etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Odun tozunun astım, akciğer kanseri, dermatitis, egzama, burun mukoza kanseri gibi birçok hastalıklara sebep olduğu belirtmişlerdir. Bu çalışmalar

sonucunda kayın odunu tozunun deri iltihabı, akciğer rahatsızlığı ve göz tahrişlerine neden olduğunu ve odun tozuna maruz kalan işçilerde tozla birlikte formaldehit gibi kimyasallara da maruz kalındığında işçilerde akciğer kanseri görülme riski oldukça fazla olabileceğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak insan sağlığı için işletmelerde belirli aralıklarla toz ölçümünün yapılması önerisinde bulunmuşlardır.

Tırak (2006), çalışmasında Kayın ve Sarıçam odunlarına doğal koruyucu özelliklere sahip bazı bitkisel ekstraktların ve tanenlerin (meşe palamudu, derici sumacı, kızılçam kabuğu) ağaç malzemeye empenyesinde tutunma özelliklerinin arttırılmasını amaçlamıştır. On dört gün boyunca yıkanma işlemi yapılan örnekler ardından üç ay boyunca mantar tahribatına maruz bırakılmıştır. Yıkanma testleri sonucunda örneklerin dayanım göstermediğini belirtmiştir. Bu doğal koruyucularla empenye edilen ağaç malzemenin dış mekanlardan ziyade iç mekanlarda kullanılabileceğini uygun bulmuştur.

Tunçtaner ve Özel (2008), çalışmalarında Bartın ve Devrek yörelerinde kayında gerçekleştirilen doğal grup gençleştirmeleri, Büyük Alan Siper Metodu'na göre yapılan gençleştirme çalışmaları ve yapay gençleştirme çalışmalarını inceleyip gençleştirme sorunlarından bahsetmişlerdir. Bu nedenle doğal grup gençleştirme çalışmalarının yapıldığı alanlarda 3 yıl süreyle kayın sayılarındaki ve gelişimlerdeki değişimleri incelemişlerdir. Yapılan tespitlere göre Büyük Alan Siper Metodu ile yapılan doğal gençleştirme alanlarındaki kayın gençlik sayılarıyla karşılaştırıldığında başarısız olduğunu belirtmişlerdir. Başarısız gençleştirme çalışmaları sonucunda kayın ormanlarının verimliliğinin ve kalitelerinin düşeceğini belirtmişlerdir.

Üçüncü (2007), çalışmasında üç farklı kalınlıktaki Doğu kayını odunun üç farklı denge rutubeti koşullarında adsorpsiyon özelliklerini belirlemiştir. Sonuç olarak sonuç rutubetine ulaşma hızı üzerinde enine kesitin fazla bir etkisinin olmadığını özgül ağırlığın, kalınlığın ve ortam denge rutubetinin etkisi olduğunu açıklamıştır. Teget ve radyal odunlarının sonuç rutubetleri arasındaki farkın az olduğunu fakat bu farkın artan kalınlık ve ortam rutubetine göre arttığını belirtmiştir.

Vek vd. (2015), kayın (*Fagus sylvatica*) ağacında sapwood ve kayın ağacı kırmızı kalbinde bulunan ekstraktörleri incelemişlerdir. Kayın ağacında ortalama olarak %

1.04 lipofilik ve % 3.71 hidrofilik özütler elde etmişlerdir. Kırmızı kalpte doymuş yağ asitleri, yağ alkolleri ve serbest steroller baskın olup sapwood'da ise şeker asitleri, basit fenoller, karboksilik asitler ve flavanoidler hakimdir.

Yalçın (2012), çalışmasında mimoza, kebrako ve pineks bitkisel ekstraktlarını Sarıçam, Kayın ve Kavak odunlarına emprenye ederek odun korumada etkilerini incelemiştir. Bunun için mikolojik, entomolojik ve bazı kimyasal deneyler yapmıştır. Kayın odun örneklerinin %12'lik mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilmesiyle yüksek larva direçleri elde etmiştir. Sonuç olarak iç mekanlarda ahşap malzemeye zarar veren mantar ve böceklere karşı koruyucu emprenye olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Yıldız vd. (2017), çalışmalarında kayın odunundan elde edilen teğet ve radyal yönde kesilmiş odun örneklerine bazı kimyasalları uygulayarak örneklerde meydana gelen renk değişimini incelemişlerdir. Sonuçlara göre en fazla renk değişiminin sodyum silikat kimyasalı ile yapılan radyal kesit örneğinde olup üçüncü tekrarda daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmalar sonucu kayın odununda renk değişimi üzerinde kesiş yönünün, kullanılan kimyasalın ve uygulama tekrarının önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Yılmaz (2008), çalışmasında Doğu kayını tohumlarının kimyasal bileşimi ve yağ asitlerini araştırmıştır. Tohumların kimyasal bileşiminin tohumun fizyolojisi hakkında bilgi verebileceğini ve Doğu Kayını tohumu ile yapılacak gençleştirme çalışmaları için tohumun iyi tanınması gerektiğini vurgulamıştır. Sonuç olarak Doğu kayını tohumu ortalama % 48,69 yağ, % 29,04 protein, % 3,16 nişasta ve % 4,10 kül içermektedir. Yağın % 88,44'ü doymamış yağ asitleri olup Oleik asit (% 40,42) ve Linoleik asit (% 34,98) ise en fazla bulunan yağ asitleridir.

Yılmaz (2009), çalışmasında Doğu Kayını tohumlarının katlama işleminden sonra geri kurutularak -6 °C'de bir yıl saklanabilirliğini araştırmıştır. Katlama işleminden sonra saklanan tohumlarda çimlenme kaybının olduğunu gözlemlemiş ve gerekli katlama süresinin 3-4 hafta daha az olmasını ve artan 3-4 haftayı saklamadan sonra yapılması gerektiğini belirtmiştir. Katlama işleminden sonra yapılan saklama işleminde tohumların % 8 nemim altına düşürülmeden saklanması gerektiğini vurgulamıştır.



Zule and Može (2003) Kayın ağacının heksan ve aseton ile ekstraksiyonunda Palmitic acid (C16:0), Linoleic acid (C18:2), Oleic acid (C18:1), Stearic acid (C18:0),  $\beta$ -Sitosterol, Glycerol, Xylitol, Wood monosaccharides, Catechin bileşenlerini tespit etmişlerdir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Kayın (*Fagus orientalis* L.), Kuzey Yarımkürenin ılıman kesimlerinde geniş yayılış alanına sahip yapraklı ağaç türümüz olup ülkemiz ormancılığında ve dolayısıyla orman ürünleri endüstrisinde önemli bir yeri olmasından dolayı çalışma materyali olarak seçilmiştir.

Bartın ve Kahramanmaraş coğrafik olarak birbirinden tamamen farklı iki bölgedir. Bu iki bölge sıcaklık ve yağış bakımından farklılık göstermesine karşın ülkemizde bu iki bölgede de kayın ağacı doğal halde bulunabilmektedir. Kayın ağacının odunu ülkemizde orman ürünleri sanayisinde önemli katkılar sağlamaktadır. Türkiye’de Karadeniz Bölgesi kayın için optimum özelliklerin görülebildiği bir bölge ve endüstriyel anlamda bu bölgedeki ağaçların odunları mobilya ve kereste sanayi başta olmak üzere farklı alanlarda tercih edilmektedir. Kahramanmaraş ise Akdeniz Bölgesinin doğusunda yer almaktadır. Mobilya endüstrisinde çekmece içlerinde veya ürünün görülmeyen az maliyet gerektirecek alanında genellikle bu yöredeki işletmeler tarafından az da olsa tercih edilmektedir.

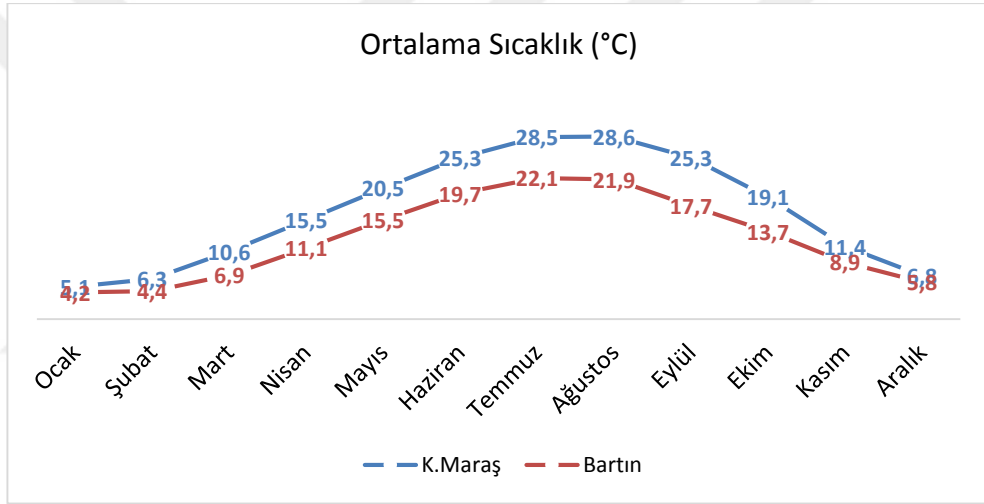
Bu bakımdan kayın ağacının doğal olarak gerek ülkenin kuzeyinde gerek güneyinde yetişmesinde bu bölgelerin sahip olduğu iklimik koşullarda göz önünde bulundurulmuş ve özellikle ağacın kimyasal yapısında bu durumun etkili olabileceği düşünülmüştür.

Örnek ağaçların temin edildiği bölgeler ve özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Bunun yanı sıra Bartın ili 1961-2018 yılları ile Kahramanmaraş ili 1930-2018 yılları arası ortalama sıcaklık değerleri Şekil 3.1’de, ortalama en yüksek sıcaklık Şekil 3.2’de, ortalama en düşük sıcaklık Şekil 3.3’te, ortalama güneşlenme süresi Şekil 3.4’te, ortalama yağışlı gün sayısı Şekil 3.5’te ve aylık toplam yağış miktarı ortalaması ise Şekil 3.6’da verilmiştir. Ayrıca Kahramanmaraş ilinde günlük toplam en yüksek yağış miktarı 1989 yılında 98.2 mm, günlük en hızlı rüzgar 1967 yılında 162.0 km/sa, en yüksek kar kalınlığı 2003 yılında 37.0 cm olarak gözlemlenmiştir. Bartın ilinde ise günlük toplam en yüksek yağış miktarı 1970 yılında 161.1 mm, günlük en hızlı rüzgar

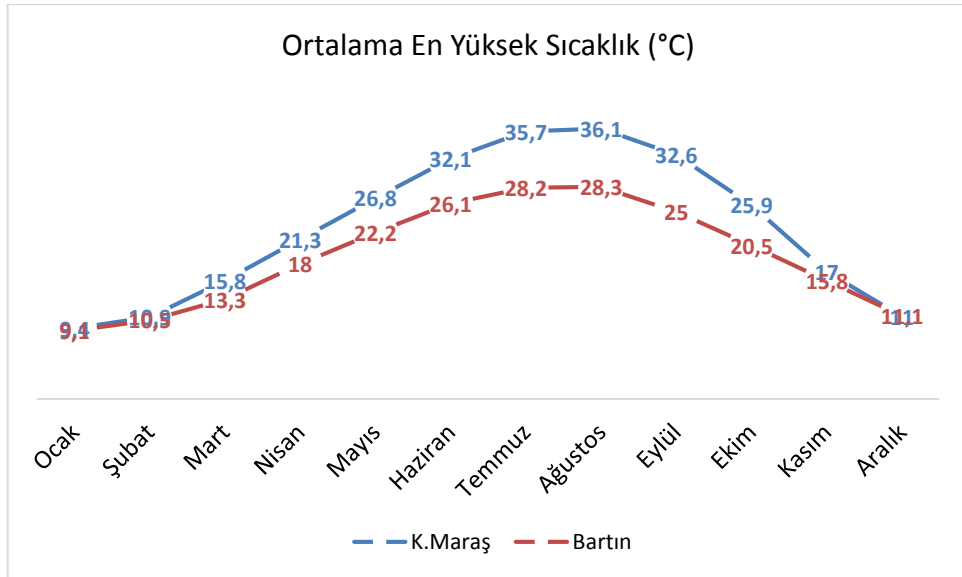
2008 yılında 103.7 km/sa, en yüksek kar kalınlığı 1983'te 109.0 cm olarak tespit edilmiştir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2019).

Çizelge 3.1. Alınan örnek ağaçlara ait özellikler

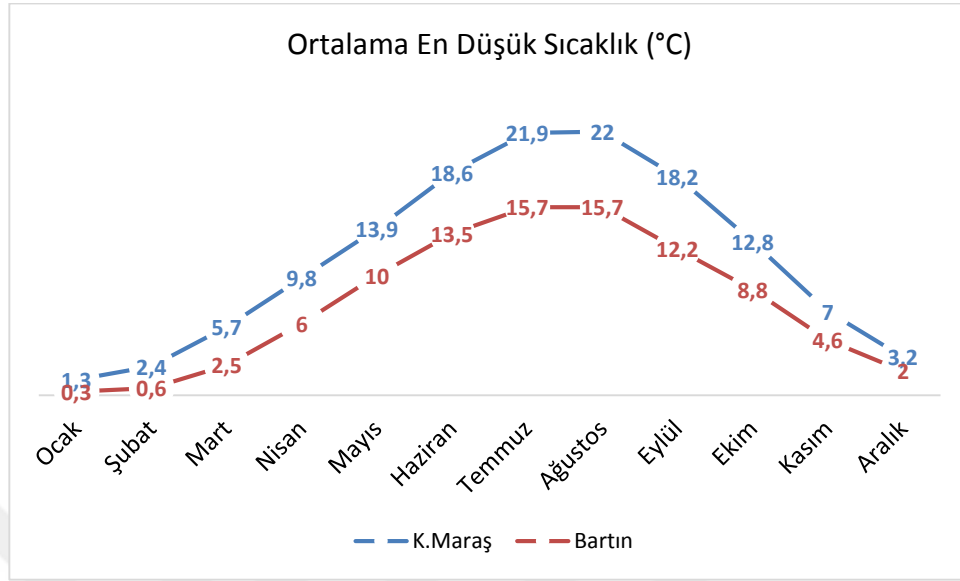
Ağaç örneklerinin alındığı yer	Alınan Yükselti (m)	Ağacın Boyu (m)	Dip Kütük Çapı (cm)	Yıllık Halka Sayısı	Örneklerin Alındığı Tarih
Bartın, Hasankadı	525	18	49	67	24 Eylül 2016
Kahramanmaraş, Andırın/Kırıtlı Mevkii	1453	16	40	53	18 Nisan 2016



