

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE YAYGIN OLARAK BULUNAN MEŞE  
TÜRLERİNİN (*Quercus ssp.*) KİMYASAL ANALİZİ**

**Şanver EYÜBOĞLU**

**Bartın Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Olarak HazırlanmıŐtır**

**BARTIN**

**Őubat 2010**

**KABUL:**

Şanver EYÜBOĞLU tarafından hazırlanan "DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE YAYGIN OLARAK BULUNAN MEŞE TÜRLERİNİN (*Quercus* spp.) KİMYASAL ANALİZİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 04/02/2010

Başkan: Yrd. Doç.Dr. İbrahim TÜMEN (BÜ)  
Üye : Yrd. Doç.Dr. Ayben KILIÇ (BÜ)  
Üye : Yrd. Doç.Dr. Sedat ONDARAL (KTÜ)



---

**ONAY:**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. ---/---/2010

Doç. Dr. Ali Naci TANKUT  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.*

Şanver EYÜBOĞLU

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE YAYGIN OLARAK BULUNAN MEŞE (*Quercus* ssp.) TÜRLERİNİN KİMYASAL ANALİZİ

Şanver EYÜBOĞLU

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. İbrahim TÜMEN

2010, 133 sayfa.

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak bulunan meşe türlerinden *Quercus hartwissiana* Steven (Istranca Meşesi), *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. subsp. Krassiln (Steven ex Bieb.) (Sapsız Meşe) ve *Quercus pontica* K. Koch (Doğu Karadeniz Meşesi)'nin öz odun, diri odun ve kabuğunun kimyasal bileşimlerinin miktarları standart yöntemlerle belirlenmiştir. İlave olarak, *Quercus hartwissiana*'nın (Istranca Meşesi) öz odununun, diri odununun ve kabuğunun kimyasal bileşenlerini tespit etmek amacıyla GC-MS analizi yapılmıştır

Istranca Meşesi'nden elde edilen sonuçlar göre ortalama olarak holoselüloz miktarı ve lignin miktarı; en fazla öz odunda, selüloz miktarı; en fazla diri odunda, sıcak su çözünürlüğü, öz odunda ve kabukta hemen hemen aynı; soğuk su çözünürlüğü, % 1'lik NaOH çözünürlüğü, alkol çözünürlüğü ve hegzan çözünürlüğü en fazla kabukta bulunmuştur. Sapsız Meşe kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda ortalama olarak holoselüloz miktarı ve selüloz miktarı en fazla diri odunda, lignin miktarı, soğuk su çözünürlüğü, sıcak su çözünürlüğü, %

## ÖZET ( devam ediyor)

1'lik NaOH çözünürlüğü, alkol çözünürlüğü ve hegzan çözünürlüğü en fazla kabukta bulunmuştur.

Doğu Karadeniz Meşesi'nden elde edilen sonuçlara göre holoselüloz miktarı ve selüloz miktarı en yüksek öz odunda, lignin miktarı, soğuk su çözünürlüğü; sıcak su çözünürlüğü, % 1'lik NaOH çözünürlüğü, alkol çözünürlüğü ve hegzan çözünürlüğü en fazla kabukta bulunmuştur.

Istranca Meşesinin öz odun, diri odun ve kabuk kısımlarına uygulanan GC-MS analizi sonucunda sırası ile öz odunda 40 adet, diri odunda 30 adet ve kabukta 48 adet bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşikler genel olarak aromatik, asit, oksijenli, terpen, steroid ve hidrokarbon yapıdadırlar.

Öz odun kısmında yüksek oranda tanımlanan bileşikler % 5.50 octacosane, % 4.44 heptacosane ve % 2.76 hexacosane iken diri odunde ise yüksek oranda % 7.09 octacosane, % 6.50 triancontane ve % 4.72 heptacosane bileşikleri bulunmuştur. Bunlara ilave olarak yüksek oranda % 5.38 vitamin E, %2.53stigmastan-3,5-dien ve % 1.85 campesterol bileşikleri Istranca Meşesinin kabuğunda bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** meşe, odun, kabuk, GC-MS.

**Bilim Kodu:** 502.06.01

## **ABSTRACT**

**M.Sc.Thesis**

### **CHEMICAL ANALYSES OF VARIOUS OAKS (*Quercus ssp.*) GROWING EXTENSIVELY IN THE EASTERN BLACK SEA REGION**

**Şanver EYÜBOĞLU**

**Bartın University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Forest Industrial Engineering**

**Thesis Advisor: Asist. Prof. Dr. İbrahim TÜMEN**

**2010, 133 pages**

In this work, the quantities of chemical composition heartwood, sapwood and bark of Strendzha Oak (*Quercus hartwissiana*), Sessile Oak (*Quercus petraea*) and East Blacksea Oak (*Quercus pontica*), which are common oaks in the East BlackSea Region, has been determined by means of standart methods. Additionally, chemical components of the heartwood, sapwood and bark of Strendzha Oak (*Quercus hartwissiana*) was analysed GC-MS.

In the studies about Sesuile Oak The highest holocellulose amount and cellulose amount is sapwood; The highest lignin amount, cold water soluble, hot water soluble, 1% NaOH soluble, alcohol soluble and hegzan soluble have been in bark. According to the results that have been acquired from East Black Sea Oak; The highest holocellulose amount and cellulose amount is in heartwood; The highest lignin amount, cold water soluble, hot water soluble, 1% NaOH soluble, alcohol soluble and hegzan soluble have been bark.

## **ABSTRACT (continued)**

As a result of GC-MS analyses, the numbers of identified compounds in heartwood, sapwood and bark of Strendzha Oak were 40, 31 and 48 units, respectively. These compounds contained mainly aromatic, acidic, steroid, terpene, oxygenated and hydrocarbon structures.

The compounds identified in heartwood with higher ratio were octacosane (5.50%), heptacosane (4.44%) and hexacosane (2.76%) while those in sapwood were found octacosane (7.09%), triacontane (6.50%) and heptacosane (4.72%). Additionally, it was found that vitamin E (5.38%), stigmasteran-3,5-dien (2.53%) and campesterol (1.85%) were found higher ratio in the bark of Strendzha Oak.

**Key Words:** oak, wood, bark, GC-MS.

**Science Code:** 502.06.01

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezinin danışmanlığını üstlenerek çalışma konusunun belirlenmesi ve yürütülmesi aşamasında, kıymetli bilimsel uyarı ve tavsiyelerinden yararlandığım sayın hocam Prof.Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU'na ve Yrd.Doç.Dr.İbrahim TÜMEN'e teşekkür etmeyi bir görev bilirim.

Tezimin savunmasında jüri üyeliğini üstlenen Yrd.Doç.Dr.Ayben KILIÇ ve Yrd.Doç.Dr. Sedat ONDARAL'a kıymetli önerilerini ve düşüncelerini benimle paylaştıkları için teşekkür ederim.

Tezle ilgili kimyasal analiz ve istatistiksel çalışmalar sırasında her zaman kıymetli tavsiyelerinden yararlandığım sayın hocalarım Prof.Dr.İlhan DENİZ,, Prof.Dr.Hakkı YAVUZ, Doç.Dr.Esat GÜMÜŞKAYA ve Arş.Gör.Dr.Sezgin Koray GÜLSOY'a teşekkürü bir borç bilirim.

GC-MS çalışması sırasında yardımlarını esirgemeyen Prof.Dr. NurettinYAYLI ve Arş.Gör. Ahmet YAŞAR'a teşekkür ederim. Tezin literatür taraması sırasında yardımcı olan Yrd.Doç. Dr.Hüseyin SİVRİKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, Yrd.Doç.Dr. Abdullah İSTEK'e, ve Yrd.Doç.Dr. Derya USTAÖMER'e, teşekkür ederim.

Tezin hammadde temininde yardımcı olan Maçka, İkizdere, Torul ve Özkürtün Orman İşletmesi çalışanlarına teşekkür ederim. Yüksek Lisans öğrenim süresince beni maddi ve manevi olarak hiçbir zaman yalnız bırakmayan ve destekleyen aile bireylerime en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL .....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xv
TABLolar DİZİNİ .....	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xxi
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER .....	1
1.1 GİRİŞ .....	1
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI .....	2
1.3 SAPSIZ MEŞE ( <i>Quercus petraea</i> (Matt.) L.)'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ .....	3
1.3.1 Sapsız Meşenin Botanik Özellikleri.....	3
1.3.2 Sapsız Meşenin Anatomik ve Teknolojik Özellikleri .....	3
1.4 İSTRANCA MEŞESİ ( <i>Quercus hartwissiana</i> Steven)'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ .....	5
1.4.1 Istranca Meşesinin Botanik Özellikleri .....	5
1.4.2 Istranca Meşesinin Anatomik ve Teknolojik Özellikleri .....	6
1.5 DOĞU KARADENİZ MEŞESİ ( <i>Quercus pontica</i> K. Koch)'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ .....	7
1.5.1 Doğu Karadeniz Meşesinin Botanik Özellikleri .....	8
1.5.2 Doğu Karadeniz Meşesinin Anatomik ve Teknolojik Özellikleri.....	8
1.6 ODUNUN KİMYASAL YAPISI.....	9
1.6.1 Odunun Hücre Çeperi Bileşenleri .....	10
1.6.1.1 Selüloz.....	13

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
1.6.1.2 Hemiselülozlar .....	14
1.6.1.3 Lignin .....	16
1.7 KABUĞUN GENEL YAPISI .....	17
1.7.1 Kabuğun Kimyasal Yapısı .....	18
1.7.1.1 Selüloz .....	19
1.7.1.2 Hemiselülozlar .....	20
1.7.1.3 Lignin .....	20
1.7.1.4 Suberin .....	21
1.7.1.5 İnorganik Bileşikler .....	22
1.8 ODUNDA VE KABUKTA BULUNAN EKSTRAKTİF MADDELER .....	23
1.8.1 Lipofilik Bileşenler .....	25
1.8.1.1 Yağlar, Vaks (Mum)'lar ve Bileşenleri .....	26
1.8.1.2 Terpenler ve Terpenoidler .....	27
1.8.2 Hidrofilik Bileşenler .....	35
1.8.2.1 Karbonhidratlar .....	35
1.8.2.2 Polihidrik Alkoller .....	37
1.8.2.3 Azot İçinde Bulunduran Bileşikler .....	38
1.8.2.4 Aromatik Bileşikler .....	39
1.9 MEŞE (QUERCUS SSP.) TÜRLERİ İLE İLGİLİ YAPILAN KİMYASAL ÇALIŞMALAR .....	45
<b>BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD .....</b>	<b>47</b>
2.1 METOD .....	47
2.2 MATERYAL .....	48
2.2.1 Kimyasal Analizi İçin Yapılan Çalışmalar .....	48
2.2.1.1 Rutubet Tayini .....	48
2.2.1.2 Kimyasal Analizler Örneklerinin Hazırlanması .....	49
2.2.1.3 Sıcak Suda Çözünürlük .....	49
2.2.1.4 Soğuk Suda Çözünürlük .....	50
2.2.1.5 Alkol Çözünürlüğü .....	50

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.1.6 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü.....	50
2.2.1.7 Hegzan Çözünürlüğü.....	51
2.2.1.8 Holoselüloz Tayini .....	51
2.2.1.9 Selüloz Tayini .....	52
2.2.1.10 Lignin Tayini.....	52
2.2.1.11 İstatistiksel Değerlendirmelerde Kullanılan Yöntemler.....	53
2.2.2 GC-MS Analizi İçin Yapılan Çalışmalar.....	53
2.2.2.1 Çözücüler ve Kimyasallar .....	54
2.2.2.2 Enstrümantasyon .....	54
2.2.2.3 İzolasyon ve Kromatografik Numunelerin Hazırlanışı .....	54
<b>BÖLÜM 3 BULGULAR.....</b>	<b>57</b>
<b>3.1 KİMYASAL ANALİZLERE AİT BULGULAR .....</b>	<b>57</b>
3.1.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşeleri Öz Odunlarının Kimyasal Analizine Ait Bulgular .....	57
3.1.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşeleri Diri Odunlarının Kimyasal Analizine Ait Bulgular .....	59
3.1.3 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşeleri Kabuklarının Kimyasal Analizine Ait Bulgular .....	61
<b>3.2. İSTRANCA MEŞESİ DİRİ ODUNUNUN GC-MS ANALİZİNE AİT BULGULAR .....</b>	<b>63</b>
3.2.1 Istranca Meşesi Öz Odununun GC-MS Analizine Ait Bulgular .....	64
3.2.2 Istranca Meşesi Diri Odununun GC-MS Analizine Ait Bulgular .....	66
3.2.3 Istranca Meşesinin Kabuğunun GC-MS Analizine Ait Bulgular .....	69
<b>BÖLÜM 4 İRDELEME VE DEĞERLENDİRME .....</b>	<b>73</b>
<b>4.1 SAPSIZ MEŞE, İSTRANCA MEŞESİ VE DOĞU KARADENİZ MEŞESİ ÖZ ODUNLARININ KİMYASAL ANALİZİNE AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ .....</b>	<b>73</b>

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.1.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Öz Odunlarının Hücre Çeperi Bileşenlerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi .....	73
4.1.1.1 Lignin Miktarı .....	74
4.1.1.2 Holoselüloz Miktarı.....	75
4.1.1.3 Selüloz Miktarı .....	76
4.1.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Öz Odunlarının Çözünürlük Değerlerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi .....	77
4.1.2.1. Soğuk Su Çözünürlüğü.....	78
4.1.2.2 Sıcak Su Çözünürlüğü .....	78
4.1.2.3 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü.....	79
4.1.2.4 Alkol Çözünürlüğü .....	80
4.1.2.5 Hegzan Çözünürlüğü.....	81
4.2 SAPSIZ MEŞE, ISTRANCA MEŞESİ VE DOĞU KARADENİZ MEŞESİ DİRİ ODUNLARININ KİMYASAL ANALİZİNE AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	83
4.2.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Diri Odunlarının Hücre Çeperine Ait Bulgularının Değerlendirilmesi .....	84
4.2.1.1 Lignin Miktarı .....	84
4.2.1.2 Holoselüloz Miktarı.....	86
4.2.1.3 Selüloz Miktarı .....	86
4.2.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Öz Odunlarının Çözünürlük Değerlerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi .....	87
4.2.2.1. Soğuk Su Çözünürlüğü.....	88
4.2.2.2 Sıcak Su Çözünürlüğü .....	89
4.2.2.3 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü.....	90
4.2.2.4 Alkol Çözünürlüğü .....	92
4.2.2.5 Hegzan Çözünürlüğü.....	93
4.3. SAPSIZ MEŞE, ISTRANCA MEŞESİ VE DOĞU KARADENİZ MEŞESİ KABUKLARININ KİMYASAL ANALİZİNE AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	94

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.3.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Kabuklarının Hücre Çeperine Ait Bulgularının Değerlendirilmesi .....	95
4.3.1.1 Lignin Miktarı .....	95
4.3.1.2 Holoselüloz Miktarı.....	97
4.3.1.3 Selüloz Miktarı .....	98
4.3.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Kabuklarının Çözünürlük Değerlerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi .....	99
4.3.2.1 Soğuk Su Çözünürlüğü.....	99
4.3.2.2 Sıcak Su Çözünürlüğü.....	100
4.3.2.3 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü.....	101
4.3.2.4 Alkol Çözünürlüğü.....	102
4.3.2.5 Hegzan Çözünürlüğü.....	103
4.4 GC-MS ANALİZLERİNE AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	106
BÖLÜM 5 SONUÇLAR.....	109
BÖLÜM 6 ÖNERİLER.....	111
KAYNAKLAR.....	113
BİBLİYOGRAFİ.....	119
EK AÇIKLAMALAR A. <i>Quercus hartwissiana</i> 'nın ÖZ ODUNU BİLEŞENLERİNİN GC-MS KROMATOGRAMLARI.....	121
EK AÇIKLAMALAR B. <i>Quercus hartwissiana</i> 'nın DİRİ ODUNU BİLEŞENLERİNİN GC-MS KROMATOGRAMLARI.....	125
EK AÇIKLAMALAR C. <i>Quercus hartwissiana</i> 'nın KABUK BİLEŞENLERİNİN GC-MS KROMATOGRAMLARI.....	129
ÖZGEÇMİŞ .....	133

## ŞEKİLLER DİZİNİ

No	<u>Sayfa</u>
1.1 Sapsız Meşenin anatomik yapısı .....	4
1.2 Istranca Meşesinin anatomik yapısı .....	7
1.3 Doğu Karadeniz Meşesinin anatomik yapısı .....	9
1.4 Odunun yapısındaki kimyasal madde gruplarının ayırım şeması .....	11
1.5 Odunun hücre çeperinin ince yapısı .....	11
1.6 Selüloz molekülünün açık formülü .....	13
1.7 Hemiselülozun yapısına katılan başlıca şeker birimleri .....	15
1.8 Farklı yaşlara sahip ağaçlarda kabuk yapısındaki değişim .....	17
1.9 Odundan izole edilen yağlar, vaksılar ve bileşenleri .....	27
1.10 İzoprenin molekül yapısı .....	28
1.11 Çeşitli terpenlerin temel yapıları .....	28
1.12 Bazı monoterpenlerin yapıları .....	30
1.13 Bazı sert odunlardan izole edilen seskiterpenler .....	31
1.14 Sert odunlardan izole edilen bazı triterpeneoidler .....	32
1.15 Sert odunlardan izole edilen bazı triterpeneoidler .....	33
1.16 Siklopentanoperhidrofenantrenin yapısı .....	33
1.17 Odunda bulunan bazı steroller .....	34
1.18 Karotenin molekül yapısı .....	35
1.19 Odun öz suyunda bulunan başlıca karbonhidratlar .....	36
1.20 Pektik asitin molekül yapısı .....	37
1.21 Gliserin molekülü .....	37
1.22 Odunda mevcut olan bazı şeker alkoller .....	38
1.23 Odunda mevcut olan bazı siklitoller .....	38
1.24 Odunda mevcut olan bazı aminoasitler .....	39
1.25 Lignanların yapısında bulunan çeşitli fenilpropan birimleri .....	40
1.26 Odundan izole edilen birkaç fenol .....	40
1.27 Flavanoitlerin ana karbon iskeleti .....	41
1.28 Bazı flavanoitlerin molekül yapıları .....	42

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No	Sayfa
1.29 Gallik asit ve ellagallik asidin molekül yapısı .....	44
3.1 Istranca Meşesinin öz odunu içerisindeki bileşenler .....	65
3.2 Istranca Meşesinin diri odunu içerisindeki bileşenler .....	68
3.3 Istranca Meşesinin kabuğu içerisindeki bileşenler .....	71
4.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının lignin miktarları .....	74
4.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının holoselüloz miktarları .....	75
4.3 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının selüloz miktarları .....	77
4.4 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının soğuk su çözünürlüğü miktarları .....	78
4.5 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının sıcak su çözünürlüğü miktarları .....	79
4.6 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının % 1 NaOH çözünürlüğü miktarları .....	80
4.7 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının alkol çözünürlüğü miktarları .....	81
4.8 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının hegzan çözünürlüğü miktarları .....	82
4.9 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının lignin miktarları .....	85
4.10 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının holoselüloz miktarları .....	86
4.11 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının selüloz miktarları .....	87
4.12 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz meşesi diri odunlarının soğuk su çözünürlüğü miktarları .....	89
4.13 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının sıcak su çözünürlüğü miktarları .....	90

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No	Sayfa
4.14 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının % 1 NaOH çözünürlük miktarları.....	92
4.15 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının alkol çözünürlüğü miktarları .....	93
4.16 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının hegzan çözünürlüğü miktarları .....	94
4.17 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının lignin miktarları .....	96
4.18 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının holoselüloz miktarları .....	97
4.19 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının selüloz miktarları .....	98
4.20 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının soğuk su çözünürlüğü miktarları .....	100
4.21 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının sıcak su çözünürlüğü miktarları .....	101
4.22 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının % 1 NaOH çözünürlüğü miktarları .....	102
4.23 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının alkol çözünürlüğü miktarları .....	103
4.24 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının alkol çözünürlüğü miktarları .....	104



## TABLULAR DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Sapsız Meşenin fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özelliklerine ait değerleri .....	5
1.2 Istranca Meşesinin fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özelliklerine ait değerler .....	7
1.3 <i>Quercus prinus</i> (Kestane Meşesi)'un iç ve dış kabuğunun kimyasal bileşimi .....	18
1.4 Bazı ağaç türleri kabuklarının kimyasal bileşimi .....	19
1.5 Farklı ağaç kabuklarındaki selülozun polimerizasyon derecesi ve yüzdesi .....	20
1.6 <i>Quercus robur</i> (Saplı Meşe) kabuğunun karbonhidrat bileşimi .....	21
1.7 Farklı çözücülerde çözünebilen ekstraktif maddelerin içerdikleri genel bileşik sınıfları .....	25
1.8 Odunun lipofilik bileşenleri .....	26
1.9 Çeşitli yumuşak odunların reçine kısımlarının bileşimi .....	32
1.10 Bazı İYA ve YA türlerinin farklı kısımlarına ait tam kuru ağırlığa oranla tanen miktarları .....	43
1.11 Bazı meşe türlerine ait odun ve kabuktaki ana bileşenleri miktarları .....	46
2.1 Araştırma materyaline ait bilgiler .....	47
3.1 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin öz odunlarının hücre çeperi bileşenlerine ait bulgular .....	58
3.2 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin öz odunlarının çözünürlük karakteristiklerine ait bulgular .....	59
3.3 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin diri odunlarının hücre çeperi bileşenlerine ait bulgular .....	60
3.4 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin öz odunlarını çözünürlük karakteristiklerine ait bulgular .....	61
3.5 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin kabuklarının hücre çeperi bileşenlerine ait bulgular .....	62
3.6 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin kabuklarının çözünürlük karakteristiklerine ait bulgular .....	63

## TABLÖLAR DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.7 Istranca Meşesinin öz odunu içerisindeki bileşenlerin alıkonma RT (tutunma) zamanları, numune içerisindeki % miktarları (% M) ve bileşik sınıfları .....	64
3.8 Istranca Meşesinin diri odunu içerisindeki bileşenlerin alıkonma RT (tutunma) zamanları, numune içerisindeki % miktarları (% M) ve bileşik sınıfları .....	67
3.9 Istranca Meşesinin kabuğu içerisindeki bileşenlerin alıkonma RT (tutunma) zamanları, numune içerisindeki % miktarları (% M) ve bileşik sınıfları .....	69
4.1 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının hücre çeperi bileşenleri değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları .....	76
4.2 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının çözünürlük değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları .....	83
4.3 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının hücreçeperi bileşenleri değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları .....	85
4.4 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının çözünürlük değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları .....	91
4.5 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının hücre çeperi bileşenleri değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları .....	96
4.6 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının çözünürlük değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları .....	105
4.7 Istranca Meşesi öz odunundaki bileşik sınıflarının % oranları .....	106
4.8 Istranca Meşesi diri odunundaki bileşik sınıflarının % oranları .....	107
4.9 Istranca Meşesi kabuğundaki bileşik sınıflarının % oranları .....	108

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ha	: Hektar
Mm	: Milimetre
Cm	: Santimetre
M	: Metre
N	: Newton
G	: Gram
KN	: Kilo Newton
Pw	: Odun Selülozu
Pn	: Kabuk Selülozu
$\mu$ l	: Mikrolitre
Ml	: Milimitre
$\mu$ m	: Mikrometre

## KISALTMALAR

İO	: İlkbahar Odunu
YO	: Yaz Odunu
İYA	: İğne Yapraklı Ağaç
YA	: Yapraklı Ağaç
KTÜ	: Karadeniz Teknik Üniversitesi

## BÖLÜM 1

### GENEL BİLGİLER

#### 1.1 GİRİŞ

Ormanlar, yeryüzünün en yararlı, yüksek ve güçlü vejetasyon tipini meydana getirmekte olup insanıyet için en kıymetli tabi kaynaklardır (Odabaşoğlu vd. 2004). Bu doğal kaynakların dışında kalan kısmın çoğunu ise orman oluşumuna uygun olmayan çöllere, kutuplar, otlaklar ve tarım için ayrılmış olan verimli alanlar oluşurmaktadır (Anon. 1980; Kuduban'dan 1996).

İnsanlık tarihinin başlangıcından itibaren ağaç malzeme; yakacak, silah ve barınak olarak kullanılmaya başlamış şimdilerde ise büyüyen bilim ve teknolojiyle faydalanma yeri giderek önemli miktarda artmıştır. Günümüzde odun materyalinin kullanım yeri sayısının yaklaşık 10.000 olduğu bilinmektedir. Ağaç malzeme örneğin kağıt, karton, levha ürünleri, mobilya, etil alkol, asetik asit, metanol, suni ipek, selofan, patlayıcı maddeler vb. gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Bu kadar önemli miktarda kullanım alanının olmasının sebebi; ağaç malzemenin anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal yapısındaki bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Bozkurt ve Ergin 1997). Ülkemizin ormanlık alanı 1997 yılında 20.7 milyon ha.'dır. Bu miktarın ülkemizin genel alanına oranı % 26.5'dir. Ülkemiz orman alanlarının % 66.5'i koru orman alanı, % 33.15'i ise baltalık orman alanıdır (Yavuzşefik ve Karagül 2004).

Ormanlar, diğer tabi kaynaklarda olduğu gibi doğal olarak kendiliğinden yenilenebilme özelliğine sahiptir. Fakat, aşırı ve dikkatsiz faydalanma sonucu orman alanları gün geçtikçe azalmakta olup, bu alanların miktarı yıldan yıla değişme göstermektedir. Ormanca çok zengin ülkeler olan Finlandiya ve İsveç'te bile arasıra orman endüstri sektöründe hammadde sıkıntısından söz edilmektedir. Bu şekilde ağacın biyokütlesinden yararlanabilme, ormancılık sektöründe en güncel konulardan biri olmuştur (Bilgin 1995).

Ağaç malzemenin temini konusunda meydana gelen açığın giderilmesi için silvikültürel tedbirlerle tabii orman nitelikleri artırılabilir. Ayrıca, orman köylüsünün kalkındırılması, iş olanaklarının artırılmasına dayanan politik ve ekonomik tedbirler de gerekmektedir. Bu yapılması gereken çalışmaların hepsi uzun zaman alacağından çözüm için yeterli olmayabilir (Daşdemir 1992).

Ağacın hacimsel olarak % 10-15'ini oluşturan kabuğun çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Örneğin, kereste fabrikası artıklarından % 12 oranında kabuk içerenleri yonga levha endüstrisinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Kabuğun; delignifikasyon işlemini güçleştirilmesi, kimyasal madde sarfiyatını artırması, ağartma işleminde problem çıkarması kağıtçılık sektöründe kabuktan faydalanılmasını kısıtlamaktadır. Aynı zamanda meşe ve ladin gibi ağaçların kabuklarından tanen kaynağı olarak faydalanılmaktadır. Kabuktan kimyasal yollarla elde edilen tanenlerin ekstraktları (sepi maddesi) da dericilik sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Browning 1967; Berkel 1970; Hafizoğlu 1982; Bostancı 1987).

Bugün, dünyanın karşı karşıya kaldığı odun hammadde sıkıntısı karşısında kabuklar, kesim artıkları, tali ürünler ve diğer üretim artıkları yüksek miktarlara ulaşan potansiyel hammadde kaynaklarını meydana getirmektedir. Bunlardan istenilen şekilde faydalanma geleceğin teknolojisini beklemekte olan en önemli problemlerden biridir (Hafizoğlu 1982).

## 1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Türkiye'de yetişen *Quercus* ssp. türleri ile ilgili çok az sayıda çalışma yapılmış, fakat bölgesel olarak yaygın olarak yetişen meşe türleri ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmada *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Subsp. *iberica* (Steven ex Bieb.) Krassiln (Sapsız Meşe), *Quercus hartwissiana* Steven (Istranca Meşesi) ve *Quercus pontica* K. Koch (Doğu Karadeniz Meşesi) türlerinin, endüstriyel kullanımlara uygunluğunu belirleyen parametrelerden olan kimyasal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca bu türlerden biri olan Istranca Meşesinin öz odunu, diri odunu ve kabuğunun içerisinde bulunan kimyasal bileşenleri GC-MS analizi ile tespit edilmiştir. Bu çalışmanın odun kimyası alanında gerçekleştirilen araştırmalara yararlı bir kaynak olması hedeflenmiştir.

### 1.3 SAPSIZ MEŞE *Quercus petraea* (Matt.) L.'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Sapsız Meşenin botanik özellikleri, anatomik ve teknolojik özellikleri (fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özellikleri) ile ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir.

#### 1.3.1 Sapsız Meşenin Botanik Özellikleri

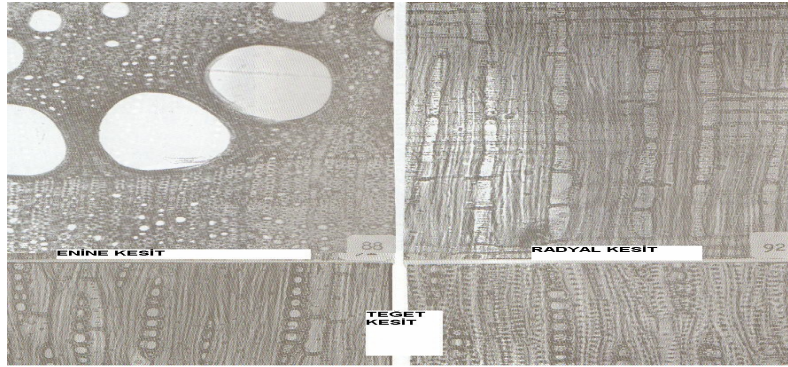
Angiospermae'lerin Fagaceae familyasına dahil olan Sapsız meşe; kışın yaprağını döken, 30 m ye boylanabilen, dar tepeli bir orman ağacıdır. Tomurcukları 7 mm büyüklükte tilki sarısı renkte olup, pulların kenarı kirpiklidir. Genç sürgünler kırmızımsı kahverengi ve çıplaktır. Yapraklar uzun saplı ve uzunluğu 12 cm' dir. Yapraklar dibe doğru daralır ve kama biçiminde sonuçlanır. Genellikle simetrik olan yaprakların lobları sığ ve fazla derin değildir. Kadeh pullarlı yumru şeklinde, yaprak alt ve üst yüzü çıplaktır ve interkalar damarlar mevcuttur (Yalıtırık 1993; Anşin ve Özkan, 1997).

Dişi çiçekler sürgünlere ya doğrudan doğruya otururla ya da çok kısa bir sapla bağlıdır. Sapsız meşe ismi de bu özelliğinden kaynaklanmaktadır. Kupula 1-2 cm çapındadır. Genç palamudun üzerinde belirgin çizgiler yoktur (Anşin ve Özkan 1997). Coğrafi olarak Avrupa, Balkanlar, Anadolu, Kafkaslar ve Kuzey İran'da yayılış gösterir. Ülkemizde Marmara bölgesi ile tüm Kuzey Anadolu bölgesinde yayılış gösterir (Yalıtırık 1993; Anşin ve Özkan 1997).

#### 1.3.2 Sapsız Meşenin Anatomik ve Teknolojik Özellikleri

Diri odun ile öz odun arasında bariz bir sınır ayırt edilmemekle birlikte enine kesitte kabuğa yakın kısımlarda açık sarımsı beyaz, iç kısımlarda ise açık kirli pembemsi kahverengi bir renktir (Berkel ve Bozkurt 1961). İO traheleri YO trahelerine kıyasla belirgin şekilde büyük çaplıdır. Odun halkalı trahelidir. Büyük çaplı İO traheleri yıllık halkaların başlangıcında radyal yönde 2–5 hücre sırası meydana getirir. Traheler genelde tek tek dağılmakta ve bunlar arasında gruplaşma görülmemektedir. YO traheleri YO zonunda geniş üçgen şeklindeki alanlarda tek tek ve az da olsa gruplar halinde bulunur. İO trahelerinden YO trahelerine geçiş oldukça ani olmaktadır. 1 mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı 12-101'dir. Lif dokusu libriform lifleri, traheit lifleri ve vasisentrik traheitlerinden oluşmuştur. Öz ışını paranzim hücrelerinde çoğunlukla druzlar görülür (Merev 1998).

Yapılan çalışmanın konusu olan diğer meşelerde olduğu gibi öz ışınları üniseri ve mültiseridir. 1 mm<sup>2</sup>'deki öz ışını sayısı 27-93 (üniseri öz ışınları) adettir. İO traheleri çok büyük çaplıdır ve birim karedeki sayıları az, YO traheleri ise çok büyük çaplı ve birim karedeki sayıları fazladır. Perforasyon tablası basittir. İO trahelerinin lümenleri tiller ile yoğun bir şekilde toplanmıştır. Mültiseri öz ışınları çok geniştir ve yüksektir. Boyuna paranzim ise apotraheal şeklindedir (Merev 1998). Sapsız meşenin anatomik yapısı Şekil 1.1'de verilmiştir (Merev 1998).



Şekil 1.1 Sapsız Meşenin anatomik yapısı (Merev 1998).

Yapı ve konstrüksiyon malzemesi, köprü, vagon yapımı, merdiven basamağı, parke, masif mobilya, kutu, sandık, palet, küçük gemi yapımı, tarım aletleri, araba tekerleği, alet sapları, alkollü madde fiçileri ve travers olarak kullanılmaktadır. Dar yıllık halkalar mobilya, tornacılık ve çok kıymetli kesme kaplama levha yapımında kullanılmaktadır (Sivrikaya 2003). Sapsız meşenin işleme özelliği orta derecededir ve kurutma işlemi güçtür. Dayanıklılık miktarı ise orta derecededir. Emprenye edilebilmesi güçtür (Doğu vd. 2001). Sapsız meşenin fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özelliklerine ait değerler Tablo 1.1'deki gibidir (Hafızoğlu 1982; Doğu vd. 2001).

Tablo 1.1 Sapsız meşenin fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özelliklerine ait değerler (Hafizoğlu 1982; Doğu vd. 2001).

Fiziksel Özellikler	Miktar (g/cm <sup>3</sup> )	Mekanik Özellikler	Miktar (N/mm <sup>2</sup> )	Kimyasal Özellikler	Miktar (%)
Tam Kuru Yoğunluk	0.65	Basınç Direnci	61	Selüloz	42.80
HavaKursu Yoğunluk	0.69	Eğilme Direnci	108	Pentozan	25.50
Hacim Ağırlık Değeri	0.57	Elastikiyet Modülü	11300	Lignin	24.90
Fiziksel Özellikler	Miktar (%)	Makaslama Direnci	11	Ekstraktif (Eterler)	0.39
		Mekanik Özellikler	Miktar (kN/cm)		
Radyal Daralma	5.8	DinamikEğilme Direnci	0.68		
Teğet Daralma	9.18				
Hacmen Daralma	14.51				

#### 1.4 ISTRANCA MEŞESİ (*Quercus hartwissiana* Steven)'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Istranca Meşesinin, botanik özellikleri, anatomik ve teknolojik özellikleri (fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özellikleri) aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

##### 1.4.1 Istranca Meşesinin Botanik Özellikleri

Angiospermae'lerin Fagaceae familyasına dahil olan Istranca Meşesi boylu birinci sınıf orman ağacı olup, meyve bakımından saplı meşeye, yaprak bakımından da sapsız meşeye benzemektedir. Aynı zamanda düzgün ve dar tepeli bir ağaçtır. Yaşlı gövdelerde kabuk düzenli, dar aralıklarla boyuna derin çatlaklıdır ve açık kahverengi rengindedir. Ak meşe grubunun odun yönü ile en iyi bireyidir. Kırmızı sürgünler çıplak, hafifi köşeli ve parlaktır. Tomurcuklar oldukça büyük ve sivri uçludur. Yaprak büyük, 8.5-15 cm uzunluğunda, 5-8 cm eninde olan yaprak ayası geniş uzunca, ters yumurta şeklinde, uca doğru birdenbire daralır, diğer tarafı yuvarlak ya da yürek gibidir

Dişi çiçeklerin 2–6 adeti ince bir sap üzerinde bulunur. Kadeh küçük, yarı küre biçiminde, üzeri gri tüylü, üç köşeli pullarla kaplıdır. Meyveleri bir yılda olgunlaşır. Palamudun boyu 8-20 mm kadardır (Yalıtırık 1984; Yalıtırık 1993; Anşin ve Özkan 1997).

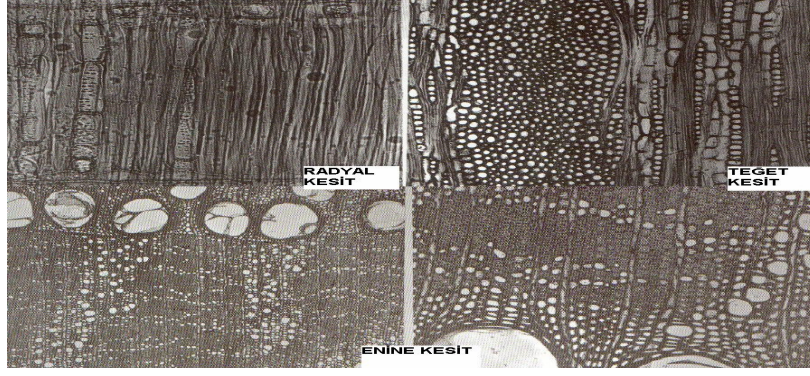


Genel coğrafi yayılışı Güney Bulgaristan'dan başlayıp Kuzey Anadolu üzerinden Batı Kafkasya'ya değin uzanır. Karadeniz sahillerinin ağacıdır. Adapazarı Süleymaniye ormanında, Sapanca, Karasu, Zonguldak, Düzce, Bolu, Trabzon, Rize yörelerinde yaygındır. Karadeniz ormanlarında 1200 m yükseltilerde güzel meşcere kurmaktadır (Anşin ve Özkan 1997).

#### **1.4.2 Istranca Meşesinin Anatomik ve Teknolojik Özellikleri**

Diri odun sarımsı beyaz, oldukça dar, öz odun ise diri oduna yakın kısımlarda açık sarımsı kahverengi ve öze doğru gidildikçe açık pembemsi kahverengi bir renk göstermektedir (Berkel ve Bozkurt 1961). İO trahelerinin çapları, YO trahelerine göre belirgin şekilde büyük çaplıdır. Odun halkalı trahelidir. Büyük çaplı İO traheleri yıllık halkaların başlangıcında radyal yönde 2-4 hücre sırası oluştururlar. Traheler çoğunlukla tek tek dağılırlar. YO traheleri geniş üçgen şeklinde veya alev biçimindeki alanlarda tek tek ve gruplar halinde bulunurlar. YO traheleri İO trahelerinin hemen üst kısmından itibaren başlarlar. İO'dan YO'ya geçiş anidir. Tez içersinde incelenen diğer meşelerde olduğu gibi lif dokusu libriform lifleri, traheit lifleri ve vasisentrik traheitlerinden meydana gelmektedir. Öz ışınları üniseri ve mültiseri öz ışını şeklindedir. 1 mm<sup>2</sup>'deki öz ışını sayısı 27-72'dir. Boyuna paranzim ise apotraheal şeklindedir (Merev 1998).

Büyük çaplı İO trahelerinin birim karedeki sayıları az, küçük çaplı Y.O trahelerinin birim karedeki sayıları fazladır. 1 mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı 18-149 dır. Perforasyon tablası çoğunlukla basit, az da olsa merdiven şeklindedir. İO trahelerinin lümenlerinde till oluşumuna rastlanmıştır. İO zonunda yıllık halka boyunca teğet yönde adacıklar oluşturan öz lekelerine rastlanmıştır (Merev 1998). Istranca Meşesinin anatomik yapısı Şekil 1.2'deki gibidir.



Şekil 1.2 Istranca Meşesinin anatomik yapısı (Merev 1998).

Direk, travers, kaplama, yapı malzemesi, mobilya, doğrama, ev ve süs eşyaları, alet sapları, odun kömürü, ağaç kabuğu ve meyve üretimi Istranca Meşesinin kullanım yerleridir (Doğu vd. 2001). Istranca Meşesinin işlenme özelliği iyi, kurutma işlemi güç, dayanıklılık miktarı yüksek emprenye edilebilmesi güçtür (Doğu vd. 2001). Istranca Meşesinin fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki Tablo 1.2'deki gibidir (As vd. 2002).