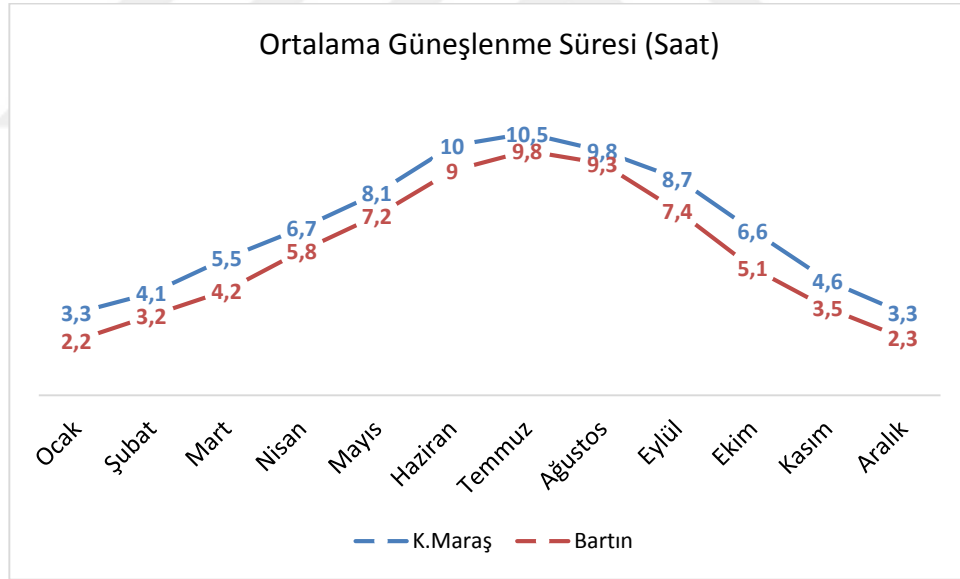
Şekil 3.1. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama sıcaklık değerleri (°C)



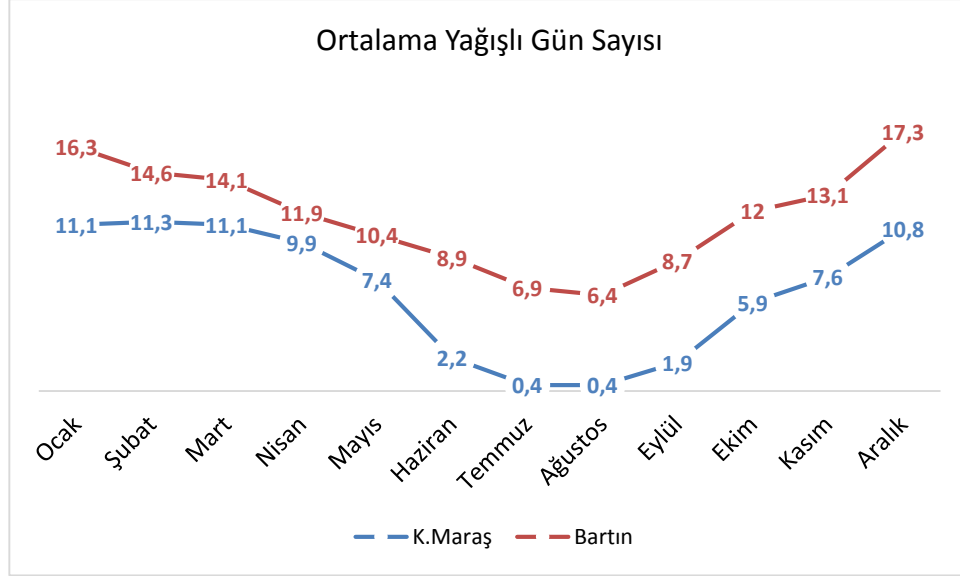
Şekil 3.2. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama en yüksek sıcaklık değerleri (°C)



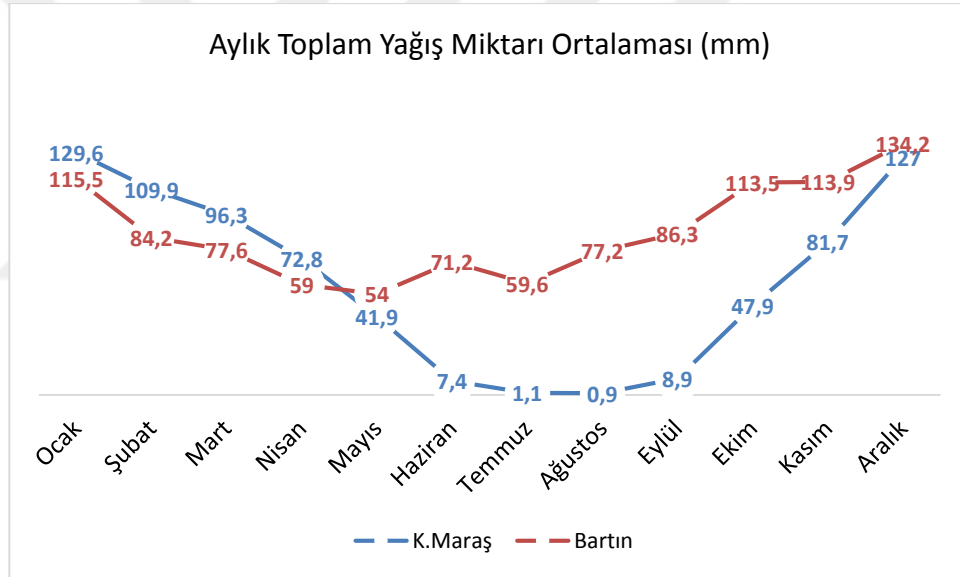
Şekil 3.3. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama en düşük sıcaklık değerleri (°C)



Şekil 3.4. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama güneşlenme süresi (saat)



Şekil 3.5. K. Maraş ve Bartın illerinin ortalama yağışlı gün sayısı



Şekil 3.6. K. Maraş ve Bartın illerinin aylık toplam yağış miktarı ortalaması (mm)

Genel olarak şekillere bakıldığında ortalama olarak sıcaklık, en yüksek sıcaklık, en düşük sıcaklık ve güneşlenme süresi Kahramanmaraş ilinde yüksek iken ortalama yağışlı gün sayısı ve aylık toplam yağış miktarı ortalamasının ise Bartın ilinde yüksek olduğu görülmektedir.

Ağaçlar kesildikten sonra her bir gövdeden, TAPPI T 257 cm-02 standardına göre, yerden 0,5 m yükseklikten, gövdenin orta kısmı ve dallanmanın başladığı noktadan 5 cm kalınlıkta teker şeklinde 3 ayrı kesit çıkarılmıştır. Bu sayede örneklemede ağacın

tamamını temsil etmesi amaçlanmıştır. Numaralandırılarak bez çuvallara konulan örnekler vakit kaybedilmeden laboratuvara getirilmiş, derin dondurucularda muhafaza altına alınmıştır.



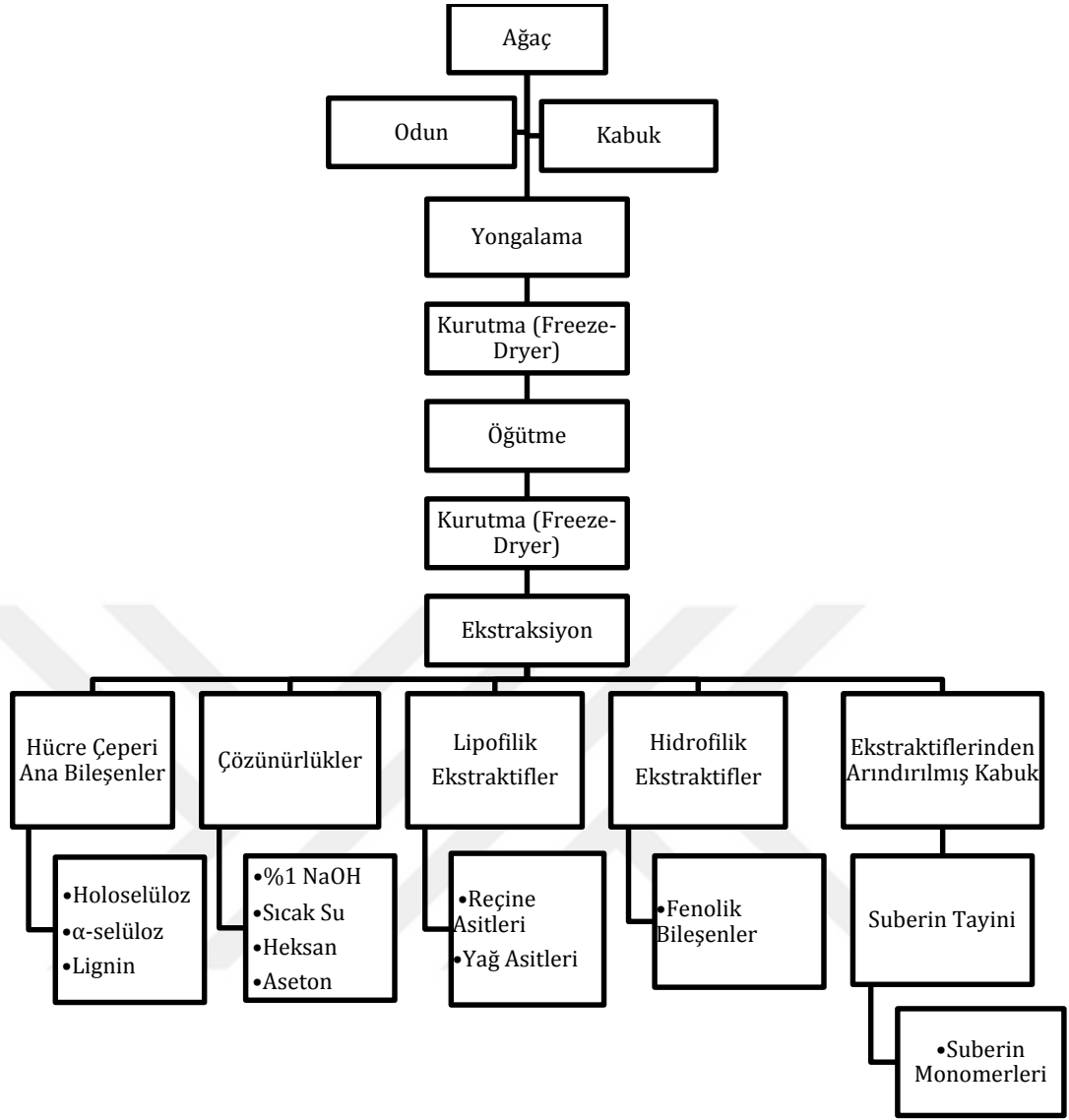
Şekil 3.7. Bartın örnek ağacın alım görüntüsü

### **3.2. Yöntem**

Odun ve kabuk örneklerinde kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler ayrıntılı olarak aşağıda verilmiştir.

#### **3.2.1. Örneklerin hazırlanması**

Kayın ağacında çözünürlük deneyleri ve ana bileşenlerin tayini için ağaçlardan 0,50 m yükseklikten, orta kısmından ve dallanmanın başladığı yerden 5 cm'lik disk şeklinde kesitler alınmıştır. Bu disk şeklindeki kesitlerin alt ve üst kısmından 1 cm'lik kısımları kesilerek ağacı kesmekte kullanılan testereye sürülen gazyağının giderilmesi amaçlanmıştır. Yeterli miktarda odun ve kabuk örnekleri alınarak analizler yapılmaya kadar derin dondurucuda muhafaza altına alınmıştır. Şekil 3.8'de uygulanan deneyler ve akış planı görülmektedir.



Şekil 3.8. Uygulanan deneyler ve akış planı

Disklerden alınan odun parçaları kibrit çöpü büyüklüğünde, kabuk örnekleri ise keskin bıçaklar yardımıyla küçük parçalara ayrıldıktan sonra ayrı ayrı yongalanmıştır (Şekil 3.9). Daha sonra örnekler donduruculu kurutucuda (freeze dryer) bir gün süre ile kurumaya bırakılmıştır. Bu işlemin sonunda odun parçaları ve kabuk örnekleri TAPPI T II – M 45 standardına göre laboratuvar tipi Wiley değirmeninde 1 mm'den daha küçük hale gelecek şekilde öğütülmüştür. Şekil 3.10'da örnekleri öğütmekte kullanılan laboratuvar tipi Wiley değirmeni görülmektedir.



Şekil 3.9. Odun ve kabuk örneklerinin analizlere hazır hale getirilmesi



Şekil 3.10. Örnekleri öğütmekte kullanılan Wiley değirmeni ve öğütülmüş örnekler

Kromatografik deneylere başlamadan bir gün önce odun ve kabuk unları tekrar donduruculu kurutucuya konarak olası rutubetin giderilmesi amaçlanmıştır. Örnekler daha sonra rutubetlerinin değişmemesi amacıyla ağzı kilitli plastik torbalara konarak muhafaza altına alınmıştır. Öğütülen odun ve kabuk örnekleri genel odun kimyası analizlerinde ve kromatografik testlerde kullanılmıştır. Hücre çeperi ana bileşenleri ve çözünürlük deneyleri 3 tekrar, kromatografik analizlerde ise uygun konsantrasyon tespit edildikten sonra tek bir enjeksiyon yapılmıştır.



### 3.2.2. Rutubet tayini

Odun ve kabuk örneklerine uygulanan, holoselüloz,  $\alpha$ -selüloz ve lignin gibi hücre çeperi ana bileşenleri ve %1'lik NaOH çözünürlüğünü belirlemek amacıyla, örneklerin içerdiği rutubet miktarları belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar esnasında kullanılan materyalin rutubet tayini, deneye başlanmadan önce yapılmıştır. Rutubet tayinlerinde, odun ve kabuk örneklerinde asli bileşenler ve çözünürlük deneylerinde kullanılan 1 mm'den küçük örnekler kullanılmıştır.

Sabit tartıma getirilen krozelere konan 2 g örnek hassas terazide tartımı yapılarak ilk ağırlıkları ( $M_r$ ) belirlenmiş ve  $103 \pm 2$  °C sıcaklıktaki etüve konan örnek tam kuru ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler desikatörde soğutulmuş ve hassas terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları ( $M_0$ ) belirlenmiştir. Örneklerin içerdikleri % rutubet miktarları eşitlik 3.1'den faydalanılarak hesaplanmıştır.

$$r = \frac{(M_r - M_0)}{M_0} \times 100 \quad (3.1)$$

r: Örneğin rutubeti (%)

$M_r$ : Örneğin rutubetli haldeki ağırlığı (g)

$M_0$ : Örneğin tam kuru haldeki ağırlığı (g)

### 3.2.3. Hücre çeperi ana bileşenlerinin belirlenmesi

Odun ve kabuk örneklerinde hücre çeperi ana bileşenleri olan holoselüloz,  $\alpha$ -selüloz ve lignin miktarını belirlemek amacıyla aşağıdaki yöntemlere göre analizler gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.3.1. Holoselüloz tayini

Holoselüloz oranının belirlenmesinde Wise ve John (1952) tarafından geliştirilen klorit yöntemi uygulanmıştır. Holoselüloz tayininde ekstraktif maddeleri uzaklaştırılmış 5 g hava kurusu örnek, 160 ml saf su, 1,5 g NaClO<sub>2</sub> ve 10 damla (0,50 ml) buzlu asetik asitle birlikte 250 ml'lik bir erlenmayere konularak bir saat süre ile 78-80 °C'deki su banyosunda tutulmuş ve örnek konulan erlenmayerin ağzı ters çevrilmiş daha küçük bir erlenmayerle kapatılmıştır. Her bir saatte yeniden 1,5 g NaClO<sub>2</sub> ve 10 damla buzlu asetik asit ilave edilmiş olup bu işlem üç kez tekrarlanmıştır. Holoselüloz miktarı deney sonrası tam kuru ağırlığın, tam kuru örnek ağırlığına oranlamasıyla hesaplanmıştır.

### 3.2.3.2. α-selüloz tayini

% 17,5'lik NaOH yönteminde, 2 g holoselüloz örneği alınarak 250 ml'lik beher içerisine konmuştur. Daha sonra üzerine % 17,5'lik NaOH çözeltisinden 10 mL ilave edilmiş ve beher 20 °C'ye ayarlanmış bir su banyosuna yerleştirilmiştir. Cam bagetle karıştırılarak örneklerin hepsinin NaOH ile ıslatılması sağlanmıştır. İlk % 17,5'lik NaOH ilavesinden 5 dak. sonra 5 ml daha NaOH çözeltisi ilave edilmiş ve örnek iyice karıştırılmıştır. Bu işlem 5'er dak ara ile 3 kez tekrarlanmıştır. Karışım 20 °C'de 30 dakika bekletildikten sonra üzerine 33 ml destile su ilave edilerek alkali konsantrasyonu % 8,3'e indirilmiş ve 1 saat bekletilmiştir. Süre sonunda örnek orta geçirgenlikteki darası alınmış bir krozeden süzülerek önce 20 °C'deki % 8,3'lük 100 mL NaOH ile ve ardından da 20 °C'deki destile su ile iyice yıkanmıştır. Daha sonra oda sıcaklığındaki % 10'lük 15 ml asetik asit krozeeye dökülerek 3 dak. bekletilmiştir. Süre bitiminde örnek 20 °C'deki destile su ile asitten arınana kadar yıkanmıştır. Son olarak örnek 250 ml destile su ile vakum açılıp kapatılmak suretiyle yıkanmıştır. İşlemlerin ardından örnek 103±2 °C'de kurutularak tartılmış ve α-selüloz eşitlik 3.2'ye göre hesaplanmıştır (Rowell vd. 2005).

$$\% \alpha - \text{selüloz} = \frac{[(A/B) \times 100] \times \% \text{Holoselüloz}}{100} \quad (3.2)$$

A: Deney sonrası tam kuru örnek ağırlığı (g)

B: Deney öncesi tam kuru örnek ağırlığı (g)

### **3.2.3.3. Lignin tayini**

Bitkisel maddelerdeki lignin oranının tayini için birçok yöntem kullanılmasına rağmen en çok tercih edileni “Klason Lignini” yöntemidir. Bu yöntemde sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) karbonhidratları hidroliz ederek çözer ve aside dayanıklı olan lignin kalıntı olarak elde edilir.

Lignin tayini için önce numunelerde ligninle beraber çözünmeden kalan bazı ekstraktiflerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun için daha önceden heksan ekstraksiyonuna tabi tutulan örnekler kullanılmıştır. Lignin miktarının belirlenmesinde TAPPI T 222 om-02 standart metodundan yararlanılmıştır. Bu metoda göre, ekstraktiflerden arındırılmış 1 g örnek 50 ml'lik bir behere konularak üzerine % 72'lik  $H_2SO_4$ 'den 15 ml ilave edilmiş ve 12-15 °C sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda beher içerisindeki karışım 1000 lt'lik erlenmayere aktarılmış ve asit konsantrasyonu % 3 olacak şekilde erlendeki sıvı miktarı 560 ml. olana kadar destile su ile seyreltilmiştir. Daha sonra bu karışım bir soğutucu altında 4 saat süre ile kaynatılmıştır. Bu işlemde sonra kalıntı krozeden süzülerek sıcak saf su ile yıkanmış ve elde edilen kalıntı 103±2 °C'de etüv içerisinde kurutulmuştur. Sonrasında desikatörde soğutulup tartılan kroze başlangıçta kullanılan örnek ağırlığına oranla hesaplanmıştır.

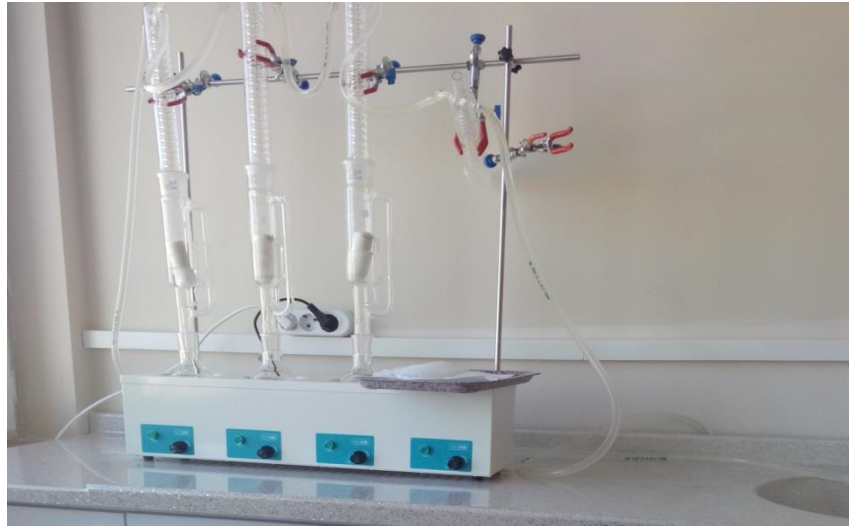
### **3.2.4. Çözünürlük değerlerinin belirlenmesi**

Odun ve kabuk örneklerinde, heksan, aseton: su (95:5, v:v) gibi organik çözücüler, sıcak su ve % 1'lik NaOH çözünürlüğü değerleri aşağıdaki yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Organik çözücüler ve sıcak su çözünürlüğü sonrasında elde edilen değerler gravimetrik yöntemle göre mg/g olarak tespit edilirken, % 1'lik NaOH ve sıcak su çözünürlüğünde % çözünen madde miktarı olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.4.1. Heksan, aseton: su ile soxhlet ekstraksiyonu**

Ağaçlardan elde edilen odun ve kabuk örnekleri öğütüldükten sonra soxhlet cihazında ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Soxhlet ekstraksiyon yöntemini uygulayabilmek için katı materyal kurutulur, küçük parçalara ayrılır ve bu katı

parçacıklar selülozdan yapılmış olan ekstraksiyon kartuşuna doldurulur. Bu kartuş da ekstraksiyon kolunun içine yerleştirilir. Cam balona solvent olarak kullanılacak kimyasal madde konulur ve ısıtıcı yardımıyla bu maddenin buharlaşması sağlanır. Buharlaşan çözücü ekstraksiyon kolundan geçerek geri soğutucuya ulaşır. Geri soğutucu yoğunlaşan soğutucu tekrar ekstraksiyon koluna gelerek kartuş içerisinde bulunan maddeyi çözer ve cam balona geri döner. Bu işlem sürekli tekrarlanarak ekstraksiyon tamamlanmış olur. Bu işlem sifonlanma olarak adlandırılmaktadır. Bu maksatla öncelikli olarak heksan ile sonrasında aseton: su ile sıralı ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Bu sayede öncelikli olarak lipofilik bileşenlerin sonrasında hidrofilik bileşenlerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Şekil 3.11’de örneklerin ekstraksiyon aşamasındaki bir görüntüsü verilmiştir. Bu işlem için odun ve kabuk örneklerinden kartuş içine yaklaşık 10 g örnek tartılarak 250 mL’lik cam balona 180 ml çözücü ilave edilerek ayrı ayrı işlem gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada örnekler heksan ile ekstraksiyona tabi tutulduktan sonra deney bitiminde saf selüloz kartuş içindeki örnekler atılmayıp ertesi deney gününde aseton: su ile tekrar ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Bu sayede örneklerin tamamından ekstraktiflerin alınması sağlanmıştır. Deney sonrasında balonda toplanan çözücü ve ekstraktlardan oluşan 100 ml’lik karışımdan 10 ml alınarak azot evaporatörü cihazında uzaklaştırılıp kullanılan çözücüde çözünen madde miktarı hesaplanmıştır.



Şekil 3.11. Örneklerin soxhlet cihazında ekstraksiyon aşamasındaki görüntüsü

### 3.2.4.2. Sıcak su çözünürlüğü

Sıcak suda çözünürlük deneyi için daha önceden rutubeti belirlenmiş yaklaşık 2 g hava kurusu örnek 200 ml'lik erlenmayere konularak üzerine 100 ml saf su ilave edilmiştir. Erlenmayer geri dönüşümlü bir soğutucu altında 100 °C'de 3 saat süre ile kaynatılmıştır. Bundan sonra örnekler 103±2 °C'de tam kuru ağırlığı belirlenmiş krozede süzümüştür. Krozedeki kalıntılar sıcak su ile yıkanarak 103±2 °C'deki etüv içerisindeki değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Numuneler kurutulduktan sonra desikatöre alınarak soğutulup tartılmıştır. Çözünen madde miktarı tam kuru örnek ağırlığına oranla % olarak tespit edilmiştir.

### 3.2.4.3. % 1 NaOH çözünürlüğü

TAPPI T 212 om 02 standardına göre 2 g örnek 200 ml'lik bir erlenmayere konulduktan sonra üzerine % 1'lik NaOH çözeltisinden 100 ml ilave edilmiştir. Erlenmayerin ağzı küçük bir erlenmayerle kapatılarak 100 °C'deki su banyosuna konulmuş ve bir saat süre ile su banyosunda bekletilmiştir. Bu süre zarfında erlenmayer belli aralıklarla karıştırılmış ve bu sürenin sonunda erlenmayerdeki kalıntı darası alınmış bir cam kroze yardımıyla süzümüştür. Daha sonra % 10'luk 50 ml asetik asit ve sıcak su ile yıkanan örnekler 103±2 °C'de kurutulmuş ve desikatörde soğutulularak tartılmıştır. Çözünen madde miktarı başlangıçtaki kuru ağırlığa oranla % olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.5. Suberin tayini

Standart olarak kullanılmak üzere bir balon joje içerisine yaklaşık 0,5 g kolesterol konmuş ve asetonla 50 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra, hazırlanan kolestrol karışımından 1 ml alınarak 50 ml'lik test tüpüne aktarılmış ve su banyosunda azot gazı altında asetonun buharlaştırılması sağlanmıştır. Sonrasında aynı test tüpüne 100 mg öğütülmüş ve ekstraktiflerinden arındırılmış tam kuru haldeki kabuk unu ilave edilmiştir. Kabuk unlarının üzerine 0,5 M alkollü KOH (% 90'lık etil alkol) çözeltisinden 10 ml ilave edilmiş ve 70 °C'lik etüvde sık aralıklarla karıştırılarak 1,5 saat bekletilmiştir. Hidroliz tamamlandıktan sonra katı kısmın çökmesi beklenmiş ve sıvı kısımdan 1 ml alınarak 15 ml'lik test tüpüne aktarılmıştır. 1 ml saf su ilave edilerek

kariştirilan test tüpüne 2-3 damla bromkresol yeşili ilave edilmiş ve rengin mavi olması sağlanmıştır. Sonrasında 2-3 damla 0,25 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen ekstraktta rengin sarı olması beklenmiş ve bu sayede pH'ın 3-3,5 dolaylarında olması sağlanmıştır. Daha sonra 2 ml MTBE (methyl tert buthyl ether) ilave edilen test tüpü sıkı bir şekilde kariştirilmiş ve üstte toplanan MTBE fazı ayrı bir test tüpüne aktarılmıştır. Aynı işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Su banyosunda azot gazı altında buharlaştırılan MTBE fazı silillendirilmek üzere muhafaza altına alınmıştır.

### **3.2.6. GC-MS (Gaz Kromatografisi / Ktle Spektrometresi) ve GC-FID (Gaz Kromatografisi / Alev İyonizasyon Dedektörü ) analizleri**

Hazırlanan örneklerin kalitatif ve kantitatif olarak GC-MS ve GC-FID'da analiz edilebilmeleri için öncelikle uçucu bileşenlerin türevlerine dönüştürülmeleri gerekmektedir.

Odun ve kabuk örneklerinin tamamında gerek heksan ekstraktlarında gerekse aseton: su ekstraktlarında ve kabuk örneklerinde suberin bileşenlerini belirlemek amacıyla aynı silillendirme yöntemi uygulanmıştır. Buna göre, sıcak su banyosunda azot gazı altında buharlaştırılan çözücü ve 15 ml'lik test tüplerine önceden başka bir tüpün içerisinde hazırlanmış olan pyridine: BSTFA (N,O-bis (trimetil silil) triflorasetamid):TMCS (trimetil klorosilan) karişımından 175 µl eklenmiş ve vorteks cihazında kariştirilmiştir. Sonrasında 15 dakika aralıklarla kariştirilerek 1 saat süreyle 70 °C sıcaklıktaki etüvde bekletilmiştir. Bu aşamadan sonra test tüpleri içerisindeki silillenmiş numuneler bileşenlerinin tespit edilmesi amacıyla viallere aktarılarak analiz aşamasına geçilmiştir.

#### **3.2.6.1. GC-MS analiz koşulları**

Lipofilik, hidrofilik maddeleri ve suberin monomerlerini tayin etmek amacıyla aynı kromatografi cihazları ve aynı koşullar kullanılmıştır. Odun ve kabuk örneklerinde heksan ve aseton: su ekstraktlarında ve suberin tayininde yararlanılan GC-MS cihazına ilişkin analiz şartları aşağıda verilmiştir.