Tablo 1.2 Istranca meşenin fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özelliklerine ait değerler (As vd. 2002)

Fiziksel Özellikler	Miktar (g/cm <sup>3</sup> )	Mekanik Özellikler	Miktar(N/mm <sup>2</sup> )
Tam Kuru Yoğunluk	0.67	Basınç Direnci	65
Hava Kursu Yoğunluk	0.71	Eğilme Direnci	108
Hacim Ağırlık Değeri	0.58	Elastikiyet Modülü	11056
	<b>Miktar (%)</b>	Makaslama Direnci	9
Radyal Daralma	5.2	<b>Mekanik Özellikler</b>	<b>Miktar(kN/cm)</b>
Teğet Daralma	9.3	DinamikEğilme Direnci	0.78
Hacmen Daralma	14.5		

## 1.5 DOĞU KARADENİZ MEŞESİ (*Quercus pontica* K. Koch)'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Doğu Karadeniz Meşesinin, botanik özellikleri, anatomik ve teknolojik özellikleri (fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özellikleri) aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

### 1.5.1 Doğu Karadeniz Meşesinin Botanik Özellikleri

Yaprağını döken, 3-5 m boylarında, dağınık habituslu, boylu bir çalıdır. Genç sürgünler çıplak, kırmızımsı kahverengi, tomurcukları yumurtamsı şekilde ve yaklaşık 1 cm kadardır. Tomurcuklar yumuşak tüylü, pullar koyu renkli kenarlıdır. Ters yumurta şeklinde ya da elips gibi yapraklar çok büyüktür. Uzunluğu 20–30 cm'ye değin ulaşabilen bu yaprakların sapları çok kısadır. Dipleri yuvarlakça kenarları düzenli keskin dişlidir. Taze genç yaprakların özellikle alt yüzleri yumuşak tüylerle örtülü, ancak bu tüyler kısa sürede dökülür. Bu meşe türünde kupula ve palamutlar oldukça büyüktür. Kadehin sapı çok kısadır (Anşin ve Özkan 1997; Anşin ve Terzioğlu 2001).

Yerel bir dağılışı olan bu meşe türü Kafkasya ile Kuzeydoğu Anadolu'da bulunur. Artvin, Rize-İkizdere-Cimili, Trabzon-Of-Büyükharman, Hopa yörelerinde küçük gruplar halinde yer almaktadır (Anşin ve Özkan 1997).

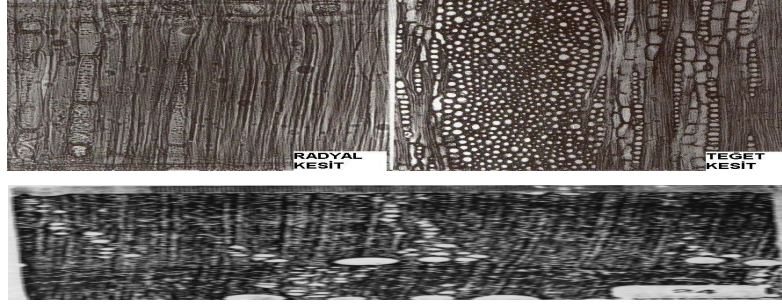
### 1.5.2 Doğu Karadeniz Meşesinin Anatomik ve Teknolojik Özellikleri

Diri odun açık sarımtırak veya açık kırmızımtırak renkte, öz odunun kırmızımtırak kahverengi renktedir (Merev 2003).

İO traheleri YO trahelerine kıyasla belirgin şekilde büyük çaplıdır. Odunu halkalı trahelidir. Trahelerin çapları İO'dan YO'ya geçerken birdenbire küçülmez. Geçiş son derece yavaştır. Tezde incelenen diğer meşelere göre Doğu Karadeniz Meşesinin YO traheleri oldukça büyük çaplıdır. Yıllık halkaların başlangıcında genellikle tek tek sıra halinde dizilen İO traheleri yıllık halkaları kateden geniş yalancı öz ışınlarıyla birbirlerinden uzaklaşarak yıllık halka sınırında adacıklar şeklinde bir görünüm oluştururlar. YO traheleri İO trahelerinin hemen üst kısmından veya yanından başlayarak yıllık halkaların sonuna doğru dar ve uzun radyal sıralar oluştururlar. 1 mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı 13-63 arasındadır. Öz ışınları çoğunlukla üniseridir. Mültiseri öz ışınları, üniseri öz ışınlarına göre çok az olup, yerini yalancı öz ışınlarına bırakır. 1 mm<sup>2</sup>'deki öz ışını sayısı 49-87'dir. Lif dokusu, libriform liflerinden, traheit liflerinden ve vasisentrik traheitlerinden oluşmuştur. Libriform liflerinin içersinde bulunan boyuna paraşim, apotraheal kesik zincir şeklindedir. Perforasyon tablası basittir. Odun kristal yönden zengin değildir. Sadece öz ışını paraşim hücrelerinde az miktarda küçük boyutlu

kalsiyum okzalat kristalleri içermektedir (Merev 1998). Doğu Karadeniz Meşesinin anatomik yapısı Şekil 1.3’de verilmiştir.

Doğu Karadeniz Meşesi ekonomik değerinden ziyade, bilinen meşelerin en ilkeli olması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca relik bir türdür. Dekoratif bakımdan park ve bahçeler, özellikle botanik bahçeleri için uygundur (Anşin ve Özkan 1997).



Şekil 1.3 Doğu Karadeniz Meşesinin anatomik yapısı (Merev 1998).

## 1.6 ODUNUN KİMYASAL YAPISI

Odun, kimyasal bileşim olarak oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Odunsu doku, anatomik yapısı nedeniyle düzenli bir dağılım göstermeyen ve basit fiziksel karışımlar şeklinde bulunmayan fazla sayıdaki kimyasal bileşiklerden meydana gelmektedir. Odunun çoğu kısmının yüksek molekül ağırlığına sahip maddelerden oluşması nedeniyle, odun materyalini; iç içe nüfuz eden yüksek polimerler sistemi olarak da ifade edebilir (Hafizoğlu 1982).

Odunun içersinde mevcut olan yüksek molekül ağırlığına sahip maddeler ve bileşikler odundaki ağırlıklarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Hafizoğlu 1982).

1. Karbonhidratlar
2. Fenolik maddeler
3. Terpenler ve Terpneoid bileşikler
4. Alifatik asitler
5. Alkoller
6. Aldehitler
7. Hidrokarbonlar
8. Alkaloidler
9. Albüminli maddeler
10. Polihidrik alkoller
11. İki değerli asitler
12. Organik olmayan maddeler

Hem otsu, hem de odunsu bünyedeki bitki gövdesi başlıca selüloz, hemiselüloz ve lignin olarak adlandırılan üç tabii organik polimerden yapıldır. Selüloz, hücre zarının iskeletidir. Hemiselüloz ve lignin, mikrofibrillerin aralarını doldurarak hücre zarına sert ve rijit bir özellik

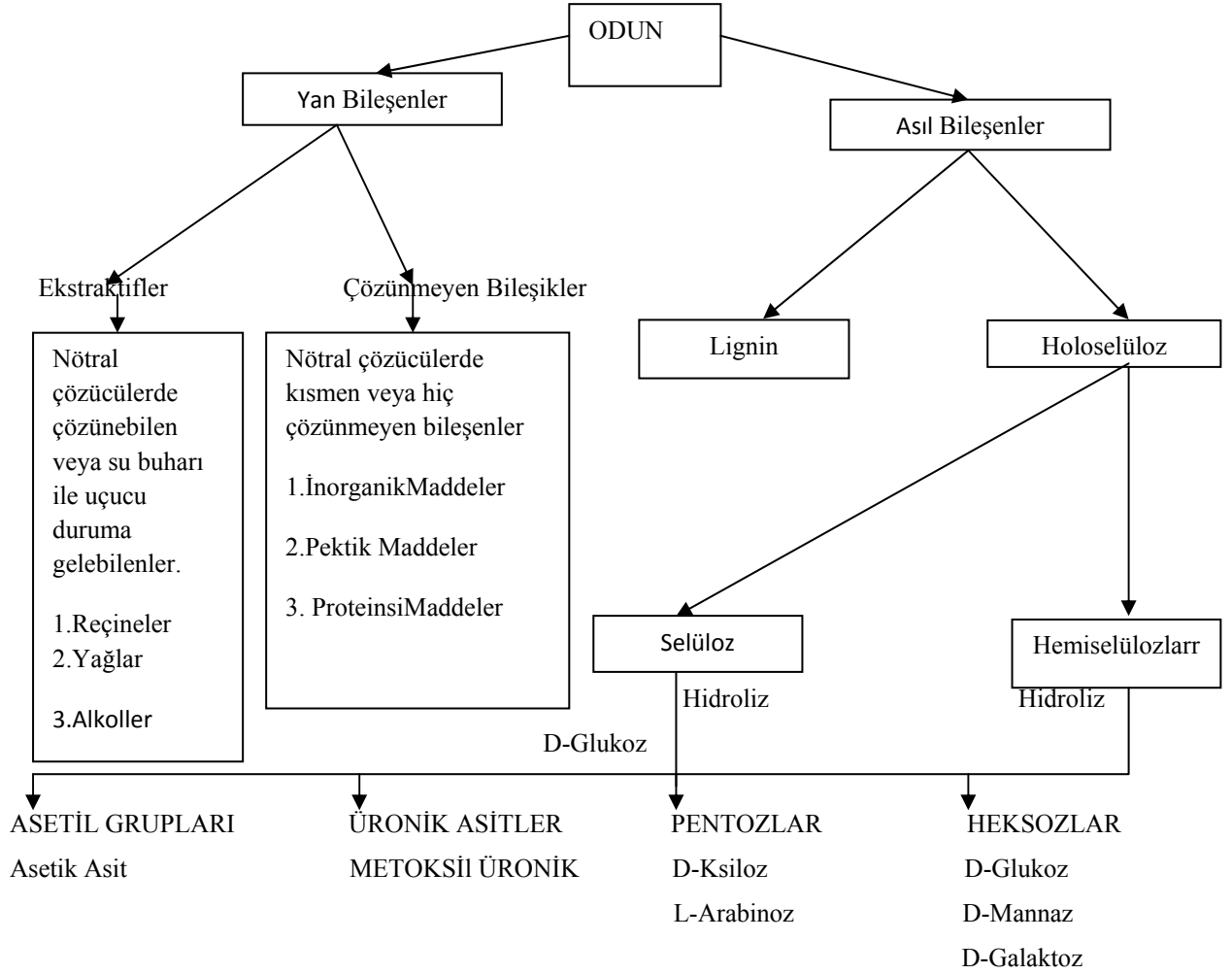
katmaktadır. Bu polimerlerden başka, odunun hücre zarında odun ekstraktifleri denilen, molekül ağırlıkları daha düşük olan, su ve organik çözücülerde çözünebilen bir takım maddelerin yanında külü oluşturan organik olmayan maddeler de bulunmaktadır (Kırcı 2003).

Bir başka sınıflandırmaya göre odun; asıl bileşenler (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ve yan bileşenlerden (ekstraktif maddeler ve kül) meydana gelmiştir. Oduunun kimyasal yapısı Şekil 1.4'deki gibi sınıflandırmaktadır (Browning 1967).

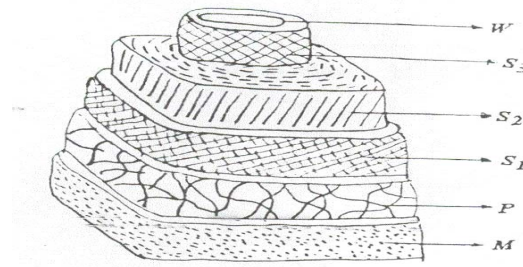
### **1.6.1 Odunun Hücre Çeperi Bileşenleri**

Oduunun elementsel bileşimi, karbon, hidrojen, oksijen ile bunlara ilave olarak çok az miktarda kalsiyum, mağnezium, potasyum,azot gibi odunun külü içersinde yer alan elementlerden oluşur. Odun içersinde yaklaşık olarak kuru ağırlığının % 40-50 karbon, %- 6 hidrojen, % 44-45 oksijen ile % 0.1-1 oranında azot bulunmaktadır (Hafizoğlu 1982; Bostancı 1987). Selüloz, hemiselüloz ve lignin odunun hücre çeperinin temel bileşenleridir. Bu bileşikler büyük molekülü, karmaşık yapıda ve teşhis edilmesi güç olan bileşiklerdir. Selüloz modeli, glukoz anhidrit ( $C_6H_{10}O_5$ ) ünitelerinden meydana gelen zincir şeklindeki selüloz moleküllerinden meydana gelmektedir. Selüloz molekülleri birbirleri ile 1-4- $\beta$  glikozidik bağ yapacak şekilde yapışmışlardır. Selüloz molekülünün 10.000 glukoz ünitesi mevcut olmaktadır. Aynı doğrultuda uzanan 40 selüloz molekülünden oluşan elementer fibril, aynı zamanda en küçük demettir. Elementer fibriller birleşerek mikrofibrilleri, mikrofibriller de bir araya toplanarak fibrilleri; onlarda lamelleri meydana getirir (Hafizoğlu 1982).

Oduunun hücre çeperi, katmanlardan meydana gelir. Bu katmanlar, fiziki ve kimyasal bileşimleri ile biçimlenme zamanları bakımından değişiklik sergilemektedir. Bu etkenlerden en belirgini; fiziki farklardan kaynaklanan mikrofibrillerin yöneliştir. Hücre çeperinin ayrışık katmanlarında mikrofibriller ya düzensiz ya da paralel yönde seyretmektedir. Mikrofibrilllerin paralel yönde seyredenleri ince tabakaları meydana getirir. Bu katmanlara lamel denir. Mirofibrillerin hücre ekseniiyle yaptığı açı fibril açısı olarak tanımlanmaktadır. Oduunun hücre çeperinin ince yapısı şekil 1.5'de gösterilmektedir (Hafizoğlu 1982).



Şekil 1.4 Odunun yapısındaki kimyasal madde gruplarının ayırım şeması (Browning 1967).



Şekil 1.5 Odunun hücre çeperinin ince yapısı (Hafizoğlu 1982).

Odunsu doku içerisindeki hücreler, primer çeperlerinin dışında kalan interselüler madde ile bağlanmış olan biçimsiz yapıdaki bu maddeye “orta lamel ( $M_L$ )” veya pektinden yapıldığı için “pektin lamel” adı da verilmektedir. Pektin lamel, hücre bölünmesi sırasında stoplazmanın meydana getirdiği bir katmandır. Pektin lamel tabakası hücre çeperinin diğer üç tabakasına göre en fazla lignin maddesi içermektedir. Lignin açısından zengin olmasına

rağmen selüloz bakımından fakirdir. Orta lamelin selüloz miktarı odunun, %10'luk kısmını oluşturmaktadır (Merev 2003; Kırıcı 2003).

Primer çeper (P) hücre çeperinin en dış ve en ince tabakasıdır. Primer çeper düzensiz yapılı lignin-hemiselüloz karışımında tesadüfi olarak dağılmış fibril ağından meydana gelmektedir. Bu tabakanın selüloz miktarı % 12'nin altındadır. Orta lamel ve primer çeper çok ince tabakalar olup birbirinden ayrılmaları hemen hemen imkânsızdır. Bu nedenle bir takım bilim adamı bu iki tabakaya birleşik tabaka ismini vermişlerdir. Birleşik tabaka aşağı yukarı % 55 lignin, % 29 hemiselüloz ve % 16 oranında selüloz içerir (Hafizoğlu 1982; Kırıcı 2003).

Sekonder çeperin hücre çeperindeki miktarı % 90'dan fazla ve büyük oranda mikrofibrillerden meydana gelir. Sekonder çeperin tabakalarını mikrofibrillerin uzanış yönü birbirinden ayırır. Sekonder çeperin tabakaları arasındaki geçiş yavaş olmaktadır. Genellikle, İYA odunlarının sekonder çeperindeki lignin miktarı angiospermeae odunlarında % 24, YA odunlarında ise % 27'dir (Hafizoğlu 1982; Kırıcı 2003; Merev 2003). Sekonder çeper mikrofibrillerin uzanış şekilleri bakımından  $S_1$ ,  $S_2$  ve  $S_3$  olmak üzere üç değişik tabakaya ayrılmaktadır (Hafizoğlu 1982; Kırıcı 2003).

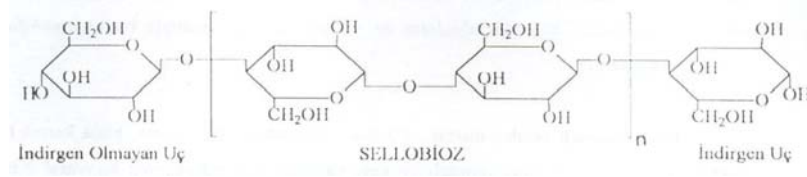
1. İnce Dış Tabaka ( $S_1$ ): Sekonder çeperin ilk ve ince tabakasıdır. Yapı bakımından karmaşıktır. Dış lamelleri primer çeperi, iç lamelleri ise  $S_2$ 'yi andırdığı için bu tabakaya geçiş tabakası denir (Hafizoğlu 1982; Kırıcı 2003).

2. Kalın Orta Tabaka ( $S_2$ ): Sekonder çeperin en kalın tabakası olup, bir lifin teknik açıdan kullanılmasında en önemli tabakadır. Çünkü; hücre çeperi içersinde selülozun miktar olarak çoğunluğu bu tabakada bulunmaktadır (Hafizoğlu 1982; Kırıcı 2003).

3. İnce İç Tabaka ( $S_3$ ): Hücre çeperin en ince tabakasıdır. İnce bir tabaka olmasına rağmen kimyasal yapısının diğer tabakalara göre biraz farklı oluşu nedeniyle asidik ve bazik çözeltilere karşı diğer tabakalara göre daha fazla sağlamlık gösterir (Hafizoğlu 1982; Kırıcı 2003).

### 1.6.1.1 Selüloz

Selüloz, D-glukoz yapı elemanlarından meydana gelen doğrusal yapılı bir polimerdir. Ayrıca, selüloz lifsel yapının iskeletini oluşturur. Selüloz, tekstil, kağıt, lif levha vb. endüstrilerin hammaddesini oluşturur. Pamuğun % 98'i , lif levha ve kağıt üretiminde kullanılan selüloz maddesi içeren bitkilerin ise % 40-60'ı selülozdan meydana gelir. İYA ve YA'ların hemen hemen % 50'sini oluşturur. (Wenzl 1970; Hafizoğlu 1982; Bostancı, 1987). Selüloz molekülünün yapı taşları olan glukoz anhidrit üniteleri birbirine 1-4-β glikozidik bağlarla bağlanmışlardır. Bu nedenle uygulanan asidik hidrolizi sonucu glukoz, yan ürünü olarak da sellobioz, sellotrioz vb. meydana gelmektedir. Selüloz, iki glukoz molekülünden bir mol su çıkması ve zincire eklenmiş her bir glukoz ünitesinin 180° dönerek oksijen köprüsü ile birbirine bağlanması sonucu oluşur (Hafizoğlu 1982; Bostancı 1987; Kırcı 2003). Selüloz molekülünün açık formülü Şekil 1.6'da verilmiştir (Hafizoğlu 1982).



Şekil 1.6 Selüloz molekülünün açık formülü (Hafizoğlu 1982).

Selüloz zincirindeki  $(C_6H_{10}O_5)_n$  anhidroglukoz birimi sayısının ortalama miktarına polimerizasyon derecesi (DP) denir. Tabii selüloz zincirinin DP' si 20.000'e kadar ulaşmakta ve bu nedenle tabii selülozun molekül ağırlığı da 1.500.000'i geçmektedir. Odun selülozundaki DP 2500 veya daha fazla olup, bu miktar uygulanan kimyasal işlemler sonucu azalmaktadır. DP miktarının 800'ün altında olması kâğıt üretimi için uygun değildir (Hafizoğlu 1982; Eroğlu 1988; Fengel ve Wegener 1989). Selülozun molekül yapısı yalnız selülozun kimyasal özelliklerini değil aynı zamanda mekaniksel ve fiziksel özellikleri ile lifsel yapısını da ortaya çıkarmaktadır. Selülozun elementer fibril oluşturma eğilimi de vardır. Elementer fibriller de aynı yönde uzanan 40 selüloz molekülünün zincirleri, birbirine kuvvetli hidrojen bağları ile bağlanmışlardır (Nikitin 1966; Eroğlu 1988).

Fibriler yapı içerisinde selüloz moleküllerinin birbirlerine paralel olacak şekilde sıralandığı kristalin alanlar ile selüloz moleküllerin düzensiz olarak sıralandığı amorf kısımlar bulunmaktadır. Kristal yapı göstermesinin yanında ayrıca polialkol yapıya sahip olan selüloz,



hidrofil bir nitelikte olduğu için higroskopik özellik taşımaktadır. Selüloz oda sıcaklığında havadan % 10-12, nemli havadan ise % 10-15 oranında su almaktadır. Fibriler yapı içerisinde düzensiz kısımlar düzenli kısımlara göre daha fazla su absorbe etmektedir. Düzenli bölgelerin oranı pamukta % 70 iken, odun selülozunda yaklaşık olarak % 65-70'dir (Eroğlu 1988; Kırıcı 2003).

Selüloz bazı kimyasal maddeler ile muamele edildiğinde; selülozun moleküller arası çekim bağlarında zayıflama meydana gelir. Bundan dolayı, selülozun molekül yapısında önce bir şişme görülür. Şişmiş selüloz sıcaklık ile çözünmeye daha fazla duyarlıdır. Şişme olayının oluşması için genelde sodyum hidroksit (NaOH) çözeltileri kullanılır. NaOH çözeltisinin konsantrasyonu ile şişme doğru orantılıdır. Yani, yoğunlaşma artıkça şişme de artmaktadır. Sıcaklık miktarına bağlı olarak maksimum şişme 25° C ve % 8.5-12 NaOH konsantrasyonunda meydana gelir (Bostancı 1987).

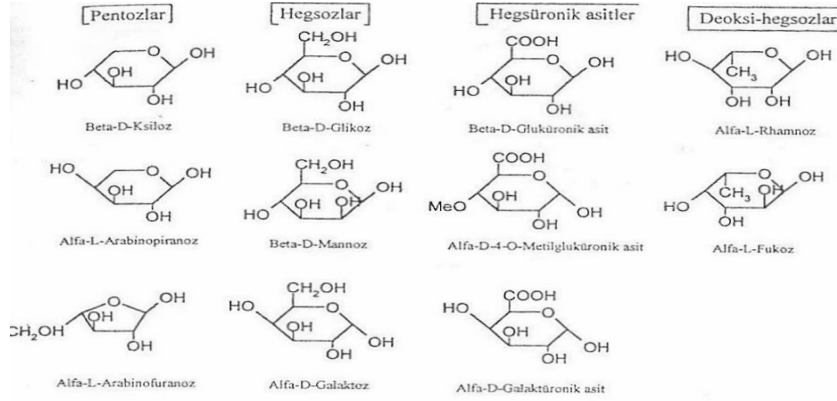
Selüloz molekülündeki hidroksil grupları farklı reaktiflerle muamele ile endüstriyel önemi olan türevlerine dönüştürülebilir. Selüloz bu nedenle bazı mineral ve organik asitlerle ester, bazı alkoller ve organik halojenürler ile eter, bazılar ile alkali selüloz ve selülozlar ve bazı yükseltgeyicilerle oksidasyon ürünleri verirler (Kırıcı 2003).

Odunun hücre çeperinde selüloz miktarı farklı bir şekilde dağılım gösterir. Primer çeperde selüloz % 12'nin altında, sekonder çeperde % 48-66 arasında bulunmasına rağmen orta lamel ve kabarcıklı (şişilli) tabakada selüloz bulunmamaktadır. YO'nun selüloz miktarı, İO'nun miktarından daha yüksektir. İYA'nın diri odunu öz odundan daha az selüloz içerir. YA'da öz ve diri odunları arasında selüloz miktarı bakımından fark bulunmamaktadır. Basınç odunu olağan oduna göre daha az selüloz, yapraklı ağaçlardaki çekme odunu ise daha fazla selüloz miktarına sahiptir (Hafizoğlu 1982).

### **1.6.1.2 Hemiselülozlar**

Odunun hücre çeperinin yapısında mevcut olan selülozun haricinde alkalilerde kolaylıkla çözünebilen karbonhidratlara genel olarak hemiselüloz ya da polyoz denilmektedir. Hemiselüloz molekül ağırlığı 4.000-15.000 arasında olan ve DP'si 25-200 arasında değişen bir hetero polisakkarittir. Hemiselüloz odunun hücre çeperindeki lignin maddesinin ayrılması

ile geriye kalan holoselülozun tahmini olarak 1/3'ünü oluşturmaktadır. Hemiselülozun asit ile hidrolizi sonucu 6 karbonlu şekerler olan glukoz, mannoz, galaktoz ve bunların üronik asitleri ile ksiloz ve arabinoz gibi 5 karbonlu şekerler meydana gelir (Fengel ve Wegener 1989; Gümüşkaya 2002; Kırıcı 2003). Hemiselüloz yapısını oluşturan başlıca şeker birimleri Şekil 1.7' de verilmiştir (Fengel ve Wegener 1989).



Şekil 1.7 Hemiselülozların yapısına katılan başlıca şeker birimleri (Fengel ve Wegener 1989).

İYA'nın odunlarındaki başlıca hemiselülozlar; galaktoglukomannan, arabinoglukuronoksilan, arabinogalakton'dır. YA odunlarındaki başlıca hemiselülozlar ise glukomannan ve glukuroksilan'dır (Sjösterm 1981).

Hemiselülozlar amorf bir yapıya sahiptirler. Hemiselülozlar hücre çeperi yapısında bulunan fibriller ve mikrofibriller arasındaki boşluklar arasına tutkal gibi yerleşerek yapıyı sağlamlaştırmaktadır. Hemiselülozların bir kısmı hücre yapısı içerisinde selüloza, bir kısmı da lignine sıkıca bağlanmış durumda bulunmaktadır. Bu nedenle, odun yapısı içerisinde tahminen suyu sevmeyen lignin ile suyu seven selülozun beraberliğini sağlamaktadır. Hemiselüloz ile selüloz arasında herhangi bir kimyasal bağ bulunmadığı ancak birbirlerine hidrojen ve Van der Waals bağlarıyla bağlandıkları bilinmektedir. Hemiselüloz moleküllerinin bir kısmı lignine kimyasal bağlarla bağlanmıştır (Kırıcı 2003; Hafizoğlu 1982). Hemiselüloz en fazla orta lamel içinde bulunmakta ve iç kısma doğru miktarı azalmaktadır. YA odunları, İYA odunlarına göre daha fazla hemiselüloz içerir (Bostancı 1987). Selüloz % 17.5'lik NaOH'de çözünmediği halde hemiselülozlar çözünmektedir (Hafizoğlu 1982).

### 1.6.1.3 Lignin

Odunun mekaniksel nitelikleri, büyük oranda düzensiz bir polimer olan lignin tarafından ortaya çıkarılmaktadır. Lignin, odunun ağırlığının % 20-30'unu oluşturup odun hücrelerinin birbirinden ayıran orta lamelde ve sekonder çeperde yer alır. Lignin, bulunduğu hücreleri birbirine yapıştırıp bağlayıcı bir vazife yaparak bitkinin bünyesine sağlamlık kazandırır (Hafizoğlu 1982; Eroğlu 1988).

Molekül yapısı nedeni ile fenilpropan ünitelerinden oluşan lignin molekülleri üç boyutlu eksende dallanmış ve karmaşık yapıya sahip bir polimer olarak bulunur. Molekül seviyesindeki kimyasal yapısı ve DP'si tam anlamıyla saptanamamıştır. İYA odunun lignininin 100 veya daha fazla fenilpropan ünitelerinden oluştuğu varsayılmaktadır (Kırcı 2003). Düzensiz ve aromatik yapıya sahip bir bileşik olan lignin; selüloz gibi kristal yapısı olmayıp yakıldığı zaman hoş bir aromatik koku çıkmaktadır (Eroğlu 1988). Ligninin elementer bileşimi % 63-64 karbon, % 5-6 hidrojen ve % 30-32 oksijen olup; karbon oranı selülozdan ( % 44,5) çok daha yüksektir (Eroğlu ve Usta 2000).

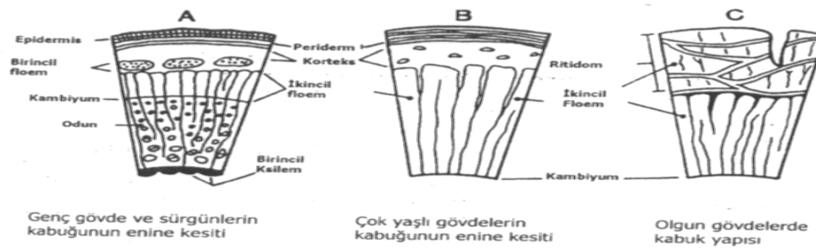
İYA ve YA odunlarının ligninleri yapı olarak birbirinden farklı olmaktadır. İYA odunu lignini kimyasal sınıflandırma da guayasil sınıfına dahidir. Bu cins; lignin molekülünün yaklaşık % 90'lık kısmını guayasil-propan, % 10'luk kısmı ise parahidroksifenilpropan ünitelerinden meydana gelmektedir. İğne yapraklı ağaçlarda lignin % 24-33 (Klason Lignini) oranında yer alır (Hafizoğlu 1982; Kırcı 2003). YA odunlarında bulunan lignin guayasil-siringil lignini olarak tanımlanır. YA ligninin molekül ağırlığı, İYA'nın molekül ağırlığından daha az olup guayasil propan üniteleri ile birlikte siringil- propan ünitelerini de içerir. Lignin oranı % 16-24 arasında değişir (Hafizoğlu 1982; Kırcı 2003).

Lignin kimyasal açıdan iki değişik reaksiyon oluşturur. Bunlardan ilkinin reaksiyon sonunda lignin molekülünün ağırlığında bir değişiklik olmaz. İkinci reaksiyonda ise ligninin molekül ağırlığı değişikliğe uğrar (Huş 1966). Ligninin kullanımı çok azdır. Sülfat fabrikaları ile çok sayıdaki sülfat fabrikalarında artık lignin yakılır ve elde edilen enerji siyah çözümlerin buharlaştırılarak konsantrasyonunun yükseltilmesinde kullanılır. Ligninden küçük moleküllü ürünlerden vanilin üretiminde, kükürt bileşiklerinin elde edilmesinde ve fenollerin hazırlanmasında faydalanılır. Ligninin polimerik olarak kullanımı da bulunmaktadır. (Hafizoğlu 1982; Huş 1969).

## 1.7 KABUĞUN GENEL YAPISI

Ağaçta bulunan kabuk, odun parçasını ve üreyen kambiyum dokusunu koruma görevi olan bir dış katmandır. Ayrıca, tabii açıdan ağaçların yaşamsal bir parçasını oluşturmaktadır (Kırcı 2003). Kabuk odundan daha heterojen olup, sertlik, strüktür, yoğunluk ve diğer nitelikleri açısından odun ile arasında büyük değişiklikler bulunmaktadır. Kabuk aşağı ağacın toplam ağırlığının yaklaşık % 10-15'ni oluşturmaktadır (Browning 1967). Çok ileriki yaşlardaki ağaçlarda kabuk, iç kabuk (floem) ve dış kabuk (rhytidome) olarak iki parçadan oluşmaktadır. Bu iki kabuktan iç kabuk; fizyolojik açıdan aktif assimilatları taşıyan ve besin maddeleri için bir depo organıdır. Sadece kimyasal ve mekanik tahribatlara karşı koruyucu bir tabaka olan dış kabuk ölü dokular içerdiğinden aktif değildir. İç kabuk açık renkte olup, ana bileşenleri; kalbur elementleri, floem paransimi, skleranşim ve öz ışını paransimleri'dir. İç kabuk, yapraklarda üretilen gıda maddesinin aşağı doğru iletimini temin etmektedir. İç kabuktaki kalbur elementleri ağaçta, sıvıların ve elementlerin taşınması görevini gerçekleştirir. Dış kabuk ise koyu renkli ve mantarlı olup, başlıca periderm ve mantar tabakalarından meydana gelir. Odun dokularını mekanik etkilere karşı koruma görevini yaparlar. Ayrıca, fellem ve dış tarafa doğru olan diğer tabakaları da içermektedir (Bollen 1969; Bozkurt ve Göker 1987; Bilgin 1995; Merev 1983). Kabuk yapısındaki değişim Şekil 1.8'de gösterilmiştir (Kırcı 2003).

Kabuğun iç kabuk ve dış kabuk dokuları başlangıç olarak primer ve sekonder gelişim aşamasında oluşur. Primer dokular gövdenin uç kısmında üretken gelişim evresindeki hücrelerin uc uça farklılaşmasından meydana gelir. Bu nedenle, kabukta; korteks, epidermis ve primer floem dokularını içeren primer tabaka ve daha sonra önemli iki meristemden oluşan vasküler kambiyum ve kabuk kambiyumunun oluşturduğu sekonder tabaka meydana gelir (Bollen 1969; Uslu 1994).



Şekil 1.8 Farklı yaşlara sahip ağaçlarda kabuk yapısındaki değişim (Kırcı 2003).

### 1.7.1 Kabuğun Kimyasal Yapısı

Kabuk ve odun kimyasal bileşenler bakımından birbirine benzerlik göstermektedir. Kimyasal yapısı genelde oduna kıyasla karmaşıktır. Kimyasal maddelerin oranları açısından kabuk ve odun arasında önemli farklar bulunmaktadır. Oduna göre farklı şişme kapasitesine sahip olan kabuk, daha anizotropik ve daha düşük ısı iletim katsayısına sahiptir. Bütün mekanik özellikler kabukta düşük oranda bulunmaktadır (Sjösterm 1981; Fengel ve Wegener 1989).

Kabuktaki polisakkaritlerin miktarı odundan daha düşüktür ve mineral madde miktarları ise odundan daha yüksektir. Polifenol ve suberin gibi ekstraktifleri fazla miktarda içermesi kendine ait bir özelliği olup, polifenol ve suberin odunun yapısında bulunmaktadır (Pearl 1976; Sjösterm 1981).

Dış kabuk ve iç kabuk arasındaki anatomik farklar kimyasal bileşime de etki etmektedir. İç kabuktan dış kabuğa doğru gidildikçe lignin ve polifenolik madde miktarları artmakta, ekstraktif ve polisakkarit madde miktarları azalmaktadır (Sjösterm 1981). Kestane Meşesinin kimyasal analiziyle ilgili bilgiler Tablo 1.3’de verilmiştir (Fengel ve Wegener 1989). Kabuğun kimyasal yapısında ekstrakte edilemeyen bileşenler olan polisakkaritler (selüloz, hemiselüloz ve pektinli maddeler), fenolik polimerler (lignin ve yüksek molekül ağırlıklı tanenler) ve çapraz bağlı poliesterler (suberin ve kutin) bulunur (Sakai 2001).

Tablo 1.3 *Quercus prinus* (Kestane Meşesi)’un iç ve dış kabuğunun kimyasal bileşimi (Fengel ve Wegener 1989).

Bileşenler	İç Kabuk (%)	Dış kabuk (%)
Ekstraktifler*	31.4	23.0
Polifenolik asitler	21.6	32.8
Lignin	18.2	28.9
Selüloz	43.2	24.9
Polyozlar (Hemiselüloz)	16.9	13.1

\* Fırın kurusu ağırlığa oranla

Çeşitli ağaç türlerinin kabukları üzerine uygulanan çalışmalarda, farklı ekstraksiyon basamaklarından dolayı verilerin karşılaştırılmaları sınırlanmaktadır. Örneğin, *Pinus taeda*’nın kabukları üzerine yapılan çalışmaların sonunda toplam ekstraktif madde miktarının % 27.5 olduğu belirlenmiştir. Bu miktarın belirlenmesinde sırasıyla petrol eteri, benzen, etanol, soğuk

ve sıcak su ekstraksiyon işlemleri uygulanmıştır (Fengel ve Wegener 1989). Bazı ağaç türlerinin kabuklarının kimyasal bileşimi Tablo 1.4’de verilmiştir (Sakai 2001).

Tablo 1.4 Bazı ağaç türleri kabuklarının kimyasal bileşimi (%) (Sakai 2001).

Ağaç türü	Bileşenler (% Kuru materyal)						
	Kül	Ekstraktif	Lignin	Holoselüloz	Selüloz	Pentozan	%1’lik NaOH
<i>Pinus pinaster</i>	0.5	19.1	-	28.7	-	-	22.7
<i>Pinus slyvestris</i>	-	12.6	25.7	-	-	-	59.3
<i>Salix rorid</i>	-	11.1*	7.4	-	-	-	54.2**
<i>Salix rkinyanagi</i>	-	10.4*	7.9	-	-	-	53.5***

\* 12 yaşındaki ağaçlar

\*\* Alkol- benzen ekstraktı

\*\*\* Alkol-benzen ile ekstraksiyon işleminden sonra

### 1.7.1.1 Selüloz

Kabuk selülozu, iç kabuğun en önemli bileşenidir. Odunda olduğu gibi kabuğun hidrolizi sonucu ortaya çıkan asıl şeker glukozdur. Şeker ünitesi iç kabuğa nazaran dış kabukta daha az bulunur. Selüloz iç kabukta % 25–30 oranında da, dış kabukta da % 30–35 oranında bulunur. Kabuk selülozunun kristal yapısı odundaki selülozla aynı olmasına rağmen, kristallik derecesi odundan daha düşüktür. Kabuktaki selüloz miktarı kuru kabuk ağırlığının % 30’u kadardır (Browning 1967; Sjösterm 1981; Fengel ve Grosser 1975). Kabuk selülozunun sayısal ortalama DP’si 125 ile 700 arasında, ağırlık ortalama DP’si 4000–6900 arasında değişir. Kabuk selülozu ( $P_n$ ) odun selülozu’na ( $P_w$ ) göre karmaşık bir yapıya sahiptir. Odun selülozu dallanmış bir yapı göstermediği halde kabuk selülozu dallanmış bir yapı gösterir (Fengel ve Grosser 1975). Farklı ağaçların kabuklarındaki selülozun polimerizasyon derecesi ve yüzdesi Tablo1.5’de verilmiştir (Fengel ve Wegener 1989).

Tablo 1.5 Farklı ağaç kabuklarındaki selülozun polimerizasyon derecesi ve yüzdesi (Fengel ve Wegener 1989).

Ağaç Türleri	Yüzde(%)	P <sub>n</sub>	P <sub>w</sub>
<i>Abies amabilis</i>	38.1	216	4000
<i>Ginko biloba</i>	37.6	500	6200
<i>Picea engelmanni</i>	30.9	412	5300
<i>Picea concorta</i>	30.4	702	6900
<i>Betula papyrifera</i>	28.4	125	4300

### 1.7.1.2 Hemiselülozlar

Kabuk hemiselülozları, odun hemiselülozlarında olduğu gibi aynı tip şeker birimlerinden oluşmaktadır. Fakat bu şekerlerin bağlanma şekli ve mol oranları arasında farklılık göstermektedir. İYA kabuklarında asıl hemiselüloz galaktoglukomannan'dır. YA da ise acetyl-4-o-metilglukoronoksilan'dır. Kabuk hidrolizatlarında mevcut olan şekerlerin yüzdeleri bazı durumları hariç % 10'u geçmemektedir. Kallos (callose), özellikle floemde perforasyon tablolarının tıkanmasında rol oynayan bir polisaktrittir. Kallos, kalbur elementlerin bitiştiği kenarları 1-3-β-D-glukan bağları ile çevirir. Mantar hücrelerinin zarlarında callose de bulunmaktadır. *Pinus slyvestris* kabuklarından % 2.5 oranında kallos izole edilmiştir.

Kabuktaki hemiselülozların yapı taşları incelendiğinde, oduna göre daha çok miktarda arabinoz ve galaktoz şekerleri bulunmakta, buna rağmen daha az mannoz ve ksiloz şekerleri bulunmaktadır (Fengel ve Wegener 1989; Browning 1967). YA'dan olan *Quercus robur*'un kabuğundaki karbonhidrat bileşimi Tablo 1.6'da gösterilmiştir (Sjöstrom 1981).

### 1.7.1.3 Lignin

Kabuğun başlıca hücre çeperleri bileşenleri arasında lignin yer alır. Kabukların lignin miktarı alkali ile ekstraksiyon işleminden sonra tayin edilebilir. Kabuğun bu hücre çeperi bileşenini fenolik asitlerden ayırmak zordur. Bu nedenle kabuk lignini hakkında kesin bilgiler tespit edilememiştir. İç kabuk lignini, odun ligninine benzemektedir. Buna rağmen, dış kabuğun anatomik yapısı nedeniyle lignin, odun lignininden farklı olmaktadır. Mesela, kabuk lignini odun ligninine göre daha fazla karboksil grubu, daha az metoksil grubu içermektedir. *Pseudotsuga*'nın kabuğunda % 5.3 oranında karboksil grubu, % 4.3 metoksil grubu, buna

rağmen odunun ise % 1.0 oranında karboksil grubu, % 15.5 oranında metoksil grubu bulunmaktadır. İYA'nın kabukları daha yüksek p-hidroksifenil üniteleri içermektedir. İYA'nın ekstraktları lignin metabolizmasından türeyen bileşikler içerir (Sjösterm 1981; Fengel ve Wegener 1989).