Cihaz:	Shimadzu GC-MS QP 2010 Plus
Kolon:	Restek 5 ms 30 m 0,25 iç çapı ve 0,25 µm film kalınlığında
Taşıyıcı gaz:	Helyum 1 ml/dak.
Split oranı:	1:10
Enjektör bloğu sıcaklığı:	260 °C
Sıcaklık Programı:	100 °C'de 1 dakika bekleyerek 5 °C/dakika artarak 320 °C'ye kadar

### 3.2.6.2. GC-FID analiz koşulları

Silillendirme işleminden sonra viallere aktarılan ekstraktlar, öncelikle bileşenlerin kalitatif tespiti için GC-MS'de analiz edilmiştir. Sonrasında ise kantitatif olarak analiz edebilmek amacıyla GC-FID cihazından yararlanılmıştır. Örneklerin analizinde kullanılan GC-FID cihazının analiz koşulları aşağıda verilmiştir.

Cihaz:	Perkin Elmer Auto System XL
Dedektör:	Flame Ionisation
Mobil Faz:	Hidrojen (40 ml/dak.), kuru hava, (400 ml/dak.)
Kolon:	Restek 5 ms 30 m 0,25 iç çapı ve 0,25 µm film kalınlığında
Taşıyıcı gaz:	Helyum 1 ml/dak.
Enjektör bloğu sıcaklığı:	260 °C
Sıcaklık Programı:	100 °C'de 1 dakika bekleyerek 5 °C /dakika artarak 320 °C'ye kadar

### 3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 22 paket programından yararlanılmıştır. Bölgesel farklılığın odun ve kabuktaki kimyasal değişimine etkisini kıyaslayabilmek amacıyla t-testi uygulanmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

İki farklı bölgeden elde edilen kayın (*Fagus orientalis* L.) örneklerinin kimyasal analizleri için örnek materyalleri odun ve kabuk olarak ayrılıp kimyasal değişimleri ortaya konulmuştur.

Odun ve kabuk olarak ayrılan örnekler üzerinde öncelikle ana bileşenler olan holoselüloz,  $\alpha$ -selüloz ve lignin deneyleri yapılarak genel kimyasal yapının belirlenmesine çalışılmıştır. Çözünürlük deneylerinden heksan ve asetonda çözünen madde miktarı gravimetrik olarak, bunun yanı sıra % 1 NaOH ve sıcak suda çözünen madde miktarı % olarak tespit edilmiştir. Ayrıca heksan ve aseton: su ekstraktları GC-MS ve GC-FID'da analiz edilerek ekstraktif madde ve miktarları belirlenmiştir.

Ekstraktiflerden arındırılmış kabuk örneklerinde suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı belirlenerek farklı bölgelerden elde edilen örneklerle karşılaştırılmıştır.

### 4.1. Odununun Kimyasal Yapısına Ait Bulgular

Odunun ana bileşenlerinin ve çözünürlük değerlerinin farklı bölgelere göre olan değişimi bu bölümde detaylı olarak incelenmiştir.

#### 4.1.1. Odun hücre çeperi ana bileşenlerine ait bulgular

Odunun hücre çeperi ana bileşenlerinden olan holoselüloz,  $\alpha$ -selüloz ve lignin miktarını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analizde ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değeri bulunmuştur. Odunun hücre çeperi ana bileşenlerine ait bu değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir.



Çizelge 4.1. Odun örneklerinin holoselüloz,  $\alpha$ -selüloz ve lignin miktarına ait ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değerleri

Deney	Örneklerin Temin Edildiği Bölge	Tekrar	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	t-Değeri	P Sig (2-tailed)
Holoselüloz	K. Maraş	3	85,340	0,790	0,456	-0,613	0,573
	Bartın	3	85,806	1,056	0,610		
$\alpha$ -selüloz	K. Maraş	3	52,446	0,895	0,517	1,621	0,180
	Bartın	3	51,293	0,846	0,488		
Lignin	K. Maraş	3	17,203	0,647	0,373	-5,054	0,007**
	Bartın	3	20,543	0,943	0,544		

\*:sig.< 0,05, (%95 farklı) \*\*: sig.< 0,01, (%99 farklı) \*\*\*: sig.< 0,001, (%99,9 farklı)

Holoselüloz miktarına ait ortalama değerler incelendiğinde, farklı bölgelerden elde edilen örneklerde sonuçlar arasında belirgin bir azalış ya da artış olmadığı görülmektedir. Türkiye'nin güneyinde yer alan Kahramanmaraş bölgesinden elde edilen odun örneğinde ortalama holoselüloz miktarı % 85,34 iken kuzeyde yer alan Bartın bölgesinden alınan odun örneğinde ise ortalama holoselüloz miktarı % 85,80 olarak tespit edilmiştir.

$\alpha$ -selüloz miktarına ait ortalama değerler incelendiğinde, Kahramanmaraş odun örneğinde ortalama  $\alpha$ -selüloz miktarı % 52,44 Bartın odun örneğinde ise ortalama  $\alpha$ -selüloz miktarı % 51,29 çıkarak birbirine yakın sonuçlar olarak elde edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda klason lignin ortalama değerleri göz önüne alındığında Kahramanmaraş odun örneğinde ortalama lignin miktarı % 17,20 iken Bartın odun örneğinde ortalama lignin miktarı Kahramanmaraş örneğine göre biraz daha yüksek oranda olup % 20,54 olarak tespit edilmiştir.

#### 4.1.2. Odun hücre çeperi yan bileşenlerine ait bulgular

Odunun çözünürlük değerlerine ait olan %1'lik NaOH, sıcak su, heksan ve aseton: su çözünürlüğünü belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analizde ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değeri bulunmuştur. Odunun çözünürlük değerlerine ait bu değerler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Odun örneklerine ait %1'lik NaOH, sıcak su, heksan ve aseton: su çözünürlüğünü miktarına ait ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değerleri

Deney	Örneklerin Alındığı Bölge	Tekrar	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	t-Değeri	P Sig (2-tailed)
%1'lik NaOH	K. Maraş	3	10,920	0,635	0,366	2,317	0,081
	Bartın	3	9,986	0,289	0,166		
Sıcak Su	K. Maraş	3	3,630	0,337	0,194	-1,458	0,219
	Bartın	3	3,996	0,275	0,159		
Heksan	K. Maraş	3	0,700	0,165	0,095	-8,653	0,001***
	Bartın	3	1,906	0,176	0,101		
Aseton	K. Maraş	3	12,626	0,441	0,255	-3,849	0,018*
	Bartın	3	14,573	0,756	0,436		

\*:sig.< 0,05, (%95 farklı) \*\*: sig.< 0,01, (%99 farklı) \*\*\*: sig.< 0,001, (%99,9 farklı)

%1'lik NaOH çözünürlüğü incelendiğinde örnekler arasında belirgin bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Kahramanmaraş odun örneğinde ortalama %1'lik NaOH çözünürlüğü miktarı % 10,92 Bartın odun örneğinde ise ortalama %1'lik NaOH çözünürlüğü miktarı % 9,98 olarak bulunmuştur.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen sıcak su çözünürlüğü miktarı, Kahramanmaraş odun örneğinde ortalama % 3,63 iken Bartın odun örneğinde ise % 3,99 çıkarak her iki örnekte sonuçların birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Farklı bölgelerden elde edilen örnekler üzerinde gerçekleştirilen heksan çözünürlüğü miktarı ortalama Kahramanmaraş odun örneğinde 0,70 mg/g iken Bartın odun örneğinde ise bu miktar belirgin bir farkla yüksek çıkıp ortalama heksan miktarı 1,90 mg/g olarak bulunmuştur.

Farklı bölgelerden elde edilen örnekler üzerinde gerçekleştirilen aseton: su çözünürlüğü sonuçları göz önüne alındığında Kahramanmaraş odun örneğinde ortalama aseton miktarı 12,62 mg/g iken Bartın odun örneğinde ise çok az bir artışla ortalama aseton miktarı 14,57 mg/g olarak bulunmuştur.

#### 4.2. Kabuğun Kimyasal Yapısına Ait Bulgular

Kabuğun ana bileşenlerinin ve çözünürlük değerlerinin farklı bölgelere göre olan değişimi bu bölümde incelenmiştir.

#### 4.2.1. Kabuğun hücre çeperi ana bileşenlerine ait bulgular

Kabuğun hücre çeperi ana bileşenlerinden olan holoselüloz,  $\alpha$ -selüloz ve lignin miktarını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analizde ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değeri bulunmuştur. Odunun hücre çeperi ana bileşenlerine ait bu değerler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kabuk örneklerine ait holoselüloz,  $\alpha$ -selüloz ve lignin miktarına ait ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değerleri

Deney	Örneklerin Temin Edildiği Bölge	Tekrar	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	t-Değeri	P Sig (2-tailed)
Holoselüloz	K. Maraş	3	77,883	1,201	0,456	0,207	0,846
	Bartın	3	77,650	1,537	0,610		
$\alpha$ -selüloz	K. Maraş	3	59,523	0,754	0,517	-2,708	0,054
	Bartın	3	61,646	1,128	0,488		
Lignin	K. Maraş	3	31,756	0,740	0,373	-3,673	0,021*
	Bartın	3	34,583	1,101	0,544		

\*:sig.< 0,05, (%95 farklı) \*\*: sig.< 0,01, (%99 farklı) \*\*\*: sig.< 0,001, (%99,9 farklı)

Kabuk örneklerinde yapılan holoselüloz deneylerinde Kahramanmaraş kabuk örneğinde ortalama değer % 77,88 olarak elde edilirken Bartın kabuk örneğinde bu değer % 77,65 çıkarak benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda ortalama  $\alpha$ -selüloz miktarı Kahramanmaraş kabuk örneğinde % 59,52 iken Bartın kabuk örneğinde ise çok az bir farkla % 61,64 olarak elde edilmiştir.

Klason lignini miktarını belirlemek amacıyla yapılan analizler neticesinde Kahramanmaraş kabuk örneğinde ortalama klason lignin miktarı % 31,75 olarak bulunurken Bartın kabuk örneğinde ortalama bu değer az bir artışla % 34,58 olarak tespit edilmiştir.

#### 4.2.2. Kabuğun hücre çeperi yan bileşenlerine ait bulgular

Kabuğun çözünürlük değerlerine ait olan %1'lik NaOH, sıcak su, heksan ve aseton: su çözünürlüğünü belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analizde ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değeri bulunmuştur. Kabuğun çözünürlük değerlerine ait bu değerler Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kabuk örneklerine ait %1'lik NaOH, sıcak su, heksan ve aseton: su çözünürlüğünü miktarına ait ortalama değer, standart sapma, standart hata, t değeri ve sig (2-tailed) değerleri

Deney	Örneklerin Alındığı Bölge	Tekrar	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	t-Değeri	P Sig (2-tailed)
%1'lik NaOH	K. Maraş	3	21,890	0,127	0,366	25,233	0,000** *
	Bartın	3	16,526	0,345	0,166		
Sıcak Su	K. Maraş	3	7,670	0,383	0,194	-7,076	0,002**
	Bartın	3	10,510	0,579	0,159		
Heksan	K. Maraş	3	4,523	0,442	0,095	0,770	0,484
	Bartın	3	4,213	0,538	0,101		
Aseton	K. Maraş	3	19,070	0,482	0,255	-41,152	0,000** *
	Bartın	3	50,610	1,236	0,436		

\*:sig.< 0,05, (%95 farklı) \*\*: sig.< 0,01, (%99 farklı) \*\*\*: sig.< 0,001, (%99,9 farklı)

Kabuk örneklerinde %1'lik NaOH çözünürlüğü incelendiğinde Kahramanmaraş kabuk örneğinde ortalama %1'lik NaOH miktarı % 21,89 olarak tespit edilirken Bartın kabuk örneğinde ise ortalama bu değer belirgin bir azalış göstererek % 16,52 olarak bulunmuştur.

Kahramanmaraş bölgesinden elde edilen örnekler üzerinde gerçekleştirilen sıcak su çözünürlüğü sonuçları ortalama % 7,67 değere sahipken Bartın bölgesinden elde edilen örneklerde ise bu miktar belirgin bir artış göstererek % 10,51 olarak elde edilmiştir.

Kabuk örneklerinde gravimetrik yöntemle göre belirlenen ortalama heksan çözünürlüğü incelendiğinde örneklerde hemen hemen benzer sonuçların çıktığı görülmektedir. Kahramanmaraş kabuk örneklerinde 4,52 mg/g iken Bartın kabuk örneklerinde ise ortalama bu değer 4,21 mg/g olarak bulunmuştur.

Aseton: su çözünlüğü için ortalama değerler göz önüne alındığında Kahramanmaraş kabuk örneklerinde ortama değer 19,07 mg/g iken Bartın Kabuk örneklerinde ise bu değer çok yüksek çıkarak 50,61 mg/g olarak tespit edilmiştir.

### **4.3. GC-MS ve GC-FID Analizlerine Ait Bulgular**

Farklı bölgelerden elde edilen kayın (*Fagus orientalis L.*) odun ve kabuğundaki kimyasal değişimleri incelemek amacıyla genel kimyasal analizlerin yanı sıra ekstraktif bileşiklerinin yapısını belirlemek için yöntemlerden de yararlanılmıştır. Bu maksatla odun ve kabuk örneklerine ait heksan, aseton: su ekstraktları kullanılmıştır. Lipofilik bileşikler için heksan, hidrofilik bileşiklerin tespitinde ise aseton: su karışımı kullanılmıştır.

Ayrıca, ekstraktif maddelerden arındırılmış kabuk örnekleri üzerinde suberin madde miktarı ve bileşimlerini belirlemek amacıyla alkali hidroliz yapılmış ve sonrasında GC-MS ve GC-FID’da analiz edilmiştir.

#### **4.3.1. Lipofilik ekstraktiflere ait bulgular**

Heksan ekstraksiyonu sonrasında silillendirme işlemi uygulanıp viallere aktarılan odun ve kabuk örnekleri GC-MS ve GC-FID’ a gönderilerek analiz edilmiştir. Çizelge 4.5’te odun ve kabuk lipofilik bileşiklerinin farklı bölgelerden elde edilen örnekler üzerindeki değişimi verilmiştir.