Tablo 1.6 *Quercus robur* (Saplı Meşe) kabuğunun karbonhidrat bileşimi (Sjösterm 1981).

Bileşenler	Yüzde (%)
Selüloz	25.4
Glukomannan	0.9
Acetyl-4-O-metil glukuronoksilan	20.1
Pektin (Galakturonik asit)	3.8
Nişasta	0.6
Bağlı glukoz	6.2

Kabuk lignini odun lignininde olduğu gibi aynı degradasyon ürünlerine sahiptir. Ama bu ürünlerin oranları farklıdır. Özellikle kabuk ligninindeki guayasil birimlerinde siringil odundaki ile karşılaştırıldığında yapraklı ağaçlardakinden daha düşüktür. Sklereid ve liflerin hücre çeperleri ligninleştiği gibi dış kabuki (ritidom) ve periderm hücreleri de lignin reaksiyonu vermektedir. Kabuk lignini üzerinde yapılan çalışmalar, ekstraktiflerinden arınmış olan sklereid hücreleri üzerinde yapılmaktadır (Fengel ve Wegener 1989).

#### 1.7.1.4 Suberin

Suberin dış kabuğun çözünmeyen bileşenidir. Ayrıca, bir lipidik biyopolimer olan suberin; kabuk dokularını termal ve hidrik korumada fizyolojik olarak önemli bir rol oynamaktadır. Dış kabuğun mantarimsı hücreleri yüksek miktarda suberin içermektedir. Mesela, İsveç Huşu % 43.3, Pao Santo ise % 46 oranında suberin içerir. Suberin, hücre çeperi içersinde kanallar oluşturan fenolik maddeler ve çözünebilen vakslar ile birlikte bulunur. Suberinin mantarimsı hücre yapısından tanen izole etmek tamamen mümkün değildir. Ancak alkali muamelesi ile sabunlaştırılır. Bileşenler ekstrakte edilir ve kromatografik metodlar ile ayrılır (Sjösterm 1981; Fengel ve Wegener 1989; Sakai 2001).

Suberinin sabunlaşma karışımında önemli miktarda (%25–35) fenolik bileşikler bulunmaktadır. Bunlar arasında yüksek moleküllü fenolik asitlerden başka % 5-6 oranında



ferulik ve sinapik asitlerde bulunmaktadır (Sjösterm 1981). Mantar meşesi üzerinde yapılan bir araştırma da suberin maddesinin toplam olarak % 38.6 oranında bulunduğu ve bu maddenin büyük bir kısmının iç ve dış kabukta yerleştiğini, ayrıca, % 5 civarındaki kısmın S<sub>2</sub> tabakasının orta lamele yakın kısımlarında, fenolik maddelerin % 7'lik bir kısmının, tanenlerin ve vaksların bu maddeleri esterleşmiş şekilde içermiş olduğunu göstermiştir. Ayrıca, mantar meşesi üzerinde yapılan çalışmada suberin maddesinin fırın kurusu ağırlığının %39,4 ile % 41.1'i arasında olduğunu göstermiştir (Pereira 1988).

#### **1.7.1.5 İnorganik Bileşikler**

Kabuk, kuru ağırlığının % 2-5'i oranında inorganik madde içerir ve genellikle mineral bakımdan oduna göre daha zengindir. Elementlerin miktarı ve dağılımı da yine odundan farklıdır. Mineral bileşenler reçine kanalları ve öz ışınlarında yoğunlaşmış olarak, bütün hücre çeperine yayılmışlardır (Fengel ve Wegener 1989; Sjösterm 1981).

Kabukta ayrıca metaller, fosfatlar ve oksalatlar dahil olmak üzere çeşitli tuzlar bulunur. Bunların çoğu, kabuk maddesinin karboksilli asitler gruplarına bağlıdır. Kabuk, odundan daha asidiktir. Çünkü kabukta daha fazla asidik bileşen vardır. Ağacın, dış kabuğu iç kabuktan daha asidik olduğu tespit edilmiştir. Ağaç yaşlandıkça pH değerinde hafif bir düşme olmaktadır (Fengel ve Wegener 1989).

Nijerya'da yetişen bazı yapraklı ağaçlarda yapılan bir kimyasal inceleme sonucu elde edilen küllerde; 5 metalik iyonun (Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>,Ca<sup>+</sup>,Mg<sup>+</sup>,Fe<sup>+</sup>) bulunduğu, bu iyonlardan kalsiyum iyonunun en yüksek miktarda olduğu, diğer iyonların ise aynı miktarda bulunduğu gözlenmiştir (Ahonkhai ve Mwokoro 1987, Kuduban'dan 1996).

Neticede ağaç malzemenin yoğunluğu, sertliği, dayanıklılığı ile kül miktarı arasında ilişki bulunduğu varsayılmaktadır. Yoğunluk, sertlik, dayanıklılık ile kalsiyum miktarı arasındaki ilişki önemli olmakla birlikte, yüksek miktarda kalsiyum bulunan ağaçların yoğunluk, sertlik ve dayanıklılık yüksek olduğu görülmüştür (Berkel 1970).

## 1.8 ODUNDA VE KABUKTA BULUNAN EKSTRAKTİF MADDELER

Odunun ve kabuğun hücre çeperinin temel bileşenleri, düşük miktarda hem küçük hem de büyük moleküler yapıda bulunan, bazı çözücülerde kolaylıkla çözünebilen bileşikler de bulundurmaktadır. Bu bileşenler, orta lamel veya hücre çeperinin asıl yapısal kısmı olarak görülmeyen harici maddelerdir ve bu maddeler ekstraktifler olarak tanımlanmaktadır. Ekstraktifler, odunun dayanıklılığına, rengine, geçirgenliğine, dış hava koşullarına dayanım ile odunun fiziksel ve mekaniksel özellikleri üzerine dikkate değer ölçüde etkisi bulunmaktadır (Browning 1967; Hafızoğlu 1983; Parham 1983; Kındır 2002).

Ekstraktif maddeler, hücre çeperi bileşenlerine nazaran çok daha düşük molekül ağırlığına ve daha düşük miktara sahiptirler. Ama düşük miktarda bulunmalarına rağmen, lipidler, terpenoidler, fenoller, tropolonlar, glikozitler, küçük molekülü karbonhidratlar, pektinler, nişasta ve protein bileşenleri gibi çok farklı sayıda bileşikler kapsarlar (Kındır 2002).

Ekstraktif maddelerin miktarı ve bileşimi odun türlerine göre farklılık gösterir. Birbirine benzerlik gösteren türlerde çoğunlukla ekstraktifler de benzerdir. Bu açıdan ekstraktifler ağacın familyası ile yakından ilişkilidir. Aynı tür içinde, toprak yapısı, yetişme yeri ve mevsime bağlı olarak değişiklikler görülür. Bu sebeple odunun karakterize edilmesinde, hücre çeperinin bileşenlerinin miktarları yerine, ekstraktiflerin miktarları ve yapılarının göz önüne alınması daha kesin ve sağlıklı sonuçlar verir. Örneğin; genelde çoğu odun türlerinde ekstraktif madde miktarı odun ağırlığının yüzde birkaçı olmakla birlikte belirli bazı odunlarda odun ağırlığının % 20-40'na kadar çıkabilmektedir. Kabuktaki ekstraktiflerin miktarı ise çoğunlukla odundakinden daha fazladır. Ayrıca, İYA'nın dal odunu gövde odunundan daha fazla ekstraktif madde miktarı içerir. Aynı şekilde kök ve dip kök odunu da gövde odunundan daha fazla miktarda ekstraktif madde miktarı içermektedir. Bazı ağaç türlerinde kuzey yönde yetişenler, güney yönde yetişenlere göre daha fazla ekstraktif madde (reçine) miktarı içermektedir. Kısacası, ekstraktif maddelerin detaylı ayrıştırılması ve kesin olarak saptanması, taksonomi ilminde oldukça değerlidir (Kındır 2002; Hafızoğlu 1983; Browning 1967). Bir ağacın odunu boyunca da ekstraktiflerin dağılımında büyük ölçüde bir çeşitlilik bulunmaktadır. Odunun yapısında bulunan ekstraktif maddelerin miktarını ortaya çıkaran asıl ölçü; alkol-benzen karışımında çözülmüş madde miktarıdır. Şekerler ve diğer öz suyunda çözünen bileşenler ve köklerde bulunan nişasta, yağ gibi depo maddeleri diri odunda bulunur.

Fenolik maddeler ise öz odunda depolanmıştır. Odunun yapısı içinde ekstraktif maddeler bakımından çeşitlilik söz konusudur. Yağlar, paranzim hücrelerinin, özellikle öz ışını paranzim hücrelerinde bulunur. Buna rağmen reçine asitleri, epitel hücrelerinde gizlidir ve reçine kanallarını doldurma eğilimindedirler. Bazı durumlarda reçine asitleri, bazı sert odunların gözeneklerinde depolanmış şekilde de bulunmaktadır. Öz suyunda çözünebilir bileşenler ağacın diri odununda bulunur ve odunun kapılar boşluklarında depolanır. Odun kurutulduğunda ise yüzeye çıkarlar (Fengel ve Wegener 1989; Sjösterm 1993; Kındır 2002).

Ekstraktifler, çoğu kez odunun kullanımı ile ilişkili önemli görev üstlenirler ve odunun fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilerler. Örnek olarak, renkli ve uçucu bileşenler, odunun estetik değerini sağlarlar. Bazı fenolik bileşikler, böcek ve mantar saldırılarına karşı ağacı koruyarak odunun dayanıklılığını artırır. Ekstraktifler, odunun kullanımı üzerine olumsuz etkide de bulunabilir. Örnek olarak, alkaloidler ve bazı diğer fizyolojik olarak aktif bileşenler, sağlık sorunları oluşturabilirler. Reçine gibi ekstraktif maddeler ise kağıt fabrikalarının bazı birimlerinde özellikle elekler üzerinde birikerek bir tabaka meydana getirirler ve bu durum, hem eleme işleminin zorlaşması hem de son ürün reçine miktarının belirli miktarda tutulmasını güçleştirir. Bu sebeple istenmeyen bir durumdur (Hafizoğlu 1982).

Ekstraktif bileşenlerin ekstrakte işlemi; belli bir düzende yalnız başına kullanılan çözücüler ile ya da nötral çözücü karışımlar ile yapılan ekstraksiyon tarafından gerçekleştirilir. Bu amaçla en yaygın olarak kullanılan apolar çözücüler; benzen, petroleteri, dietileter, hegzan, siklohegzan, diklor, metan ve karbon tetraklorürdür. Polar çözücüler ise aseton, metanol, etanol ve kloroform'dur. Bunların dışında polar çözücü olarak su da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çözücüler tek başlarına kullanılabilirler gibi, ekstraksiyon işleminin amacına yönelik olarak karışım halinde de kullanılırlar. Ama proteinler, inorganik maddeler ve organik asit tuzları gibi bazı tali bileşenler de bulunur ki, ekstraktif maddeleri ayrıştırabilen bu çözücülerde kısmi olarak çözünebilirler veya hiç çözünmezler. Ekstraktiflerin çok farklı bileşimlere sahip olmaları sebebi ile tüm odun ve kabuk türlerine aynen uygulanabilen tek bir ekstraksiyon metodu yoktur. Ekstraktif bileşenlerin değişik çözünürlüklere dayanan birçok ekstraksiyon yöntemi bulunur. Tablo 1.7'de polar ve apolar organik çözücülerde çözünebilir ekstraktif maddelerin içerdikleri bileşik sınıfları gösterilmektedir (Tümen 2005).

Tablo 1.7 Farklı çözücülerde çözünebilen ekstraktif maddelerin içerdikleri genel bileşik sınıfları (Tümen 2005).

Çözücü Tipi	Çözünen Bileşik Sınıfları
Apolar Organik Çözücüler	Yağlar, Vakslar, Reçineler, Serbest yağ ve reçine asitleri, Steroller, Terpen ve terpenoidler, Yağ alkoleri, Hidrokarbonlar
Polar Organik Çözücüler	Tanenler, Boyar maddeler, Flavonoidler, Stilbenler, Diğer fenolik maddeler, Karbonhidratlar, Suda çözünebilen polisakkaritler, Alkoidler, İnorganik tuzlar, Boyar maddeler, Tanenler, Bazı basit fenolik bileşikler

Odun ve kabukta bulunan ekstraktif maddeler, lipofilik ve hidrofilik ekstraktifler olarak iki genel sınıfa ayrılırlar. Lipofilik ekstraktif maddeler, apolar nötral çözücülerde çözünebilen bileşik sınıflarını, hidrofilik ekstraktif maddeler ise, polar nötral çözücülerde çözünebilen bileşik sınıflarını içermektedir (Kındır 2002).

### 1.8.1 Lipofilik Bileşenler

Lipofilik ekstraktif maddeler, odunun (YA odunu) petrol eter ekstraktı, asıl olarak gliserin, yağ alkoleri, steroller, ve terpen alkollerini ile yağ asitlerinin oluşturduğu esterlerden meydana gelen lipidleri kapsamaktadır. Ayrıca, ekstraktta az miktarda farklı tiplerde hidrokarbonlar ile yağ alkoleri, steroller ve terpen alkollerinin serbest formları da mevcuttur. Odunun lipofilik bileşenleri, genellikle öz ışınların paranzim hücrelerinde yer almaktadır. Odunun lipofilik bileşenleri Tablo 1.8'de gösterilmiştir (Hafizoğlu 1983).

Lipofilik ekstrakt içerisinde bulunan yağlar ve vakslar, alkali sabunlaştırma işlemi sonucunda yağ asitlerinin metal tuzları halinde, suda çözünür duruma gelir. Lipofilik ekstraktiflerin daha nötral olan bileşenleri ise, alkali sabunlaştırılmasından etkilenmezler ve değişime uğramazlar. Bu niteliklerden yararlanılarak lipofilik ekstraktiflerin içerdiği bileşenler, sabunlaşanlar ve sabunlaşmayanlar olmak üzere ayrıştırılabilirler (Kındır 2002).

### 1.8.1.1 Yağlar, Vaks (Mum)'lar ve Bileşenleri

Yağlar, yüksek molekül ağırlıklı karboksilli asitlerin gliserol ile meydana getirdiği esterler olarak ifade edilir. Vakslar (mum) ise, yağ asitlerinin yağ alkolleri, steroller veya terpen alkollerle esterleşmesi durumunda meydana gelirler (Fengel ve Wegener 1989; Hafizoğlu 1983).

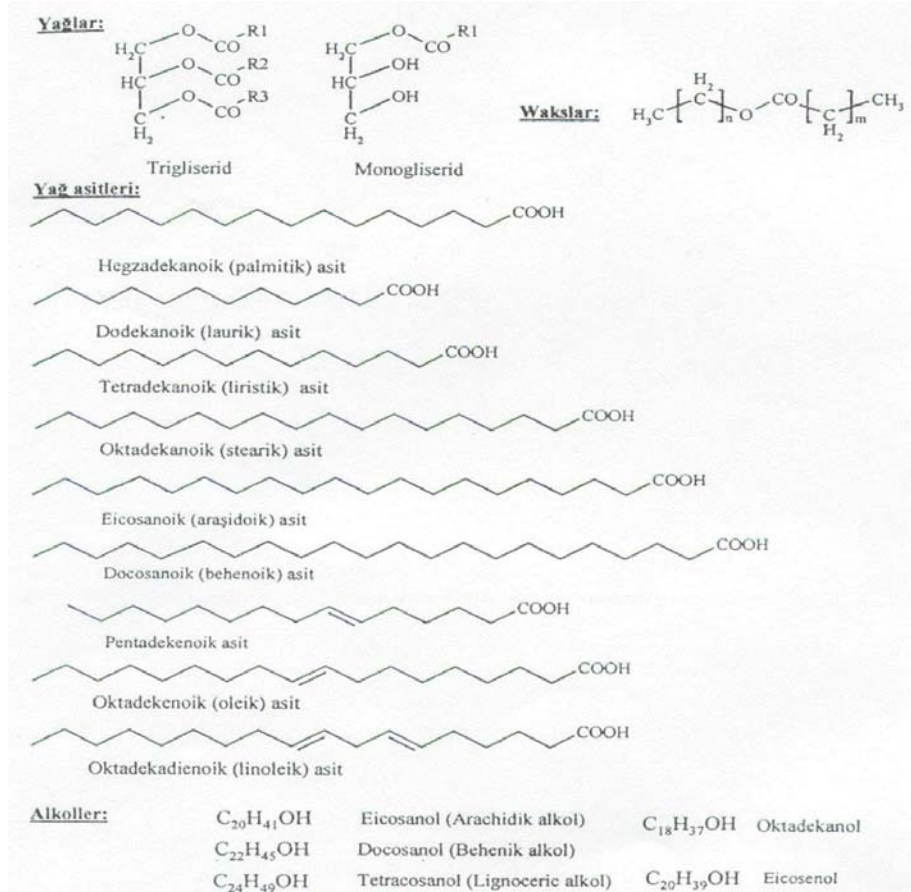
Yağlar ve vakslar, odundan, dietileter, petrol eteri, hegzan gibi apolar organik çözücüler ile ekstrakte edilebilirler. Elde edilen ekstraktın bileşiminde, yağlar ve vaksların dışında, serbest yağ asitleri, yağ alkolleri ve steroller gibi sabunlaşmayan bileşik sınıfları da mevcuttur. Bu bileşiklerin içersinde yer alan yağ asitleri yapraklı ağaçların ve İYA'nın paransim hücrelerindeki lipofilik maddelerin önemli bir kısmını oluşturur. Odunda bulunan yağ asitleri uzun zincirli, alifatik, monokarboksilli asitlerdir. Zincir uzunluğu 10 C atomu ile 26 C atomu arasında değişir. Asitler genellikle düz zincirlidir. Odunda yer alan yağ asitlerinin çoğu bağlı durumda olup, bu asitlerin gliserol ile esterleşme durumu çoğunluktadır. Oluşan gliseritler arasında ise trigliseritler, mono-, ve di-gliseritlere oranla odunda daha fazla bulunur. Serbest yağ asitleri yüzdesi öz odunda diri odundan çok daha fazladır. Odunda bulunan asitler çok çeşitli olduğundan bunların çok sayıda farklı gliseritler oluşturmaları mümkündür (Fengel ve Wegener 1989; Hafizoğlu 1983).

Tablo 1.8 Odunun lipofilik bileşenleri (Hafizoğlu 1983).

Bileşenler	Kapalı Formülleri	Molekül Sayısı
n-Alkanlar	$CH_3(CH_2)_nCH_3$	n: 8–30
Yağ alkolleri	$CH_3(CH_2)_nCH_2OH$	n: 16–22
Yağ asitleri	$CH_3(CH_2)_nCOOH$	n: 8-28
Yağlar (Yağ asitlerinin gliserin esterleri-Gliserit)	$CH_2-OR \quad CH-OR' \quad CH_2-OR''$	R,R',R'': Yağ asitlerinin ester ucu veya H olabilir.
Vakslar (Yağ asitlerinin diğer alkollerle esterleri)	$R-O-(CH_2)_nCH_3 \quad R-O-Sterol$ $R-O-Terpen \text{ alkol}$	R: Yağ asidi ester ucu n: 16–22

Yağ alkolleri odunda az miktarda bulunur. Yağ alkollerinin zincir uzunluğu 18 C ile 24 C atomu arasında değişir. Çift sayıda karbon atomu taşıyan alkollerin miktarı tek sayıda karbon

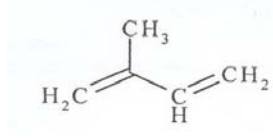
taşıyanlardan çok daha fazladır. En yaygın yağ alkolleri olarak arakinil alkol (C<sub>20</sub>), behenil alkol (C<sub>22</sub>), ve lignoseril alkol (C<sub>24</sub>) bilinmektedir. Serbest veya esterleşmiş durumda odun da yağ alkolleri bulunmaktadır (Hafizoğlu 1983). Odundan izole edilebilen yağlar, vakslar, yağ asitleri ve yağ alkollerinin yapıları aşağıda Şekil 1.9'da gösterilmektedir (Fengel ve Wegener 1989).



Şekil 1.9 Odundan izole edilen yağlar, vakslar ve bileşenleri (Fengel ve Wegener 1989).

### 1.8.1.2 Terpenler ve Terpenoidler

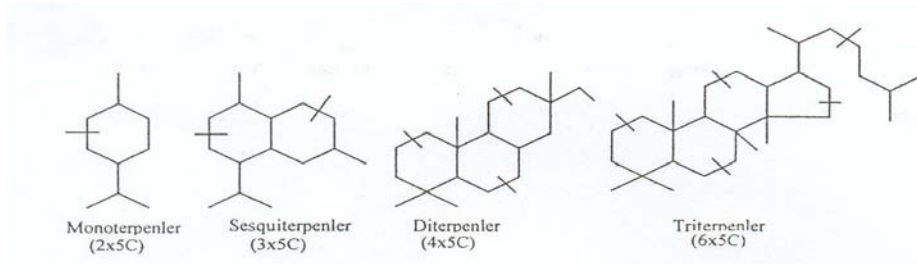
Bu bileşiklerin genel özelliği karbon iskeletlerinin izo-C<sub>5</sub> birimlerine bölünebilmesidir. Bu birim izopren veya izopentan birimi olarak tanımlanmaktadır. Terpen terimi geniş anlamda günümüzde hem hidrokarbonları hem de diğer grup bileşenleri kapsamaktadır. Terpen terimi dar anlamda ise iki izo-C<sub>5</sub> taşıyan bileşiklere verilen isimdir. Şekil 1.10'da izopren biriminin yapısı gösterilmektedir (Hafizoğlu 1982).



Şekil 1.10 İzoprenin molekül yapısı (Hafizoğlu 1982).

Terpen ve türevleri, bitkiler ve hayvanlar aleminde yaygın olarak bulunan, geniş bir bileşik sınıfıdır. 4000'den fazla terpen izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Bazı çiçek ve baharatların hoş kokulu maddeleri bu bileşikler içerir. Ayrıca, oleoresin ve diğer bitki salgıları da terpenleri içerir (Fengel ve Wegener 1989).

Terpenler, kendisini meydana getiren, birbirine bağlı izopren birimlerinin sayısına göre çeşitli sınıflara ayrılırlar. Buna göre; monoterpenler 2 izopren birimi, seskiterpenler 3 izopren birimi, diterpenler 4 izopren birimi, sesterpenler 5 izopren birimi, triterpenler ise 6 izopren birimi içerirler. İzopren birimi izopren kuralına göre birbirine bağlanır. Bu kurala göre; bir izopren biriminin kuyruk kısmı, bir diğerinin baş kısmına bağlıdır. Bu kural, 5 izopren birime kadar ve 5 izopren birimi içeren terpenler için kesinlikle geçerlidir. Bununla birlikte, birçok terpenin yapısı, iki seskiterpenin birbirine kuyruk-kuyruk biçiminde bağlanması sonucu meydana gelmiş bir formülle ile açıklanmaktadır. Bazı terpenlerin asıl yapıları, Şekil 1.11'de gösterilmiştir (Tümen 2005). Yapısında yalnızca hidrokarbonlar bulunduran terpenlere, terpen veya terpen hidrokarbonlar olarak tanımlanmaktadır. Yapısında oksijen bulunduran terpenlere ise terpeneoidler denilmektedir (Tümen 2005).



Şekil 1.11 Çeşitli terpenlerin temel yapıları (Tümen 2005).

Terpenler, saf hidrokarbonlardır. Hâlbuki terpenoidler hidroksil (-OH), karbonil (C=O) ve karboksil (-COOH) gibi işlevsel kümeler taşırlar. Bir çok terpenoid (izoprenoid), çift bağlara su katılması ve / veya oksidasyon (özellikle metil gruplarının oksidasyonu ile) oluştuğu düşünülen asitler, ketonlar ya da alkollerdir. Bunlar, terpen alkoller, keto kamforu ve reçine

asitlerini içerirler. Ayrıca, tropolonlar ve sterollerini içeren bazı doğal ürünlerin de izopren ilkesine uymalarına rağmen terpenlerle yakından ilgili oldukları görülür (Kındır 2002).

Genelde terpenler ve türevlerinin çoğu, moleküller içi bağlar oluşturarak bir veya daha fazla miktarda halka meydana getirirler. Halka oluşumu, çift bağların değişimi ve/ veya yer değiştirmesi ile sonuçlanır. Kısaca, terpenler, hem halkasız hem de halkalı bileşikler içerir. Her bir izopren biriminin açık ilavesi, bir çift bağın kaybolması içerir. Her halka kapanması ise, ek olarak bir çift bağın daha kaybolması ile neticelenir. İzomerizasyon sebebiyle çift bağların yerleri de farklı olmaktadır (Kındır 2002).

Terpenler doğada, hem serbest halde hem de bağlı durumda bulunabilirler. Çok fazla fonksiyonel içermeyen terpenler serbest halde bulunurken, çok miktarda oksijenli terpenler glikozitler halinde bulunurlar (Fengel ve Wegener 1989).

### **Hemiterpenler**

Hemiterpenler, kimyasal olarak izopren yapısına sahiptirler. Doğada izole edilmiş olan birkaç tane hemiterpen bulunmaktadır. İzopren, kauçuk, terebentin ve diğer terpenlerin bir piroliz ürünü olduğu gibi aynı zamanda izopentanin da bir dehidrojenasyon ürünüdür. Suni kauçuk üretiminde izoprenin gittikçe artan bir şekilde kullanılmaya başlanması üzerine petrolden izopren eldesi için çeşitli yöntem ve oluşumlar geliştirilmiştir (Hafızoğlu 1982).

### **Monoterpenler**

Monoterpenler, hayvanlar ve bitkiler dünyasında çok geniş bir yayılış göstermektedir. Gelişmiş bitkilerde var olan monoterpenlerin çoğu optikçe etkindir. Bazen ise kısmen veya tamamıyla rasemik bileşim halinde bulunurlar. Kapalı formülleri  $C_{10}H_{16}$  şeklindedir. Bazı monoterpenler, tropikal ağaçların oleoresin bileşenleridir. Monoterpenler asiklik, monosiklik ve bisiklik bileşenler olarak sınıflandırılabilir (Fengel ve Wegener 1989; Hafızoğlu 1982).

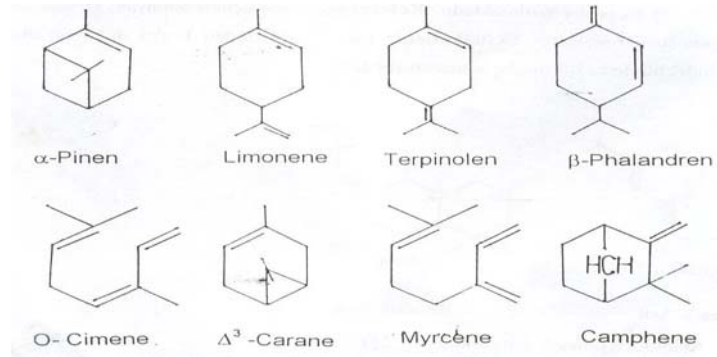
**1. Asiklik Monoterpenler:** Açık zincirli bileşenlerdir. Bu grubun en önemli bileşenleri Citral a (Geranial) ve Citral b (Neral)'dir. Bu monoterpenler, bazı uçucu yağlar da % 80 oranında



yer alır. Geranial ve neral çoğunlukla bir arada bulunup, ürünün çoğunlukla % 90'nı geranial ve % 10'nu neral meydana getirmektedir (Noller 1965).

**2. Monosiklik Monoterpenler:** Tek halkalı yapıya sahip bileşiklerdir. Monoterpenlerin çoğu bu gruba girmektedir. Bu bileşik; limon, portakal, bergamot (ağaç çileği) ve çok sayıda uçucu yağın ana bileşenleridir. Çam terebentinlerin çoğunda bulunmaktadır. Bir asimetric karbon atomu bulundurması sebebi ile de hem (+) hem de (-) biçimleri vardır. Bu iki biçimi birlikte bulunduran bileşimler dipenten olarak tanımlanmaktadır. Monosiklik terpenler'in tamamı 1-metil-4-izopropil sikloheksan (p-menthone)'ın türevleridir Bu grubun en önemli monosiklik terpeni limonen olup, diğer bazı monosiklik monoterpenler ise  $\alpha$ -pinen, terpinolen,  $\gamma$ -terpinen,  $\alpha$ -phellandren ve  $\beta$ -phellandrendir. Monosiklik grubu oksijenli bileşikleri de içermektedir.

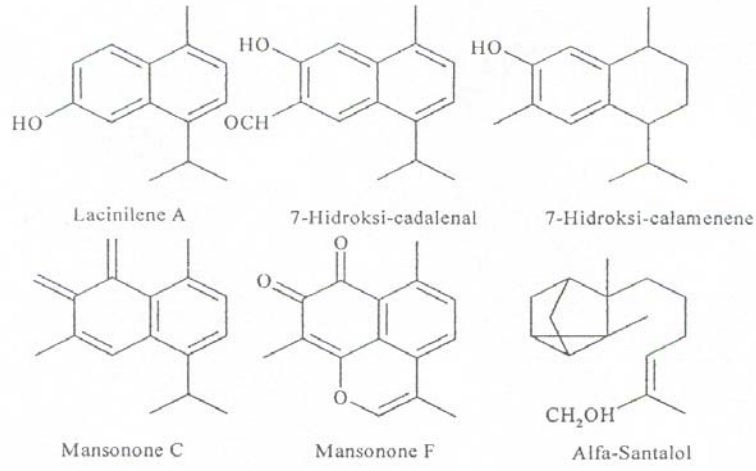
**3. Bisiklik Monoterpenler:** Bisiklik monoterpen grubuna giren bileşenler thujane, carone, pinane, kamfen, izokamfen ve fenkan olup, bu bileşenler bisiklik hidrokarbonların genellikle türevleri biçimindedir. Şekil 1.12'de bazı monoterpenlerin molekül yapıları gösterilmektedir (Hafizoğlu 1982).



Şekil 1.12 Bazı monoterpenlerin yapıları (Hafizoğlu 1982).

### Seskiterpenler

Kapalı formülleri  $C_{15}H_{24}$  olan seskiterpenler, ılıman bölgelerdeki sert odunların en yaygın bileşenleridir. Seskiterpenler asiklik seskiterpenler, monosiklik seskiterpenler, bisiklik seskiterpenler ve trisiklik seskiterpenler olarak sınıflandırılır (Hafizoğlu 1982). Şekil 1.13'te bazı sert odunlardan izole edilen seskiterpenlerin yapıları gösterilmektedir (Fengel ve Wegener 1989).

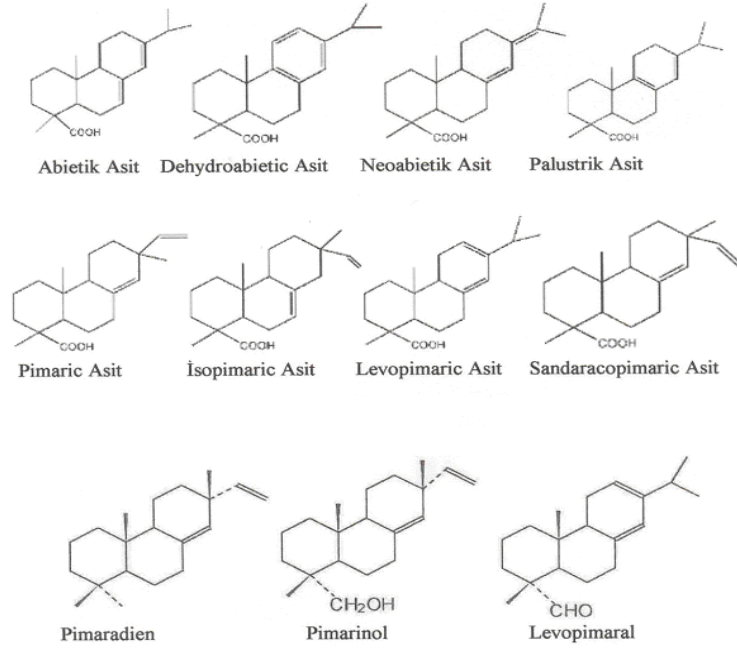


Şekil 1.13 Bazı sert odunlardan izole edilen seskiterpenler (Fengel ve Wegener 1989).

## Diterpenler

Diterpenlerin kapalı formülleri  $C_{20}H_{32}$  şeklindedir. Sert odunlarda bulunan diterpenlerin yumuşak odunlarda bulunanlara göre az olduğu görülmektedir. Yumuşak odunlardaki diterpenler, reçine asitleri şeklindedir. Reçine asitlerinin çoğu ya abietik asitten ya da pimarik asitten türemektedir. Yani; reçine asitleri hem abietik asit hem de pimarik asit olmak üzere kapsamlı olarak iki farklı şekilde olabilir (Browning 1975; Hafizoğlu 1983; Kındır 2002). Genel reçine asitlerinin yapıları Şekil 1.14’de gösterilmiştir (Hafizoğlu 1983).

Reçine asitleri ekstraktiflerin en önemli sınıflarından birini meydana getirmektedir. Genel reçine asitleri indirgenmiş bir fenantren halka sistemini kapsar. Dehidrojenasyon ile fenantrenleri meydana getirirler. Abietik tip asitler ürün olarak retene’yi, pimarik tip asitler ise ürün olarak pimantrene’yi verirler (Hafizoğlu 1983; Fengel ve Wegener 1989). Çeşitli yumuşak odunların reçine asit kısımlarının bileşimi Tablo 1.9’da gösterilmiştir (Fengel ve Wegener 1989).



Şekil 1.14 Genel reçine asitlerinin molekül yapıları (Hafizoğlu 1983).

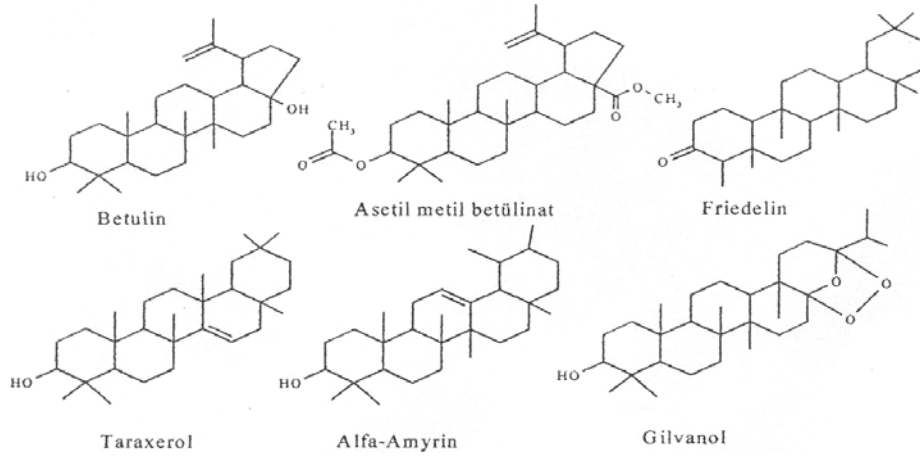
Tablo 1.9 Çeşitli yumuşak odunların reçine kısımlarının bileşimi (%) (Fengel ve Wegener 1989).

Odun Türleri	Pimarik	Sandaracopimarik	Palustrik	Levopimarik	İzopimarik	Antikopaliti	Abietik	Dehidroabietik	Neoabietik	Sekodehidroabietik
<i>Picea abies</i>	6.2	6.4	13.5	16.2	13.3	-	11.2	22.6	10.2	0.4
<i>Pinus elliottii</i>	7.4	2.0	19.4	9.6	23.7	-	12.0	4.8	18.4	-
<i>Pinus palustris</i>	6.0	1.8	15.2	27.9	5.0	-	15.1	15.3	13.7	-
<i>Pinus pinaster</i>	10	1.0	50	-	4.1	-	15	4.2	16	-
<i>Pinus slyvestris</i>	8.1	1.6	15.1	30.0	3.5	-	15.8	14.4	11.1	0.4

## Triterpenler

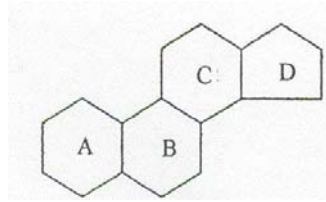
Çok farklı bitkisel kaynaklardan izole edilen, 30 karbonlu geniş bir oksijenli bileşikler grubu izopren kuralına uymakta ve triterpenoitler veya triterpenler olarak tanınmaktadır. Triterpenler, birçok ılıman kuşak ve tropikal ağaç türlerinin odunlarında büyük bir çeşitlilikle bulunur. Bunların büyük bir kısmı alkol yapısı içerdiklerinden ve 50 hidrojen atomu taşıdığı için dihidroterpen özelliği göstermektedir (Hafizoğlu 1982; Fengel ve Wegener 1989).

Triterpenler çoğunlukla bitki özularından, yapraklardan, kabuklardan ve reçine salgılarından elde edilmektedir. Çok sayıdaki ağaç türünden izole edildiği bilinir. Alkoller, serbest asetat veya glikozit formunda bulunmaktadırlar. Glikozitlere, saponin de denilmektedir. Saponin, sulu köpükleri stabilize eden bir grup bitki glikozidine verilen addır. Saponinler hidrolizle elde edilen aglycon'ların karakteristik niteliğine göre gruplara ayrılabilir. Bunlardan bir grup steroidleri meydana getirir. Diğer grup ise triterpen alkolleri veya hidroksi asitleri oluşturur (Noller 1965; Hafizoğlu 1982;). Şekil 1.15'te sert odunlardan izole edilen bazı triterpeneoid bileşiklerinin molekül yapıları gösterilmiştir (Noller 1965; Fengel ve Wegener 1989).



Şekil 1.15 Sert odunlardan izole edilen bazı triterpeneoidler (Fengel ve Wegener 1989).

Streoidler, kolestroldeki halka sistemine benzerlik gösteren bir halka sistemine sahip bileşikleridir. Yani, siklopentanoperhidrofenantren olarak isimlendirilen bir tetrasiklik halka sistemine sahip bileşikleridir ifade eder. Bu bileşikler belirten genel molekül yapısı Şekil 1.16'da gösterilmiştir.

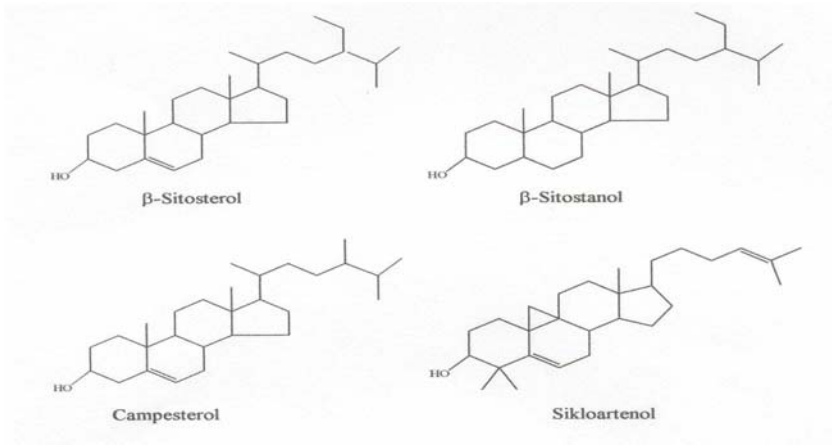


Şekil 1.16 Siklopentanoperhidrofenantrenin yapısı (Hafizoğlu 1982).

Steroidlerin bir alt sınıfını belirten sterol sözcüğü, kolestrol kelimesinden ileri gelir. Steroller, safra asitleri, kalp aglyoceanalar, cinsellik hormonları, adrenal steroidleri, kara kurbağası zehirleri ve steroid sapogeninler bu grupta bulunmaktadır. Odundaki ekstraktifler içerisinde yer

alan steroller, çoğunlukla 27–29 karbon atomu içerirler. Ama izoprenoid bileşikler değildirler. Ayrıca, sterolün halka sisteminin bir kısmı genel reçine asitlerin yapısıyla benzerlik göstermektedir. Yan zincirinin bir kısmı bir izopentan veya sübstitute izopentan biriminden oluşmaktadır. Yalın olarak mevcut olan steroller, C<sub>3</sub> pozisyonunda, β- konfigürasyonlu bir hidroksil (OH) grubu taşımaktadır. Odunda bulunan bazı steroller Şekil 1.17’de gösterilmiştir (Hafizoğlu 1982).

Odunda mevcut olan steroidlerin bazıları, yağ asitleri ile esterleşmiş durumundadır. Bazı tropikal ağaçların odunları, triterpenlerin ve steroidlerin glikozitlerini taşırlar. Bu glikozitler, suda köpüklü çözeltiler oluşturur ve sabun olarak tanımlanır (Fengel ve Wegener 1989).