Çizelge 4.5. Heksan ekstraktı kromatografik analiz sonucu elde edilen bileşenler ve miktarları (%)

Bileşenin Adı	Örnekler			
	Kahramanmaraş		Bartın	
	Odun	Kabuk	Odun	Kabuk
Linoleic acid			3,78	4,12
9-octadecenoic acid			3,16	2,78
Palmitic acid	9,19	10,06	2,73	5,73
Tetracosanoic acid			2,86	
Oxalic acid		3,48		
Propanoic acid	8,29	4,74		
9,12-Octadecadienoic acid		2,50		
Oleic acid		4,79		
Docosanoic acid		2,96		
Tetracosanoic acid		8,32		
4-(2',4'-dimethoxy-6'-propylbenzoyloxy)-2-hydroxy-6-pentylbenzoic acid		2,81		
Tetrahydrogeranyl butyrate			0,78	
9-octadecenol				20,62
3-decyn-2-ol				2,47
4,4'-Isopropylidenebis(2-T-Butyl)Phenol		7,76		
1-Hexadecanol		4,82		
Tridecane	4,52			
Tetracosamethylcyclododecasiloxane			0,82	
Hexadecamethylheptasiloxane			49,70	
N,N-diethylacetamide	24,03	15,27		
N-Ethylacetamide	44,86	27,41		
Stigmasterol			1,69	4,92
7-tetradecenal			3,04	
8-hexadecenal				71,18
Friedelan-3-one			4,53	
6,7-dihydroxycoumarin			36,71	
D-threo-2,5-Hexodiulose	6,06			
4-Methyl-2,4-bis(4'-trimethylsilyloxyphenyl)pentene-1	3,05			
Nonylthiol, isomer mix		2,54		
Silane, trimethyl(octadecyloxy)-		2,53		

Heksan ekstraksiyonu sonrasında elde edilen lipofilik bileşenlerinde ana bileşenler Kahramanmaraş odun ve kabuk örneklerinde aynı olup N-Ethylacetamide odunda % 44,86 kabukta % 27,41, N,N-diethylacetamide odunda % 24,03 kabukta ise % 15,27 olarak tespit edilmiştir. Bartın odun örneğinde ise en fazla çıkan bileşenler Hexadecamethylheptasiloxane % 49,70, 6,7-dihydroxycoumarin % 36,71 iken kabukta ise 8-hexadecenal % 71,18, 9-octadecenol % 20,62 olarak bulunmuştur.

#### 4.3.2. Hidrofilik ekstraktiflere ait bulgular

Odun ve kabuk örnekleri heksan ile ekstrakte edildikten sonra, aseton: su karışımı ile tekrar ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Belirli bir miktar ekstrakt (0,5-2,5 ml) ve çözücü karışımı bir deney tüpüne aktarılmış ve Azot gazı altında çözücü buharlaştırılmıştır. 15 ml'lik test tüplerine önceden başka bir tüpün içerisinde hazırlanmış olan pyridine:BSTFA:TMCS karışımından 175 µl eklenmiş ve vorteks cihazında karıştırılmıştır. Sonrasında 15 dakika aralıklarla karıştırılarak 1 saat süreyle 70 °C sıcaklıktaki etüvde bekletilerek ekstraktların silinlenmesi sağlanmıştır. Silindiren örneklerde hidrofilik bileşenler tespit edilmiştir. Çizelge 4.6'da odun ve kabuk örneklerinin aseton: su ekstraksiyonu sonrası elde edilen hidrofilik bileşenlerinin farklı bölgelerden elde edilen örnekler üzerindeki değişimi verilmiştir.

Çizelge 4.6. Aseton: su ekstraktı kromatografik analiz sonucu elde edilen bileşenler ve miktarları (%)

Bileşenin Adı	Örnekler			
	Kahramanmaraş		Bartın	
	Odun	Kabuk	Odun	Kabuk
2-keto-d-gluconic acid	20,71	3,50	14,21	3,76
2-propanoic acid				0,76
Benzoic acid		1,53	4,18	6,43
9-octadecenoic acid			0,85	1,87
Docosenoic acid			14,30	2,03
Succinic asit			1,02	1,32
Pentanoic acid	1,06	1,95		
Talonic acid	0,40			
Oxalic acid		0,93		
Palmitic acid				0,92
Pyruvic acid		1,37		
Hexanoic acid		1,08		
Mannonic acid				1,71
Acrylic acid				2,61
Uridine			1,74	
D-Mannopyranose	15,52			
D-Fructose	6,92	3,92		2,16
D-Galactose	1,43			
Glucose			0,89	0,87
Sucrose			6,80	6,49
Mannose	14,44	8,19	11,21	
Arabinose				1,12
2-deoxygalactose				2,97
β-d-glucose			12,39	7,56
α-d-galactose				2,41
2-deoxy-d-glucose				1,82
d-turanose		2,97		14,18
Glucopyranose		6,61		3,12
Butane-1,3-diol			3,02	2,14

2-pentadecyn-1-ol				0,51
2-Methyl-4-Keto-Pentan-2-ol	18,08	33,53		
Glycerol	1,18		2,23	3,18
Scyllo-inositol			4,57	1,45
Glucitol		1,18	5,63	3,62
Xylitol				1,62
Myo-inositol			2,07	1,89
Inositol	3,34			
D-Glucitol	7,14			4,03
Ethylene Glycol	1,08			
Glycerol-T		17,20		
Dodecamethylpentasiloxane			0,81	
$\beta$ -d-hydroquinone				4,82
3,6,9-trioxa-2,10disilaundecane			1,00	1,26
1,1,1,3,5,5,5-Heptamethyltrisiloxane	0,34			
N,N-diethylacetamide	1,13	4,02		
N-Ethylacetamide	2,23	7,46		
3,4-dihydro-1-benzopyran				3,76
Benzaldehyde		1,22		
Catechine			10,14	2,13
Vanillin		0,77		
6,7-dihydroxycoumarin			2,94	5,48
Silanamine, 1,1,1-trimethyl-N-(trimethylsilyl)-N-[2-[(trimethylsilyl)oxy]ethyl]-	0,49			
Acrylsaeure, 2,3-Bis[(Trimethylsilyl)Oxy]-, Trimethylsilylester	0,80			
Silane, [[2-[3,4-bis[(trimethylsilyl)oxy]phenyl]-3,4-dihydro-2H-1-benzopyran-3,5,7-triyl]tris(oxy)]tris[trimethyl-, (2R-cis)-	3,71			
trans-2,4-Bis(tert-butylidimethylsilyl)-1,3-dithietan-1,1,3,3-tetraoxide		0,98		
3,4-dihydro-2H-1-benzopyran-		0,87		
Cyclooctene		0,73		

Heksan ekstraksiyonuna tabi tutulan örnekler hemen sonrasında aseton: su karışımı ile ekstrakte edilerek hidrofilik bileşenler elde edilmiştir. Kahramanmaraş odun örneğinde en fazla çıkan bileşenler 2-keto-d-gluconic acid % 20,71, 2-Methyl-4-Keto-Pentan-2-ol % 18,08 iken kabuk örneğinde de odun örneğine göre daha yüksek oranda çıkan 2-Methyl-4-Keto-Pentan-2-ol % 33,53 ve Glycerol-T % 17,20 çıkmıştır. Bartın odun örneğinde ise Docosenoic acid % 14,30 ve Kahramanmaraş odun örneğine göre biraz daha düşük oranda çıkan 2-keto-d-gluconic acid % 14,21 tespit edilirken kabuk örneğinde ise d-turanose % 14,18 ve  $\beta$ -d-glucose % 7,56 bileşikleri bulunmuştur.

#### 4.3.3. Suberin monomerlerine ait bulgular

Ekstraktiflerden arındırılmış kabuk örneklerinde alkali hidroliz yöntemine göre suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı belirlenmiştir. Çizelge 4.7’de suberin



monomerlerinin iki farklı bölgeden elde edilen örnekler üzerindeki değişimi verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kahramanmaraş ve Bartın kayın kabuk suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı (mg/g)

Bileşenin Adı	Örnekler	
	Kahramanmaraş Kabuk	Bartın Kabuk
Oxalic Acid	0,810	
Lactic Acid	3,759	
Glycolic Acid	1,109	
Malonic acid	0,318	
Nonanoic Acid	0,170	
2-Hydroxyglutaric acid	0,212	
4-Methoxymandelic acid	2,028	
Propanoic acid	0,141	
Succinic acid	0,724	
Asit 8:0		0,176
Asit 10:0		0,360
Asit 14:0		0,097
Asit 16:0	0,498	1,562
Asit 18:0	0,274	0,482
Asit 20:0		0,096
Asit 22:0		0,965
Asit 24:0		4,250
Asit 26:0		0,190
Asit 9,12-18:2	0,754	6,125
Asit 9,11-18:2		0,886
Asit 9-18:1		0,226
Asit 11,14-20:2		0,948
Asit 1,4-dioic-4:0		0,994
Asit 1,18-dioic-8:0		0,182
Asit 1,10-dioic-10:0		0,240
Asit 1,12-dioic-12:0		1,142
Asit 1,18-dioic-18:0		0,233
Asit 1,18-dioic-18:1		3,014
Asit 1,20-dioic-20:0		1,251
Asit 18-hydroxy-18:1		5,882
Asit 20-hydroxy-20:0		1,721
Asit 22-hydroxy-22:0		1,926
Asit 24-hydroxy-24:0		2,846
2-Hydroxybutyric acid	0,315	
Ethylene Glycol	1,353	
2-Ethylhexanol	0,206	
2,3-Butandiol,2,3-Dimethyl-Bis-O-(Trimethylsilyl)-	0,183	
Trimethylsilylglycerol	0,484	
Glycerol		0,065
Lupa-13,22-dien-3-ol		0,567
Alkol 14:0		0,086
Alkol 18:0		0,179
Alkol 9-18:1		0,734
Alkol 2,3-4:2		0,077
1-Isobutoxy-1-Methoxypropane	0,065	
Pentane,2-methyl-4-keto-2-trimethylsiloxy-	6,565	

Butane, 2,3-dimethyl-2,3-dinitro-	0,337	
1-Oxo-1,3-Bis(trimethylsilyloxy)Propane	0,216	
1-Oxo-1,2,3-Tris(trimethylsilyloxy)Propane	0,536	
Tetradecane	0,150	
Tridecane	0,271	
(E)-3-Octadecene	0,101	
Octadecane	1,011	
Heptadecane	0,396	
Eicosane	0,839	
Docosane	0,430	
Heneicosane	0,421	
1,12-Bis(trimethylsilyloxy)dodecane	0,471	
3,3,5,5-Tetramethyl-3,5-Disilaheptane	0,205	
2-(1-E-propenyl)-4-methoxyphenyl 2-methylbutanoate	0,719	
Isooctyl phthalate	0,114	
decyl propanoate	0,196	
n-Octyl propionate	0,211	
N,N-diethylacetamide	3,424	
N-Ethylacetamide	7,358	
Decamethyltetrasiloxane	0,275	
2,2,4-Trimethylhexane	0,196	
2,4,4-Trimethyl-1-hexene	0,486	
Octamethyltrisiloxane	0,097	
Dodecamethylpentasiloxane	0,612	
Stigmasterol		0,150
Sitosterol		0,363
1,2-benzenedicarboxylic acid		0,294
Ferulic acid		0,250
2,5-furandicarboxylic acid		0,088
1,1-biphenyl-4-carboxylic acid		0,362
Vanyillylpyruvic acid		0,067
Pyruvic acid	0,459	
Fumaric acid	0,470	
Malic Acid	2,416	
Benzeneacetic acid	0,198	
Norepinephrine-Pentatms	3,035	
Cyclopenten, 3-Methyl-1-(Trimethylsilyloxy)-	1,204	
2,8,9-Trioxa-5-aza-1-silabicyclo(3.3.3)undecane, 1-methoxy-	0,825	
p-Allylanisole	0,240	
Anisaldehyde	0,998	
Para-Hydroxybenzoic Acid	0,494	

Kahramanmaraş kabuk örneğinde en fazla bulunan bileşenler N-Ethylacetamide 7,358 mg/g, Pentane,2-methyl-4-keto-2-trimethylsilyloxy- 6,565 mg/g, Lactic asit 3,759 mg/g olarak bulunmuştur. Bartın kabuk örneğinde ise Asit 9,12-18:2 6,125 mg/g, Asit 18-hydroxy-18:1 5,882 mg/g, Asit 24:0 4,250 mg/g olarak tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, dünya üzerinde çok geniş bir yayılış alanına sahip olan kayın (*Fagus orientalis* L.) ağacının farklı iki bölgeye göre odun ve kabuk örneklerinin kimyasal yapısındaki farklılıkların ortaya konması hedeflenmiştir.

Kayın, günümüze kadar geniş bir alanda yayılış göstermesinden dolayı birçok araştırmaya konu olmuştur. Yapılan literatür araştırmalarında, kayının mekanik, fiziksel ve kimyasal yapısı hakkında oldukça fazla çalışmaya rastlanılmıştır. Fakat farklı iki bölgede yetişen kayının kimyasal yapısının karşılaştırılmasına ait bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada farklı iki bölgeden alınan odun ve kabuk örneklerinin kimyasal içeriği, ekstraktif madde miktarları ve içerikleri incelenmiştir. Ayrıca ekstraktiflerinden arındırılmış kabuk örneklerinin suberin miktarı ve bileşenleri de incelenmiştir.

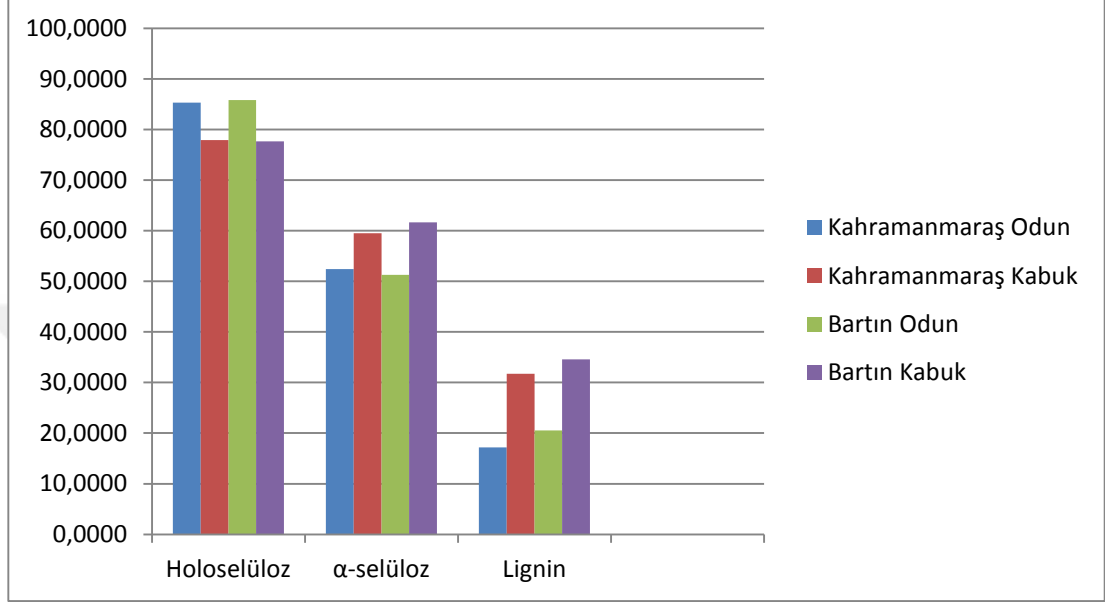
Bu bölümde kayın odun ve kabuğun kimyasal genel analizinin farklı çalışmalarla olan karşılaştırılmasına ve önerilere yer verilmiştir.