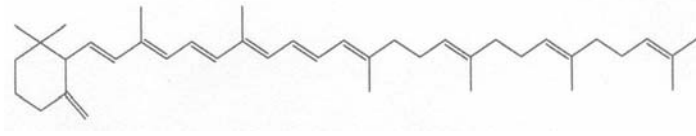
Şekil 1.17 Odunda bulunan bazı steroller (Fengel ve Wegener 1989).

## Tetraterpenler

Karoten olarak tanımlanan büyük bir grubun üyelerinin tamamı tetraterpenler olarak sınıflanabilir. Karotenler, hayvansal organizmalar sayesinde A<sub>1</sub> vitaminine dönüştürülmesi sebebi ile en fazla ilgiyi çeken tetrapenler’dir. Bu tetraterpenler, ilk defa 1831 yılında havuç bitkisinden elde edilen sarı renkli pigmentte verilen isimdir. Bunların asıl olan kapalı formülü C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>’dir. Bu sınıf, bitkilerdeki yağda çözünebilen sarıdan kırmızıya kadar geniş bir renk alanını içeren pigmentleri kapsamaktadır.

Dünyada 400’den fazla karotenoidin mevcut olduğu bilinmektedir. Karotenlerin içersinde bir çok pigment bir arada bulunur. Hem küçük miktarlarda oluşları hem de yapısal özelliklerinin birbirine çok benzerlik göstermesi sebebi ile kristalizasyon işlemleri ile çözülmesi ve

arındırılması zordur. Kromatografik tekniklerin muamelesi ile yapılarının aydınlatılması kolaylaşmıştır. Tetraterpenler asiklik tetraterpenler, monosiklik tetraterpenler ve bisiklik tetraterpenler olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Karotenin yapısı Şekil 1.18’de gösterilmiştir (Hafizoğlu 1982).



Şekil 1.18 Karotenin molekül yapısı (Hafizoğlu 1982).

## Politerpenler

Altı tane izopren biriminden daha fazlasını kapsayan bileşikler, polipren olarak tanımlanırlar. Poliprenler, çoğu bitkide kauçuk veya gutta biçiminde bulunur. Her iki biçimde zincir formasyonları farklı olan polimerlerdir. Guttadaki izopren birimlerinin tamamı trans şeklinde, kauçukta bulunanlar ise cis şeklindedir. Her iki bileşikte de izopren birimleri esas 1–4 bağları ile bağlıdır. Ayrıca, guttada tahmini % 1–3 ve kauçukta % 2,2 olmak üzere ancak küçük bir oranı 3–4 bağları ile bağlıdır (Fengel and Wegener 1989). *Betula verrucosa*’nın odununda 6–9 izopren birimi taşıyan poliprenoller bulunup az miktarda ise yapraklarında bulunmuştur. *Pinus slyvestris*’in iğneyapraklarında 10–19 izopren birimi taşıyan pinoprenoller bulunmuştur. 9 izopren birimi taşıyan bir poliprenol (solanesol) tütün yapraklarında bulunmuştur (Hafizoğlu 1982).

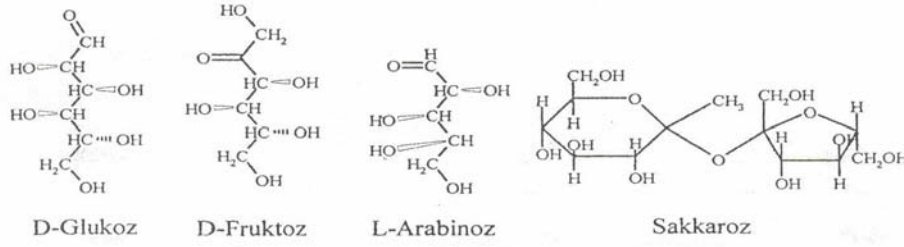
### 1.8.2 Hidrofilik Bileşenler

Hidrofilik bileşikler; Karbonhidratlar, polihidrik alkoller, azot içinde bulunduran bileşikler ve aromatik bileşikler olmak üzere 4 bileşik türünü içermektedir.

#### 1.8.2.1 Karbonhidratlar

Ekstrakte edilemeyen hücre çeperi bileşenlerinin arasında ayrıca odunun asıl karbonhidrat bileşenleri de mevcuttur. Ancak, birçok odun türünde çözünebilir ve ekstraktif maddeler içersinde yer alan bazı karbonhidrat bileşiklerde bulunur. Diri odunda ve kabukta var olan öz

suyu tarafından şekerler ve glikozitler taşınırlar. Gerek İYA gerekse de YA'ların diri odununda öz suyu içindeki başlıca karbonhidratlar, glukoz, fruktoz ve sakkarozdur. Ayrıca, bazı ağaç türlerinin öz odununda az miktarlarda glukoz ve arabinoz saptanmıştır. Öz suyu içerisinde bulunan başlıca karbonhidratların molekül yapısı Şekil.1.19'da gösterilmiştir (Hafizoğlu 1982).

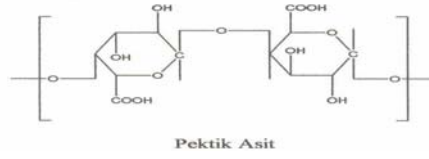


Şekil 1.19 Odun öz suyunda bulunan başlıca karbonhidratlar (Hafizoğlu 1982).

Odun içerisinde bulunan fenoller ve diğer hidroksi bileşikler, daha fazla çözünebilir bileşikler glikozitler olarak bulunmaktadır. Glikozitler çoğunlukla oduna oranla iç kabukta daha fazla bulunmaktadır. Nişasta bir polisakkarittir ve birçok YA'nın diri odununda bulunur ve bir besin sağlama deposu olarak görev yapar. Nişasta tabii nötral çözücülerde çözünmez, fakat bazı durumlarda çok ince öğütülmüş odundan yıkanarak küçük parçalar şeklinde uzaklaştırılabilir. Nişasta, iğne yapraklı ağaçların odun paranzim hücrelerinde ve odun öz ışınlarında depolanır. Genellikle nişasta miktarı, bazı ağaç türlerinde hemen hemen % 5'i bulur. Nişasta, glukoz birimlerinden meydana gelir ve amiloz ve amilopektin adı verilen iki parçadan ibarettir. Nişastadaki amiloz/amilopektin oranı 1/3'dür. Amiloz kısmı 100-200 arası glukoz birimi içerir ve amiloz kısmı sıcak suda çözünür. Amilopektin kısmı ise 10-20 arasında glukoz birimi içerir (Kındır 2002).

Kimi ağaç türlerinde tahmini olarak % 0,5 dolaylarında pektik maddeler ayrıştırılmaktadır. Pektik maddeler genel nötral çözücülerde ayrıştırılmaz ve kısmen hücre çeperi içerisinde bulunmasına rağmen bu maddeler asıl hücre çeperi bileşenleri olarak dikkate alınmamaktadır. Bu maddeler suda çözünmeyen karmaşık yapıları karbonhidratlardan meydana gelmektedir. Pektik maddeler çeşitli meyvelerde ve böğürtlende daha çok rastlanan protopektinler olarak tanınmaktadır. Bu maddeler kısmen hidrolizle pektinler veya pektinik asitleri ürün olarak vermektedir. Pektinler, asit ve şekerler ile uygun koşullarda jel meydana getirmektedirler. Pektinler ya da pektinik asitler gerek metoksikarbonil grupları gerekse de karboksil

gruplarının hidroliz ile metoksi gruplarının uzaklaştırılması ile pektik asitler meydana gelmektedir. Şekil 1.20’de pektik asit gösterilmektedir (Hafizoğlu 1982).

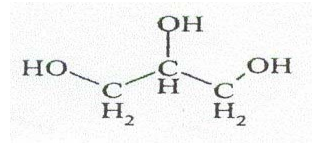


Şekil 1.20 Pektik asitin molekül yapısı (Hafizoğlu 1982).

### 1.8.2.2 Polihidrik Alkoller

Polihidrik alkoller, gliserin, şeker alkoller ve siklitoller gibi bileşikleri bulundurmaktadır. Bu bileşiklerden bazıları, tatlı bir lezzete sahiptir. Bunların sudaki çözünürlükleri ise basit karbonhidratlarınkine benzemektedir.

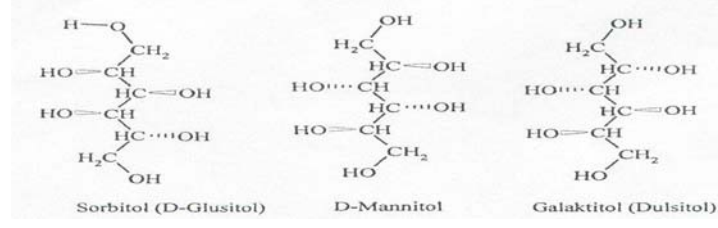
**1. Gliserin:** Birçok ağaç türü odununda, yağ asidi gliseridlerinin yapısında mevcuttur. Gliserin Şekil 1.21’de gösterilmektedir.



Şekil 1.21 Gliserin molekülü (Hafizoğlu 1982).

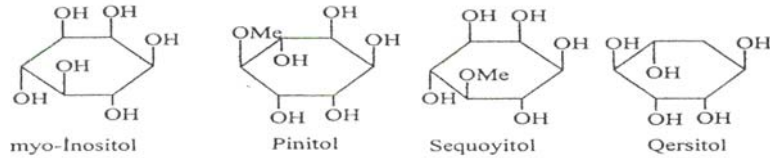
**2. Şeker Alkoller:** Şeker alkollerini aslında karbonhidrat olarak görülmemektedir. Ama tabiatta rastlanan şeker alkollerini, karbonhidratlarla yakın ilişkili olduklarından, genellikle onlar ile birlikte ele alınmaktadırlar. Tabiatta en yaygın olarak mevcut olan şeker alkollerini, sorbitol (D-glusitol), D-mannitol ve galaktitol (Dulsitol)’dür. Bunlar, glukoz, mannoz ve galaktozun indirgenme ürünlerine karşılık gelmektedirler. Şekil 1.22’de bu bileşiklerin yapıları gösterilmektedir. Sorbitol, algerde ve ayrıca yüksek yapılı bitkilere kadar uzanan bitkide dikkate değer ölçüde bulunur. Sorbitol, şeker alkollerinin en önemlisi olup suda çok iyi çözünmektedir. Sorbitol’ün aksine D-Mannitol çok sayıda deniz ve kara bitkisinde bulunmaktadır. Mannaz olarak bilinen bitki salgılarında daha fazla rastlanılmaktadır. Mesela; Mannaz, çiçekli dişbudak, çınar ve zeytin ağaçlarında bulunmaktadır (Hafizoğlu 1982).





Şekil 1.22 Odunda mevcut olan bazı şeker alkoller (Hafizoğlu 1982).

**3. Siklitoller:** Siklitoller olarak adlandırılan polihidrik siklohegzanlar, çok yaygınlaşmış bitki bileşenleridir. Bunlardan, 6 tane hidroksil grubu taşıyanlara, inositol olarak adlandırılırken; 5 hidroksil grubu taşıyanlara ise quersitol adı verilmektedir. Siklitoller, genellikle alkol ve aseton ekstraksiyonu ile ekstrakte edilirler. Çünkü bu çözücüler bir miktar su içermektedirler. Buna karşın susuz etanol de ve susuz asetonunda çözünmezler. Oldukça stabil bileşiklerdir. Quersitol, bir deoksi inositoldür ve ilk defa meşe ağacından izole edilmiştir. Bundan başka odunda siklitollerin bazı metil esterleri de mevcuttur. Sequoyitol ve pinitol Kaliforniya Kırmızı odunu ve Avrupa Huş Ağacının öz odunundan izole edilmiştir. Pinitol çeşitli koniferlerde ve özellikle beyaz çamların odununda bulunsa da Kaliforniya Şeker Çamının odununda (*Pinus lambertiana*) bol miktarda bulunur. Bu ağaç türü öz odununda d-inositol, myo-inositol ve sequoyitol içermektedir. Odunda mevcut olan bazı siklitoller Şekil 1.23’de gösterilmiştir (Hafizoğlu 1982).



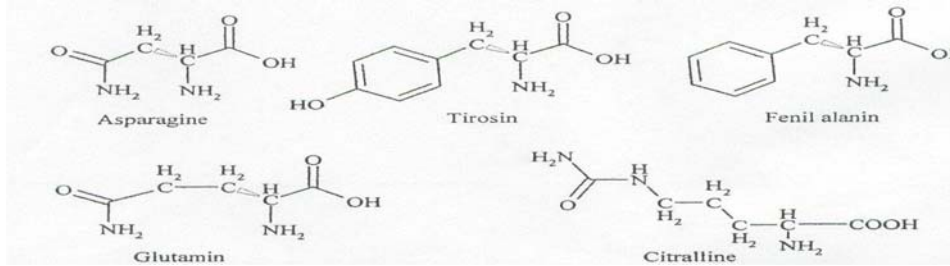
Şekil 1.23 Odunda mevcut olan bazı siklitoller (Hafizoğlu 1982).

### 1.8.2.3 Azot İçinde Bulunduran Bileşikler

Tüm odun örnekleri ksilem öz suyunda mevcut olan çeşitli amino asitler ve gerçek protoplazmadan gelen proteinlerden dolayı az miktarda azot içermektedir. Öz suyunda çeşitli amino asitler bulunmaktadır. Protoplazmadan gelen bazı amino asitler Şekil 1.24’de gösterilmektedir.

Bazı ağaç çeşitleri yapılarında içerdikleri alkaloidler sebebiyle daha fazla miktarda azot bulundurmaktadır. Alkaloid terimi yapılarında var olan azot sebebi ile bir ölçüde bazik olan

organik maddeleri ifade etmek için kullanılmaktadır. Çoğunlukla alkoloitlerde bulunan bu azot, bir halka sisteminin bir parçasıdır. Alkoloitler canlı dokularda toplanmış, tohum kılıflarında veya kabukta depolanmış olup, bunların çoğu renksiz bileşenlerdir (Hafizoğlu 1982).



Şekil 1.24 Odunda mevcut olan bazı aminoasitler (Hafizoğlu 1982).

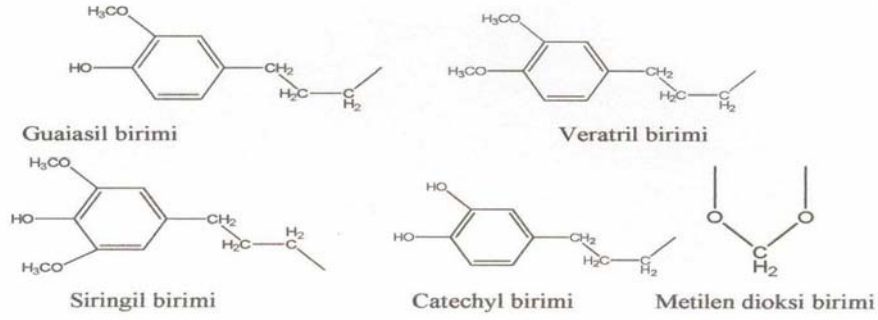
#### 1.8.2.4 Aromatik Bileşikler

Odunda var olan aromatik bileşik sınıfları çok geniştir ve özellikle fenolik yapı içerenlere epeyce rastlanılmaktadır. Bu fenoller genellikle yan zincir içerirler, daha çok bir halka yapısında bulunan 3 karbonlu bir yan zincir görülmektedir. Birçok ağaç türünün öz odun kısmının koyu renkli ve sağlam olmasının sebebi, fenollerin çoğunlukla ağacın öz odun kısmında depolanmasıdır. Bazı fenolik maddeler ise öz suyunda taşınırlar ve diri odunda çok az miktarda mevcuttur. Basit yapı içeren fenolik maddelerin bazıları, benzen ve eter gibi lipofilik çözücülerde ekstrakte edilebilir, bundan dolayı reçine asitleri ve yağlar ile karışırlar. Alkol ve aseton gibi hidrofilik çözücülerle fenolik maddelerin lipofilik çözücülere nazaran daha tam bir ekstraksiyonu sağlanmaktadır. Ayrıca, sokselet tipi ekstraksiyonda fenolik maddeleri izole etmek için n-propanol ve suyun azeotrop karışımı özellikle kullanışlıdır (Hillis 1962; Fengel ve Wegener 1989).

#### 1. Lignanlar ve Fenoller

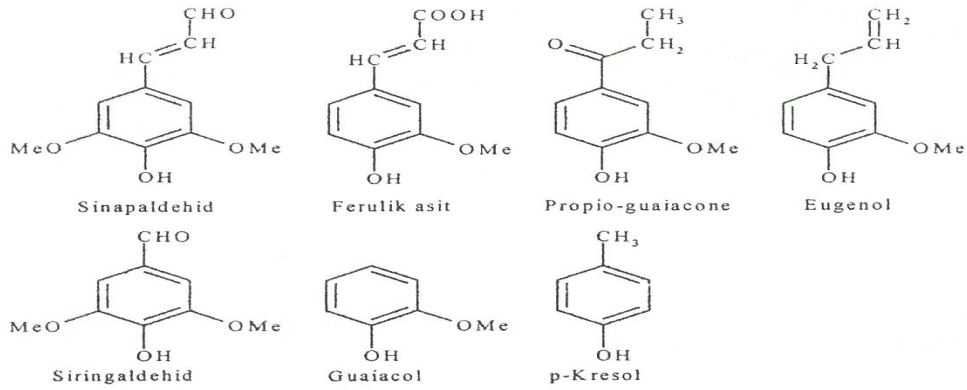
Lignanlar, İYA'ları, YA'ları ve tıbbi bitkileri içeren çoğu bitkilerin bünyesinde bulunan fenilpropanoidlerdir. Ayrıca, lignanlar fenollerin içinde büyük bir sınıf meydana getirirler. Bu sınıf, iki fenil propan biriminin C-β-C bağıyla birleşmesi sonucu meydana gelen dimerler olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşenlerde çoğunlukla yan zincirin merkez karbon atomu oksijenli olup lakton, alkol veya eterler şeklinde görülmektedir (Hillis 1962; Hafizoğlu 1982;

Hafızoğlu 1983; Umezawa 2001). Lignanların yapısında bulunan çeşitli fenil propan birimleri Şekil 1.25’de gösterilmektedir (Hafızoğlu 1982).



Şekil 1.25 Lignanların yapısında bulunan çeşitli fenil propan birimleri (Hafızoğlu 1982).

Düşük molekül ağırlıklı fenoller, YA’ların ekstraktları arasında yer alır. Bunların bazıları muhtemelen buhar destilasyonu veya ekstraksiyon gibi işlemler esnasında kolay hidroliz olabilen bileşiklerin bozunma ürünleridir. Odundan izole edilen bazı basit fenollerin yapıları Şekil 1.26’da gösterilmektedir (Fengel ve Wegener 1989).



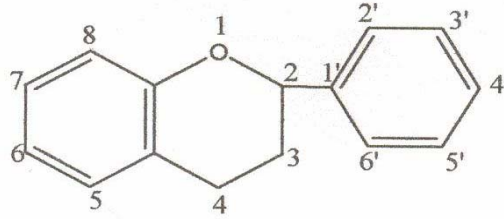
Şekil 1.26 Odundan izole edilen birkaç fenol (Fengel ve Wegener 1989).

## 2. Flavanoitler

Flavanoitler C<sub>6</sub>C<sub>3</sub>C<sub>6</sub> biçiminde bir karbon iskeleti taşıyan, difenil propanoid bileşiklerdir. Çoğunlukla C<sub>3</sub> grubu heterosiklik bir yapı gösterir. Serbest olarak bulunabildikleri gibi çoğunlukla glukozit biçiminde bulunurlar. Flavanoitler, çalkon, flavanon (dihidroflavon), flavon, dihidroflavanol (flavanonol), flavonol, auron, flavan-3-ol (kateşin), flavan-3,4-diol,

antrosiyadin ve neoflavanodinleri içine alan geniş bir sınıfı kapsamaktadır (Hafizoğlu1982; Umezawa 2001).

Flavanoitler, bitki aleminde geniş ölçüde bulunur veya özellikle kabukta, öz odunda, çiçek, meyve, kök ve tohumlarda bulunur. Flavanoit bileşiklerinin molekül yapısını belirten ana karbon iskeleti Şekil 1.27'de gösterilmiştir.



Şekil 1.27 Flavanoitlerin ana karbon iskeleti (Hafizoğlu 1982).

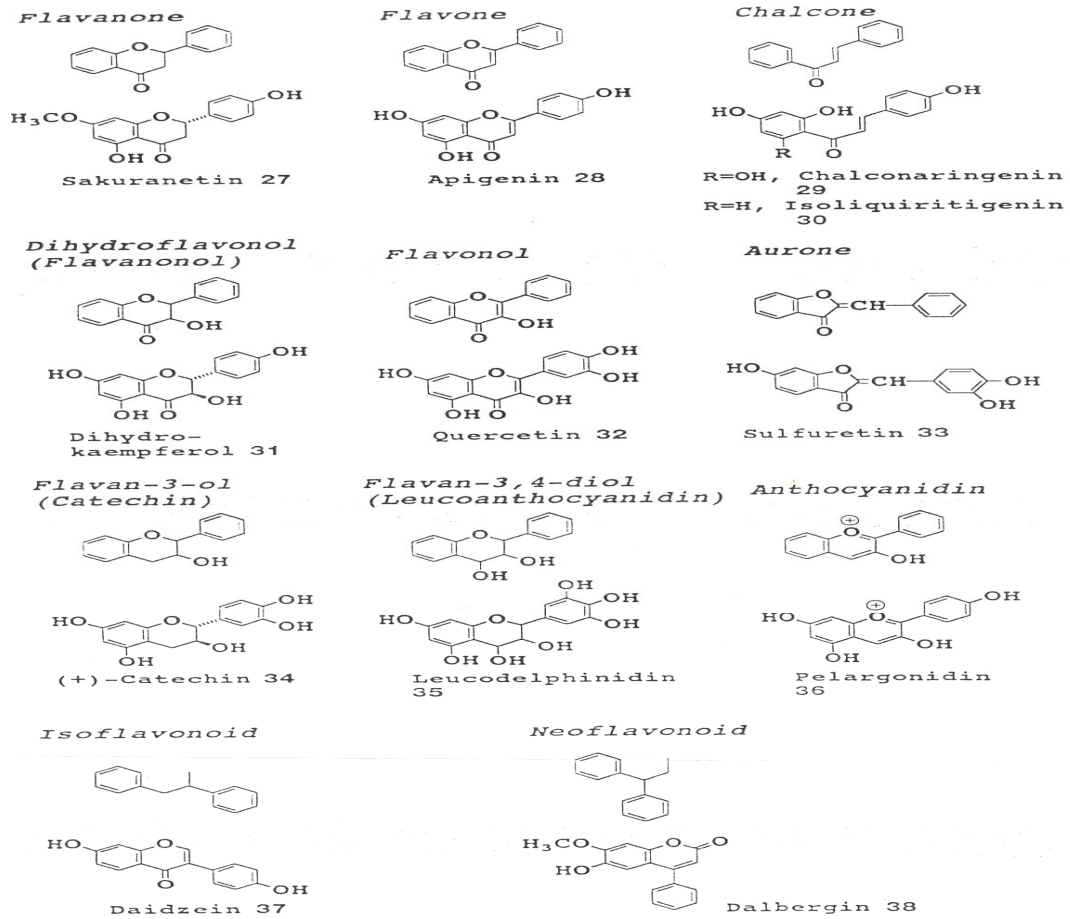
Çalkonlar, doymamış ketonlar olup bir hidroksil grubu ile halka kapanmasına giderek flavanonlar ile antrosiyadinleri meydana getirirler. Aynı zamanda çalkonlar tüm flavanoitlerin yapıtaşlarını oluşturmaktadır. Çalkonlar, renkli maddelerdir ve piron halkasının açık şeklini kapsayan flavanoit sınıfına mensup yapılardır. Çalkonlar, flavonlardan halka açılması yolu ile kolayca elde edilebilmektedir (Hafizoğlu 1982; Umezawa 2001).

Flavonlar; flavanoidlerin temel yapısı olan 2-fenilbenzopiron'lar olarak tanımlanmaktadır. Temel yapıdaki flavon yapısında, piron halkasının 3. karbon atomuna bağlı bir OH grubu varsa bu bileşiğe flavonoller denilmektedir. Fenil grubunun, flavon yapısındaki 3. karbon atomuna eklenmesiyle oluşan izomerik bileşiklere izoflavonlar ve dihidroizoflavonlar denilmektedir. Fenil grubu eğer 4. karbon atomuna bağlanmışsa bu şekilde oluşan bileşikler neoflavonlar ve dihidroneoflavonlar olarak adlandırılmaktadır. Flavanonlar, flavonlara göre odunda daha fazla bulunmaktadırlar. Flavonlar, suda çözünürler. ve ultraviyole ışınları altında floresans özellik gösterirler. Flavanonlar, renksiz maddelerdir. Çok az (veya hiç) floresans özellik gösterirler. Çok az miktarda (OH) grubu taşıyan flavanonlar suda bir ölçüde çözünmektedir. Flavanonlar, sodyum asetat ile muamele edildiğinde suda çok çözünen tuzları meydana getirir. Bu özellik, bunların kateşinlerden, tanenlerden ve diğer flavanoitlerden ayrılabilmesini sağlamaktadır (Hafizoğlu 1982; Fengel ve Wegener 1989).

Löykoantosiyadin veya löykoantosiyanın, birçok ağaç türü odunu ve kabuğunu mineral asitlerle işleme tabi tutulduğunda kırmızı ve antrosiyadinin benzeri renkler meydana getiren

renksiz maddelere denilmektedir. Bu maddelerin saf olarak izole edilebilmeleri güçtür. Bazıları polimerize tanenler veya flavan-3,4-diol benzeri maddelerdir. Bazı flavanoitlerin yapıları Şekil 1.28’de gösterilmiştir.

Antrosiyadin (Siyanidin Klorür) ise yeterli bazik özellik gösteren ve bunun neticesinde mineral asitlerle kararlı tuzlar (genellikle tuzları halinde izole edilen) meydana getiren flavanoit maddelerin bir sınıfını oluşturur. Antrosiyadinler, asidik ortamda kırmızı renk oluştururlar. Bazıları ise alkalide mavi renklenme meydana getirirler. Antrosiyadinler, genellikle antrosiyadinler olarak tanımlanan glikozitleri halinde görülmektedir. Aynı zamanda, odunda bulunan löykoantrosiyadinlerden de elde edilebilir (Hafizoğlu 1982).



Şekil 1.28 Bazı flavanoitlerin molekül yapıları (Umezawa 2001).

İzomerik 3,5,7,3',4'-pentahidroksiflavonlar için kateşin (flavan-3-ol) ifadesi kullanılmaktadır. Kateşinler, renksiz maddelerdir. Saflaştırılması güç olup, suda biraz çözünmektedirler. Flavan-3,4-dioller'den hidrojenasyonla elde edilirler (Hafizoğlu 1982).

### 3. Tanenler

Tanenler, bitkisel kökenli polifenolik yapıda, aseton ve etanolde kolaylıkla, eter ve kloroform gibi çözücüler de ise az çözünen maddelerdir. Tanenler molekül ağırlığı 500 ile 3000 arasında olan fenolik bileşiklerdir. Aynı zamanda tanenler, yüksek derecede serbest fenolik gruplarla değişen derecelerde kondenzasyon ve polimerizasyon gösteren maddelerden oluşmaktadır (Şen 2001; Umezawa 2001).

Tablo1.10 Bazı İYA ve YA türlerinin farklı kısımlarına ait tam kuru ağırlığa oranla tanen miktarları (%) (Bozkurt ve Göker 1981).

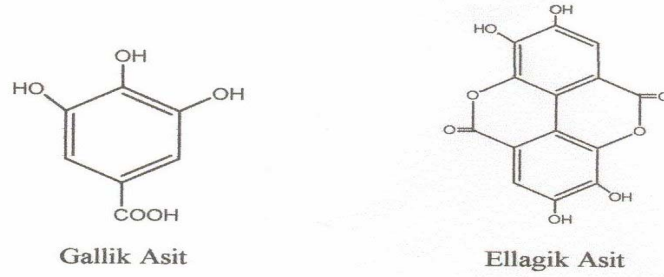
<b>Kabuklar</b>	<b><u>Tanen (%)</u></b>
Meşe	10 (5–17)
Huş	11 (7–13)
Söğüt	10 (7–14)
Ladin	11 (6–18)
Çam ve Gökmar	11 (6–18)
<b>Yaprak</b>	<b><u>Tanen (%)</u></b>
Sumak	15–20
<b>Odunlar</b>	<b><u>Tanen (%)</u></b>
Meşe	8 (6–10)
Kestane	10 (6–13)
<b>Meyveler</b>	<b><u>Tanen (%)</u></b>
Meşe palamutu	34–50
Meşe mazısı	50–70

Tanenler, çoğu bitkilerin odun, yaprak ve kabuğunda geniş bir şekilde dağılmıştır. Bazı bitkilerde tam kuru ağırlığa oranla elde edilen tanen miktarları Tablo 1.10'da gösterilmiştir (Bozkurt ve Göker 1981; Umezawa 2001).

Freudenberg tanenleri ikiye ayırmaktadır. 1. Hidroliz olabilen tanenler 2. Kondanse tanenler veya flobafen (Phlobaphene) (Hafizoğlu 1982).

**1. Hidroliz olabilen tanenler:** Bu tanenler ester ve (veya) glikozit bağlarına sahip olup, hidrolizle asitleri, şekerleri ve/veya alkolleri meydana getirmektedir. Glukoz, gallik asit ve ellagallik asit çoğunlukla rastlanan hidroliz ürünleridir. Meydana gelen gallik asite gallotanen, ellagik asite ellagiktanen adı verilir. Gallik asit ve ellagallik asidin molekül yapısı şekil 1.29’da gösterilmiştir (Hafizoğlu1982; Şen 2001).

Hidroliz olabilen tanenlerin büyük bir kısmı meyvelerde, yapraklarda ve odunun değişik kısımlarında bulunmaktadır. Örneğin; mazı, meşe, kestane ve ökaliptus türlerinin kabuklarında hidroliz olabilen tanenler bulunmuştur (Hafizoğlu 1982; Sakai 2001).



Şekil 1.29 Gallik asit ve ellagallik asidin molekül yapısı (Hafizoğlu 1982).

**2. Kondanse tanenler:** Kondanse tanenler asitlerle muamelede daha basit bileşiklere hidroliz olabilecek yerde daha ileri derecede polimerize olmaktadır. Bu tanenlere flobafenlerde denilmektedir. Bu taneler sıcak su da çözünmektedir. Bu grup tanenler kabukta % 5–50 arasında değişme göstermektedir (Hafızığlu 1982; Dix ve Marutzky 1984).

Kondanse tanenlerin ana bileşenleri kateşinler ve löykoyanidinler’dir (Fengel ve Wegener 1989) Kondanse tanenler bitki bünyesinde hidroliz olabilen tanenlerden daha fazla bulunurlar. Örneğin; çam, akasya, söğüt ve bazı Japon ağaçlarının kabuklarında kondanse tanenler bulunur (Sakai, 2001). Tanenli bitki ekstraktifleri günümüzde başlıca deri sanayinde her türlü derilerin işlenmesinde sepi maddesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca petrol sondajlarında inceltici olarak, sanayide tutkal, boya, saç boyaları ve mürekkep üretimi gibi çok değişik kullanım alanlarına sahiptir (Şen 2001).

## 1.9 MEŞE (*QUERCUS SSP.*) TÜRLERİ İLE İLGİLİ YAPILAN KİMYASAL ÇALIŞMALAR

Hafizoğlu (1982), *Quercus petraea* türü odununun selüloz miktarını % 42.80, pentozan miktarını % 25.50, lignin miktarını % 24.90, eter ekstraktiflerinin miktarını % 0.39 ve kül miktarını da % 0.27 olarak belirtmiştir.

Alkan (2004), *Quercus petraea* türü odununun kimyasal bileşiminde selüloz miktarını % 39.68, holoselüloz miktarını 72.19, % 1'lik NaOH çözünürlüğünü % 21.14, lignin miktarını % 18.3, soğuk suda çözünürlük %9.54 ve sıcak suda çözünürlüğü de % 8.55 olarak tespit etmiştir. Gülsoy (2003), *Quercus robur* türü odununun kimyasal bileşiminde selüloz miktarını % 42.45, holoselüloz miktarını % 68.01, lignin miktarını % 23.6, % 1'lik NaOH'te çözünürlük % 22.39, soğuk suda çözünürlük % 6.5 ve sıcak suda çözünürlüğünü de % 9.98 olarak tespit etmiştir.

Alkan (2004), *Quercus robur* türü odununun kimyasal bileşiminde selüloz miktarını % 43, holoselüloz miktarını % 73.65, lignin miktarını % 21.01, % 1'lik NaOH'te çözünürlük % 23.52, soğuk suda çözünürlük % 8.55 ve sıcak suda çözünürlüğü de % 10.74 olarak tespit etmiştir.

Harun ve Labosky (1985), *Quercus rubra* türü odunun kimyasal bileşiminde holoselüloz miktarını % 43.6, lignin miktarını % 38.1, toplam kül miktarını % 8.2 ve alkol-benzen çözünürlüğünü de % 6.4 olarak tespit etmiştir.

Balaban (1999), *Quercus vulcanica* türü odunun diri odun kısmının kimyasal bileşiminde holoselüloz miktarını % 70.36,  $\alpha$ - selüloz miktarını % 51.43, lignin miktarını % 23.10, toplam kül miktarını % 0.72, alkol-benzen çözünürlüğünü % 4.07, % 1'lik NaOH çözünürlüğü % 23.10, sıcak su çözünürlüğünü % 8.97 ve pentozan miktarını da % 20.97 olarak tespit etmiştir. Balaban (2001), *Quercus vulcanica* türü odunun öz odun kısmının kimyasal bileşiminde holoselüloz miktarını % 69.84,  $\alpha$ - selüloz miktarını % 50.56, lignin miktarını % 23.06, toplam kül miktarını % 0.44, alkol- benzen çözünürlüğünü % 4.67, % 1'lik NaOH çözünürlüğü % 23.30, sıcak su çözünürlüğünü % 8.97 ve pentozan miktarını da % 20.10 olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmada kabuğunun kimyasal bileşimine ait değerler ise holoselüloz miktarı % 55.15, lignin miktarı % 16.16, toplam kül miktarı % 13.48, alkol-



benzen çözünürlüğü % 6.80, % 1'lik NaOH çözünürlüğü % 37.47, sıcak su çözünürlüğü % 14.56 ve pentozan miktarı da % 15.28 olarak bulunmuştur. Bazı meşe türlerinin odun ve kabuktaki ana bileşenlerine ait çözünürlük ve tayin miktarları Tablo 1.11'de verilmiştir (Serin vd. 2003).

Tablo 1.11 Bazı meşe türlerine ait odun ve kabuktaki ana bileşenleri miktarları (%) (Serin vd. 2003).

Ağaç Türü		Bileşenler								
		Sıcak Su	SoğukSu	Alkol Benzen	Selüloz	Holoselüloz	Lignin	Pentozan	Kül	Kaynak
<i>Quercus alba</i>	Öz Odun	10.15	7.33	-	36.61	-	32.74	21.28	0.43	Fengel (1975)
	DiriOdun	4.11	2.55	-	36.84	-	32.34	23.25	0.57	Fengel (1975)
<i>Quercus denata</i>		8.9	7.0	4.7	72.5	-	25.3	23.6	0.56	Fengel (1975)
<i>Quercus prinus</i>		7.2	-	4.7	46.8	75.70	24.3	24.3	0.4	Fengel (1975)
<i>Quercus robur</i>		12.22	-	0.4	41.1	-	29.6	22.2	0.3	Fengel (1989)
<i>Quercus rubra</i>		5.2	-	-	-	49.2	21.8	24.1	0.1	Fengel (1989)

Balaban ve Uçar (2001), Türkiye'de yetişen endemik türlerden olan Kasnak Meşesinin odun ve kabuğunun fenolik ekstraktifleri gibi ana bileşenleri incelemiştir. Doğal odun, yaklaşık % 66 oranında selüloz ve polyoz gibi polisakkaritler içermektedir. Kabukta geniş miktarda proantokyanidinler bulunurken, öz odunda zengin miktarda ellagitanenler tespit etmişlerdir. Sikloheksan da çözünebilir ekstraktifleri sabunlaşabilen ve nötral diye diye iki kısma ayırmışlardır. Nötral kısmın baskın bileşenleri steroller ve steroid olmayan triterpenler iken sabunlaşabilen kısımlar arasında doymuş asitler çoğunluğu oluşturduğunu belirtmiştir.

Pérez-Coello vd. (1999), Amerikan Meşesinin ve farklı kaynaklardan alınan (Allier, Orta Fransa, Vosges) Meşelerin hidroalkolik ekstraktları ile GC-MS analizi yapılmıştır ve 39 adet madde (aldehitler, fenolik bileşikler, meşe laktonları, asitler, furan türevler vb.) tanımlanmıştır. ve bu 4 ağacın ekstraktın da bu maddeler farklı miktarda çoğu mevcut olmaktadır. Burada kullanılan odun örneklerini ayırt etmek için bu odunlarda bulunan bileşiklerin konstrasyonlarını kullanım imkanı tartışmışlardır.

## BÖLÜM 2

### MATERYAL VE METOD

#### 2.1 MATERYAL

Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Doğu Karadeniz Bölgesinde önemli bir yayılım gösterdiğinden araştırma için gerekli olan ağaçlar bu bölgeden alınmıştır. Araştırmada kullanılacak örnek ağaçların hepsi kuzey yönü esas alınarak seçilmiştir. Örneklere ait tür, bölge, çapı, rakım hakkındaki bilgiler Tablo 2.1’de verilmiştir.

Ağaçların dipten tepeye ve kabuktan öz kısma doğru yoğunluk, lif uzunluğu ve kimyasal bileşimler yönünden farklılıklar gösterdiği dikkate alınarak, ağacın dip, orta ve uç kısımlarından yüksekliği 5 cm den az olmayacak şekilde daire kesitler alınmıştır. Her ağacın odunları öz odun ve diri odun şeklinde ayrılmışlardır. Kimyasal analizlerde kullanılacak olan odun ve kabuk örnekleri, örneklerin alındığı materyallerin tamamını temsil edecek şekilde alınmıştır.

Tablo 2.1 Araştırma materyaline ait bilgiler.

Ağaç Türü	Bölge	Çap (cm)	Rakım (m)	Sembol
Sapsız Meşe	GÜMÜŞHANE Kürtün (Özkürtün)	27	710	İ1
		28.5	720	İ2
		34	725	İ2
Istranca Meşesi	TRABZON Maçka (Akmescit)	42	350	H1
		45	355	H2
		47	370	H3
Doğu Karadeniz Meşesi	RİZE İkizdere (Cimil)	13	1700	P1
		14	1735	P2
		11	1760	P3

## 2.2 METOD

Kimyasal özelliklerin ve GC-MS analizi ile bileşenlerin belirlenmesi amacıyla örnekler üzerine uygulanan yöntemler aşağıda sırasıyla belirtilmektedir.

### 2.2.1 Kimyasal Analizi İçin Yapılan Çalışmalar

KTÜ Orman Fakültesi Orman Ürünleri Kimyası Laboratuvarında kimyasal analiz işlemi gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analizler için hazırlanmış örnekler ilkince rutubet tayini yapılır. Diğer deneyler için aşağıdaki işlem sırası gerçekleştirilmiştir.

1. Öz odun, diri odun ve kabuklar için hücre çeperi bileşenleri olan holoselüöz tayini, selüloz tayini ve lignin tayini yapılmıştır.
2. Öz odun, diri odun ve kabuklar için çözünürlük karakteristiklerinden, hegzan çözünürlüğü, soğuk su çözünürlüğü, sıcak su çözünürlüğü, % 1 NaOH çözünürlüğü ve Alkol çözünürlüğü yapılmıştır.

Sadece kabukların lignin değerlerinin belirlenmesinde, kabuğa standart klason lignin yöntemi uygulanmış fakat elde edilen değerler oduna göre yüksek çıkabileceğinden dolayı kabuk üzerinde modifiye edilmiş yöntem uygulanmıştır. Buna göre kabuk örnekleri önce alkol ekstraksiyonuna sonra %1'lik NaOH ekstraksiyonuna uğratıldıktan sonra standart klason yöntemi uygulanmıştır.

#### 2.2.1.1 Rutubet Tayini

Yapılan çalışmalar esnasında kullanılan materyallerin rutubet tayinleri deneye başlamadan önce yapılmıştır. Rutubet tayinlerinde, hücre çeperi ana bileşenleri ve çözünürlük deneylerinde kullanılan 60 mesh'lik örnekler kullanılmıştır.

Rutubet tayinleri TS 2471'e göre yapılmıştır. Buna göre 5 g örnek hassas terazide tartımı yapılarak ilk ağırlık belirlenmiş ve  $103 \pm 2$  °C sıcaklıktaki etüve konan örnekler (öz odun, diri odun ve kabuk) tam kuru ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler

desikatörde sogutulmus ve hassas terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları (Mo) belirlenmiştir. Örneklerin içerdikleri % rutubet miktarları eşitlik 2.1'den faydalanılarak hesaplanmıştır (Ay 1994).

$$r=(Mr -Mo)/(Mo)\times 100 \quad (2.1)$$

r : Örneğin rutubeti (%)

Mr : Örneğin rutubetli haldeki ağırlığı (g)

Mo : Örneğin tam kuru haldeki ağırlığı (g)

### **2.2.1.2 Kimyasal Analizler Örneklerinin Hazırlanması**

Çalışma materyali olan Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi ağaçlarında çözünürlük deneyleri ve hücre çeperi ana bileşenlerinin tayini için, kökten 50 cm yukarsındaki kısım, gövde kısmı ve dalara yakın kısımlarından 5'er cm'lik teker halinde örnekler alınmıştır. Tekerlerden alınan odun ve kabuk parçaları kibrit çöpü büyüklüğünde ayrı ayrı yongalandıktan sonra temiz ve havadar bir yere serilerek doğal kurutmaya bırakılmıştır. Bu işlemin sonunda TAPPI T 257 om-2002 standardına göre laboratuvar tipi Wiley değirmeninde öğütülmüştür. Sarsıntılı elek üzerinde yapılan elemelerden sonra 40 mesh.'lik elek üzerinden geçip, 60 mesh.'lik elek üzerinde kalan örnekler alınmıştır. Örnek' (öz odun, diri odun ve kabuk)ler daha sonra cam kavanozlara konularak muhafaza edilmiştir.

### **2.2.1.3 Sıcak Suda Çözünürlük**

Sıcak suda çözünürlük deneyi için TAPPI T 207 om-99 standart yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemle göre daha önceden rutubeti belirlenmiş yaklaşık 2 g hava kurusu örnek (öz odun, diri odun ve kabuk) 200 ml'lik erlenmayere konularak üzerine 100 ml destile 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 krozedde süzümüştür. Krozedeki kalıntılar sıcak su ile yıkanarak 103±2 °C'deki etüv içerisinde değismeze ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Numuneler kurutulduktan sonra desikatöre alınarak soğutulup tartılmıştır. Çözünen madde miktarı eşitlik 2.2'den yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Sıcak su çözünlüğü} = (K - L)/(L) \times 100 \quad (2.2)$$

K : Ekstraksiyon öncesi tam kuru örnek ağırlığı

L : Ekstraksiyon sonrası tam kuru örnek ağırlığı

#### **2.2.1.4 Soğuk Suda Çözünürlük**

TAPPI T 207 om-99 standardına uygun olarak yaklaşık 2 g hava kurusu örnek (öz odun, diri odun ve kabuk) 500 ml'lik erlenmayere yerleştirilmiş ve 300 ml destile su ilave edilmiştir. Bu karışım  $23 \pm 2$  °C'de 48 saat süre ile zaman zaman karıştırmak suretiyle bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örnek darası alınmış krozeden süzölmüs ve  $103 \pm 2$  °C'de etöv içerisinde degişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan örnek desikatöre alınarak sogutulup tartılmıştır. Soguk suda çözünen miktar esitlik 2.2'den yararlanılarak hesaplanmıştır.

#### **2.2.1.5 Alkol Çözünürlüğü**

Alkol çözünlüğü, TAPPI T 204 om-97 standardına uygun olarak yaklaşık 2 g hava kurusu örnek (öz odun, diri odun ve kabuk) soxhlet cihazında 1 kısım alkol (350 ml etanol) ile 6 saat süre ile ekstraksiyona tabi tutularak gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda odun örnekleri etöv içerisinde degişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Bu işlemde sonra örnekler desikatöre alınarak sogutulup tartılmıştır. Bu şekilde odun içerisindeki yağ, tanen ve diger benzeri bileşenlerin miktarları belirlenmiştir. Örnekte ekstrakte edilen kısım esitlik 2.2'den yararlanılarak hesaplanmıştır.

#### **2.2.1.6 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü**

TAPPI T 212 om-02 standardına uygun olarak deneyde, 0,1 g hassasiyette 2 g hava kurusu örnek (öz odun, diri odun ve kabuk) 200 ml'lik erlenmayer içerisinde konulduktan sonra üzerine bir pipetle % 1'lik NaOH çözeltilisinden 100 ml ilave edilmiştir. Erlenmayerin ağız küçük bir erlenmayerle kapatılarak 100 °C'deki su banyosuna konmuş ve bir saat süre ile su banyosunda bekletilmiştir. Bu bekleme sürelerinin 10., 15., ve 25. dakikalarında üç defa karıştırılmıştır. Bu sürenin sonunda erlenmayerdeki kalıntı darası alınmış bir kroze üzerinde

vakum yapılarak süzölmös ve daha sonra % 10'luk 50 ml asetik asit ve sıcak su ile yıkandıktan sonra kroze ve içindekiler  $103\pm 2$  °C'de kurutulmuş ve desikatörde sogutularak tartılmıştır. Çözünen madde miktarı eşitlik 2.2'den yararlanılarak hesaplanmıştır.

#### **2.2.1.7 Hegzan Çözünürlüğü**

Bu işlem için, elimizdeki örnek miktarına göre, 0,1 g. hassasiyetle tartarak her bir öz odun ve diri odun örneğinden, yaklaşık 60' şar gram kabuk örneklerinde ise yaklaşık 120 g alınmıştır. Daha sonra, alınan örnekler, soxhlet cihazında, 11 saat boyunca 350 ml hegzan ile ekstraksiyona uğratılmıştır. Örnekten ekstraksiyon işlemiyle ekstrakte edilen kısım, tam kuru örneğe oranla % olarak hesaplanmıştır (Kındır 2002).

#### **2.2.1.8 Holoselüloz Tayini**

Holoselüloz oranının belirlenmesinde Wise ve arkadaşları (1945) tarafından geliştirilen klorit yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni, klorlama ve ClO<sub>2</sub> yöntemine oranla ligninle birlikte daha az oranda karbonhidrat uzaklaştırılmasıdır. Klorit yönteminin uygulanması ile % 2–4 oranında lignin karbonhidrat bünyesinde kalmaktadır. Karbonhidrat kaybı olmadan ligninin tamamını uzaklaştırma mümkün olamayacağı için mevcut yöntemler arasında holoselülozu tam olarak belirleyebilen bir yöntem bulunmamaktadır (Browning 1967).

Bu çalışma sırasında holoselüloz miktarı belirlenecek alkol ekstraksiyonuna ugratılmış 5 g hava kurusu örnek (öz odun, diri odun ve kabuk) 160 ml saf su, 1,5 g sodyum klorit (NaClO<sub>2</sub>) ve 10 damla (0,5 ml) buzlu asetik asitle (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) birlikte 250 ml'lik erlenmayere konulup bir saat süre ile 78–80°C'deki su banyosunda tutulmuştur. Örnek konulan erlenmayerin agzı ters çevrilmiş daha küçük bir erlenmayerle kapatılmış ve reaksiyon süresince arada bir erlen karıştırılmıştır. Her bir saat sonunda yeniden 1,5 g sodyum klorit ve 10 damla (0,5 ml) buzlu asetik asit ilave edilmiş olup bu işlem üç kez tekrarlanmıştır. Daha sonra erlendeki süspansiyon bir buz banyosunda hemen sogutulmuş ve bir cam krozeden süzölmüştür. Kalıntı önce asetonla, daha sonra soguk destile su ile tekrar tekrar yıkanmış,  $103\pm 2$  C°de kurutularak, tartılmıştır. Holoselüloz miktarı eşitlik 2.3'den yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Holoselüloz} = (A)/(B) \times 100 \quad (2.3)$$

A : Deney sonrası tam kuru örnek ağırlığı

B : Tam kuru örnek ağırlığı

#### **2.2.1.1.9 Selüloz Tayini**

Bu yöntemde selüloz miktarını belirlemek için kullanacak olduğumuz örnekler (özodun, diri odun ve kabuk) daha önceden TAPPI T 204 om-97 standardı yöntemine göre alkol çözünürlüğüne uğratılmıştır. Selüloz tayininde, Kurscher ve Hoffer'in geliştirdiği "Nitrik Asit" yöntemi kullanılmıştır. Bu yönteme göre, alkol ekstraksiyonuna uğratılmış hava kurusu 2 g'lık odun (öz ve diri odun) ve kabuk örneği bir balona konulmuş ve üzerine 10 ml 40° Be HNO<sub>3</sub> ve 40 ml etil alkol ilave edilmiştir. Balon ve içeriği bir su banyosunda soğutucu altında kaynamaya bırakılmıştır. Bu işlem sırasında HNO<sub>3</sub>'ün etkisiyle yağlı maddeler çözünmekte, hemiselülozlar hidroliz olmakta, lignin ise nitrofenolik yapıya dönüşerek çözünür hale gelmektedir. Burada alkol, selülozu HNO<sub>3</sub>'den korumaya yarar. Bir saatlik kaynamadan sonra kroze yardımıyla balondaki sıvı süzülüş ve 10 ml HNO<sub>3</sub> ile 40 m. etil alkolden oluşan 50 ml'lik yeni karışım kroze üzerinde kalan test örneklerini de yıkayarak balona konulmuştur. Tekrar 1 saat'lik süre ile kaynamaya uğratılmış ve aynı işlem 3 defa tekrarlanmıştır. Bu tekrarlardan sonra krozeden süzme yapıp sıcak su ile kroze üzerinde kalan test örnekleri yıkanmış ve 103 ± 2 °C de kurutulmuştur. Bir desikatör yardımıyla soğutulduktan sonra tartılmıştır. Selüloz miktarı 2.3 nolu esitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.(Eroğlu 1980).

#### **2.2.1.10 Lignin Tayini**

Bitkisel maddelerdeki lignin oranının tayini için birçok yöntem kullanılmasına rağmen en çok tercih edileni "Klason Lignini" yöntemidir. Bu yöntemde sülfirik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) karbonhidratları hidrolizyerek 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 örneklere standart alkol ekstraksiyonu uygulanmıştır. Lignin miktarının belirlenmesinde TAPPI T 211 om-02 standart metodu uygulanmıştır. Lignin tayini için önceden alkol ekstraksiyonuna ugratılmış hava kurusu örneklerden 1 g alınarak bir behere aktarılmıştır. Üzerine 15 ml % 72'lik sülfirik asit

(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dökülerek 12–15 °C sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda beher içerisindeki karışım 1 l'lik erlenmayere aktarılmıştır. Asit konsantrasyonu % 3 olacak şekilde erlendeki sıvı miktarı destile su ile seyreltilmiştir. Daha sonra bu karışım bir soğutucu altında 4 saat süre ile kaynatılmıştır. Bu işlemden sonra kalıntı krozeden süzülerek sıcak saf su ile yıkanmıştır. Elde edilen kalıntı 103±2 °C'deki etüv içerisinde kurutulmuştur. Daha sonra etüvden alınıp desikatörde soğutularak tartılmış ve eşitlik 2.3'den faydalanılarak lignin miktarı hesaplanmıştır.

### 2.2.1.11 İstatistiksel Değerlendirmelerde Kullanılan Yöntemler

Bu çalışmada elde edilen deney sonuçlarının değerlendirilmesinde, türler arasındaki farkların belirgin olup olmadığını tespit etmek amacıyla varyans analizi, fark belirgin bulunduğu; türlerin ikişer ikişer kendi aralarında farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için ise Duncan testi uygulanmıştır. Hesaplama işlemlerinde istatistiksel SSPS 10.00 bilgisayar paket programı kullanılmıştır. (Özdamar, 2002). Bütün hesaplamalarda %5 yanılma ihtimali esas alınmış olup, bulgular ilgili tablolarda 0 ve 5 rakamları ile gösterilmiştir. Burada 5 rakamı, gruplara ait ortalamalar arasındaki farkın % 5 yanılma olasılığı için önemli, 0 rakamı ise gruplar arası farkın önemli olmadığını göstermektedir.

Buna ek olarak elde edilen verilerin aritmetik ortalaması ( $\bar{X}$ ) ve standart sapmasını (S) bulmak için aşağıdaki eşitlik 2.4'den yararlanılmıştır (Batu 1995).

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad S = \sqrt{\frac{\sum nx^2 - \frac{(\sum nx)^2}{N}}{N}} \quad (2.4)$$

$\bar{X}$  = N tane bulgunun aritmetik ortalaması

S = N tane bulgunun standart sapması

X<sub>i</sub> = i.'inci örneğin bulgu değeri

N = Örnek büyüklüğü (bulgu sayısı)

### 2.2.2 GC-MS Analizi İçin Yapılan Çalışmalar

Istranca Meşesi odun ve kabuklarının GC-MS analizi için kullanılacak kimyasallar ve uygulanacak yöntemler aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.



### 2.2.2.1 Çözücüler ve Kimyasallar

Kloroform ve n-hekzan çözücüleri kullanılmadan önce fraksiyonlu destilasyon sistemiyle saflaştırılarak kullanılmıştır.

### 2.2.2.2 Enstrümantasyon

GC-MS analizi KTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Organik Kimya Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır GC-MS analizinde Agilent-6890N marka gaz kromatografisi cihazı ile Agilent-5973 marka kütle spektrometresi cihazları kullanıldı. Istranca Meşesi öz odunu, diri odunu ve kabuktaki bileşenleri tespiti, aşağıda belirtilen koşullarda gerçekleştirilmiştir.

GC-MS : HP-Agilent 6890-5973 GC-MSD  
Kolon : HP-5, 30 m. uzunluğunda, 0.25 mm iç çapı film kalınlığı 0.25 µm  
Taşıyıcı gaz : Helyum  
Akış Hızı : 1.3 ml/dak.  
Enjektör Sıcaklığı : 260 °C  
Sıcaklık Programı : 60 °C'de 2 dakika bekletildi. Sonradan 60 °C- 260 °C'ye kadar dakikada 5 °C artırılarak programlanmıştır .  
MS İyonlaşma Enerjisi : 70 eV  
Ölçme Alanı : 35-500

### 2.2.2.3 İzolasyon ve Kromatografik Numunelerin Hazırlanışı

Istranca meşesi (*Quercus hartwissiana*) ağacı örnekleri Trabzonun Maçka ilçesinin Akmescit köyünden 12 Eylül-2004 de alındı. Kimyasal analizler için kullandığımız örneklerden sırası ile 15.03 g'lık öz odun , 14.70 g'lık diri odun ve 14.87 g'lık kabuk tam kuru örnekleri alınarak soxhlet cihazında (TAPPI 257-02) örnek başına 350 ml hegzan olacak şekilde 11 saat süreyle ekstraksiyon işlemine uğratılmış (TAPPI 204-97) ve ekstraksiyondan sonra balonlardaki çözeltiler evaporatörler kullanılmadan darası alınmış beherlere boşaltılarak normal şartlarda çözücünün buharlaşması sağlanmıştır. Beher içersindeki ekstraktlar homojen çözelti elde edilecek miktarda kloroformda çözeltiler çözündürüldükten sonra 45 mikronluk süzlekle süzülerek saklama tüplerine 2'şer ml'lik çözeltiler alınmıştır ve tüpün ağzı kapatılarak derin

dondurucuya koyulmuştur. Böylece tüpün içindeki ekstraktifler kromatografik analizde kullanılana kadar düşük sıcaklıkta tutulmuştur. Bir gün sonra saklama tüpü içerisindeki bileşenleri tespit etmek amacıyla ekstraktif çözeltisinden 1 mikrolitre ( $\mu\text{l}$ ) alınarak Agilent-5973 GC-MS de analiz edilmiştir (Deniz vd. 2005).

## **BÖLÜM 3**

### **BULGULAR**

Kimyasal analizlerin ve GC-MS analizinin, değerlendirilmesine ilişkin bulgular ile ilgili yapılan çalışmalar yorumlanarak aşağıda açıklanmıştır.

#### **3.1 KİMYASAL ANALİZLERE AİT BULGULAR**

Doğu Karadenizde yaygın olarak bulunan meşelerden; Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin öz odun, diri odun ve kabuklarının ayrı ayrı olarak eşit oranda karıştırılmasıyla elde edilen örnekler üzerinde holoselüloz, selüloz, lignin analizleri ile soğuk su, sıcak su, alkol, hegzan ve % 1'lik NaOH çözünürlükleri yapılmıştır. Bu deneylerin her birinde her örnek için daha hassas sonuçların elde edilebilmesi için deneyler üç tekrar halinde yapılmış ve sonuçlarla ilgili ortalama değerler Tablo 3.1, Tablo 3.2, Tablo 3.4, Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da verilmiştir. Türler arasında kıyaslama yapabilmek için, her türden elde edilen değerlerin ortalaması hesaplanarak ilgili tablolarda verilmiştir. Hücre çeperi bileşenlerini ve çözünürlük analizlerini gösteren kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

##### **3.1.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşeleri Öz Odunlarının Kimyasal Analizine Ait Bulgular**

Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin öz odunlarının hücre çeperi bileşenlerini gösteren kimyasal analiz sonuçları sırası ile Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin öz odunlarının hücre çeperi bileşenlerine ait bulgular.

Ağaç Türü No	Lignin (%)	Holoselüloz (%)	Selüloz (%)
<b>I1</b>	25.04	81.35	48.03
<b>I2</b>	25.08	81.39	48.09
<b>I3</b>	25.09	81.45	48.12
$\bar{x}$	<b>25.07</b>	<b>81.40</b>	<b>48.08</b>
$\sigma$	<b>0.03</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>
<b>H1</b>	23.02	82.82	46.42
<b>H2</b>	23.05	82.90	46.43
<b>H3</b>	23.06	82.93	46.44
$\bar{x}$	<b>23.04</b>	<b>82.88</b>	<b>46.43</b>
$\sigma$	<b>0.02</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>
<b>P1</b>	22.13	84.82	46.04
<b>P2</b>	22.17	84.93	46.07
<b>P3</b>	22.27	84.96	46.18
$\bar{x}$	<b>22.19</b>	<b>84.90</b>	<b>46.10</b>
$\sigma$	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>

**Türler I** : Sapsız Meşe **H** : Istranca Meşesi **P** : Doğu Karadeniz Meşesi

Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin öz odunlarının çözünürlük karakteristiklerini gösteren kimyasal analiz sonuçları sırası ile Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin öz odunlarının çözünürlük karakteristiklerine ait bulgular.

Ağaç Türü No	Soğuk Su Çöz. (%)	Sıcak Su Çöz.(%)	Alkol Çöz. (%)	% 1 NaOH Çöz. (%)	Hegzan. Çöz. (%)
I1	5.80	9.63	6.17	23.31	0.54
I2	5.85	9.64	6.21	23.32	0.56
I3	5.87	9.66	6.23	23.34	0.58
$\bar{x}$	<b>5.84</b>	<b>9.64</b>	<b>6.20</b>	<b>23.32</b>	<b>0.56</b>
$\sigma$	<b>0.04</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>
H1	10.70	15.02	10.70	30.28	0.42
H2	10.75	15.11	10.81	30.30	0.45
H3	10.82	15.17	10.90	30.31	0.59
$\bar{x}$	<b>10.76</b>	<b>15.10</b>	<b>10.80</b>	<b>30.30</b>	<b>0.49</b>
$\sigma$	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.10</b>	<b>0.01</b>	<b>0.09</b>
P1	8.10	14.33	7.10	31.42	0.55
P2	8.18	14.36	7.15	31.50	0.61
P3	8.22	14.47	7.25	31.56	0.64
$\bar{x}$	<b>8.17</b>	<b>14.38</b>	<b>7.17</b>	<b>31.49</b>	<b>0.60</b>
$\sigma$	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.07</b>	<b>0.05</b>

Türler I : Sapsız Meşe H : Istranca Meşesi P.: Doğu Karadeniz Meşesi

### 3.1.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşeleri Diri Odunlarının Kimyasal Analizine Ait Bulgular

Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin diri odunlarının hücre çeperi bileşenlerini gösteren kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.3 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin diri odunlarının hücre çeperi bileşenlerine ait bulgular.

Ağaç Türü No	Lignin (%)	Holoselüloz (%)	Selüloz (%)
I1	23.09	83.96	49.25
I2	23.10	84.05	49.40
I3	23.12	84.12	49.50
$\bar{x}$	<b>23.10</b>	<b>84.04</b>	<b>49.38</b>
$\sigma$	<b>0.01</b>	<b>0.08</b>	<b>0.13</b>
H1	22.16	81.36	43.44
H2	22.25	81.46	43.46
H3	22.36	81.58	43.49
$\bar{x}$	<b>22.26</b>	<b>81.47</b>	<b>43.46</b>
$\sigma$	<b>0.01</b>	<b>0.11</b>	<b>0.02</b>
P1	21.61	83.18	43.41
P2	21.63	83.27	43.44
P3	21.68	83.38	43.49
$\bar{x}$	<b>21.64</b>	<b>83.28</b>	<b>43.45</b>
$\sigma$	<b>0.04</b>	<b>0.10</b>	<b>0.04</b>

Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin diri odunlarının çözünürlük analizlerini gösteren kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin diri odunlarının çözünürlük karakteristiklerine ait bulgular.

Ağaç Türü No	Soğuk Su Çöz. (%)	Sıcak Su Çöz.(%)	Alkol Çöz. (%)	% 1 NaOH Çöz. (%)	Hegzan Çöz.(%)
I1	3.22	5.43	3.12	19.27	0.39
I2	3.32	5.47	3.19	19.29	0.42
I3	3.43	5.52	3.21	19.30	0.43
$\bar{x}$	<b>3.23</b>	<b>5.47</b>	<b>3.17</b>	<b>19.29</b>	<b>0.41</b>
$\sigma$	<b>0.10</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>
H1	5.38	8.98	5.22	26.16	0.41
H2	5.44	9.04	5.35	26.32	0.42
H3	5.52	9.07	5.49	26.50	0.43
$\bar{x}$	<b>5.45</b>	<b>9.03</b>	<b>5.35</b>	<b>26.41</b>	<b>0.42</b>
$\sigma$	<b>0.07</b>	<b>0.04</b>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>	<b>0.01</b>
P1	4.35	8.64	3.99	27.02	0.51
P2	4.36	8.72	4.06	27.03	0.54
P3	4.39	8.81	4.10	27.05	0.55
$\bar{x}$	<b>4.37</b>	<b>8.72</b>	<b>4.05</b>	<b>27.03</b>	<b>0.53</b>
$\sigma$	<b>0.02</b>	<b>0.08</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>

### 3.1.3 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşeleri Kabuklarının Kimyasal Analizine Ait Bulgular

Doğu Karadenizde yaygın olarak bulunan meşelerden; Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin kabuklarının hücre çeperi bileşenlerini ve çözünürlük analizlerini gösteren kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.5 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin kabuklarının hücre çeperi bileşenlerine ait bulgular.

Ağaç Türü No	Lignin (%)	Holoseüloz (%)	Selüloz (%)
I1	32.04	73.13	36.24
I2	32.06	73.18	36.31
I3	32.09	73.29	36.33
$\bar{x}$	<b>32.06</b>	<b>73.20</b>	<b>36.29</b>
$\sigma$	<b>0.02</b>	<b>0.08</b>	<b>0.04</b>
H1	18.01	75.41	37.43
H2	18.02	75.51	37.56
H3	18.05	75.58	37.63
$\bar{x}$	<b>18.03</b>	<b>75.50</b>	<b>37.54</b>
$\sigma$	<b>0.02</b>	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>
P1	32.55	70.02	34.06
P2	32.56	70.28	34.11
P3	32.59	70.35	34.19
$\bar{x}$	<b>32.57</b>	<b>70.22</b>	<b>34.12</b>
$\sigma$	<b>0.02</b>	<b>0.17</b>	<b>0.04</b>

Doğu Karadenizde yaygın olarak bulunan meşelerden; Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin kabuklarının çözünürlük analizlerini gösteren kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.



Tablo 3.6 Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ve Sapsız Meşelerin kabuklarının çözünürlük karakteristiklerine ait bulgular.

Ağaç Türü No	Soğuk Su Çöz. (%)	Sıcak Su Çöz. (%)	Alkol Çöz. (%)	% 1 NaOH Çöz. (%)	Hegzan Çöz. (%)
I1	8.62	11.60	8.66	35.57	1.34
I2	8.63	11.64	8.74	35.58	1.35
I3	8.65	11.70	8.77	35.60	1.36
$\bar{x}$	<b>8.63</b>	<b>11.65</b>	<b>8.72</b>	<b>35.58</b>	<b>1.35</b>
$\sigma$	<b>0.01</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>
H1	11.97	15.03	14.01	39.93	1.42
H2	11.98	15.07	14.14	39.94	1.43
H3	12.01	15.13	14.25	39.96	1.45
$\bar{x}$	<b>11.99</b>	<b>15.08</b>	<b>14.13</b>	<b>39.94</b>	<b>1.43</b>
$\sigma$	<b>0.02</b>	<b>0.05</b>	<b>0.12</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>
P1	16.92	23.80	18.73	41.79	1.46
P2	16.97	23.81	18.85	41.80	1.50
P3	17.04	23.82	18.98	42.06	1.51
$\bar{x}$	<b>16.98</b>	<b>23.81</b>	<b>18.85</b>	<b>41.88</b>	<b>1.49</b>
$\sigma$	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.12</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>

### 3.2 GC-MS ANALİZLERİNE AİT BULGULAR (Istranca Meşesi)

Ağaç türlerinin odun ve kabukları içerisinde bulunan bileşenleri tespit amacıyla ilk önce örnekler ekstraksiyona uğrattılır ve sonra GC-MS analizi yapılır. Bu çalışmada çalıştığım ağaç türlerinden biri olan *Quercus hartwissiana* türünün öz odun, diri odun ve kabuk örnekleri ilk önce hegzan ile ekstrakte edildikten sonra balonda kalan çözelti (çözünen maddeler ve çözücü) buharlaştırılmıştır. Bu çözelti sonra bir takım kimyasal maddelerle işlemlere tabi tutulduktan sonra örnekler şırınga ile 1 µl miktarında alınarak GC-MS aletinin kolonuna enjekte edildi. Belirli bir süre sonunda (her bir örnek için 55'er dakika) sonunda örneklerin ayrı ayrı içerisindeki bileşenler tanımlanmaktadır. Bu örneklerin içerisinde bulunup, yapısı aydınlatılan bileşenlerin alıkonma RT (tutunma) zamanları ve numune içerisindeki % miktarı (% M) ve bu örneklere ait olan bileşenlerin şekilleri aşağıda gösterilmektedir.

### 3.2.1 Istranca Meşesi Öz Odununun GC-MS Analizine Ait Bulgular

Istranca Meşesinin öz odunu içerisindeki bileşenlere ait alıkonma (RT) zamanları, numune içerisindeki % miktarı (% M), ve bileşik sınıfları Tablo 3.7’de gösterilmektedir.

Tablo 3.7. Istranca Meşesinin öz odunu içerisindeki bileşenlerin alıkonma RT (tutunma) zamanları, numune içerisindeki % miktarları (% M) ve bileşik sınıfları.

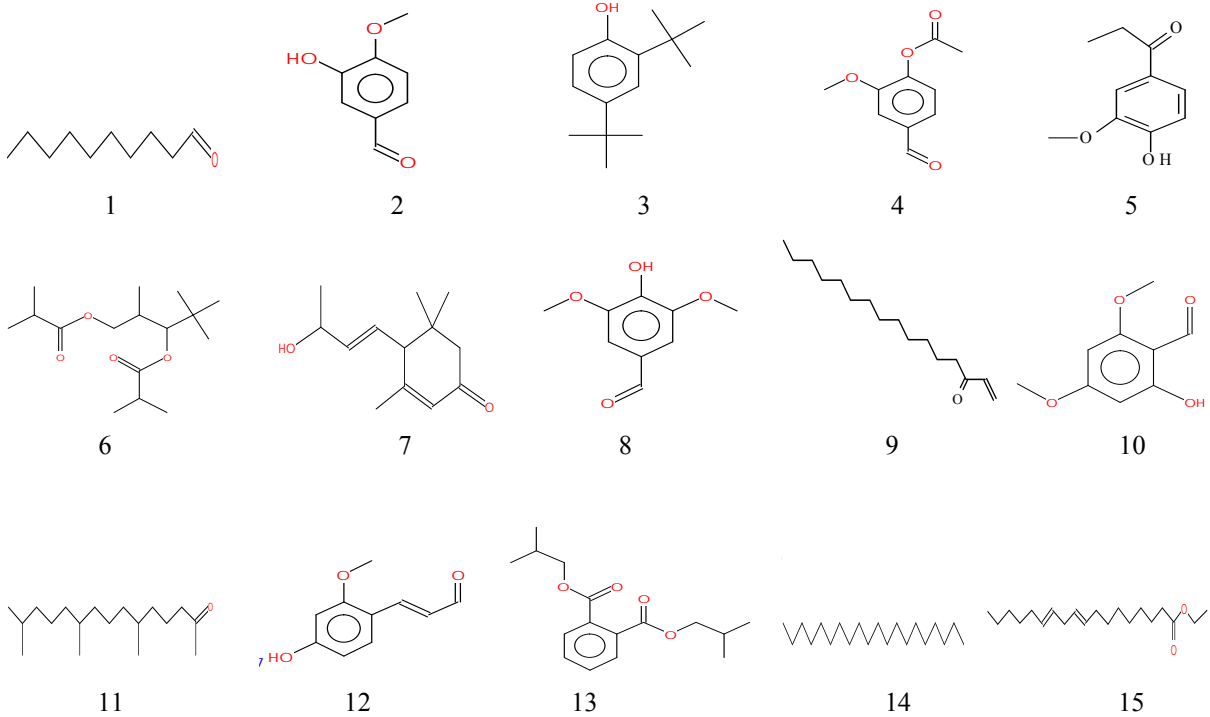
NO	BİLEŞİKLER	RT	% M	Sınıfları
1	Decanal	11.65	0.03	Oksijenli
2	Benzaldehyde , 3-hydroxy-4-methoxy-	16.68	0.26	Aromatik
3	2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- ,Phenol	19.53	0.21	Aromatik
4	4-(acetyloxy)-3-methoxy-, Benzaldehyde	19.91	1.12	Aromatik
5	Propano 3-methoxy-4-hydroxyphenone	21.14	0.11	Aromatik
6	2-methyl-, 1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediyl ester, Propanoic acid	21.51	0.11	Asit
7	4-(3-hydroxy-1-butenyl)-3,5,5-trimethyl-, 2-Cyclohexen-1-one	22.56	0.20	Monoterpenoit
8	4-hydroxy-3,5-dimethoxy-, Benzaldehyde	22.89	0.32	Oksijenli
9	T etradecanyl ester acrylic acid	23.63	0.46	Asit
10	4,6-Dimethoxysalicylaldehyde	24.38	0.60	Oksijenli
11	6,10,14-trimethyl-, 2-Pentadecanone	26.80	0.51	Seskiterpenoit
12	4-Hydroxy-2-methoxycinnamaldehyde,1,2-Benzenedi carboxylic acid	27.02	0.06	Asit
13	Bis(2-methylpropyl) ester	27.27	0.27	Aromatik
14	Eicosane	29.83	0.08	Hidrokarbon
15	Ethyl linoleate	31.17	0.09	Oksijenli
16	1-Octadecene	31.38	0.31	Hidrokarbon
17	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-Methylester,	31.57	0.14	Asit
18	Heneicosane	31.68	0.30	Hidrokarbon
19	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	32.47	0.14	Asit
20	Docosane	33.45	0.66	Hidrokarbon
21	Tricosane	35.15	2.18	Hidrokarbon
22	Tetracosane	36.79	1.98	Hidrokarbon
23	Octadecyl ester, Acetic acid	36.97	0.09	Asit
24	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2-hydroxy-1-ethyl ester	37.15	0.16	Asit
25	Linoleic acid, Butyl ester	37.89	4.31	Asit
26	1-Eicosanol	38.22	0.77	Oksijenli
27	Pentacosane	38.37	2.58	Hidrokarbon
28	Hexacosane	39.88	2.76	Hidrokarbon

Tablo 3.7 (devam ediyor).

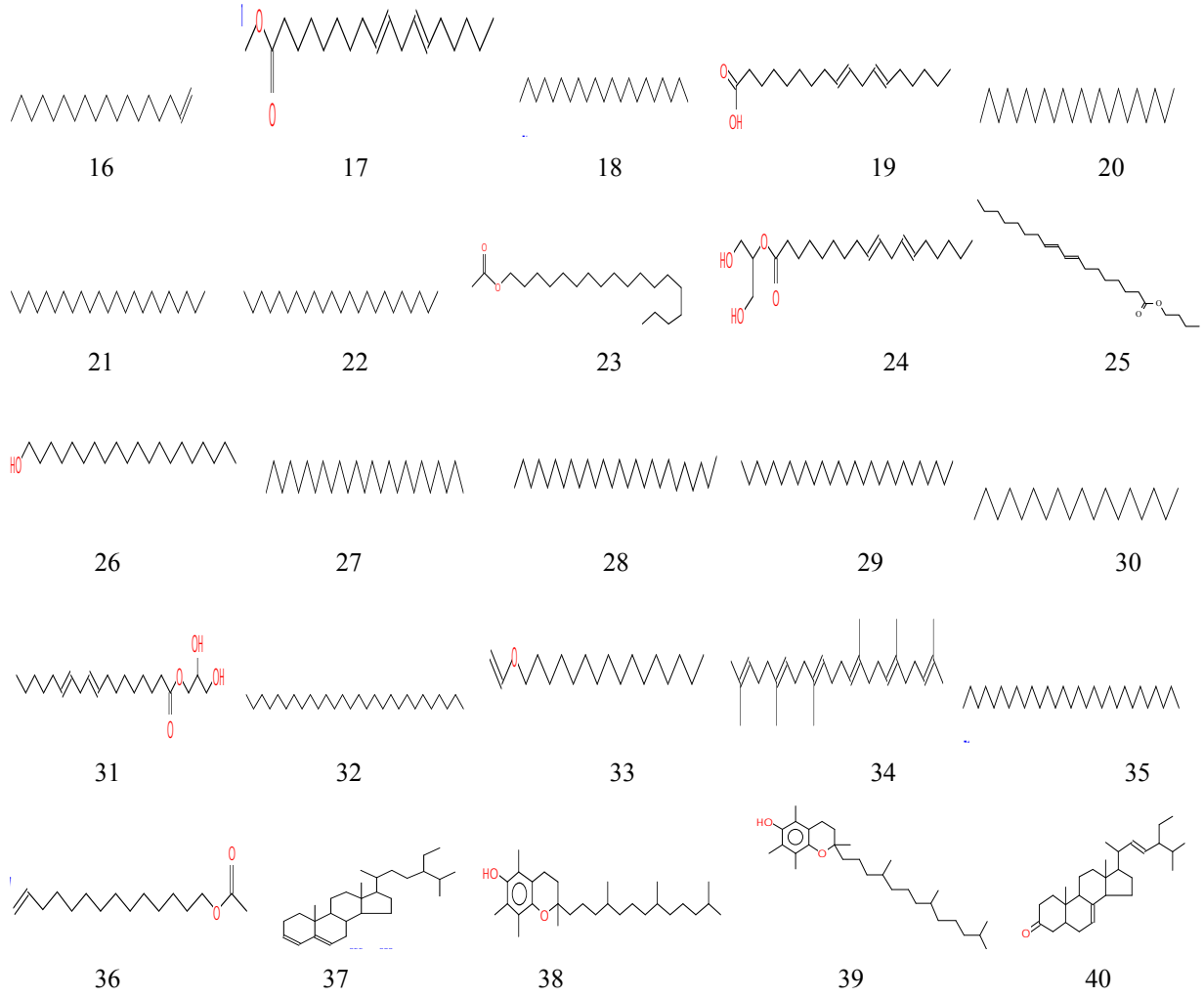
NO	BİLEŞİKLER	RT	% M	Sınıfları
29	Heptacosane	41.35	4.44	Hidrokarbon
30	Octadecane	41.55	0.42	Hidrokarbon
31	2,3-dihydroxypropylester*, 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	42.63	0.96	Asit
32	Octacosane	42.81	5.50	Hidrokarbon
33	1-(ethenyloxy)-, Hexadecane	42.99	0.46	Oksijenli
34	2,6,10,15,19,23-hexamethyl-,2,6,10,14,18,22 Tetracosahexaene	43.26	1.79	Triterpen
35	Nonacosane	43.82	1.93	Hidrokarbon
36	13-Tertadecen-1-ol acetate	44.28	0.76	Oksijenli
37	Stigmastan-3,5-dien	46.35	0.88	Stereoit
38	Vitamin E	49.96	4.05	Stereoit
39	$\alpha$ .-Tocopherol, D	51.97	0.23	Triterpenoit
40	Spinasterone	53.52	5.29	Stereoit

\* çakışmış

Istranca Meşesinin öz odununun GC-MS Kromatogramları Ek Açıklamalar A'da gösterilmiştir. Istranca Meşesinin öz odunu içerisindeki bileşenlerin şekilleri Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Istranca Meşesinin öz odunu içerisindeki bileşenler.



Şekil 3.1 (devam ediyor).

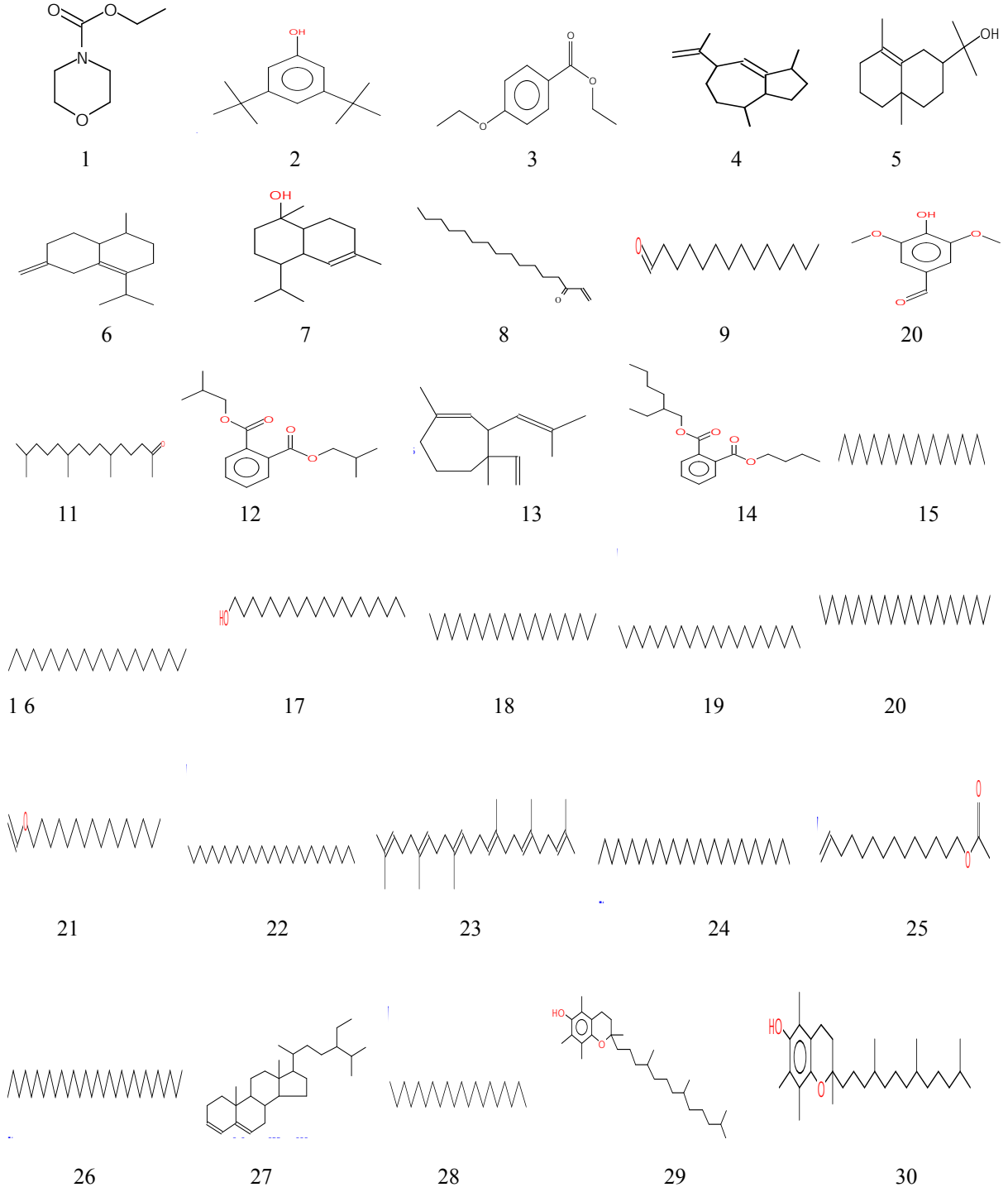
### 3.2.2 Istranca Meşesi Diri Odununun GC-MS Analizine Ait Bulgular

Istranca Meşesinin diri odunu içersindeki bileşenlerin yüzdeleri alıkonma (RT) (tutunma) zamanları, numune içersindeki % miktarları (% M) ve bileşik sınıfları Çizelge 3.8'de gösterilmektedir.