### 5.1. Kimyasal Özelliklere Ait Sonuçlar

Kimyasal özellikler olarak, odun ve kabuk örneklerinde, hücre çeperi ana bileşenleri olan holoselüloz, alfa-selüloz, klason lignini yanı sıra %1'lik NaOH, sıcak su, heksan ve aseton: su karışımı gibi çözünürlük değerleri incelenmiştir. Ayrıca, heksan ve aseton: su ekstraktlarında lipofilik ve hidrofilik maddeler ve miktarları incelenmiş ve ekstraktif maddeden arındırılmış kabuk örneklerinde de suberin miktarı ve bileşimi ortaya konmuştur. Odun ve kabuk örneklerinin hücre çeperi ana bileşenlerinin sonuçları Çizelge 5.1'de, hücre çeperi yan bileşenlerine ait sonuçlar ise Çizelge 5.2' verilmiştir. Ayrıca Şekil 5.1'de hücre çeperi ana bileşenlerin Şekil 5.2'de ise hücre çeperi yan bileşenlerinin odun ve kabuk örnekleri üzerindeki değişimi verilmiştir.

Çizelge 5.1. Hücre çeperi ana bileşenlere ait sonuçlar

Deney	Kahramanmaraş		Bartın	
	Odun	Kabuk	Odun	Kabuk
Holoselüloz	85,3400	77,8833	85,8067	77,6500
$\alpha$ -selüloz	52,4467	59,5233	51,2933	61,6467
Lignin	17,2033	31,7567	20,5433	34,5833



Şekil 5.1. Hücre çeperi ana bileşen miktarlarının odun ve kabuk örnekleri üzerindeki değişimi

Holoselüloz miktarı incelendiğinde Kahramanmaraş yöresindeki odun örneklerinde ortalama değer % 85,34 iken Bartın odun örneklerinde ortalama bu değer % 85,80 olarak tespit edilmiştir. Kabuk örneklerinde ise ortalama değer Kahramanmaraş'ta % 77,88 Bartın da ise % 77,65 tespit edilmiştir.

Akgül ve Tozluoğlu (2009) Düzce-Darıyeri-Yaylagöl yöresinden alınan kayın ağacından holoselüloz miktarını genç kayın odunundan % 67,30, olgun kayın ağacında ise % 78,90 olarak tespit etmişlerdir.

Tank (1978) doğu kayınının holoselüloz miktarını % 78,90 olarak tespit etmiştir. Tank vd. (1990) sağlam ve mantar etkisi ile çürümeye uğramış kayın ağacının kimyasal yapısının analizinde sağlam kayın ağacında holoselüloz miktarını % 78,99 olarak tespit edildiğini belirtmiştir.

Brosse vd. (2010) işlenmemiş ve ısıtılmış kayın ağacının kimyasal analizinde normal kayın örneğinin holoselüloz miktarını % 68,3 olarak belirlerken ısıtılmış kayın örneğinde ise bu değeri % 52,2 olarak tespit etmişlerdir.

Şekil 5.1 incelendiğinde,  $\alpha$ -selüloz miktarının en yüksek kabuk örneklerinde olduğu görülmektedir. Bartın kabuk örneğinde en yüksek değer % 61,64 olarak bulunurken Kahramanmaraş kabuk örneğinde ise bu değer % 59,52 olduğu görülmektedir. Odun örneklerinde ise bu miktar azalış göstererek Kahramanmaraş odun örneğinde % 52,44 Bartın odun örneğinde ise % 51,29 olarak bulunmuştur.

Yıldız (2002) kayın ağacında  $\alpha$ -selüloz miktarını % 42,90 olarak belirtmiştir. Tank (1978) kayın ağacının  $\alpha$ -selüloz miktarını % 41,50 olarak bulmuştur.

Tank vd. (1990) çalışmalarında sağlam ve mantar etkisine maruz kalan kayın ağacı örneğinde sağlam kayın ağacı örneğinde  $\alpha$ -selüloz miktarını % 41,54 olarak elde ederken çürümeye uğramış kayın ağacı örneğinde ise % 41,07 olarak bulmuşlardır.

Şekil 5.1'de lignin miktarının odun ve kabuktaki değişimini gösterilmektedir. En yüksek lignin miktarı Bartın kabuk örneğinde bulunup % 34,58 Kahramanmaraş kabuk örneğinde ise 31,75'tir. Odun örneklerindeki değerler ise Kahramanmaraş odun örneğinde % 17,20 Bartın odun örneğinde ise % 20,54 çıkmıştır.

Brosse vd. (2010) yaptıkları çalışmalarında işlenmemiş ve ısıtılmış kayın ağacının kimyasal yapısında klason lignin miktarını işlenmemiş kayın ağacında % 31,2 ısıtılmış kayın ağacında ise bu miktarı % 39,2 olarak tespit etmişlerdir.

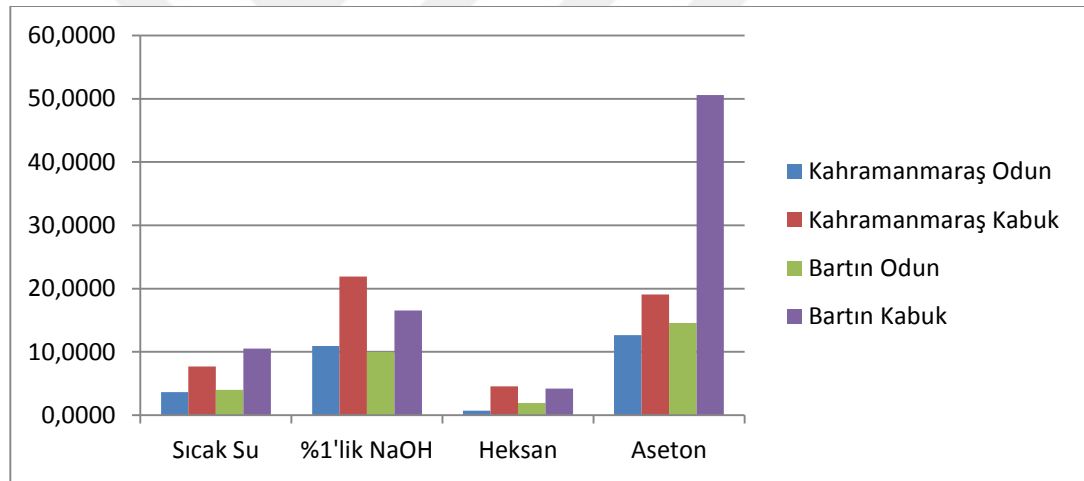
Tank vd. (1990) Kav mantarına maruz bırakılmış kayın ağacının kimyasal analizinde lignin miktarını sağlam kayın örneğinde % 22,57 bulurken çürümüş odun örneğinde ise bu değeri % 21,26 olarak elde etmişlerdir.

Malakanı vd. (2013) *Cariolus versicolor* mantarına maruz bırakılan kayın öz odun ve diri odunun kimyasal analizinde lignin miktarını öz odunu kontrol örneğinde % 24,01 çürümüş öz odunda ise % 12,72 olarak bulunurken diri odun kontrol örneğinde % 21,11 çürümüş diri odun örneğinde ise bu değeri % 10,47 olarak bulmuşlardır.

Kayın ile yapılan hücre çeperi ana bileşenlere ait çalışmalara bakıldığında yapılan çalışmada bulunan holoselüloz miktarının sonuçlarla çok fark göstermediği,  $\alpha$ -selüloz miktarının belirgin bir şekilde yüksek çıktığı ve lignin miktarının ise diğer çalışmalara yakın civarda çıktığı görülmektedir.

Çizelge 5.2. Hücre çeperi yan bileşenlere ait sonuçlar

Deney	Kahramanmaraş		Bartın	
	Odun	Kabuk	Odun	Kabuk
Sıcak Su	3,6300	7,6700	3,9967	10,5100
%1'lik NaOH	10,9200	21,8900	9,9867	16,5267
Heksan	0,7000	4,5233	1,9067	4,2133
Aseton	12,6267	19,0700	14,5733	50,6100



Şekil 5.2. Hücre çeperi yan bileşen miktarlarının odun ve kabuk örnekleri üzerindeki değişimi

Kahramanmaraş odun örneklerinde % 1'lik NaOH çözünürlük miktarı % 10,92 iken Bartın odun örneklerinde bu oran % 9,98 olarak tespit edilmiştir. Kabuk örnekleri arasında ise Kahramanmaraş kabuk örneklerinde % 21,89 Bartın kabuk örneklerinde ise % 16,52 olduğu tespit edilmiştir.

Tank vd. (1990) sağlam ve mantar etkisi ile çürümeye başlamış kayın ağacında % 1 NaOH çözünürlüğünü sağlam kayın odununda % 15,62 çürümüş kayın odununda ise % 23,31 olarak bulmuşlardır.

Malakanı vd. (2013) *C. versicolor* mantarı ile inkübasyona bırakılan kayın odununun öz odunu ve diri odununda % 1 NaOH miktarını kontrol ve çürümüş örneklerde öz odun ve diri odun olarak sırasıyla % 22,85, % 31,50 ve % 20,46, % 34,71 olarak tespit etmişlerdir.

Sıcak suda çözünürlük miktarı ortalama Kahramanmaraş odun örneklerinde % 3,63, Kahramanmaraş kabuk örneklerinde % 7,67 iken Bartın odun örneklerinde ortalama bu değer % 3,99 Bartın kabuğunda ise % 10,51 olarak elde edilmiştir.

Tank vd. (1990) sağlam ve mantar etkisi ile çürümeye başlamış kayın ağacında sıcak suda çözünürlük miktarını sağlam odunda % 1,92 bulurken degrede olmuş kayın odununda ise % 4,26 olarak tespit etmişlerdir.

Malakanı vd. (2013) *C. versicolor* mantarı ile inkübasyona bırakılan kayın odununun öz odunu ve diri odununda sıcak suda çözünürlük miktarını kontrol ve çürümüş örneklerde öz odun ve diri odun olarak sırasıyla % 5,34, % 6,18 ve % 4,70, % 6,33 olarak tespit etmişlerdir.

Kayın ile yapılan hücre çeperi yan bileşenleri sonuçlarına bakıldığında yapılan çalışmadaki % 1 NaOH çözünürlüğü sonuçları diğer çalışmalara göre düşük oranda olduğu görülmüştür. Sıcak su çözünürlüğü sonuçları ise yapılan çalışmada kabuk örneklerinde odun örneklerine göre daha fazla çıkmıştır. Literatür çalışmaları ile odun örnekleri sonuçları arasında önemli bir farkın olmadığı görülmüştür.

Lipofilik ve hidrofilik bileşenler ile suberin monomerlerine ait sonuçlar aşağıda verilmiştir.

## **5.2. Lipofilik ve Hidrofilik Bileşenlere Ait Sonuçlar**

Heksan ekstraksiyonu sonunda çıkan yağ asitleri genel olarak Kahramanmaraş örneklerinde özellikle kabuk örneğinde Bartın örneklerine göre daha fazla oranda çıkmıştır. Yüksek oranda çıkan yağ asitlerinden Palmitic asit Kahramanmaraş odun örneğinde % 9,19 ve kabuk örneğinde % 10,06 Bartın odun örneğinde % 2,73 ve kabuk

örneğinde % 5,73 çıkararak Kahramanmaraş örneklerinde daha fazla oranda çıkmıştır. Diğer yüksek oranda çıkan bileşenlerden Propanoic asit Kahramanmaraş odun örneğinde % 8,29, Tetracosanoic asit Kahramanmaraş kabuk örneğinde % 8,32 olarak tespit edilmiştir.

Yağ alkollerinin Bartın örneklerinde daha yüksek olduğu gözlenmiş en fazla çıkan bileşen 9-octadecanol Bartın kabuk örneğinde % 20,62 olarak bulunmuştur.

Yüksek oranda çıkan hidrokarbon bileşenlerinden N-Ethylacetamide Kahramanmaraş odun örneğinde % 44,86 Kahramanmaraş kabuk örneğinde % 27,41 olarak bulunurken yine aynı ağaç türünde bulunan N,N-diethylacetamide Kahramanmaraş odun örneğinde % 24,03 Kahramanmaraş kabuk örneğinde % 15,27 olarak tespit edilmiştir. Hexadecamethylheptasiloxane ise Bartın odun örneğinde % 49,70 oranında tespit edilmiştir.

Heksan ekstraksiyonundan elde edilen fenolik bir bileşen olan 6,7-dihydroxycoumarin Bartın odun örneğinde % 36,71 oranında bulunmuştur.

Aseton: su ekstraksiyonu sonrasında elde edilen asitlerden en fazla çıkan bileşenler 2-keto-d-gluconic asit Kahramanmaraş odun örneğinde % 20,71 ve kabuk örneğinde % 3,50 iken Bartın odun örneğinde % 14,21 ve kabuk örneğinde % 3,76 olarak bulunmaktadır. Docosenoic asid ise Bartın odun örneğinde % 14,30 iken kabuk örneğinde % 2,03 olarak tespit edilmiştir.

Hidofilik bileşenlerden 2-Methyl-4-Keto-Pentan-2-ol Kahramanmaraş odun örneğinde % 18,08 olarak bulunurken kabuk örneğinde % 33,53 olarak yüksek oranda bulunmaktadır. Glycerol-T ise Kahramanmaraş kabuk örneğinde % 17,20 olarak bulunmaktadır.

Aseton: su ekstraksiyonu sonucunda en fazla çıkan şeker gruplarından D-Mannopyranose Kahramanmaraş odun örneğinde % 15,52, Mannose Kahramanmaraş odun örneğinde % 14,44, Kahramanmaraş kabuk örneğinde % 8,19, Bartın odun örneğinde % 11,21,  $\beta$ -d-glucose Bartın odun örneğinde % 12,39, Bartın kabuk örneğinde % 7,56, d-turanose Kahramanmaraş kabuk örneğinde % 2,97, Bartın kabuk



örneğinde ise 14,18 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak şeker grupları olan monosakkaritler ve disakkaritler Bartın odun ve kabuk örneklerinde Kahramanmaraş örneklerine göre daha fazla oranda bulunduğu görülmüştür.

Aseton: su ekstraksiyonu sonucunda elde edilen fenolik bileşenlerden Catechine Bartın odun örneğinde %10,14, Bartın kabuk örneğinde % 2,13, Vanillin Kahramanmaraş kabuk örneğinde % 0,77, 6,7-dihydroxycoumarin Bartın odun örneğinde % 2,94, Bartın kabuk örneğinde % 5,48 olarak tespit edilmiştir.