Tablo 3.8. Istranca Meşesinin diri odunu içerisindeki bileşenlerin alıkonma RT (tutunma) zamanları, numune içerisindeki % miktarları (% M) ve bileşik sınıfları.

No	Bileşikler	RT	% M	Sınıfları
1	Ethyl ester, Morpholine-4-carboxylic acid,	11.77	0.08	Asit
2	3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-, Phenol	19.53	0.15	Aromatik
3	4-ethoxy-, ethyl ester, Benzoic acid,	19.80	0.47	Asit
4	$\gamma$ -Gurjunene	21.37	0.15	Seskiterpen
5	$\gamma$ -Eudosmol	22.27	0.11	Seskiterpenoit
6	2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-,Bicyclo[4.4.0]dec-1 ene	22.51	0.32	Seskiterpen
7	$\alpha$ .-Cadinol	22.78	0.66	Seskiterpenoit
8	Tetradecanyl ester acrylic acid	23.63	0.24	Asit
9	Tetradecanal	24.08	0.15	Oksijenli
10	4-hydroxy-3,5-dimethoxy-, Benzaldehyde, ,	24.38	0.10	Aromatik
11	6,10,14-trimethyl-,2-Pentadecanone	26.81	0.16	Seskiterpenoit
12	bis(2-methylpropyl) ester, 1,2-Benzenedicarboxylic acid	27.27	0.19	Asit
13	1,4-dimethyl-3-(2-methyl-1-propene-1-yl)-4-vinyl-,Cycloheptene	28.74	0.16	Seskiterpen
14	Butyl 2-ethylhexyl ester, 1,2-Benzenedicarboxylic acid	29.11	0.21	Asit
15	Heneicosane	31.68	0.30	Hidrokarbon
16	Docosane	33.45	0.66	Hidrokarbon
17	1-Eicosanol	34.94	0.09	Oksijenli
18	Tricosane	35.15	1.53	Hidrokarbon
19	Tetracosane	36.79	1.94	Hidrokarbon
20	Heptacosane	41.35	4.72	Hidrokarbon
21	1-(ethenyloxy)-, Hexadecane	42.58	0.50	Oksijenli
22	Octacosane	42.81	7.09	Hidrokarbon
23	2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene,	43.26	2.26	Triterpen
24	Nonacosane	43.82	1.62	Hidrokarbon
25	13-Tertadecen-1-ol acetate	44.28	0.94	Oksijenli
26	Triacontane	46.60	6.50	Hidrokarbon
27	Stigmastan-3,5-dien	48.50	4.24	Steroid
28	Vitamin E	49.95	3.35	Steroid
29	D,. $\alpha$ .-Tocopherol	50.30	3.18	Steroid
30	Eicosane	52.41	3.28	Hidrokarbon

Istranca Meşesinin diri odunu içerisindeki bileşenlerin şekilleri Şekil 3.2’de gösterilmektedir. Istranca Meşesinin diri odununun GC-MS Kromatogramları Ek Açıklamalar B’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Istranca Meşesinin diri odunu içerisindeki bileşenler.

### 3.2.3 Istranca Meşesinin Kabuğunun GC-MS Analizine Ait Bulgular

Istranca Meşesinin kabuğu içerisindeki bileşenlerin yüzdeleri alıkonma (RT) (tutunma) zamanları, numune içerisindeki % miktarları (% M) ve bileşik sınıfları Tablo 3.9'da gösterilmektedir.

Tablo 3.9. Istranca Meşesinin kabuğu içerisindeki bileşenlerin alıkonma RT (tutunma) zamanları, numune içerisindeki % miktarları (% M) ve bileşik sınıfları.

NO	BİLEŞİKLER	RT	% M	Sınıfları
1	Hexanoic acid	5.94	0.70	Asit
2	4-acetyl-, Morpholine,	11.23	0.15	Oksijenli
3	Decanal	11.64	0.05	Oksijenli
4	Ethyl ester, Morpholine-4-carboxylic acid	11.76	0.14	Asit
5	exo-2-Hydroxycineole	12.09	0.09	Monoterpenoit
6	Cyclic1,2:3,4-bis(ethylboronate),- α D Ribopyranose	13.22	0.08	Oksijenli
7	2,4-Decadienal, (E,E)-	13.98	0.40	Oksijenli
8	4-hydroxy-3-methoxy-, Benzaldehyde	16.68	0.12	Oksijenli
9	2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-, Phenol	19.53	0.10	Aromatik
10	4-ethoxy-Benzoic acid ethyl ester	19.81	0.24	Oksijenli
11	3,4-dihydro-8-hydroxy-3-methyl-, (R)-, 1H-2 Benzopyran-1-one	20.23	0.17	Aromatik
12	Benzoic acid, 2,4-dihydroxy-3,6-dimethyl-, methylester	23.95	0.23	Asit
13	1-Decene	24.44	0.18	Hidrokarbon
14	Octadecane	25.89	0.08	Hidrokarbon
15	2-Pentadecanone	26.81	0.51	Oksijenli
16	Bis(2-methylpropyl)ester, 1,2Benzenedicarboxylic acid	27.27	0.26	Asit
17	Nonadecane	27.91	0.07	Hidrokarbon
18	Farnesyl acetone b	28.27	0.12	Seskiterpen
19	Hexadecanoic acid ,Methyl ester	28.42	0.07	Asit
20	Eicosane	29.83	0.08	Hidrokarbon
21	Hexadecanal	30.22	0.11	Oksijenli
22	1-Octadecene	31.38	0.86	Hidrokarbon
23	Z-8-Methyl-9-tetradecenoic acid	31.56	0.15	Asit
24	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	32.47	0.17	Asit
25	1-Methylbicyclo[3.2.1]octane	32.82	0.14	Monoterpen
26	9-Octadecenamide, (Z)-	33.08	0.07	Oksijenli
27	Heptadecane	33.46	0.12	Hidrokarbon
28	1,19-Eicosadiene	33.88	0.27	Hidrokarbon

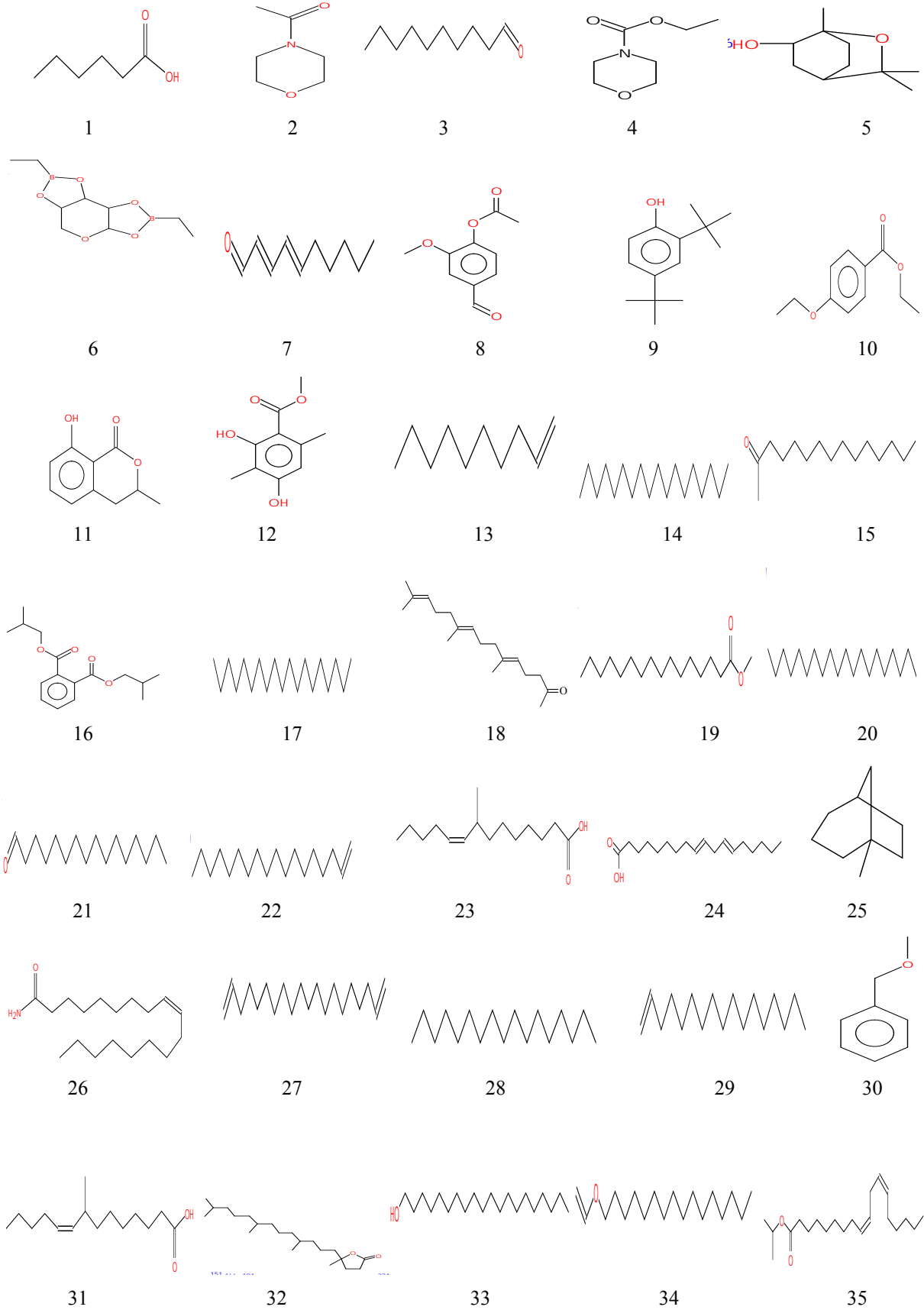
Tablo 3.9 (devam ediyor).

NO	BİLEŞİKLER	RT	% M	Sınıfları
29	1-Heptadecene	34.95	2.57	Hidrokarbon
30	methyl ether benzyl	35.59	0.21	Aromatik
31	Z-8-Methyl-9-tetradecenoic acid	35.82	0.17	Asit
32	4,8,12,16-Tetramethylheptadecan-4-olide	36.02	1.25	Diterpenoit
33	1-Eicosanol	36.61	0.41	Oksijenli
34	Tetracosane	36.78	0.46	Oksijenli
35	Isopropyl linoleate	37.90	6.29	Oksijenli
36	1-Octadecanol	38.23	3.66	Oksijenli
37	Nonacosane	38.37	1.12	Hidrokarbon
38	Hexadecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester	38.50	3.48	Asit
39	13-Tetradecen-1-ol acetate	38.88	0.99	Oksijenli
40	γ.-Sitosterol	39.77	1.77	Steroid
41	2,6,10,15,19,23-hexamethyl-,2,6,10,14,18,22 Tetracosahexaene	43.26	3.44	Triterpen
42	6-fluoro-4,6-cholestadien-3..-ol	43.73	1.67	Steroid
43	γ.-Tocopherol	47.73	1.05	Steroid
44	Stigmastan-3,5-dien	48.50	2.53	Steroid
45	Octacosane	49.16	1.01	Hidrokarbon
46	5-ethenyl-, (5. β.)-, A-Norcholestan-3-one	49.41	0.79	Steroid
47	Vitamin E	50.00	5.38	Steroid
48	Campesterol	52.44	1.85	Steroid

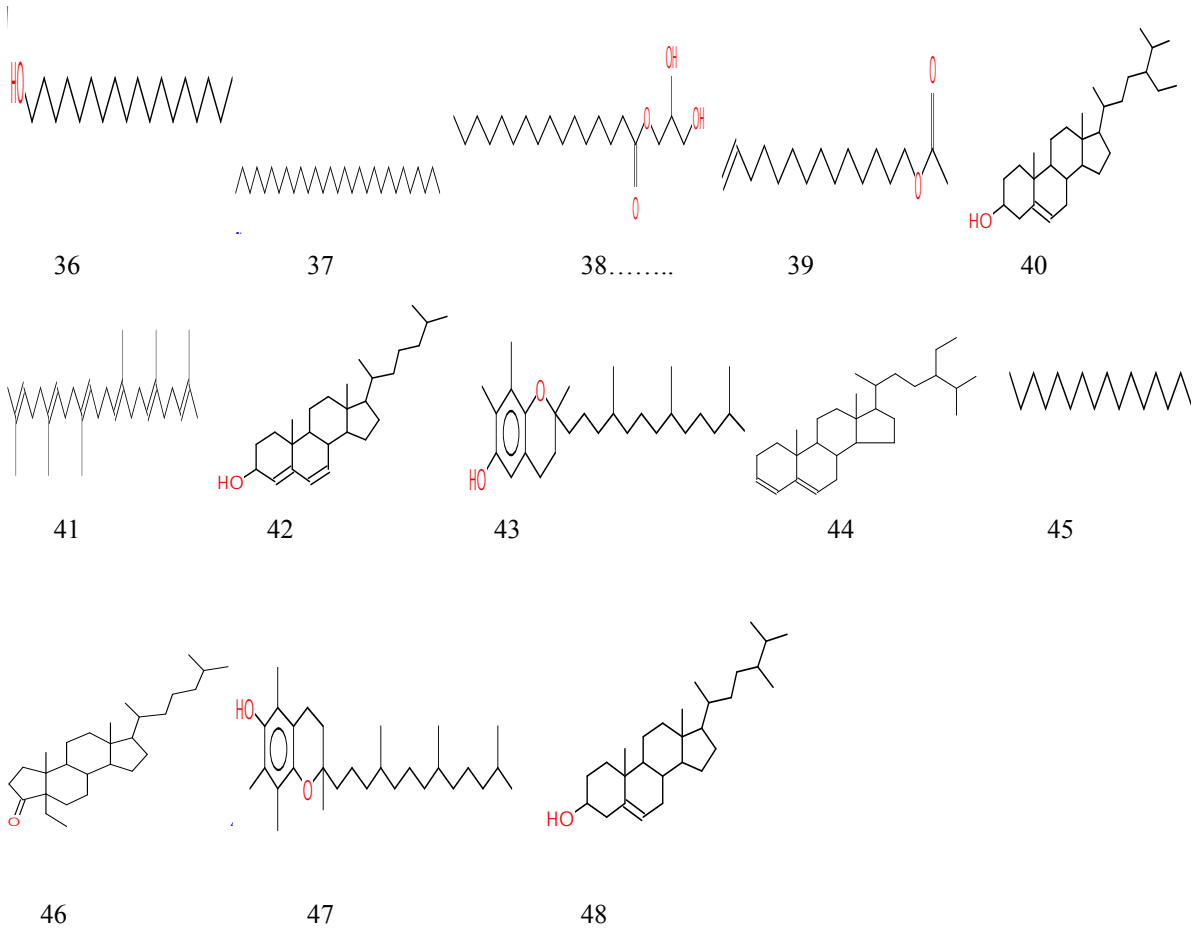
Istranca Meşesinin kabuğunun GC-MS Kromatogramları Ek Açıklamalar C’de gösterilmiştir.

Istranca Meşesinin kabuğu içerisindeki bileşenlerin şekilleri Şekil 3.3’de gösterilmektedir.





Şekil 3.3 Istanca Meşesinin kabuğu içerisindeki bileşenler.



Şekil 3.3 (devam ediyor).

## BÖLÜM 4

### İRDELEME VE DEĞERLENDİRME

Bu bölüm de kimyasal analize ait bulguların değerlendirilmesi ve GC-MS analizine ait bulguların değerlendirilmesi incelenmiştir.

#### 4.1 SAPSIZ MEŞE, ISTRANCA MEŞESİ VE DOĞU KARADENİZ MEŞESİ ÖZ ODUNLARININ KİMYASAL ANALİZİNE AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

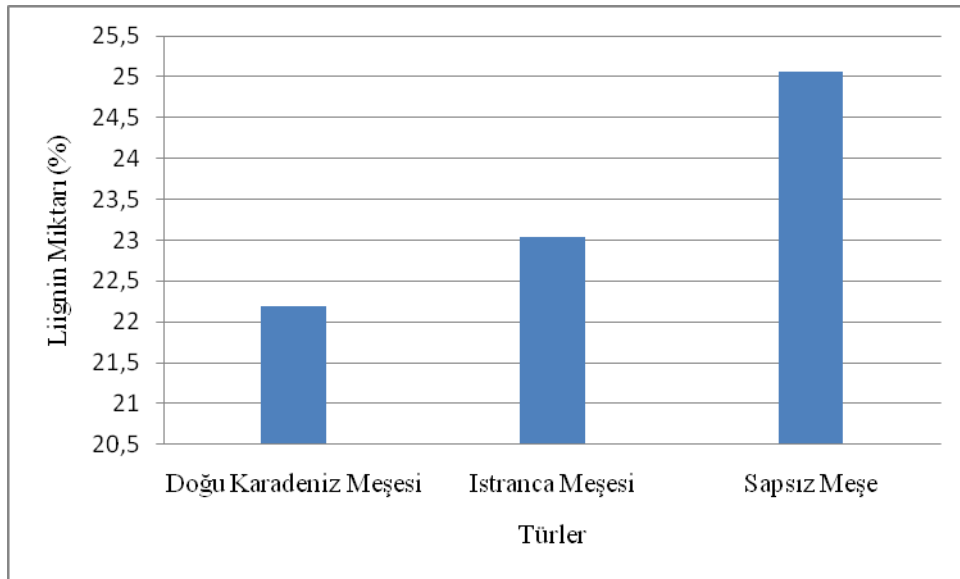
Daha önce belirtilen standart yöntemlere uygun olarak Gümüşhane-Özkürtün, Trabzon-Maçka ve Rize-İkizdere yörelerinden alınan sırası ile Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşeleri örneklerinin öz odun kısımlarına ayrı ayrı uygulanan metodlar sonucu belirlenen lignin, holoselüloz ve selüloz tayinleri ile soğuk su, sıcak su, % 1'lik NaOH, alkol ve hegzan çözünürlüğünün ortalama değerleri Tablo 3.1 ve Tablo 3.2' de verilmiştir. Belirlenen bu değerler arasında belirgin farkların olup olmadığı tespit etmek amacıyla % 5 yanılma olasılığı sınırı içinde varyans analizi ve Duncan Testi yapılarak sonuçlar Tablo 4.1 ve Tablo 4.2' de verilmiştir.

##### 4.1.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Öz Odunlarının Hücre Çeperi Bileşenlerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Öz Odunlarının hücre çeperi bileşenlerine ait sonuçlar Tablo 3.1'de verilmiştir. Bundan başka, öz odunun, hücre çeperi bileşenleri değerlerinin türler arasındaki asıl farklılıkların istatistiksel anlamda önemli olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi ve Duncan Testi uygulanmış olup, test sonuçlarına ait değerlendirmeler Tablo 4.1'de verilmiştir.

#### 4.1.1.1 Lignin Miktarı

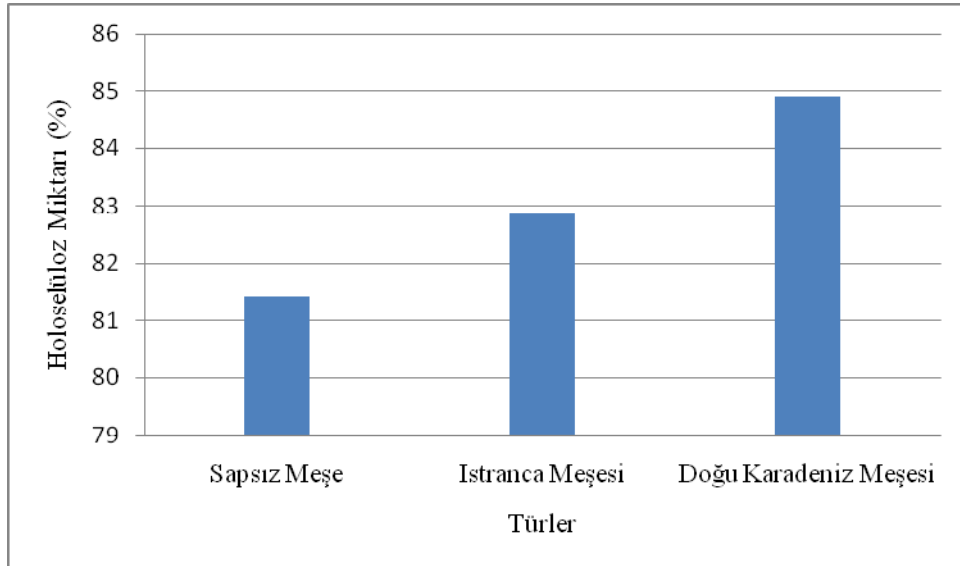
Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin öz odunlarının lignin değerlerine Tablo 4.1’de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan Testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Sapsız Meşe, Doğu Karadeniz Meşesi ile Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşeleri arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan meşelerin öz odunlarındaki ligninlerin ortalama değeri en yüksek % 25.07 olarak Istranca Meşesi’nde, en düşük % 22.19 olarak Doğu Karadeniz Meşesi’nde bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.1’de verilmiştir. Lignin miktarı İYA’larda % 26-32, yayvan YA’larda %24-28, tropikal ağaçlarda % 30, çekme odununda % 20-25 oranlarında olmaktadır (Sjöström 1981). Elde edilen lignin değerleri Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica* Boiss.) öz odunun lignin miktarı olan % 23.06 ile karşılaştırıldığında lignin değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir (Balaban 2001).



Şekil 4.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının lignin miktarları (%).

#### 4.1.1.2 Holoselüloz Miktarı

Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan meşelerin öz odunlarındaki holoselülozların ortalama değeri en yüksek % 84.90 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde, en düşük % 81.40 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.2'de verilmiştir. Türler arasında belirgin bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırları içinde belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için Tablo 4.1'de görüldüğü gibi uygulanan Duncan Testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Doğu Karadeniz Meşesi, Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi ve Sapsız Meşe ile Istranca Meşeleri arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Elde edilen holoselüloz değerleri Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica* Boiss.) öz odunun holoselüloz miktarı olan % 69.84 ile karşılaştırıldığında holoselüloz değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu değerlerin yüksek olmasının sebebi, tür farkı ve ağaçların büyüdüğü yerlerin iklim şartları ve toprak yapısına bağlı olan değişkenliklerden meydana geldiği ortadadır. Netice de klorit yöntemi diğer yöntemlere göre en az karbonhidrat kaybı vermektedir. Yalnız bu yöntemin tatbik edilmesi durumunda holoselüloz örneğinde % 2-4 oranında lignin ile birlikte karbonhidratlar kalmaktadır (Browning 1967; Balaban 2001).



Şekil 4.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının holoselüloz miktarları (%).

#### 4.1.1.3 Selüloz Miktarı

Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan meşelerin öz odunlarındaki selülozların ortalama değeri en yüksek % 48.08 olarak Sapsız Meşe de, en düşük % 46.10 olarak Istranca Meşesi'nde bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.3'de verilmiştir. Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin öz odunlarının selüloz değerlerine Tablo 4.1'de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan Testi sonucunda Istranca Meşesi ile Sapsız Meşe, Doğu Karadeniz Meşesi ile Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşeleri arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir.

Tablo 4.1 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının hücre çeperi bileşenleri değerlerine ait ulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları.

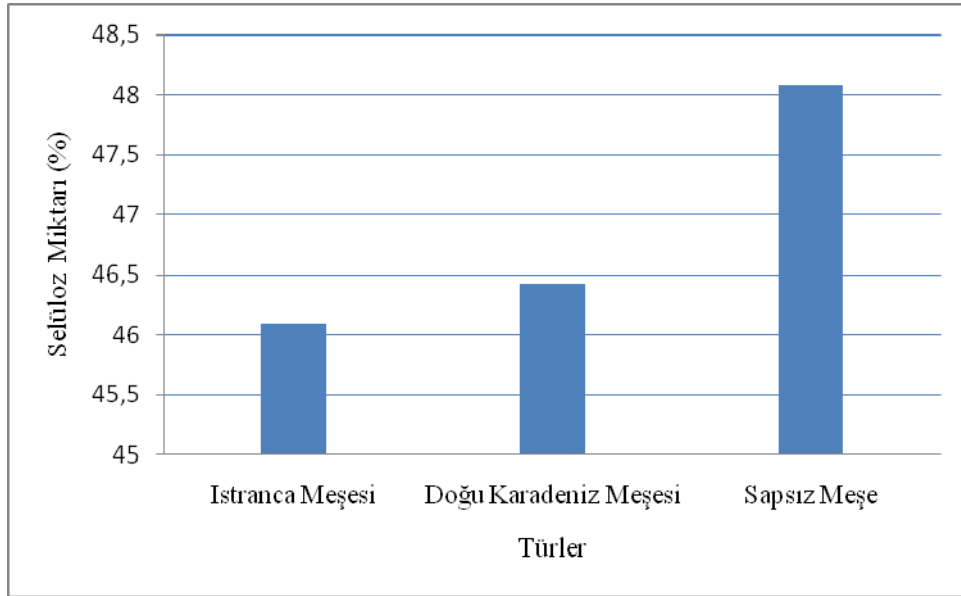
BASİT VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ				
Lignin Tayini	Varyans Kaynağı	Kareler Topl.	Ser. Der.	Kareler Ortala	F <sub>Tahmin</sub> in ( $\alpha = \%5$ )	F <sub>hesap</sub>			I	H	P
									25.07	23.04	22.19
Lignin Tayini	G.Arası	13.13	2	6.56	19.33	0.000	I	25.07	X		
	G.İçi	0.01	6	0.002			H	23.04	5	X	
	Genel	13.14	8				P	22.19	5	5	X
Holoselüloz Tayini	G.Arası	18.59	2	9.29	19.33	0.000			P	H	I
	G.İçi	0.02	6	0.004					84.90	82.88	81.40
	G.İçi	0.02	6	0.004			P	84.90	X		
	Genel	18.61	8				H	82.88	5	X	
Selüloz Tayini	G.Arası	6.77	2	3.38	19.33	0.000			I	P	H
	G.İçi	0.01	6	0.003					48.08	46.43	46.10
	G.İçi	0.01	6	0.003			P	46.43	5	X	
	Genel	6.78	8				H	46.10	5	5	X

**Türler I :** Sapsız Meşe **H :** Istranca Meşesi **P.:** Doğu Karadeniz Meşesi

Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin öz odunlarının selülozlar değerleri arasındaki oranı en yüksek % 48.08 olarak Sapsız Meşe de, en düşük % 46.10 olarak Istranca

Meşesi'nde bulunmuştur. Bu meşe türlerinin öz odunlarındaki selüloz değerleri arasındaki fark ise örneklerin yaşları, örneklerin alındıkları yetişme yerlerinin ekolojik ve jeolojik özellikleri ile selülozun elde edilme metodlarından kaynaklanabilir.

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin öz odunlarının hücre çeperi bileşenleri sonuçlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda bu meşe türlerinin arasında istatistiksel açıdan belirgin bir farkın olduğu görülmektedir. Bu meşe türleri arasında hücre çeperi bileşenleri değerlerindeki farklılıkların nedeni olarak da meşelerin yetişmiş olduğu yerin jeolojik ve ekolojik özellikleri ile bağlantılı olduğu sayılmaktadır.



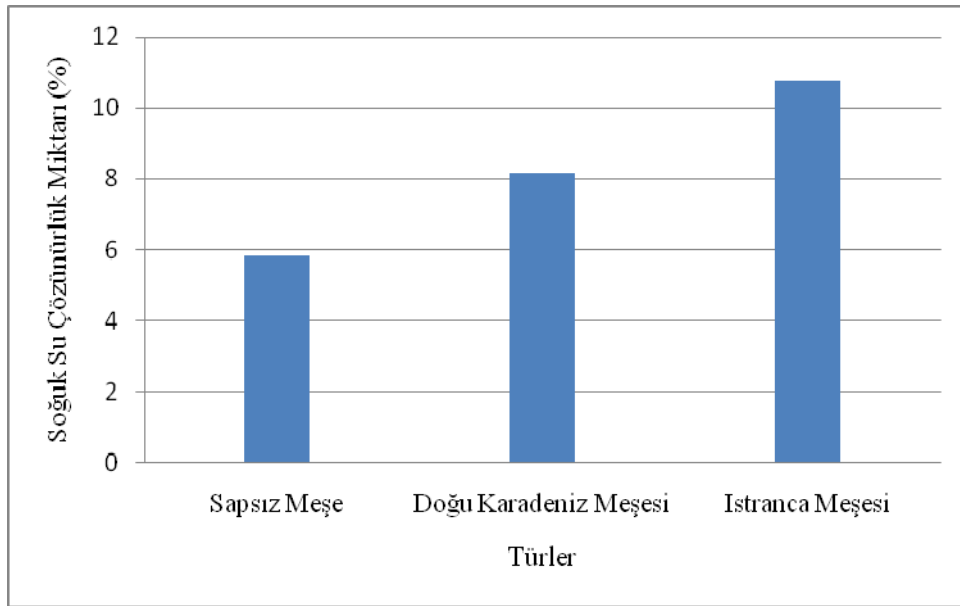
Şekil 4.3 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının selüloz miktarları (%).

#### 4.1.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Öz Odunlarının Çözünürlük Değerlerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının hücre çeperi bileşenlerine ait sonuçlar Tablo 3.2'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre öz odun üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarında % 5 yanılma olasılığı içinde türler arasında farklılığın olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi ve Duncan Testi uygulanmış olup analiz ve test sonuçlarına ait değerlendirmeler Tablo 4.2'de verilmiştir.

#### 4.1.2.1 Soğuk Su Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin öz odunlarının soğuk su değerlerine Tablo 4.2’de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan Testi sonucunda, Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin öz odunlarındaki soğuk su çözünürlüklerin ortalama değeri en yüksek % 10.76 olarak Istranca Meşesi’nde, en düşük % 5.84 olarak Sapsız Meşesi’nde bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.4’de verilmiştir.



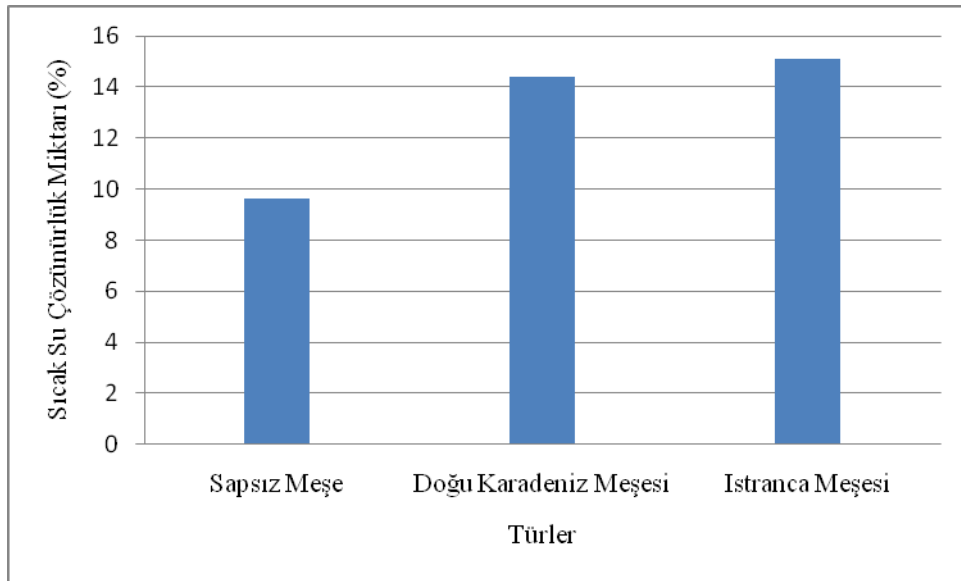
Şekil 4.4 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının soğuk su çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.1.2.2 Sıcak Su Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin öz odunlarının sıcak su değerlerine Tablo 4.2’de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Doğu



Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşe ve Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin öz odunlarındaki soğuk su çözünürlüklerin ortalama değeri en yüksek % 15.10 olarak Istranca Meşesi'nde, en düşük % 9.64 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.5'de verilmiştir. Elde edilen sıcak su değerleri, Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica* Boiss.) öz odunun sıcak su değeri olan % 8.97 ile karşılaştırıldığında aralarında yakınlık olduğu görülmektedir (Balaban 2001).

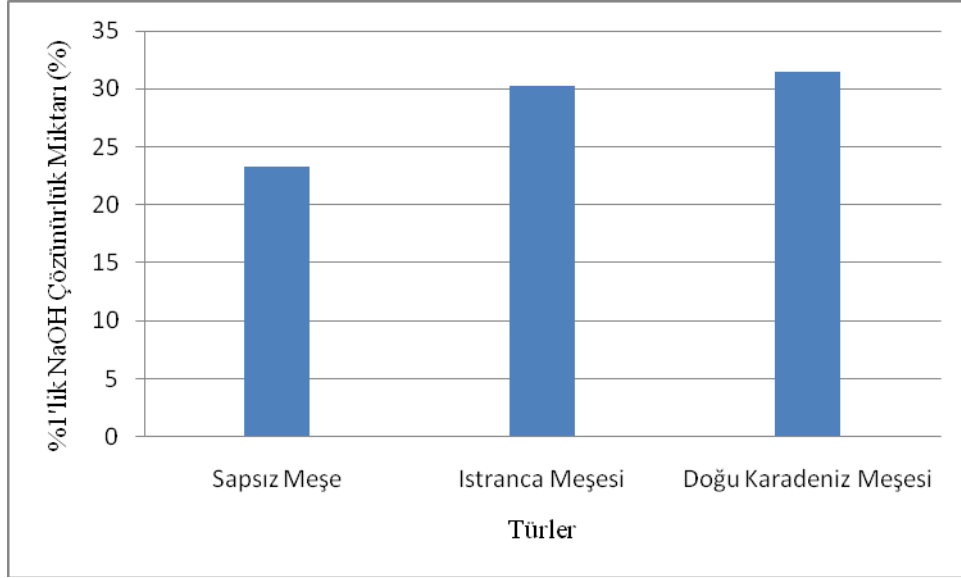


Şekil 4.5 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının sıcak su çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.1.2.3 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin öz odunlarının % 1'lik NaOH değerlerine Tablo 4.2'de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan Testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Doğu Karadeniz Meşesi, Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin öz odunlarındaki % 1'lik NaOH çözünürlüklerin ortalama değeri en yüksek % 31.49 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde, en

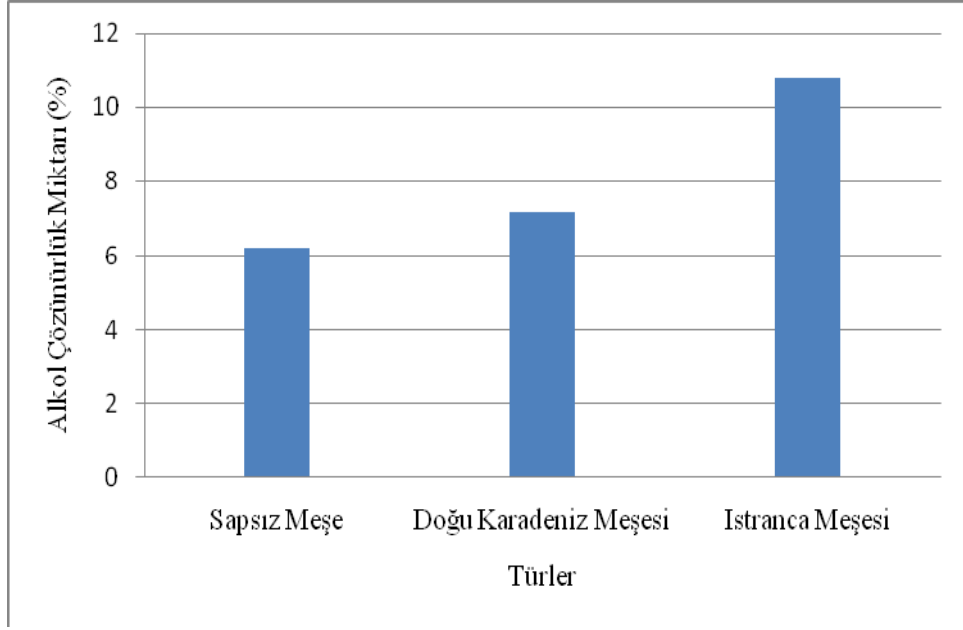
düşük % 23.32 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.6'da verilmiştir. Elde edilen %1'lik NaOH değerleri, Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica* Boiss.) öz odununun %1'lik NaOH değeri olan % 23.30 ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçla arasında çok yakın bir benzerlik mevcuttur (Balaban 2001).



Şekil 4.6 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının % 1 NaOH çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.1.2.4 Alkol Çözünürlüğü

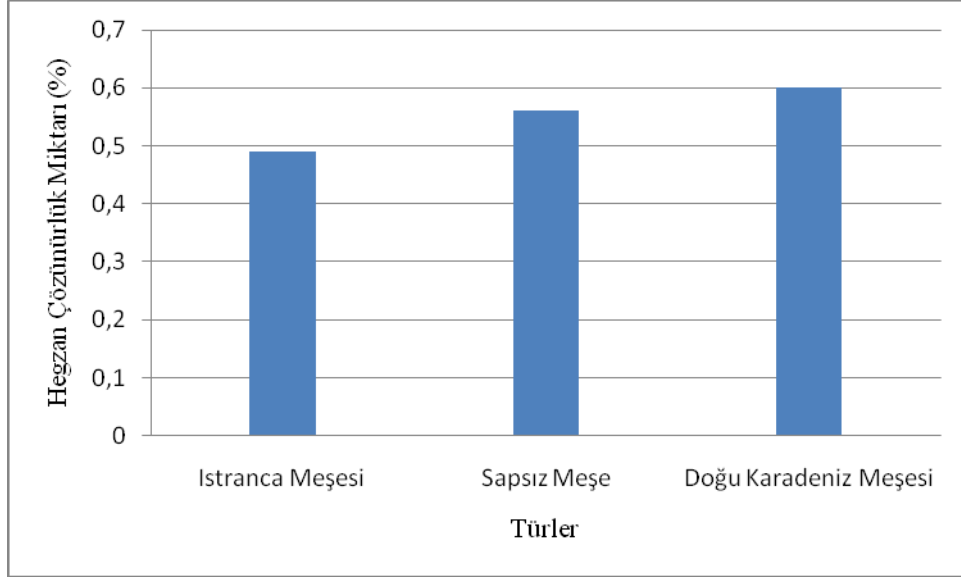
Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin öz odunlarının Alkol değerlerine Tablo 4.2'de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan Testi sonucunda, Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin öz odunlarındaki alkol çözünürlüklerin ortalama değeri en yüksek % 10.80 olarak Istranca Meşesi'nde, en düşük % 6.20 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının alkol çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.1.2.5 Hegzan Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin öz odunlarının hegzan değerlerine Tablo 4.2’de görüldüğü gibi uygulanan Varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olmadığı ( $\alpha > 0.05$ ) görülmüştür. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin öz odunlarındaki hegzan çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 0.60 olarak Doğu Karadeniz Meşesi’nde, en düşük % 0.49 olarak Istranca Meşesi’nde bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının hegzan çözünürlüğü miktarları (%).

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin öz odunlarının çözünürlük sonuçlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda Doğu Karadeniz de yaygın olan bu meşe türlerinin arasında istatistiksel açıdan (hegzan çözünürlüğü) belirgin bir farkın olduğu görülmektedir. Bu meşe türleri arasındaki çözünürlük değerlerindeki farklılıklarının nedeni olarak da meşe ağaçlarının yetişmiş olduğu yerin jeolojik ve ekolojik özellikleri ile bağlantılı olduğu sayılmaktadır.

Tablo 4.2 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi öz odunlarının çözünürlük değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları.

BASİT VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ					
Soğuk Su Çöz.	Varyans Kaynağı	Kareler Topl.	Ser. Der.	Kareler Ortala.	F <sub>Tahmin</sub> in (α=%5)	F <sub>hesap</sub>						
							H	P	I			
							10.76	8.17	5.84			
Soğuk Su Çöz.	G.Arası	36.29	2	18.15	19.33	0.000	H	10.76	X			
	G.İçi	0.02	6	0.003			P	8.17	5	X		
	Genel	36.31	8				I	5.84	5	5	X	
Sıcak Su Çöz.									H	P	I	
									15.10	14.38	9.64	
	G.Arası	52.78	2	26.39	19.33	0.00	H	15.10	X			
	G.İçi	0.02	6	0.004			P	14.38	5	X		
%1'lik NaOH Çöz.												
	G.Arası	116.80	2	58.40	19.33	0.00	P	31.49	X			
	G.İçi	0.01	6	0.002			H	30.30	5	X		
Alkol Çöz.												
	G.Arası	35.31	2	17.66	19.33	0.00			H	P	I	
	G.İçi	0.03	6	0.006					10.80	7.17	6.20	
Hegzan Çöz.												
	G.Arası	0.02	2	0.01	19.33	0.14				P	I	H
	G.İçi	0.02	6	0.004						0.60	0.56	0.49
Hegzan Çöz.	Genel	0.04	8									
							P	0.60	X			
							I	0.56	0	X		
							H	0.49	0	0	X	

#### 4.2 SAPSIZ MEŞE, ISTRANCA MEŞESİ VE DOĞU KARADENİZ MEŞESİ DIRİ ODUNLARININ KİMYASAL ANALİZİNE AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Daha önce belirtilen standart yöntemlere uygun olarak Gümüşhane-Özkürtün, Trabzon-Maçka ve Rize-İkizdere yörelerinden alınan sırası ile Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşeleri örneklerinin diri odun kısımlarına ayrı ayrı uygulanan metodlar sonucu belirlenen lignin, holoselüloz ve selüloz tayinleri ile soğuk su, sıcak su, % 1'lik NaOH, alkol

ve hegzan çözünürlüğünün ortalamam değerleri Tablo 3.3 ve Tablo 3.4' de verilmiştir. Belirlenen bu değerler arasında belirgin farkların olup olmadığı tespit etmek amacıyla % 5 yanılma olasılığı sınırı içinde varyans analizi ve Duncan Testi yapılarak sonuçlar Tablo 4.3 ve Tablo 4.4' de verilmiştir.

#### **4.2.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Diri Odunlarının Hücre Çeperine Ait Bulgularının Değerlendirilmesi**

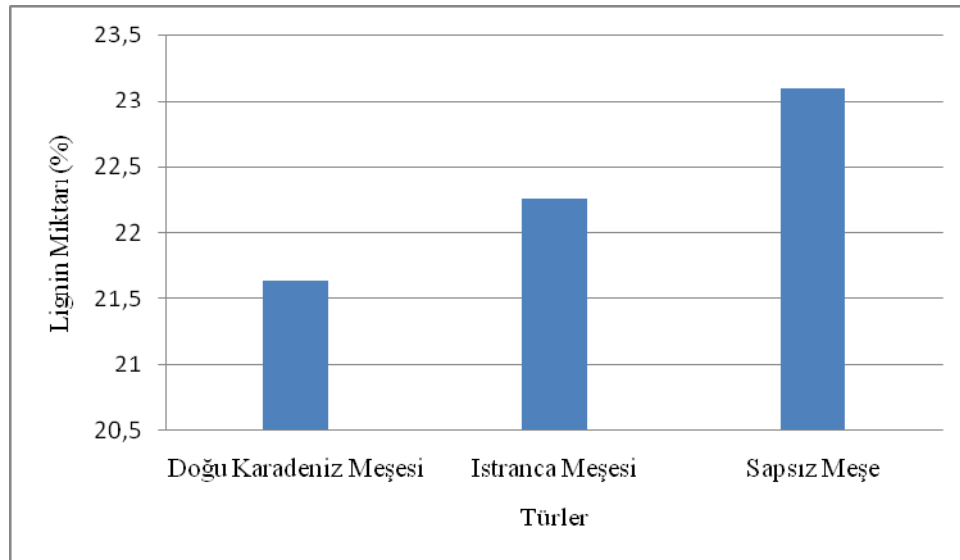
Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Diri Odunlarının hücre çeperi bileşenlerine ait sonuçlar Tablo 3.3'de verilmiştir. Bundan başka, diri odunun, hücre çeperi bileşenleri değerlerinin türler arasındaki asıl farklılıkların istatistiksel anlamda önemli olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi ve Duncan Testi uygulanmış olup, test sonuçlarına ait değerlendirmeler Tablo 4.3'de verilmiştir

##### **4.2.1.1 Lignin Miktarı**

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının lignin değerlerine Tablo 4.3'de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Sapsız Meşe, Doğu Karadeniz Meşesi ile Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşeleri arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin diri odunlarındaki ligninlerin ortalama değeri en yüksek % 23.10 olarak Sapsız Meşe de, en düşük % 21.64 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.3 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının hücreçeperi bileşenleri değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları.

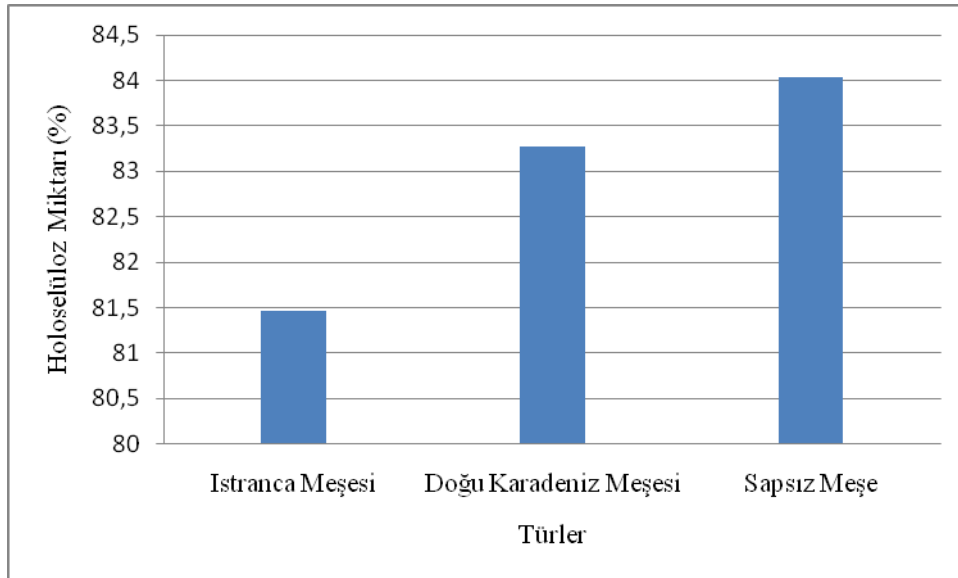
BASİT VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ					
Lignin Tayini	Varyans Kaynağı	Kareler Topl.	Ser. Der.	Kareler Ortala	F <sub>Tahmin</sub> in ( $\alpha=5\%$ )	F <sub>hesap</sub>			I	H	P	
									23.10	22.26	21.64	
Lignin Tayini	G.Arası	3.23	2	1.62	19.33	0.000	I	23.10	X			
	G.İçi	0.03	6	0.004			H	22.26	5	X		
	Genel	3.26	8				P	21.64	5	5	X	
Holose lüloz Tayini					19.33	0.000			I	P	H	
										84.04	83.28	81.47
	G.Arası	10.50	2	5.25			I	84.04	X			
	G.İçi	0.06	6	0.010			P	83.28	5	X		
	Genel	10.56	8				H	81.47	5	5	X	
Selüloz Tayini					19.33	0.000			I	H	P	
										49.38	43.46	43.45
	G.Arası	3.24	2	35.14			I	49.38	X			
	G.İçi	0.02	6	0.006			H	43.46	5	X		
	Genel	3.26	8				P	43.45	5	0	X	



Şekil 4.9 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının lignin miktarları (%).

#### 4.2.1.2 Holoselüloz Miktarı

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının holoselüloz değerlerine Tablo 4.3’de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan Testi sonucunda, Doğu Karadeniz Meşesi ile Sapsız Meşe ve Istranca Meşesi ile Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşeleri arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin diri odunlarındaki holoselülozların ortalama değeri en yüksek % 84.04 olarak Sapsız Meşe de, en düşük % 81.47 olarak Istranca Meşesi’nde bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.10’da verilmiştir.



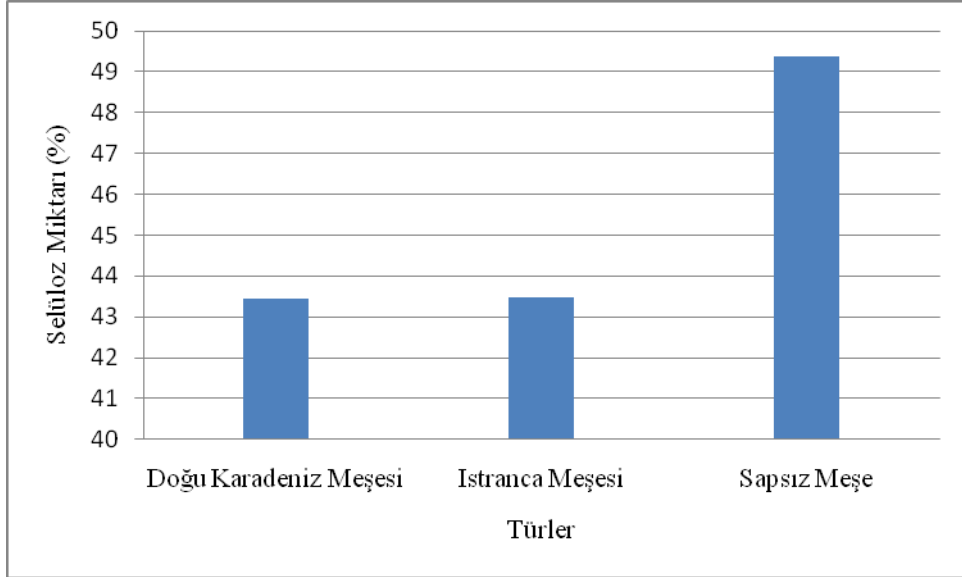
Şekil 4.10 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının holoselüloz miktarları (%).

#### 4.2.1.3 Selüloz Miktarı

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının selüloz değerlerine Tablo 4.3’de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan Testi sonucunda, Doğu Karadeniz Meşesi ile Sapsız Meşe ve Istranca Meşesi ile Sapsız Meşe arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ), buna karşın Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşeleri arasında



belirgin bir farkın olmadığı ( $0.05 < \alpha$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin diri odunlarındaki selülozların ortalama değeri en yüksek % 49.38 olarak Sapsız Meşe de, en düşük % 43.45 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.11'de verilmiştir ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.11'de verilmiştir Selüloz değeri, yapraklı ağaç ve iğne yapraklı ağaçların yaklaşık % 50'sini oluşturmaktadır (Eroğlu 1988).



Şekil 4.11 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının selüloz miktarları (%).

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının hücre çeperi bileşenlerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda Doğu Karadeniz de yaygın olan bu meşe türlerinin arasında istatistiksel açıdan belirgin bir farkın olduğu görülmektedir. Bu meşe türleri arasındaki hücre çeperi bileşenleri değerlerindeki farklılıkların nedeni olarak da meşelerin yetişmiş olduğu yerin toprak yapısına, iklim koşullarına, eğikliğine özetle meşelerin yetişmiş olduğu yerin jeolojik ve ekolojik özellikleri ile bağlantılı olduğu sayılmaktadır.

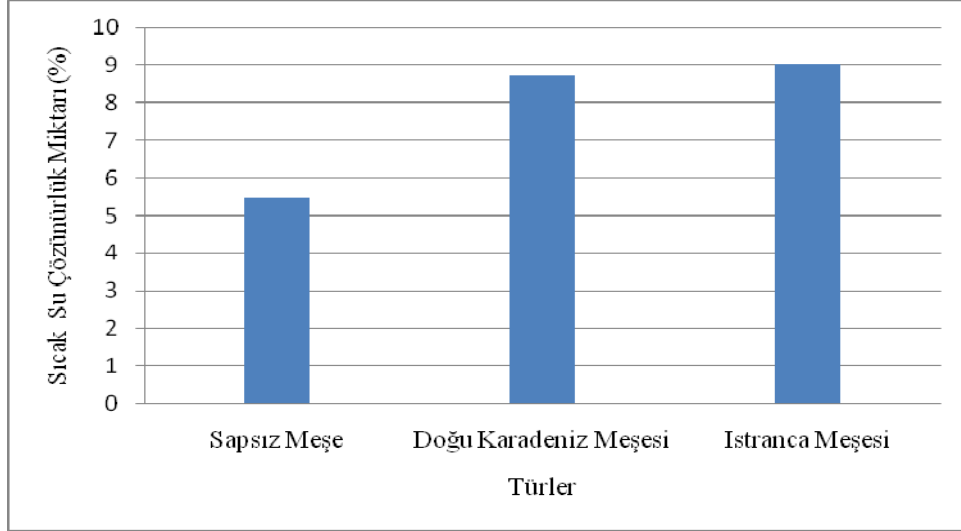
#### **4.2.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Diri Odunlarının Çözünürlük Değerlerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi**

Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının hücre çeperi bileşenlerine ait sonuçlar Tablo 3.4'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre diri odun üzerinde

yapılan kimyasal analiz sonuçlarında % 5 yanılma olasılığı içinde türler arasında farklılığın olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi ve Duncan Testi uygulanmış olup, analiz ve test sonuçlarına ait değerlendirmeler Tablo 4.4’de verilmiştir.

#### **4.2.2.1 Soğuk Çözünürlüğü**

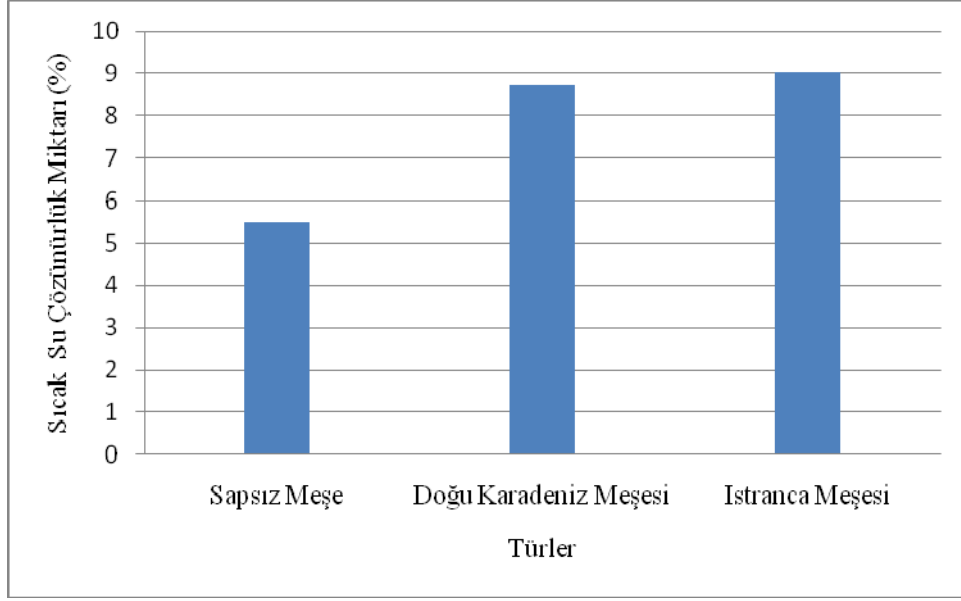
Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının soğuk su değerlerine Tablo 4.4’de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan Testi sonucunda, Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin diri odunlarındaki soğuk çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 5.45 olarak Istranca Meşesi’nde, en düşük % 3.23 olarak Sapsız Meşesi de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz meşesi diri odunlarının soğuk su çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.2.2.2 Sıcak Su Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının sıcak su değerlerine Tablo 4.4’de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan Testi sonucunda, Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşe ve Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin diri odunlarıdaki soğuk su çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 9.03 olarak Istranca Meşesi’nde, en düşük % 5.47 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.13’de verilmiştir. Elde edilen sıcak su değerleri, Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica* Boiss.) diri odunun sıcak su değeri olan % 6.74 ile karşılaştırıldığında aralarında yakınlık olduğu görülmektedir (Balaban 1999).



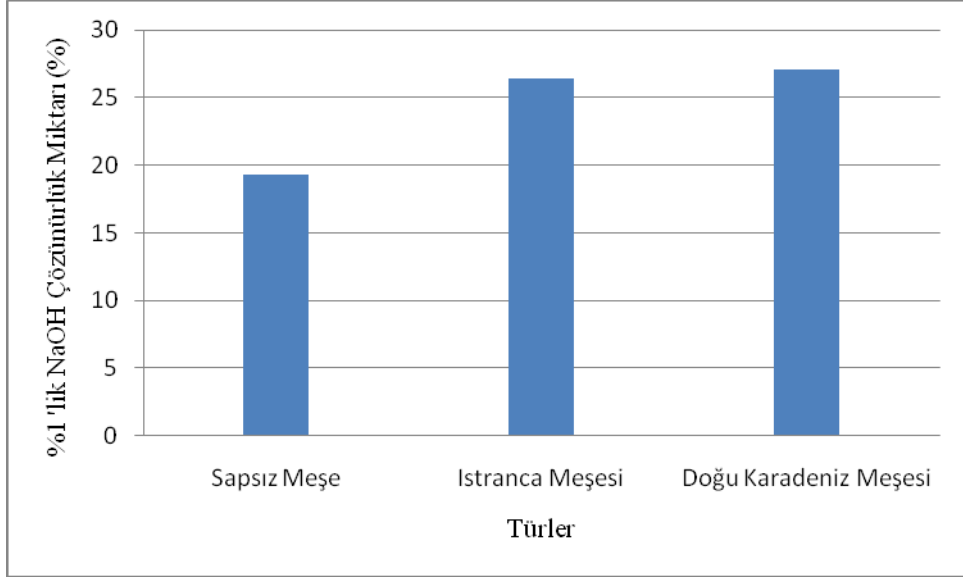
Şekil 4.13 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının sıcak su çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.2.2.3 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının % 1'lik NaOH değerlerine Tablo 4.4'de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Doğu Karadeniz Meşesi, Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin diri odunlarındaki % 1'lik NaOH çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 27.03 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde, en düşük % 19.29 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.14'de verilmiştir. Elde edilen %1'lik NaOH değerleri, Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica* Boiss.) diri odunun %1'lik NaOH değeri olan % 20.74 ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçla arasında çok yakın bir benzerlik mevcuttur (Balaban 1999).

Tablo 4.4 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının çözünürlük değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları.

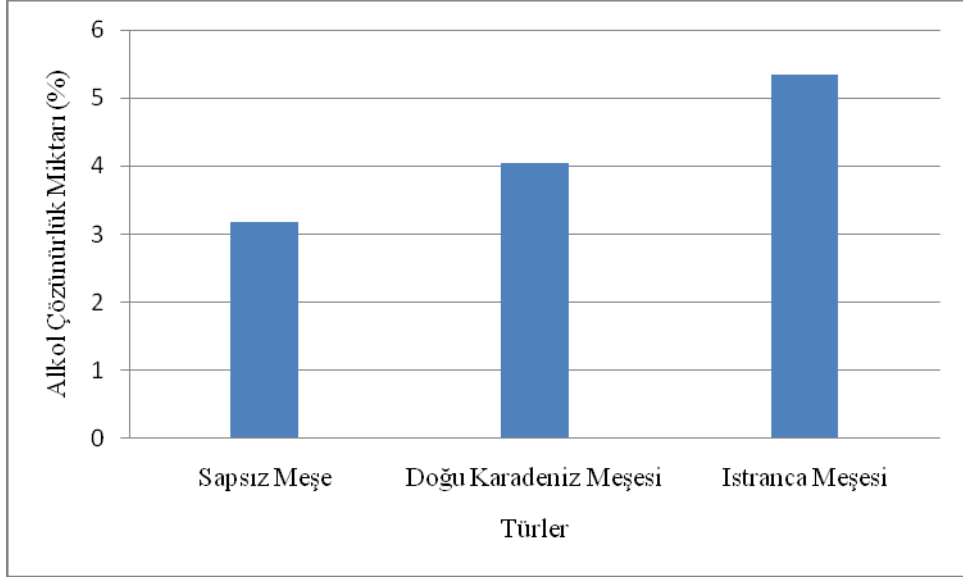
BASİT VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ					
Soğuk Su Çöz.	Varyans Kaynağı	Kareler Topl.	Ser. Der.	Kareler Ortala.	F <sub>Tahmin</sub> (α=%5)	F <sub>hesap</sub>			H	P	I	
									5.45	4.37	3.23	
Soğuk Su Çöz.	G.Arası	6.76	2	3.38	19.33	0.00	H	5.45	X			
	G.İçi	0.03	6	0.005			P	4.37	5	X		
	Genel	6.79	8				I	3.23	5	5	X	
Sıcak Su Çöz.	G.Arası	23.30	2	11.65	19.33	0.000			H	P	I	
									9.03	8.72	5.47	
	G.İçi	0.02	6	0.004			H	9.03	X			
	Genel	23.32	8				P	8.72	5	X		
%1'lik NaOH Çöz.	G.Arası	105.9	2	52.93	19.33	0.000			P	H	I	
									27.03	26.41	19.29	
							G.İçi	0.01	6	0.003	P	27.03
Alkol Çöz.	G.Arası	7.22	2	3.61	19.33	0.000			H	P	I	
									5.35	4.05	3.17	
							G.İçi	0.04	6	0.008	H	5.35
Hegzn Çöz.	G.Arası	0.02	2	0.014	19.33	0.000			P	H	I	
									0.53	0.42	0.41	
							G.İçi	0.00	6	0.000	P	0.53
Hegzn Çöz.	G.İçi	0.00	6	0.000	19.33	0.000			H	P	I	
									0.42	5	X	
Hegzn Çöz.	Genel	0.02	8		19.33	0.000			I	0	X	
									0.41	5	0	X



Şekil 4.14 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının % 1 NaOH çözünürlük miktarları (%).

#### 4.2.2.4 Alkol Çözünürlüğü

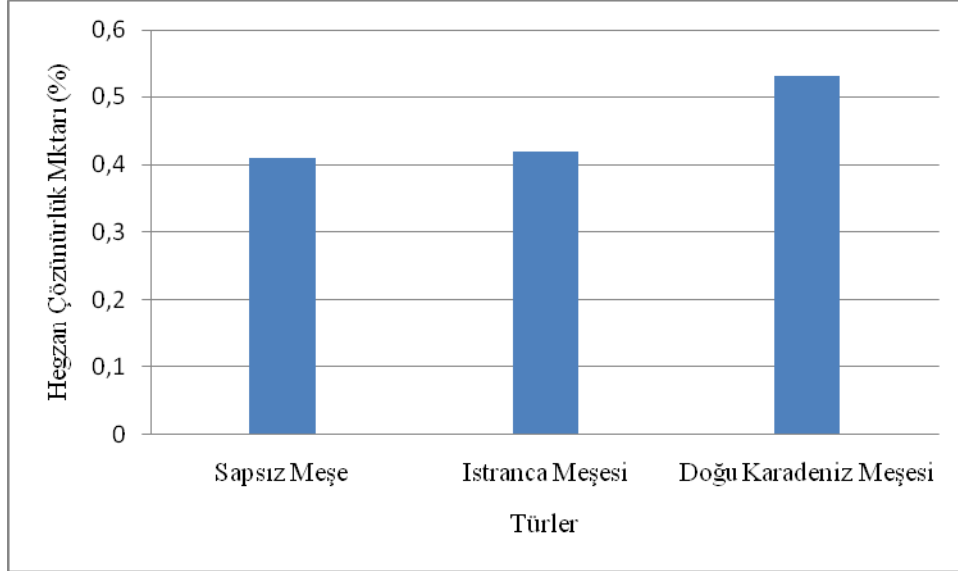
Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının alkol değerlerine Tablo 4.4'de görüldüğü gibi uygulanan Varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, , Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan meşelerin diri odunlarındaki alkol çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 5.35 olarak Istranca Meşesi'nde, en düşük % 3.17 olarak Sapsız Meşesi de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.15'de verilmiştir



Şekil 4.15 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının alkol çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.2.2.5 Hegzan Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının hegzan değerlerine Tablo 4.4'de görüldüğü gibi uygulanan Varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi ile Sapsız Meşe arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ), buna karşın Istranca Meşesi ile Sapsız Meşe arasında belirgin bir farkın olmadığı ( $\alpha > 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin diri odunlarındaki hegzan çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 0.53 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde, en düşük % 0.41 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi diri odunlarının hegzan çözünürlüğü miktarları (%).

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin diri odunlarının çözünürlük sonuçlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda Doğu Karadeniz de yaygın olan bu meşe türlerinin arasında istatistiksel açıdan belirgin bir farkın olduğu görülmektedir. Bu meşe türleri arasındaki çözünürlük değerlerindeki farklılıkların nedeni olarak da meşelerin yetişmiş olduğu yerin toprak yapısına, iklim koşullarına, eğikliğine özetle meşelerin yetişmiş olduğu yerin jeolojik ve ekolojik özellikleri ile bağlantılı olduğu sayılmaktadır.

#### 4.3 SAPSIZ MEŞE, ISTRANCA MEŞESİ VE DOĞU KARADENİZ MEŞESİ KABUKLARININ KİMYASAL ANALİZİNE AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Daha önce belirtilen standart yöntemlere uygun olarak Gümüşhane-Özkürtün, Trabzon-Maçka ve Rize-İkizdere yörelerinden alınan sırası ile Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşeleri örneklerinin kabuk kısımlarına ayrı ayrı uygulanan metodlar sonucu belirlenen lignin, holoselüloz ve selüloz tayinleri ile soğuk su, sıcak su, % 1'lik NaOH, alkol ve hegzan çözünürlüğünün ortalama değerleri Tablo 3.5 ve Tablo 3.6' da verilmiştir. Belirlenen bu değerler arasında belirgin farkların olup olmadığı tespit etmek amacıyla % 5 yanılma olasılığı sınırı içinde varyans analizi ve Duncan Testi yapılarak sonuçlar Tablo 4.5 ve Tablo 4.6' de verilmiştir.



### 4.3.1 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Kabuklarının Hücre Çeperine Ait Bulgularının Değerlendirilmesi

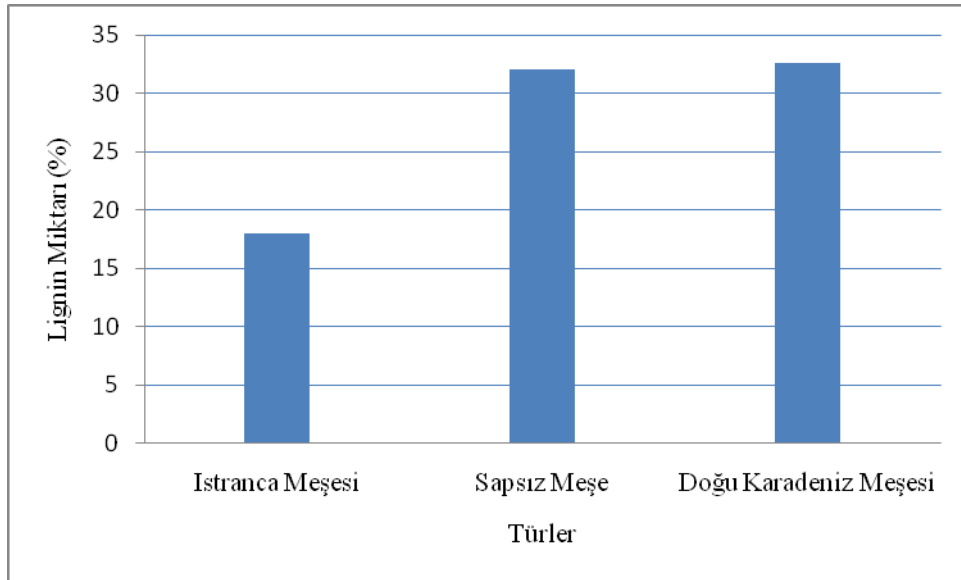
Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının hücre çeperi bileşenlerine ait sonuçlar Tablo 3.5’de verilmiştir. Bundan başka, diri odunun, hücre çeperi bileşenleri değerlerinin türler arasındaki asıl farklılıkların istatistiksel anlamda önemli olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi ve Duncan Testi uygulanmış olup, test sonuçlarına ait değerlendirmeler Tablo 4.5’de verilmiştir.

#### 4.3.1.1 Lignin Miktarı

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının lignin değerlerine Tablo 4.5’de görüldüğü gibi uygulanan Varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi, Istranca Meşesi ile Sapsız Meşe ve ile Istranca Meşesi Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin kabuklarındaki ligninlerinin ortalama değeri en yüksek % 32.57 olarak Doğu Karadeniz Meşesi’nde, en düşük % 18.03 olarak Istranca Meşesi’nde bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.17’de verilmiştir. Elde edilen lignin değerleri, Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica Boiss*) kabuğunun lignin değeri olan % 16.16 ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar Kasnak meşesinin değerine göre biraz düşük çıkmıştır. Bu düşüklüğün ise kabuğun kimyasal yapısından, materyalinin alınmış olduğu yerin toprak yapısından veya iklim koşullarından kaynaklandığı sayılmaktadır (Balaban 2001).

Tablo 4.5 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının hücre çeperi bileşenleri değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları.

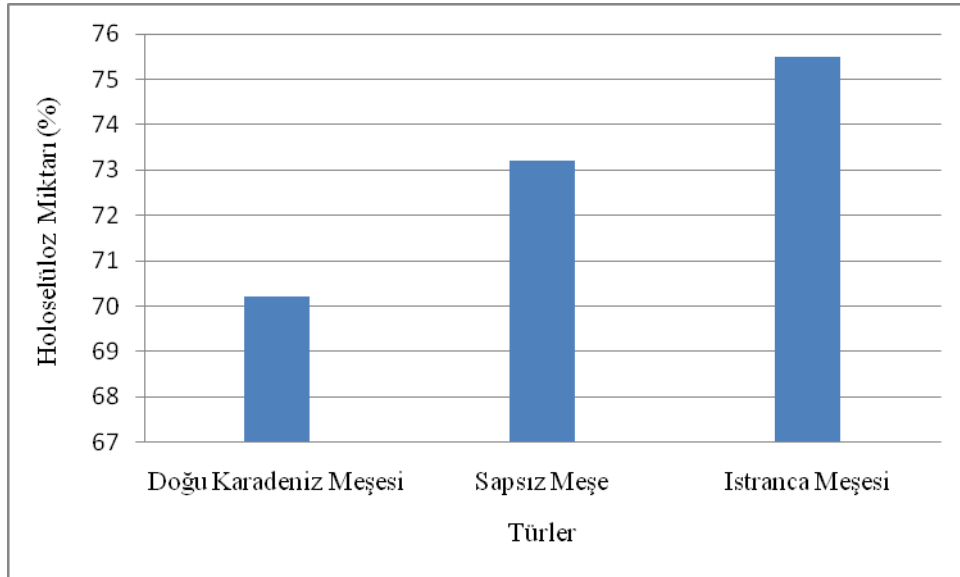
BASİT VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ				
Lignin Tayini	Varyans Kaynağı	Kareler Topl.	Ser. Der.	Kareler Ortala.	F <sub>Tahmin</sub> (α=%5)	F <sub>hesap</sub>					
							P	I	H		
							32.57	32.06	18.03		
Lignin Tayini	G.Arası	408.69	2	204.34	19.33	0.00	P	32.57	X		
	G.İçi	0.00	6	0.001			I	32.06	5	X	
	Genel	408.69	8				H	18.03	5	5	
Holo-selüloz Tayini									H	I	P
									75.50	73.20	70.22
	G.Arası	42.10	2	21.05	19.33	0.00	H	75.50	X		
	G.İçi	0.09	6	0.015			I	73.20	5	X	
	Genel	42.18	8				P	70.22	5	5	
Selüloz Tayini									I	H	P
									37.54	36.29	34.12
	G.Arası	17.98	2	8.99	19.33	0.00	I	37.54	X		
	G.İçi	0.02	6	0.003		0	H	36.29	5	X	
	Genel	17.96	8				P	34.12	5	5	



Şekil 4.17 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının lignin miktarları (%).

#### 4.3.1.2 Holoselüloz Miktarı

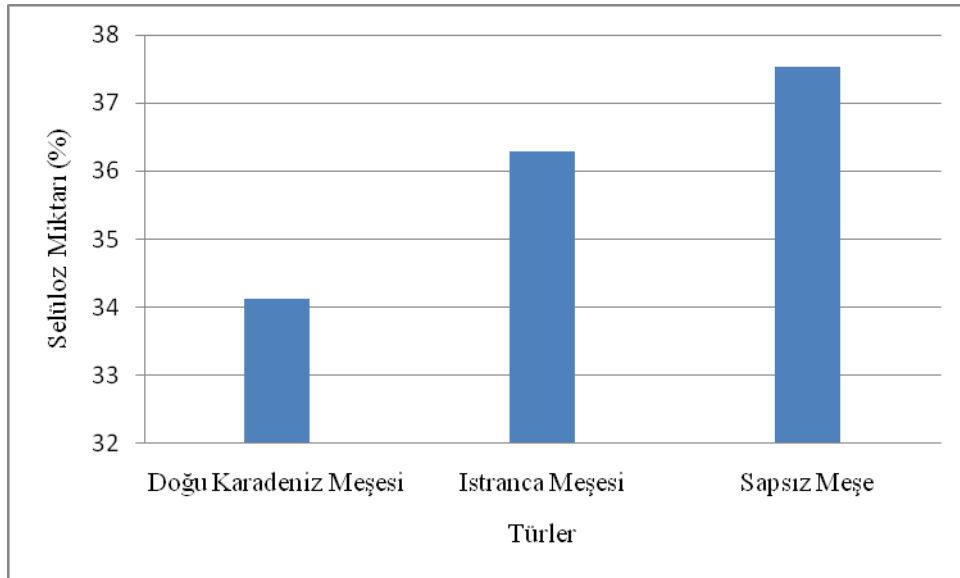
Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının holoselüloz değerlerine Tablo 4.5’de görüldüğü gibi uygulanan Varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi, Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşesi, Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin kabuklarındaki holoselülozların ortalama değeri en yüksek % 75.50 Istranca Meşesi’nde olarak, en düşük %70.22 Doğu Karadeniz Meşesi’nde olarak bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.18’de verilmiştir. Elde edilen holoselüloz değerleri Kaskak Meşesi (*Quercus vulcanica Boiss*) kabuğunun holoselüloz miktarı olan % 55.15 ile karşılaştırıldığında da Doğu Karadeniz’de yaygın bu meşelerin holoselüloz değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu değerlerin yüksek olmasının sebebi, tür farkı ve ağaçların büyüdüğü yerlerin iklim şartları ve toprak yapısına bağlı olan değişikliklerden meydana geldiği ortadadır (Browning 1967; Balaban 2001).



Şekil 4.18 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının holoselüloz miktarları (%).

### 4.3.1.3 Selüloz Miktarı

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının selüloz değerlerine Tablo 4.5’de görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi, Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşesi, Doğu Karadeniz Meşesi ile Istranca Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin kabuklarındaki selülozların ortalama değeri en yüksek % 37.54 Sapsız Meşe olarak, en düşük % 34.12 Doğu Karadeniz Meşesi’nde olarak bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının selüloz miktarları (%).

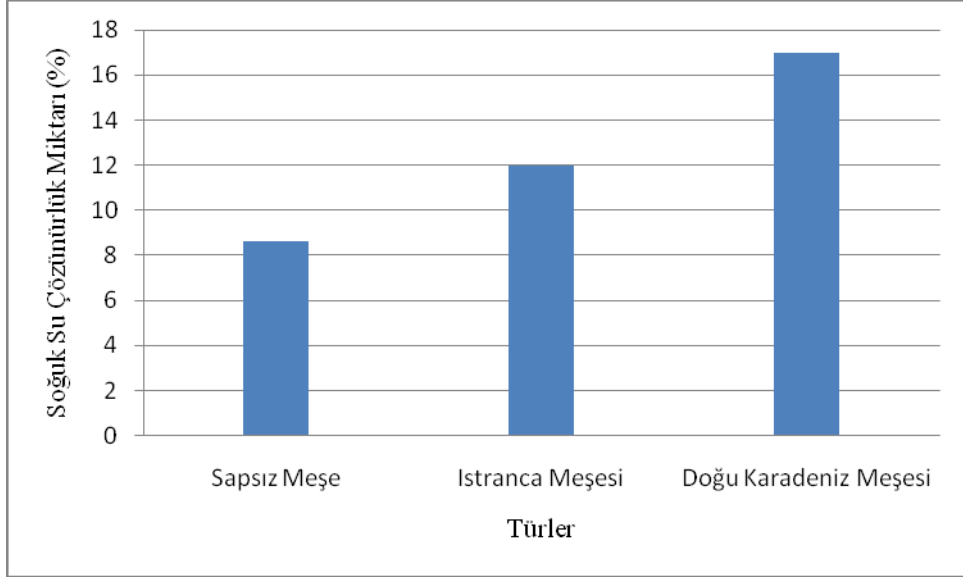
Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının hücre çeperi bileşenleri sonuçlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda Doğu Karadeniz de yaygın olan bu meşe türlerinin arasında istatistiksel açıdan belirgin bir farkın olduğu görülmektedir. Bu meşe türleri arasındaki çözünürlük değerlerindeki farklılıklarının nedeni olarak da meşe ağaçlarının örneğin alınmış olduğu yerlerin iklim koşullarına, toprak yapısına, kısacası o meşe ağaçlarının alınmış olduğu yerlerin ekolojik özellikleri ve kabukların kimyasal yapıları ile bağlantılı olduğu sayılmaktadır.

### **4.3.2 Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi Kabuklarının Çözünürlük Değerlerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi**

Sapsız Meşe, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının hücre çeperi bileşenlerine ait sonuçlar Tablo 3.6'da verilmiştir. Bu çizelgeye göre diri odun üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarında % 5 yanılma olasılığı içinde türler arasında farklılığın olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış olup, analiz ve test sonuçlarına ait değerlendirmeler 4.6'da verilmiştir.

#### **4.3.2.1 Soğuk Su Çözünürlüğü**

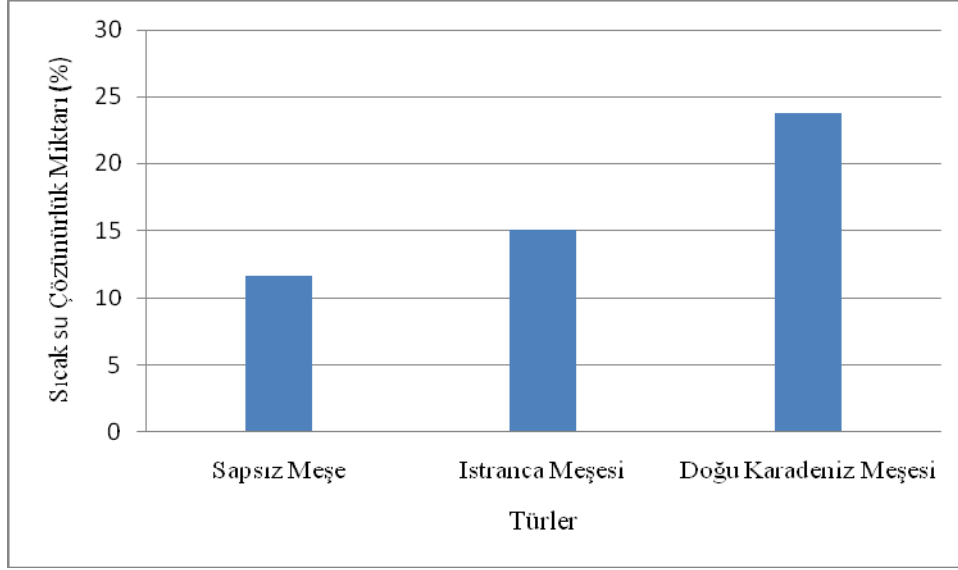
Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının soğuk su değerlerine Tablo 4.6'da görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Doğu Karadeniz Meşesi, Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin kabuklarındaki soğuk su çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 16.98 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde, en düşük % 8.63 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.20 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının soğuk su çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.3.2.2 Sıcak Su Çözünürlüğü

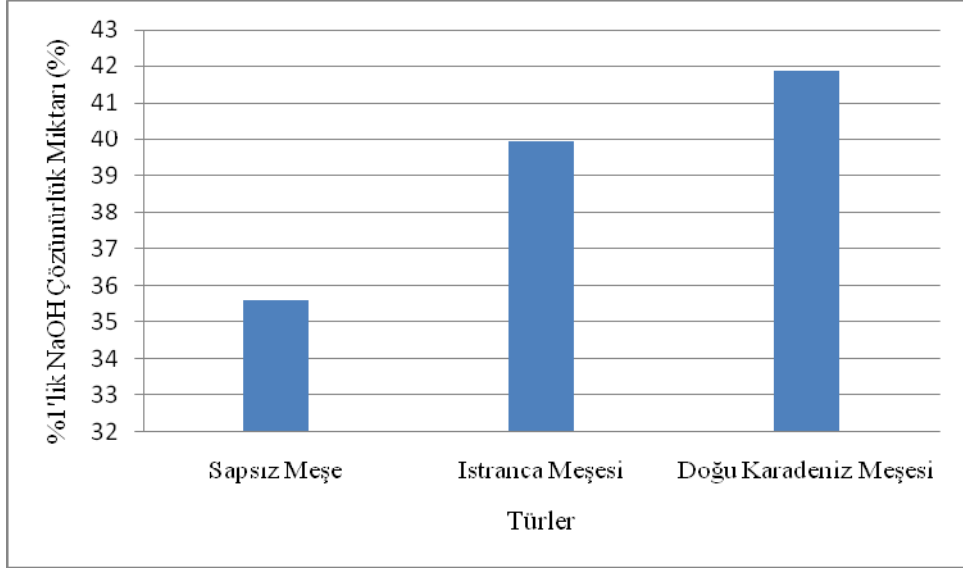
Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının sıcak su değerlerine Tablo 4.6'da görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Doğu Karadeniz Meşesi, Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin kabuklarındaki sıcak su çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 23.81 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde, en düşük % 11.65 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.21'de verilmiştir. Elde edilen %1'lik NaOH değerleri, Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica Boiss*) kabuklarının sıcak su değeri olan % 14.56 ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçla arasında çok yakın bir benzerlik mevcuttur (Balaban 2001).