Zule and Može (2003) Kayın ağacının heksan ve aseton ile ekstraksiyonunda Palmitic acid (C16:0), Linoleic acid (C18:2), Oleic acid (C18:1), Stearic acid (C18:0),  $\beta$ -Sitosterol, Glycerol, Xylitol, Wood monosaccharides, Catechin bileşenlerini tespit etmişlerdir.

Hosseinihashemi vd. (2016) çalışmalarında doğu kayını odunları ekstraktlarının kimyasal bileşimde 3,6-Dioxa-2,7-disilaoctane,2,2,4,7,7-pentamethyl- % 0,57, TMS ether of glycerol % 0,30, Tridecane % 0,23,  $\alpha$ -Copaene % 0,92,  $\beta$ -Elemene % 0,77, Tetradecane % 0,23, trans-Caryophyllene % 12,88,  $\alpha$ -Caryophyllene % 1,85, Isoeugenol-monoTMS % 0,19,  $\beta$ -Selinene % 3,10,  $\alpha$ -Selinene % 2,19, Pentadecane % 0,62,  $\beta$ -Bisabolene % 3,01, 3-methoxy-4-[(TMS)oxy]-Benzaldehyde % 1,77,  $\alpha$ -Cadinene % 0,85, Caryophyllene oxide % 1,54, Hexadecane % 6,79, 3,5-dimethoxy-4-TMS-oxybenzaldehyde % 2,14, Trimethyl(1-methylethoxy)-Silane % 3,19, Homovanillyl alcohol 2TMS % 3,77, Isovanillic acid 2TMS % 5,75, Octadecane % 6,29, TMS 3,5-dimethoxy-4-(TMS-oxy)benzoate % 11,69, (1-methyldodecyl)-Benzene % 3,70, Hexadecyloxytrimethyl- silane % 3,31, Eicosane % 6,96, Glucose 5-TMS % 1,70, Hexadecanoic acid-TMS ester % 13,28 bileşenlerini elde etmişlerdir.

Demirbaş (1991) doğu kayını örneklerini toz haline getirip soxhlet ve süperkritik gaz ile elde edilen aseton ekstraktlarını karşılaştırarak yağ asidini incelemiştir. En fazla bulunan Linoleic asit soxhlet ekstraksiyonunda % 33,3 süperkritik gaz ekstraksiyonunda % 27,3, Linolenic asit soxhlet ekstraksiyonunda % 16,4 süperkritik gaz ekstraksiyonunda % 14,7, Palmitic asit soxhlet ekstraksiyonunda % 11,6 süperkritik gaz ekstraksiyonunda % 12,4, Oleic asit soxhlet ekstraksiyonunda % 10,4 süperkritik gaz ekstraksiyonunda % 12,8 olarak bulunduğunu belirtmiştir. Soxhlet ve süperkritik

ekstraktlarında Linoleik asit, Linolenik ve Palmitik asitlerin ana bileşen olduğunu ve Linoleik asitin her iki ekstrede de önemli yağ asiti olduğunu belirtmiştir.

Güney vd. (2013) Türkiye’de coğrafi olarak farklı yerlerde yetişen doğu kayını ağaçlarından elde edilen tohumlarda çözünür şeker konsantrasyonlarını yüksek performanslı sıvı kromatografisi kullanarak belirlemişlerdir. Önem sırasına göre en önemli çözünür şekerin Sucrose, Glucose ve Fructose olduğunu belirtmiştir. Genel olarak ise kuzey bölgedeki populasyonlarda çözünür şeker düzeylerinin güneye göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

### **5.3. Suberin Monomerlerine Ait Sonuçlar**

Suberin hemen hemen bütün bitkisel dokularda farklı miktarlarda bulunan alifatik ve aromatik bir polyesterdir. Suberin yenilenebilir ve her alanda mevcut olan bir kaynaktır (Gandini vd. 2006). Kabuk örnekleri odun örneklerine göre daha fazla miktarda kimyasal bileşenler içermektedir ve kabukta suberin miktarı ve fenolik bileşenler daha yüksektir.

Yapılan çalışma sonunda toplam suberin miktarı Kahramanmaraş kabuk örneğinde 13,34 mg/g, Bartın kabuk örneğinde ise bu değer yüksek çıkıp 37,50 mg/g olarak tespit edilmiştir. Literatür çalışmalarına bakıldığında Kahramanmaraş örneğinin bu değerler arasında olduğu Bartın örneğinin ise bu değerlerden biraz fazla olduğu görülmektedir.

Ayrıca çalışma sonucunda suberin monomerlerinde asitler, hidroksi asitler, dioic asitler, alkoller, steroller, fenolik bileşenler tespit edilmiştir. Önemli miktarda çıkan monomerler arasında Bartın kabukta doymamış alifatik asit olan Asit 9,12-18:2 6,125 mg/g, Bartın kabukta hidroksi asitlerden Asit 18-hydroxy-18:1 5,882 mg/g, Bartın kabukta alkanolik asitlerden 24:0 4,250 mg/g, Kahramanmaraş kabukta Lactic asit 3,759 mg/g ve Malic asit 2,416 mg/g olarak tespit edilmiştir. Suberin monomerleri arasında bulunan depolimerizasyon ürünü ve fenolik bileşik bir bileşen olan Ferulic asit Dönmez (2010) tarafından % 0,07-% 0,57 oranlarında, Perra vd. (1993) % 8,5 oranında bulmuşlardır. Yapılan çalışma sonucunda Ferulic asit Bartın kabuk örneğinde ise 0,250 mg/g bulunmaktadır.

Pinto vd. (2008) Meşe mantarının (*Quercus suber* L.) kimyasal bileşimi ve buna karşılık gelen endüstriyel kalıntıların ve huş ağacının (*Betula pendula* L.) dış kabuklarının karşılaştırılmasında suberin içeriğini mantarın yaklaşık % 30'unu, endüstriyel mantar tozunun % 11'ini ve huş ağacı dış kabuğunun % 45'ini oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Suberin monomerik bileşimi analizinde C18 ve C22  $\omega$ -hidroksi yağ asitleri,  $\alpha,\omega$ -dikarboksilik asitleri ve her iki maddede ana bileşenlerin 9,10-epoxy-18-hydroxyoctadecanoic, 18-hydroxyoctadec-9-enoic, 9,10,18-trihydroxyoctadecanoic ve octadec-9-enoic asit olduğunu belirtmişlerdir.

Şen vd. (2010) *Quercus cerris* var ritidomunda mantar ve floemik dokuların kimyasal bileşimini inceleyerek *Q. cerris* mantarında % 2,6 kül, % 16,7 ekstrakt, % 28,5 suberin ve % 28,1 lignin içerdiğini tespit etmişlerdir. Suberinin esas olarak tüm uzun zincirli monomerlerin % 90'ını temsil eden uzun zincirli P-hidroksiasitler tarafından oluşturduğunu ve C16, C18 ve C20, C22 ve C24 alkanolik asitleri içerdiklerini belirtmişlerdir.

Dönmez (2010) *Pinus sylvestris* L.'nin ekstraktiflerden arındırılmış dış kabuk örneklerinde yapılan suberin tayininde, alkanoller, alkanolik asitler, dioic ve hidroksi asitler gibi gruplar tespit etmiştir. Suberin monomerleri arasında miktar olarak en fazla tespit edilen bileşenlerin dioic ve hidroksi asit olduğu belirtmiştir. Bu grup içerisinde hidroksi asitlerde 18-hidroksi-18:1 asit en fazla bulunan bileşen olur iken 1,18-dioic-18:1 asidin ise en fazla bulunan bileşenin dioic asit olduğu tespit etmiştir. Alkanolik asitlerde ise asit 22:0 (docosanoic asit) ve asit 24:0 (tetracosanoic asit) miktar olarak en fazla bulunan bileşenler olduğunu belirtmiştir.

Dönmez vd. (2016) *Arbutus andrachne* ve *Platanus orientalis* kabuğunun suberin monomerleri analizinde her iki örnekte de dioic ve hidroksi asitlerin baskın grubu oluşturduğunu belirtmişlerdir. Her iki numunede de alt monomerlerin ana bileşikleri olarak asit 1,18-dioic-18:0 ve asit 18-hidroksi-18: 1 olarak belirlenmiştir. Toplam suberin monomer miktarı ise *A.andrachne*'de 11,36 mg / g ve *P.orientalis* kabuğunda 15,95 mg / g olarak belirlenmiştir.

Hafızoğlu ve Reunanen (1987) *Cedrus libani*'nin kabuğundaki suberin monomerlerini inceleyerek Om-Dibasik asitler ve  $\beta$ -hidroksimonobasik asitlerin iki dominant grup olduğunu ve İki C16-asit, hegzadekanat, 16-dioik asit ve 16-hidroksiheksadekanoik asitin ana bileşenleri olduğunu belirtmiştir.

Pereira (1988) *Quercus suber* L.'nin virgin ve üreme mantarlarının kimyasal yapısını incelemiştir. Virgin mantarda ortalama süberin miktarını % 38,6 olarak bulmuştur.

Perra vd. (1993) kayın kabuğundan suberin ve lignin ekstraksiyonu yapmışlardır. Suberinde ana bileşenler myristic acid (% 22,3), palmitic acid (% 17), stearic acid (% 9,3), behenic acid (% 22,1), oleic acid (% 14,1) ve linoleic acid (% 7,2) olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca kayın kabuğu suberinde fenolik bileşenler olan vanilin (% 11,5), vanilic acid (% 45,2), syringic acid (% 34,8) ve Ferulic acid (% 8,5) tespit edilmiştir.

Dönmez vd. (2012) 100-1300 m'de aldıkları *Pinus sylvestris* L. örnek numunelerin dış kabuğundaki toplam suberin miktarlarını 17,56-47,20 mg/g olarak tespit etmişlerdir. Dönmez vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada toplam suberin monomerlerinin miktarı *A.andrachne*'de 11,36 mg/g, *P.orientalis* kabuğunda 15,95 mg/g olarak bulmuşlardır. Şen vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada *Q. cerris* mantarında % 28,5 suberin tespit edilmiştir.

#### 5.4. Öneriler

Sonuç ve bulgular kısmında ele alındığı üzere, Kahramanmaraş ve Bartın odun örneklerinde yaklaşık olarak birbirine yakın olan ve kâğıt endüstrisinin ham maddesi olan holoselüloz miktarı yüksek çıkmıştır. Her iki bölgeden temin edilen ağaç türü odunları kâğıt sanayiinde önemli bir değer sağlayabilir.

Aseton: su ekstraksiyonu sonucunda elde edilen şeker gruplarının renk, kıvam jel oluşturma ve tatlandırıcı gibi özelliklere sahip olması gıda sektörlerinde şekerleme, sakız, meşrubat ve meyve suyu gibi üretim alanlarında katkı maddeleri olarak değerlendirilmesine imkân sağlayabilir.

Sterol miktarı her iki bölgeden alınan örnekte birbirine yakın düzeyde bulunmaktadır. Sterollerin antibakteriyel, antitümör, antifungal etkisi vardır. İnsan sağlığı açısından önemli olup kanser ve kolesterolde de önemli etkileri vardır.

Bartın ve Kahramanmaraş odun ve kabuk örneklerinin ekstraksiyonlarından elde edilen yağ asitlerinin sabun ve deterjan üretimi, kâğıt ve yüzey kaplamalarda, kauçuk imalatı gibi alanlarda yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

Suberin monomerlerinin alifatik ve uzun alkan zincirlerine sahip olması, depolimerizasyon ürünü olarak kullanılması kimya endüstrilerine değer sağlayabilir. Ayrıca suberinin asidik monomerleri polimer ve yüzey aktif madde endüstrilerinde hammadde olarak kullanılmasına imkân sağlayabilir (Hafizoğlu ve Reunanen 1987).

## KAYNAKLAR

- Akgül, M., Tozluoğlu, A., 2009. Some Chemical and Morphological Properties of Juvenile Woods from Beech (*Fagus orientalis* L.) and Pine (*Pinus nigra* A.) Plantations. Department of Forest Products Engineering, Faculty of Forestry, Düzce University, Düzce, Turkey, Trends in Applied Sciences Research, 4 (2), 116-125.
- Akkemik, Ü., Demir, D., 2003. Belgrad Ormanındaki Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nda Yıllık Halka Analizleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 53(2), 24-36.
- Akyıldız, M.H., Malkoçoğlu, A., 2001. Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Önemli Bazı Ağaç Odunlarının Vida Tutma Dirençleri. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1, 54-60.
- Alataş, M., Ezer, T., Kara, R., Uyar, G., 2012. Abant Dağları'ndaki *Fagus orientalis* Lipsky. (Doğu Kayını) Ağaçlarının Epifitik Bryofitleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14, 98-105.
- Anonim-a, 2017. <https://www.biolib.cz/en/image/id199785/>. (Erişim Tarihi: 16.11.2017)
- Anonim-b, 2019. <http://www.euforgen.org/species/fagus-orientalis/>. (Erişim Tarihi: 20.02.2019)
- Anonim-c, 2018. <http://denizahsap.com/kayin-agacinin-kullanim-alanlari/>. (Erişim Tarihi: 17.07.2018)
- Anonim-d, 2018. <http://www.birlikkereste.com.tr/?islem=urun&id=279>. (Erişim Tarihi: 13.04.2018)
- Anonim-e, 2019. <http://tekstilkutuphane.blogspot.com/2012/12/bitkisel-liflerin-kimyasal-yapsndaki.html>. (Erişim Tarihi: 16.04.2019)
- Anşin, R., Özkan, Z.C., 1993. Tohumlu Bitkiler. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No:19, Trabzon.
- As, N., Koç, K.H., Doğu, D., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, S., 2001. Türkiye'de Yetişen Endüstriyel Öneme Sahip Ağaçların Anatomik, Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, 51(1), 72-88.
- Atalay İ., 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transferi Yönünden Bölgelere Ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü Yayın No:5, 209s, Ankara.
- Atay, İ., 1982. Doğal Gençleştirme Yöntemleri I, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 2876/306.