Şekil 4.21 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının sıcak su çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.3.2.3 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının % 1'lik NaOH değerlerine Tablo 4.6'da görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Doğu Karadeniz Meşesi, Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin kabuklarındaki % 1'lik NaOH çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 41.88 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde, en düşük % 35.58 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.22'de verilmiştir. Elde edilen %1'lik NaOH değerleri, Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica Boiss*) kabuğunun %1'lik NaOH değeri olan % 37.47 ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçla arasında çok yakın bir benzerlik mevcuttur (Balaban 2001).

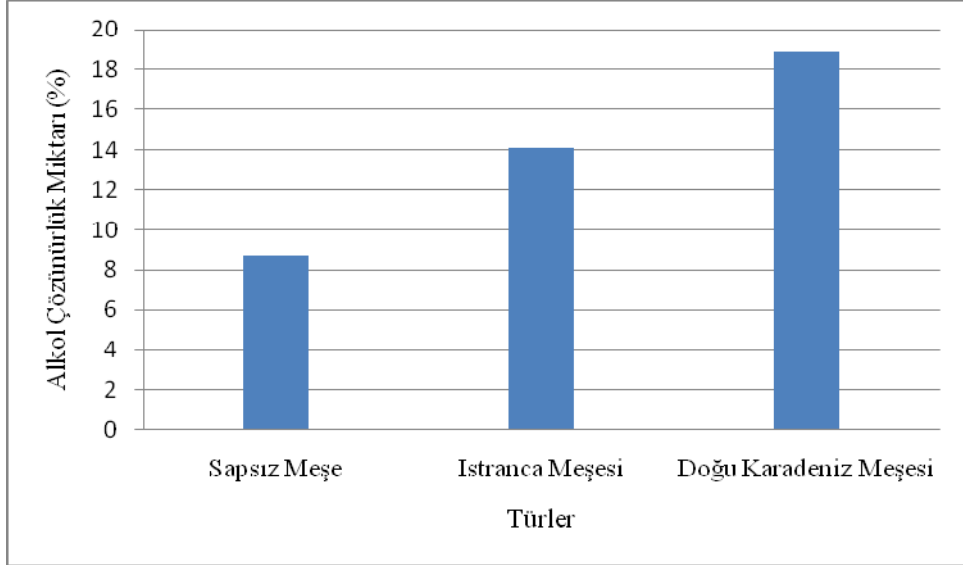


Şekil 4.22 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının % 1 NaOH çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.3.2.4 Alkol Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının alkol değerlerine Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Doğu Karadeniz Meşesi, Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin kabuklarındaki alkol çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 18.85 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde, en düşük % 8.72 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.23'de verilmiştir



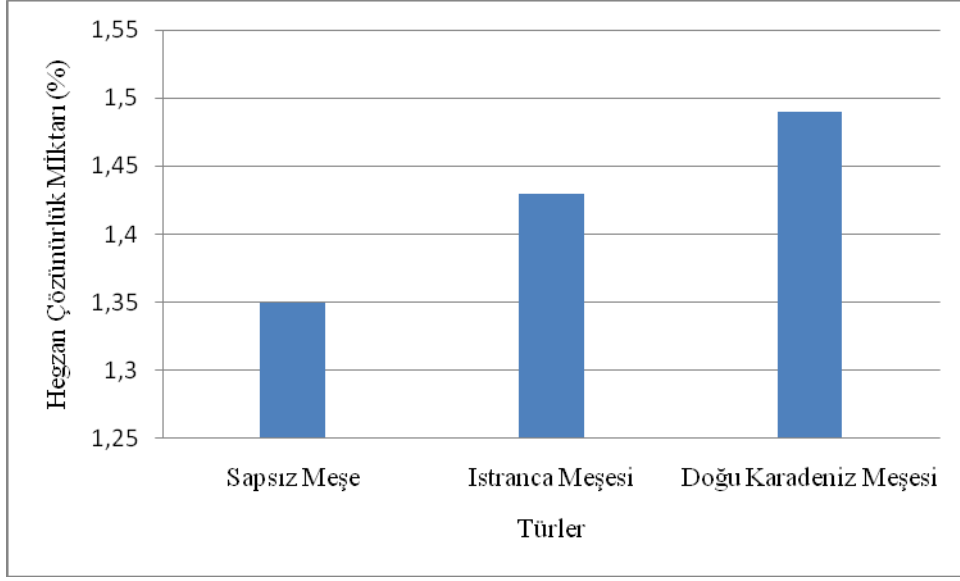


Şekil 4.23 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının alkol çözünürlüğü miktarları (%).

#### 4.3.2.5 Hegzan Çözünürlüğü

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının hegzan değerlerine Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi uygulanan varyans analizi sonucunda % 5 yanılma olasılığı sınırlarında türler arasında belirgin bir farkın olduğu görülmüştür. Bu farkın hangi türler arasında olduğunu görebilmek için uygulanan Duncan testi sonucunda, Istranca Meşesi ile Doğu Karadeniz Meşesi, Sapsız Meşe ile Istranca Meşesi ve Sapsız Meşe ile Doğu Karadeniz Meşesi arasında belirgin bir farkın olduğu ( $\alpha < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olan bu meşelerin kabuklarındaki hegzan çözünürlüklerinin ortalama değeri en yüksek % 1.49 olarak Doğu Karadeniz Meşesi'nde, en düşük % 1.35 olarak Sapsız Meşe de bulunmuştur. ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 4.24'de verilmiştir

Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşelerinin kabuklarının çözünürlük sonuçlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda Doğu Karadeniz de yaygın olan bu meşe türlerinin arasında istatistiksel açıdan belirgin bir farkın olduğu görülmektedir. Bu meşe türleri arasındaki çözünürlük değerlerindeki farklılıkların nedeni olarak da meşelerin yetişmiş olduğu yerin jeolojik ve ekolojik özellikleri ile bağlantılı olduğu sayılmaktadır.



Şekil 4.24 Sapsız Meşe, Istranca Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının hegzan çözünürlüğü miktarları (%).

Tablo 4.6 Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi kabuklarının çözünürlük değerlerine ait bulgular üzerine uygulanan varyans analizi ve Duncan Testi sonuçları.

BASİT VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ			
	Varyans Kaynağı	Kareler Topl.	Ser. Der.	Kareler Ortala	F <sub>Tahmin</sub> (α=%5)	F <sub>hesap</sub>				
							P	H	I	
<b>Soğuk Su Çöz.</b>	G.Arası	105.76	2	52.88	19.33	0.000				
	G.İçi	0.00	6	0.001						
	Genel	105.76	8							
<b>Sıcak Su Çöz.</b>	G.Arası	235.98	2	117.99	19.33	0.000				
	G.İçi	0.01	6	0.002						
	Genel	235.99	8							
<b>%1 NaOH Çöz.</b>	G.Arası	62.46	2	31.23	19.33	0.000				
	G.İçi	0.05	6	0.008						
	Genel	62.51	8							
<b>Alkol Çöz.</b>	G.Arası	154.16	2	77.08	19.33	0.000				
	G.İçi	0.07	6	0.011						
	Genel	154.23	8							
<b>Hegza n Çöz.</b>	G.Arası	0.03	2	0.014	19.33	0.000				
	G.İçi	0.00	6	0.000						
	Genel	0.03	8							

#### 4.4 GC-MS ANALİZLERİNE AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Istranca Meşesi öz odunun GC-MS analizi sonucu büyüklü küçüklü 106 kadar bileşik görüldü. Ancak bunlardan 40 tanesinin yapısı aydınlatıldı. Aydınlatılan bu bileşiklerin oranı % 47.41 dir. % 52.59'luk kısım ise tanımlanamayan diğer bileşiklerdir. Bu bileşiklerin yapıları, cihazda bulunan NIST ve WILEY kütüphanelerinde bulunan bileşiklerin kütle spektrum değerleri ve alıkonma zamanları (RT) ile karşılaştırılarak aydınlatılmıştır.

GC-MS analizi sonucu Istranca Meşesi öz odunundaki yapısı aydınlatılan 40 adet bileşen 6 bileşik sınıfına toplanmıştır. Bunlar; 5 tane aromatik, 7 tane oksijenli, 4 tane terpen ve terpenoid (1tane monoterpenoid, 1 tane seskiterpenoid, 1 triterpen ve 1 tane triterpenoid), 12 tane hidrokarbon, 9 tane asit ve 3 tane stereoid bileşiklerdir. Yüzde bileşenleri açısından Istranca Meşesi öz odunundaki bileşik sınıflarının % oranları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7 Istranca Meşesi öz odunundaki bileşik sınıflarının % oranları.

Bileşik Sınıfı	% Miktarı
Aromatik	1.86
Asit	6.43
Hidrokarbon	23.14
Oksijenli	3.03
Steroid	10.45
Terpen ve terpenoid	2.5
<b>Toplam</b>	<b>47.41</b>

Yapısı aydınlatılan 40 adet doğal bileşiğin 12 tanesi hidrokarbon türü bileşiklerdir. Hidrokarbonlar % 23.14 ile en fazla olan bileşik sınıfıdır. Bu sınıftaki en önemli bileşikler Octacosane % 5.50, Heptacosane %4.44 ve Hexacosane % 2.76'dır.

Istranca Meşesi diri odunun GC-MS analizi sonucu büyüklü küçüklü 89 kadar bileşik görüldü. Ancak bunlardan 30 tanesinin yapısı aydınlatıldı. Aydınlatılan bu bileşiklerin oranı % 45.35'dir. % 54.65'lik kısım ise tanımlanamayan diğer bileşiklerdir. Bu bileşiklerin yapıları, cihazda bulunan NIST ve WILEY kütüphanelerinde bulunan bileşiklerin kütle spektrum değerleri ve alıkonma zamanları (RT) ile karşılaştırılarak aydınlatılmıştır.

GC-MS analizi sonucu Istranca Meşesi öz odunundaki yapısı aydınlatılan 30 adet bileşen 6 bileşik sınıfında toplanmıştır Bunlar; 2 tane aromatik, 4 tane oksijenli, 5 tane asit, 7 tane terpen ve terpenoid (3 tane seskiterpen, 3 tane seskiterpenoit ve 1 tane triterpen), 9 tane hidrokarbon ve 3 tane stereoid bileşiklerdir.Yüzde bileşenleri açısından Istranca Meşesi diri odunundaki bileşik sınıflarının % oranları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8 Istranca Meşesi diri odunundaki bileşik sınıflarının % oranları.

<b>Bileşik Sınıfı</b>	<b>% Miktarı</b>
Aromatik	0.25
Asit	1.19
Hidrokarbon	27.64
Oksijenli	1.68
Steroid	10.77
Terpen ve terpenoid	3.82
<b>Toplam</b>	<b>45.35</b>

Yapısı aydınlatılan 53 adet doğal bileşiğin 9 tanesi hidrokarbon türü bileşiklerdir. Hidrokarbonlar % 27.64 ile en fazla olan bileşik sınıfıdır. Bu sınıftaki en önemli bileşikler Octacosane % 7.09, Triacotane % 6.50 ve Heptacosane %4.72 ‘dir.

Istranca Meşesi kabuğunun GC-MS analizi sonucu büyüklü küçüklü 134 kadar bileşik görüldü. Ancak bunlardan 48 tanesinin yapısı aydınlatıldı. Aydınlatılan bu bileşiklerin oranı % 46.10’ dir. % 53.90’lık kısım ise tanımlanamayan diğer bileşiklerdir. Bu bileşiklerin yapıları, cihazda bulunan NIST ve WILEY kütüphanelerinde bulunan bileşiklerin kütle spektrum değerleri ve alıkonma zamanları (RT) ile karşılaştırılarak aydınlatılmıştır.

GC-MS analizi sonucu Istranca Meşesi kabuğundaki yapısı aydınlatılan 48 adet bileşen 6 bileşik sınıfında toplanmıştır. Istranca Meşesi kabuğunun GC-MS analizi sonucu 53 tane bileşiğin yapısı aydınlatıldı. Bunlar; 3 tane aromatik, 4 tane asit, 14 tane oksijenli, 5 tane terpen ve terpenoid(1 tane monoterpenoid, 1 tane monoterpen, 1 tane diterpen, 1 tane triterpen ve 1 tane seskiterpen), 10 tane hidrokarbon ve 7 tane stereoid bileşiklerdir.Yüzde bileşenleri açısından Istranca Meşesi kabuğundaki bileşik sınıflarının % oranları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9 Istranca Meşesinin kabuğundaki bileşik sınıflarının % oranı.

<b>Bileşik Sınıfı</b>	<b>% Miktarı</b>
Aromatik	1.05
Asit	5.37
Hidrokarbon	6.36
Oksijenli	13.24
Steroid	15.04
Terpen ve terpenoid	5.04
<b>Toplam</b>	<b>46.10</b>

Yapısı aydınlatılan 48 adet doğal bileşiğin, oksijenli bileşiklerin sayıca fazla olmasına rağmen % oranları steroidlerden az olmaktadır ve 7 tanesi steroid tür bileşiklerdir. Steroidler % 15.04 ile en fazla olan bileşik sınıfıdır. Bu sınıftaki en önemli bileşikler Vitamin E % 5.38, Stigmastan-3,5-dien % 2.53 ve Campesterol %1.85'dir.

## BÖLÜM 5

### SONUÇLAR

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak bulunan meşe türlerinden olan *Quercus hartwissiana* Steven (Istranca Meşesi), *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *iberica* Krassiln (Stevon ex Bieb.) (Sapsız Meşe) ve *Quercus pontica* K. Koch (Doğu Karadeniz Meşesi)'nin odunları (öz odun ve diri odun) ve kabuğu ile *Quercus hartwissiana* Steven (Istranca Meşesi) odunları (öz odun ve diri odun) ve kabuğunun GC-MS analizi üzerinde yapılan ayrıntılı ilk çalışma olup, dikkati çeken ilk nokta ise Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygın olan bu meşe türlerinin ekstraktif maddelerce zengin olmasıdır. Özellikle kabukları % 8.72-18.85 oranında ekstraktif madde içermektedir. Öz odunları % 6.20-10.80 gibi yüksek miktarlarda ekstraktif madde bulunmaktadır. Ekstraktif maddelerin diri odunlardaki değeri ortalama % 3.17-5.35 arasındadır.

Yapılan çalışma da, öz ve diri odununun hücre çeperi bileşenleri açısından dikkate değer farklar bulunamamıştır. Holoselüloz oranı, diri odunda ve öz odunda hemen hemen yaklaşık değerlerde; selüloz oranı ise sapsız meşe de diri odun ve öz odun yaklaşık aynı, Istranca Meşesi ve Doğu Karadeniz Meşesi'nde öz odunda selüloz değeri, diri odun selüloz değerinden yüksek çıkmıştır. Normal olarak öz odununun diri odunda fazla olmasının nedenleri ise öncelikle ağacın yaş karakteristiği sonra toprak, rakım, iklim ve bakı gibi özelliklerden kaynaklanmaktadır. Odundaki çözünürlük karakteristikleri çoğu yapraklı ağaç türlerine daha yüksek çıkmıştır.

Bu üç meşe türünün odunlarının (öz odun ve diri odun) lignin miktarının belirlenmesinde standart klason yöntemi uygulanmıştır. Standart klason yöntemi kabuğa uygulandığında elde edilen değerler oduna göre yüksek çıktığı anlaşılmıştır. Bunun nedeni ise kabuğun çok fazla polifenolik bileşikler içermesidir. Bu nedenle kabuk üzerinde modifiye bir metod uygulanmıştır. Bu metod da kabuk örnekleri önce alkol ekstraksiyonuna, ardından alkali ekstraksiyonuna tabi tutulduktan sonra standart klason yöntemi uygulanmıştır.

Kabuğun oduna göre daha çok ekstraktif madde içerdiği bilinmektedir. Doğu Karadeniz de yaygın olan meşelerin kabuğunun çözünürlük değerleri öz ve diri odundan yüksek bulunmuştur.

Genel olarak ifade edilirse diğer yapraklı odun türlerine göre Istranca Meşesi, Sapsız Meşe ve Doğu Karadeniz Meşesi odunlarının hücre çeperi bileşenleri değerleri ve çözünürlük değerleri yüksek bulunmuştur. Bu meşe türlerinin kabuklarının ekstraktif madde içeriğinde tanenlerde mevcuttur ve bunlar deri endütrisinde kullanılmaktadır.

Istranca meşesinin öz odunundan 40 adet, diri odunundan 30 adet ve kabuktan 48 adet madde ve yapısı GC-MS yöntemiyle aydınlatılmıştır

Çalışmada kimyasal analiz açısından öz odun, diri odun ve kabuk da ortaya konulan sonuçlar ile GC-MS analiz ile ortaya konulan sonuçlar bu konuda daha önce herhangi bir çalışma yapılmamış olmasından dolayı orjinallik arz etmektedir.



## BÖLÜM 6

### ÖNERİLER

Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak bulunan meşe türlerinin odun ve kabuklarının kimyasal analizi ile bu meşe türlerinden bir tanesinin GC-MS analizi üzerine yapılan bu kapsamlı çalışma ile, hem literatürdeki mevcut bilgi eksikliğine aydınlık getirilmiş, hem de daha sonra yapılacak çalışmalara bir temel oluşturmak amaçlanmıştır. Yapılan çalışma türlerinin özelliği gereği bu meşe türleri yalnızca Doğu Karadeniz Bölgesi'nden alınan örnekler üzerinden yürütülmüştür. İçinde bulunduğumuz asrın ilk çeyreğinde odun üretimi bütün kullanımı karşılayacak koşulda değildir. Orman ürünlerinden faydalanma bir ülkeden diğer ülkeye göre değişmektedir. Bilindiği üzere organik kimya endüstrisinin asıl hammadde kaynağı petrol ve petrol ürünleridir. Halbuki petrol rezervlerinin gelecek 40-50 yılda bitmesi koşulunda organik kimyaya dayalı endüstri bölümlerinin önemli bir şekilde sıkıntı içersine gireceği kaçınılmazdır. Bir organik madde deposu olan odundan ve kabuktan çok sayıda ürün ve yarı ürün madde elde etmek mümkündür. Ümit edilebilir ki yakın zamanda orman kaynakları zengin olan ülkeler daha çok kalkınacaktır. Son yıllar da bazı Avrupa ülkelerin de özellikle İskandinav ülkelerinde odundan elde edilen kimyasal bileşenlerden (organik asitler, alkoller vb.) çeşitli kimya endüstrisinde yararlanıldığı bilinmektedir. Bu nokta da söz sahibi olabilmek için, ülkemizdeki orman membalarının korunması doğrultusunda bu ormanları meydana getiren ağaç cinslerinin özellikle kimyasal yapılarının ayrıntılı olarak irdelenmesi gerekmektedir.

Istranca Meşesinin öz odun, diri odun ve kabuk kısmında çok sayıda bileşiğin yapısı aydınlatılmıştır. Bu bileşiklerin yanısıra belirlenemeyen bileşikler için de farklı spektroskopik yöntemler kullanılarak aydınlatmak bu çalışmanın bir sonraki adımları açısından anlamlı olacaktır. Yapılan çalışmada elde edilen bileşiklerin miktar olarak sırasıyla; Öz Odun ve Diri Odun da ;en fazla hidrokarbon türü bileşikler bulunmuştur ve hidrokarbonlar, yanıcı bileşiklerdir. Oksijenle yanarak, karbon dioksit ve suyla birlikte ısı açığa çıkardıkları için yakıt olarak kullanılırlar. Doğada bol miktarda bulunan hidrokarbonların temel bileşenleri ham petrol ve doğal gazdır. En fazla yakıt olarak, ayrıca plâstik, çözücü ve patlayıcı gibi çeşitli

sanayi ürünlerinin üretiminde hammadde olarak kullanılırlar. Kabuk da ise en fazla miktar olarak steroid türü bileşikler bulunmuştur. Steroid, birbiriyle kaynaşmış dört halkadan oluşmuş karbon iskeletli bir lipittir.. Steroitler asetil KoAbiosentez yolundan oluşurlar. Farklı steroidler bu halkalara bağlı olan foksiyonel gruplar bakımından birbirlerinden ayrılırlar. Bitkiler, hayvanlar ve mantarlarda yüzlerce çeşit steroid tanımlanmıştır. Steroitlerin canlılarda genel olarak en önemli görevi hormon olarak kullanılır.

Yapılan bu çalışmalardaki sonuçlar da gösteriyorki gerek kabuk, kesim artıkları, dip kütükleri ve dallardan hayli kısıtlı bir faydalanma söz konusu olmasına karşın, gelecekte bu maddelerin daha yoğun bir çalışma faaliyetinin yürütülmesi ve bu maddelerin değerlendirilmesi söz konusu olacaktır.

Bu tür ağaçların kimyasal özelliklerinin saptanması ve bunların ortaya çıkarılması her ne kadar orman ürünleri sanayi mühendisinin vazifesi ise de, elde edilen bilgi ve verilerin tıp, eczacılık, sanayi ve endüstri gibi alanlarda insan sağlığı ile insanlığa faydalı oluşuyla da direk bağlantılı olan diğer teknoloji bölümlerince değerlendirilmesi ve insan sağlığına olan izlenimlerinin araştırılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anşın R ve Özkan Z C** (1997) *Tohumlu Bitkiler 2*. Baskı, K.T.Ü. Genel Yayın No: 167, Orman Fakültesi Yayın No: 19, Trabzon, 512 s.
- Anşın R ve Terzioğlu S** (2001) *Diri Örtü Ders Notları*. K.T.Ü. Genel Yayın No: 210, Orman Fakültesi Yayın No: 32, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 392 s.
- As N, Doğu D, Koç K H Atik C, Aksu B ve Erdinler S** (2002) Türkiye’de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 51 (1) : 71-88.
- Ay N** (1994) Douglas (Pseudotsuga menziesii (Mirb.)Franco) Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 166 s.
- Balaban M, Yilgör N ve Strobel C** (1999) Chemical characteristics of endemic oak wood *Quercus vulcanica* Boiss, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 57:152-153.
- Balaban M, Yilgör N ve Strobel C** (2001) Extractives and structural components in wood and bark of endemic oak *Quercus vulcanica* Boiss. *Holzforchung*, 55: 478-486.
- Batu F** (1995) Uygulamalı İstatistiksel Yöntemler. K.T.Ü.Genel Yayın No: 179, Orman Fakültesi No: 22, Trabzon, 312 s.
- Bilgin Ö** (1995) Doğu Ladini (*Picea orieantalıs*) ve Kabuğunun Kimyasal Bileşimi. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 53 s.
- Berkel A ve Bozkurt Y** (1961) Türkiye’nin Önemli Bazı Meşe Türleri Odunlarının Makroskopik ve Mikroskopik Özellikleri Hakkında Araştırmalar, İ.Ü. Genel Yayın No: 922, Orman Fakültesi Yayın No: 78, İstanbul, 90 s.
- Berkel A** (1970) *Ağaç Malzeme Teknolojisi*. İ.Ü. Genel Yayın No:1448, Orman Fakültesi Yayın No: 147, İstanbul, 593.
- Bollen W B** (1969) Properties of the barks in relation to their agricultural utilization, U.S.D.A., *Forest Service*, Portland, 36 p.
- Bostancı Ş** (1987) *Kâğıt Hamuru Üretimi Ve Ağartma Teknolojisi*. K.T.Ü.Genel Yayın No: 114, Orman Fakültesi No: 13, Trabzon, 299 s.
- Bozkurt A Y ve Göker Y** (1987) *Fiziksel ve Mekaniksel Ağaç Teknolojisi*. İ.Ü.Genel Yayın No:3402, Orman Fakültesi Yayın No: 379, İstanbul, 375 s.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Bozkurt A Y, Göker Y ve Ergin N** (1997) *Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı*. İ.Ü. Genel Yayın No: 3998, Orman.Fakültesi Yayın No: 445, İstanbul, 372 s.
- Bozkurt A Y ve Göker Y** (1981) *Orman Ürünlerinden Faydalanma*. İ.Ü. Genel Yayın No: 3402, Orman Fakültesi: 379, İstanbul, 448 s.
- Bozkurt A Y ve Erdin N** (2000) *Odun Anatomisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:466, İstanbul, 301 s.
- Browning B L** (1967) *Methods of Wood Chemistry*. Vol:1, Interscience Publishers, New York, London, Sydney, 666 p.
- Daşdemir I** (1992) Türkiye'deki Doğu Ladini ormanlarında yetiştirme ortamı faktörleri-verimlilik ilişkisi, *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 64 (5) : 1-3.
- Deniz İ, Yaylı N, Kırıcı H, Yaşar H, Ersoy Eve Şahin H İ** (2005) Doğu ladini (*Picea orientalis* link.) dipkütük ve köklerinden ekstraksiyon yöntemiyle reçine üretimi. *Ladin sempozyumu*, Trabzon, s. 889-899.
- Dix B ve Marutzky R** (1984) Tannin extracts from spruce and pine barks. *Journal of Applied Polymer Science*, 40 : 91-100.
- Eroğlu H** (1980) O<sub>2</sub> - NaOH Yöntemiyle Buğday (*Triticumaestivum* L.) Saplarından Kağıt Hamuru Elde Etme Olanaklarının Araştırılması, Doçentlik Tezi, K.T.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon, 216 s.
- Eroğlu H** (1988) *Lif Levha Endüstri Ders Notları*. K.T.Ü Orman Fakültesi Yayın No: 304, Trabzon, 210 s.
- Eroğlu H ve Usta M** (2000) *Lif Levha Üretim Teknolojisi*. K.T.Ü.Genel Yayın No: 200, Orman Fakültesi Yayın No: 30, Trabzon, 351 s.
- Fengel D ve Wegener G** (1989) *Wood Chemistry*. Ultrastructure Reactions, Walter de Gruyter, Newyork, 611 p.
- Fengel D ve Grosser D** (1975) Chemische Zusammensetzung von Nadel-und Laubhölzem. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 33 : 32-34.
- Gümüşkaya E** (2002) Kendir Soymuk Liflerinden Asidik ve Alkali Ortamlarda Üretilen Kağıt hamurlarının Kimyasal ve Kristal Yapı Özellikleri. Doktora Tezi K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Lif ve Kağıt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Trabzon, 151 s.
- Gülsoy S K** (2003) Bazı Yapraklı Ağaçların Kanserli ve Normal Odunlarının Kimyasal Anatomik Yapıları, Lif Morfolojisi ve Kağıt Özellikleri Yönünden İncelenmesi.Yüksek Lisans Tezi Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 163 s.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Hafizoğlu H** (1982) *Orman Ürünleri Kimyası*. K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 52, Trabzon, 245 s.
- Hafizoğlu H** (1983) *Odun Ekstraktifler*. K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 6 (2) : 340-365.
- Harun J ve Labosky P** (1985) Chemical constituents of five northeastern barks. *Wood and Fiber Science*, 17 (2) : 274-280.
- Hillis W E** (1962) Wood extractives and their significance to the pulp and paper industries, Academic Press, New York and London, 513 p.
- Huş S** (1969) *Orman Mahsülleri Kimyası*. İ.Ü. Genel Yayın No: 1451, Orman Fakültesi Yayın No:150, İstanbul, 195 p.
- Kırcı H** (2003) *Kağıt Hamuru Endüstri Ders Notları*. K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 274 s.
- Kındır Ö** (2002) Kestane Ağacının (*Castanea sativa* Mill.) Kimyasal Analizi. Bilim Uzmanlığı Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 122 s.
- Kuduban E** (1996) Anadolu Kestanesi (*Cestane Sativa* Mill.) Odun ve Kabuğunun Kimyasal Bileşimi. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 59 s.
- Merev N** (1998) *Odun Anatomisi*. K.T.Ü Genel Yayın No: 189. Orman Fakültesi yayın No: 27, Trabzon, 621 s.
- Merev N** (2003) *Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı*. K.T.Ü.Genel Yayın No: 209, Orman Fakültesi No: 31, Trabzon, 246 s.
- Nikitin N I** (1966) *The Chemistry of Cellulose and Wood*. Israel Programe for Scientific Translations, Jerusalem, 691 p.
- Noller R C** (1965) *Chemistry of Organic Compounds*. 3. Baskı, W. B. Saunders Company, Phidelfia and London. 1115 p.
- Odabaşı T, Bozkuş H F ve Çalışkan A** (2004) *Silvikültür Tekniği*. İ.U. GenelYayın No: 4459, Orman Fakültesi Yayın No: 475, İstanbul, 314 s.
- Özdamar K** (2002), *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analiz*. Cilt 1 4. Baskı Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 ps.
- Parham R A** (1983) Structure Chemistry and Physical Properties and Coarseness For The Characterisation of Softwood Kraft Pulp, Doctorate Thesis, Helsinki University of Tech., Finland, 139 p.
- Pearl I A ve Buchanon M A** (1976) A Study of the linner an outer barks of lablolly pine. *TAPPI*, 59(2) : 136-139.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Pereifa H** (1988) Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber* L. *Wood Science and Technology*, 22 : 211-218.
- Coello P, Sanz M S ve Cabezudo J M D** (1999) Determination of volatile compounds in hydroalcoholic extracts of european and american oak wood. *American Society for Enology and Viticulture* , 50(2): 162-165.
- Sakai K** (2001) Chemistry of Bark. *Wood and Cellulosic Chemistry*. ed. N.S. Hon, N Shiraishi, Marcel Dekker Inc, Newyork and Basel, pp 243-273.
- Serin Z, Gümüşkaya E ve Ondaral S** A Review of the Chemical Composition of Different Softwoods, Hardwoods and Annual Plants, *Proceedings of the 31th International Forestry Student Symposium*, 01-15 September 2003, İstanbul University, Faculty of Forestry, İstanbul, pp 348-361.
- Sivrikaya H** (2003) Diri ve Öz Odunun Emprenye Edilebilirliği ve Dayanım Özellikleri. Doktora Tezi, ZK.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 179 s.
- Sjöstrom E** (1981). *Wood Chemistry*. Academic Pres London, New York, USA, 293 p.
- Şen S** (2001) Bitki Fenollerinin Odun Koruma Etkilerinin Belirlenmesi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Zonguldak, 300 s.
- TAPPI T 257 cm (2002)** Sampling and Preparing wood for analysis. *TAPPI Press*, Atlanta, Georgia, pp. 1-3
- TAPPI T 204 om (1997)** Solvent Extractives of Wood and Pulp. *TAPPI Press*, Atlanta, Georgia, pp. 1-4
- TAPPI T 207 om (1999)** Water Solubility of Wood and Pulp. *TAPPI Press*, Atlanta, Georgia, pp. 1- 3
- TAPPI T 211 om (2002)** Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard, Combustion at 525°C. *TAPPI Press*, Atlanta, Georgia, pp. 1-5
- TAPPI T 212 om (2002)** One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp. *TAPPI Press*, Atlanta, Georgia, pp. 1-4
- TS 2471** (2471) Odunda Fiziksel, Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, *TSE Standardı*, Ankara, pp. 1-3
- Tümen İ** (2005) Türkiye'de Yetişen *Juniperus* spp. Türlerinin İğne Yaprak, Meyve ve Kozalaklarının Kimyasal Bileşenleri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 205 s.
- Uslu Y** (1997) Adi Porsuk Odun ve Kabuğunu Kimyasal Bileşimi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman End.Müh. ABD, Trabzon, 45 s.

### **KAYNAKLAR (devam ediyor)**

**Umeweza T** (2001) Chemistry of Bark. *Wood and Cellulosic Chemistry*. ed. N.S. Hon, N Shiraishi, Marcel Dekker Inc, Newyork and Basel, pp 213-242.

**Wenzl H** (1970), *The Chemical Technology of Wood*. Newyork, 692 p.

**Wise E L ve Karl H L** (1962) Cellulose and Hemicellulose in Pulp and Paper Science and Technolog., *Pulp*, ed. C.E. Libby, Mc Grw Hill Book Co., Newyork, pp 165-180.

**Yavuzşefik Y ve Karagül R** (2004) *Ormancılık Bilgisi*. Düzce, 202 s.

**Yalıtırık F** (1984) *Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu*. Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından, Yenilik Basımevi, İstanbul, 64 s.

**Yalıtırık F.**(1993) *Dendroloji Ders Kitabı*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 3443, 320 s.

## **BİBLİYOGRAFYA**

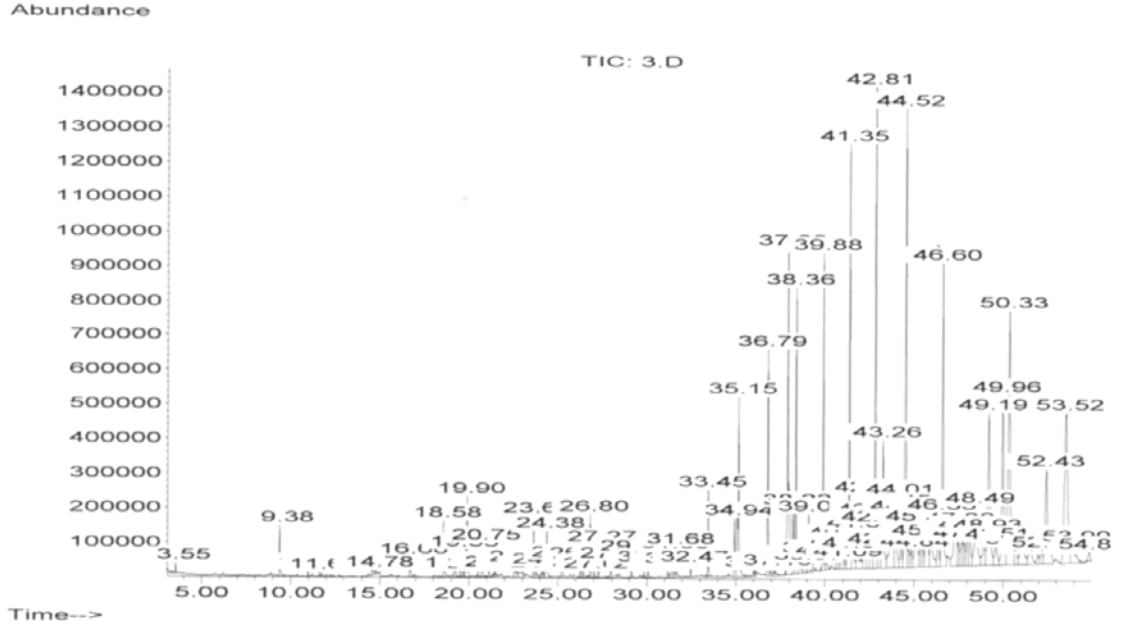
**Anon.**(1980) *Türkiye Orman Envanteri*, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları No: 13, Ankara, 179 s.

**Ahonka S I ve Nwonko W I** (1987) Chemical Characterization of Some African Hards Woods. *Wood Science and Techonolgy*, 21: 257-260.

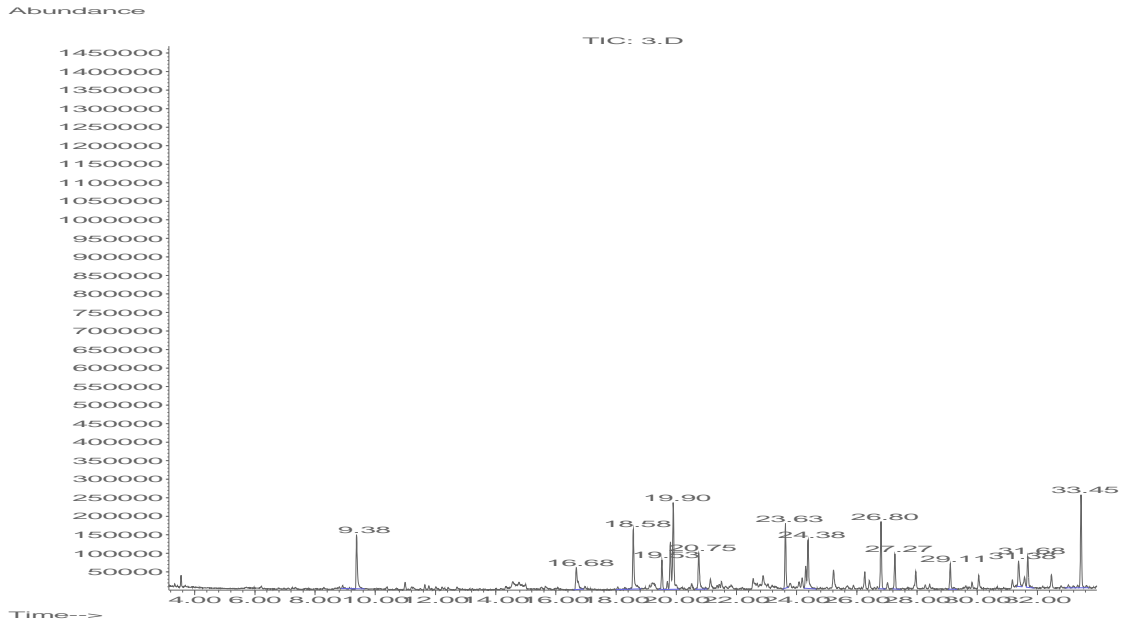


**EK AÇIKLAMALAR A**

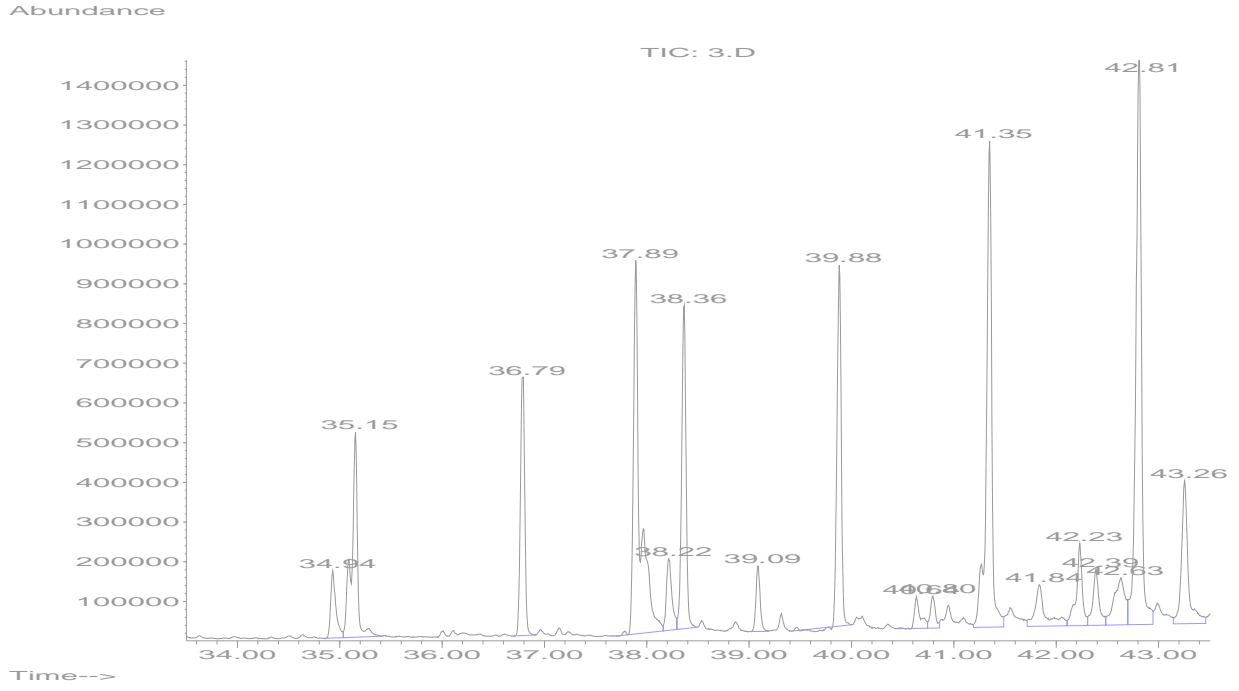
***Quercus hartwissiana*'nın ÖZ ODUN BİLEŞENLERİNİN GC-MS  
KROMATOGRAMLARI**