- Atay, İ., 1982. Doğal Gençleştirme Yöntemleri II, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 3012/320.
- Atıcı, E., 2006. Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*) İnce Çaplı Gövde Hacim Tablosu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 56(1), 90-108.
- Atıcı, E., 2009. Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) Ormanlarında Kabuk Kalınlığı ve Oranı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 59(2), 60-84.
- Ayan, S., 2009. Erişim Tarihi: 01.02.2009. <http://www.ağaçlar.net/forum/showthread.php?t=743>
- Aydınözü, D., 2008. Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica*)'nın Yıldız (Istranca) Dağlarındaki Yayılış Alanları. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 17, 46-56.
- Balaban, M., Uçar, G. 2003. Estimation of volatile acids in wood and bark. Holz als Roh und Werkstoff, 61(6), 465- 468.
- Berkel, A., Bozkurt, Y., Göker, Y., 1980. Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) ve Çoruh Meşesi (*Quercus dschorochensis Koch.*) Ağaç Türleri Odunlarının Aşınma Dirençleri Hakkında Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 30(2), 30-48.
- Bitkiselrehber, 2009. Erişim Tarihi: 13.01.2009. <http://www.bitkiselrehber.com/sifali-bitkiler/kayin-agaci-fagus-sylvatica-genc-dal-kabuklari>
- Bozkurt A.,Y., Erdin N., 1995. İğne Yapraklı ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri (Odun anatomisi II). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:3907, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No:6, 300, İstanbul.
- Bozkurt Y., 1992. Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3652, Fakülte Yayın No: 415, 298, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 3944, Fakülte Yayın No: 436, 374, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Üniversite Yayın No:3998, Fakülte Yayın No:445, 372, İstanbul.
- Bozkurt, Y., 1967. Yapraklı Ağaç Odunlarının Anatomik Yapısı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 2, 45-63.
- Brosse, N., Hage, R.E., Chaouch, M., Pétrissans M., Dumarçay, S., Gérardin, P., 2010. Investigation of the Chemical Modifications of Beech Wood Lignin During Heat Treatment. Polymer Degradation and Stability, 95, 1721–1726.
- Çalikoğlu, M., Çalışkan, S., Yılmaz, M., Dirik, H., 2007. Çimlenmiş Doğu Kayın (*Fagus Orientalis Lipsky.*) Tohumlarının Kökçüklerinin Koparılarak

- Ekilmesinin Bazı Fidan Karakteristiklerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 57(1), 18-30.
- Çepel, N., 1983. Genel Ekoloji. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:3155, Orman Fakültesi Yayın No: 352, XVIII+179s, İstanbul.
- Davis, P. H., 1982. Flora of Turkey and East Aegean Islands, University Pres, Edinburg, Vol. 7, 948p.
- Değirmentepe, S., 2014. Sığla Yağı ile Muamele Edilen Ağaç Malzemenin Fiziksel, Mekanik, Biyolojik ve Termal Özellikleri. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86s, Muğla.
- Demirbaş, A., 1991. Analysis of Beech Wood Fatty Acids y Supercritical Acetone Extraction. Wood Science and Technology, 25, 365-370.
- Doğalilaçrehberi, 2009. <http://www.dogalilacrehberi.com/YararliBilgiler/Fitoterapi/KayinAgaci.html> (Erişim Tarihi: 13.01.2009)
- Dönmez, İ.E., 2010. Yükselti Farkına Göre Sarıçamın (*Pinus sylvestris* L.) Anatomik ve Kimyasal Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 163s, Bartın.
- Dönmez, İ.E., Dönmez, Ş., 2013. Ağaç Kabuğunun Yapısı ve Yararlanma İmkanları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14,156-162.
- Dönmez, İ.E., Hafizoğlu, H., Kılıç, A., Hemming, J., Eckerman, C., 2012. Effect of Altitude on the Composition of Suberin Monomers in the Outer Bark of Scots Pine (*Pinus Sylvestris* L.). Industrial Crops and Products 37,441-444.
- Dönmez, İ.E., Hemming, J., Wilför, S., 2016. Bark Extractives and Suberin Monomers from *Arbutus andrachne* and *Platanus orientalis*. "Bark extractives & suberin," BioResources, 11(1), 2809-2819.
- Düzkalé, G., 2009. Odunun Bazı Özelliklerinin Silikon Epoksit Modifikasyonu ile İyileştirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 69s, Kahramanmaraş.
- Fang, J., Lechowicz, MJ., 2006. Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus* L.) species in the world. Journal of Biogeography, 33, 1804-1819.
- Fengel, D. And Wegener, G., 1989. Wood Chemistry, Ultrastructure Reactions, Walter de Groyter, Berlin.
- Gandini, A., Pascoal Neto, C., Silvestre, A. J. D., 2006. Suberin: A Promising Renewable Resource for Novel Macromolecular Materials. Progress in Polymer Science, 31,878-892.
- García-Vallejo, M.C., Conde, E., Cadahía, E., Fernández deSimón, B., 1997. Suberin Composition of Reproduction Cork from *Quercus suber*. Holzforschung 51, 219-224.



- Göl, C., Çelik, N., Çakır, M., Gül, E., 2008. Türkmen Dağı (Evkondu Tepe) Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarının Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 1, 48-60.
- Güney, D., Bak, Z.D., Aydınöglü, F., Turna, İ., Ayaz, F.A., 2013. Effect of Geographical Variation on the Sugar Composition of the Oriental Beech (*Fagus Orientalis* Lipsky). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37, 221-230.
- Hafizoğlu, H., 1982. Orman Ürünleri Kimyası, Cilt 1 Odun Kimyası, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:52, 245 s., Trabzon.
- Hafizoğlu, H., Reunanen, M., 1987. Studies on the Chemistry of *Cedrus libani* A. Rich. IV. Suberin Composition of the Cedar Bark. Holzforschung, 41(4), 261-263.
- Hafizoğlu, H., Yalınkılıç, M.K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Demirci, Z. ve Peker, H., 1994. Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilme İmkanları, TÜBİTAK Projesi, TOAG-875 No'lu Proje, 377.
- Hosseinihashemi, S.K., Salem, M.Z.M., Ashrafi, S.K.H., Latibari, A.J., 2016. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Extract from the Wood of *Fagus orientalis*: Water Resistance and Decay Resistance against *Trametes versicolor*. "Beech antioxidant," Bio Resources, 11 (2), 3890 – 3903.
- Kalıpsız, A., 1993. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 3793/426, 407s.
- Kandemir, G., Kaya, Z., 2009. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of oriental beech (*Fagus orientalis*). Biodiversity International, Rome, Italy. 6p.
- Kandemir, G.E., Tayanç, Y., Çengel, B., Veliöglü, E., 2016. Türkiye'de yayılış gösteren kayın (*Fagus*) populasyonlarının moleküler filogenisi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 2016/2, A, 1:4, 69-79.
- Karaosmanoğlu, M.N., 2011. Kastamonu Cide Kayın Ormanlarında Bonitetin Yapacak Odun Üzerindeki Etkisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, İstanbul.
- Kayacık, H., 1981. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği-Angiospermae (Kapalı Tohumlular), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını No:287, C:II, 224s, İstanbul.
- Kırcı, H., 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No:63, Trabzon.
- Kollmann, F., Sachs, I.B., 1967. Wood Science and Technology, 1,14-15.
- Konukçu, M., 2001. Ormanlar ve Ormanlığımız "Faydaları, İstatistik Gerçekler, Anayasa, Kalkınma Planları, Hükümet Programları ve Yıllık Programlar'da

Ormancılık". [www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/3046/ormancil.pdf](http://www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/3046/ormancil.pdf) (Erişim Tarihi:17.02.2011)

Lahoya, 2009.

<http://lahoya.azbuz.com/blog/yazi/oku/5000000009360576/1Topragin-Yenilenme-Donemi-Yabankazi-22-Aralik-19-Ocak>. (Erişim Tarihi:13/01/2009)

Malakanı, M., Khademislam, H., Hosseinhashemi, S.K., Zainaly, F., 2013. Influence Of Fungal Decay On Chemi-Mechanical Properties Of Beech Wood (*Fagus Orientalis*). Cellulose Chemistry and Technology, 48 (1-2), 97-103.

Malkoçoğlu, A., 1994. Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsk.*) Odununun Teknolojik Özellikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 150s, Trabzon.

Merev, N., 2003. Odun Anatomisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Genel Yayın No:209, Fakülte yayın No: 31, Trabzon.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2019. Kahramanmaraş ve Bartın İllerine Ait İstatistikî Veriler. Erişim Tarihi: 30.03.2019. <https://www.mgm.gov.tr/meteouyari/turkiye.aspx?Gun=1>

Mxslab2, 2009. <http://www.msxlabs.org/forum/tip-bilimleri/172519-sigil-verruca-nedir.html>. (Erişim Tarihi: 13.01.2009)

Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, H.F. 2004/a. Orman Bakımı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:4458, Orman Fakültesi Yayın No:474, ISBN: 975-404-703-0, 192s, İstanbul.

Ormancılık Araştırma Enstitüsü, 1985. Kayın. El Kitabı Dizisi:1, 88s.

Pereira, H., 1988. Chemical Composition and Variability of Cork from *Quercus suber* L.. Wood Science and Technology, 22,211-218.

Perra, B., Haluk, J.P., Metche, M., 1993. Extraction of Suberin and Lignin from Beech Barks. Holzforschung-International Journal of the Biology, Chemistry, Physics and Technology of Wood, 47(6), 486-490.

Peters, R., Poulson, TL., 1994. Stem growth and canopy dynamics in a world-wide range of Fagus forests. Journal of Vegetation Science, 5(3), 421-432.

Pinto, P.C.R.O., Sousa, A.F., Silvestre, A.J.D., Neto, C.P., Gandini, A., Eckerman, C., Holmbom, B., 2009. Quercus suber and Betula pendula outer barks as renewable sources of oleochemicals: A comparative study. Industrial Crops and Products, 29, 126-132.

Ribechini, E., Mangani, F., Colombini, M.P., 2015. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 114,235-242.

Rowell, R.M., Pettersen, R., Han, J.S., Rowell, J.S., ve Tshabalala, M.A., 2005. Handwork of wood chemistry and wood composites. CRC Press, 487s.

- Saatçioğlu, F., 1971. Orman Ağacı Tohumları (Tohum tedariki, saklanması, çimlenme fizyolojisi, kalite kontrolü ile önemli ağaç ve ağaççık türlerinin tohum bakımından özellikleri), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını No: 173, 242s.
- Saatçioğlu, F., 1971. Silvikültür II, Silvikültürün Tekniği, Üniversite Yayın No:1648 Orman Fakültesi Yayın No: 272.
- Saatçioğlu, F., 1976. Fidanlık Tekniği. İstanbul Üniversitesi Yayın No:2188, Orman Fakültesi Yayın No: 223, 460s.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültür I (Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri). Üniversite Yayın No: 2187, Orman Fakültesi Yayın No:222.
- Saatçioğlu, F., Ürgenç, S., 1960. Doğu Kayını Tohumlarının (*Fagus orientalis Lipsky*)Çimlendirilmesinde Soğuk-Israk İşlemin Etkileri Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 10(2).
- Şanlı, İ., 1977. Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*)'nın Türkiye'de Çeşitli Yörelerde Oluşan Odunları Üzerine Anatomik Araştırmalar<sup>1</sup>. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 27(1), 208-282.
- Şen, A., Miranda, İ., Santos, S., Graça, J., Pereira, H., 2010. The chemical composition of cork and phoem in the rhytidome of *Quercus cerris bark*. Industrial Crops and Products, 31(2), 417-422.
- Tank, T., 1978. Türkiye Kayın ve Gürgen Türlerinin NSSC (Nötral Sülfite Yarıkimyasal) Metodu ile Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları No: 2326/231, 97s., İstanbul.
- Tank, T., Sümer, S., Cengiz, M., Gürboy, B., 1990. Kayın ve Meşe Ağaçlarında Çürüme İle Odunlarının Kimyasal Bileşim İlişkileri<sup>1</sup>. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 40(2), 20-33.
- Tankut, A.N., Kurban, H., Melemez, K., 2014. Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyum, 22-24 Ekim 2014, Isparta, 788-789.
- Tırak, K., 2006. Doğal Olarak Odun Koruyucu Özelliklerine Sahip Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin Tutunma Özelliklerinin Arttırılması. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 166s.
- Topaloğlu, E., Ay, N., Altun L., 2013. Denizden Yükseklik ve Bakımın Doğu Kayını'nın ( *Fagus orientalis L.*) Odun-Su İlişkileri Üzerine Etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 14(2), 180-190.
- Tunçtaner, K., Özel, H.B., 2008. Batı Karadeniz Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*) Ormanlarında Gençleştirme Sorunları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10(13), 57-65.

- Üçüncü, K., 2007. Tam Kuru Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) Odununun Adsorpsiyon Özellikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 57(2), 46-59.
- Vek, V., Oven, P., Poljansek, I., Ters, T., 2015. Contribution to Understanding the Occurrence of Extractives in Red Heart of Beech. "Extractives of beech wood," BioResources 10(1), 970-985.
- Wise, L.E., ve John, E.C., 1952. Wood Chemistry. 2nd Edition Vol 1-2, Reinhold Publication Co, New York, U.S.A, 1330s.
- Yalçın, M. 2012. Ticarete Önemli Bazı Odun ve Kabuk Ekstraktlarının İç Mekân Ahşap Malzemede Zarar Yapan Mantar ve Böceklerle Karşı Odun Koruyucu Etkilerinin Belirlenmesi. Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 173s.
- Yaltrık, F., 1988. Dendroloji Ders Kitabı I, Gymnospermae (Açık Tohumlular). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:3443, Fakülte Yayın No:386, 320s, İstanbul.
- Yaltrık, F., 1998. Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı Tohumlular). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:3509, Fakülte Yayın No:390, 256s, İstanbul.
- Yaltrık, F., Efe, A., 2000. Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae-Angiospermae. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:4265, Fakülte Yayın No:465, 382s, İstanbul.
- Yıldız, A., Yapıcı, F., Korkmaz, M., Pelit, H., 2017. The Effect of Some Chemicals on the Color Properties of Beech (*Fagus Orientalis* L.) Wood. Kastamonu Üniversitesi, Journal of Forestry Faculty, 17 (3), 464-473.
- Yıldız, S., 2002. Physical, Mechanical, Technological and Chemical Properties of *Fagus Orientalis* and *Picea Orientalis* Wood Treated by Heating. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi, 245s, Trabzon.
- Yılmaz, M., 2008. Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.) Tohumlarının Kimyasal Bileşimi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 11(1), 64-68.
- Yılmaz, M., 2009. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Tohumlarının Katlama İşleminde Sonra Saklanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 2, 66-75.
- Zule, J., Može, A., 2003. GC Analysis of Extractive Compounds in Beech Wood. Pulp and Paper Institute, Bogišičeva 8, 1000 Ljubljana, Slovenia, J.Sep. Sci.2003, 26, 1292-1294.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fatma YILMAZ

Doğum Yeri ve Yılı : Şarkikaraağaç, 1992

Medeni Hali : Bekâr

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : fatma\_32\_92@hotmail.com

### Eğitim Durumu

Lise : Şarkikaraağaç Lisesi, 2010

Lisans : SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği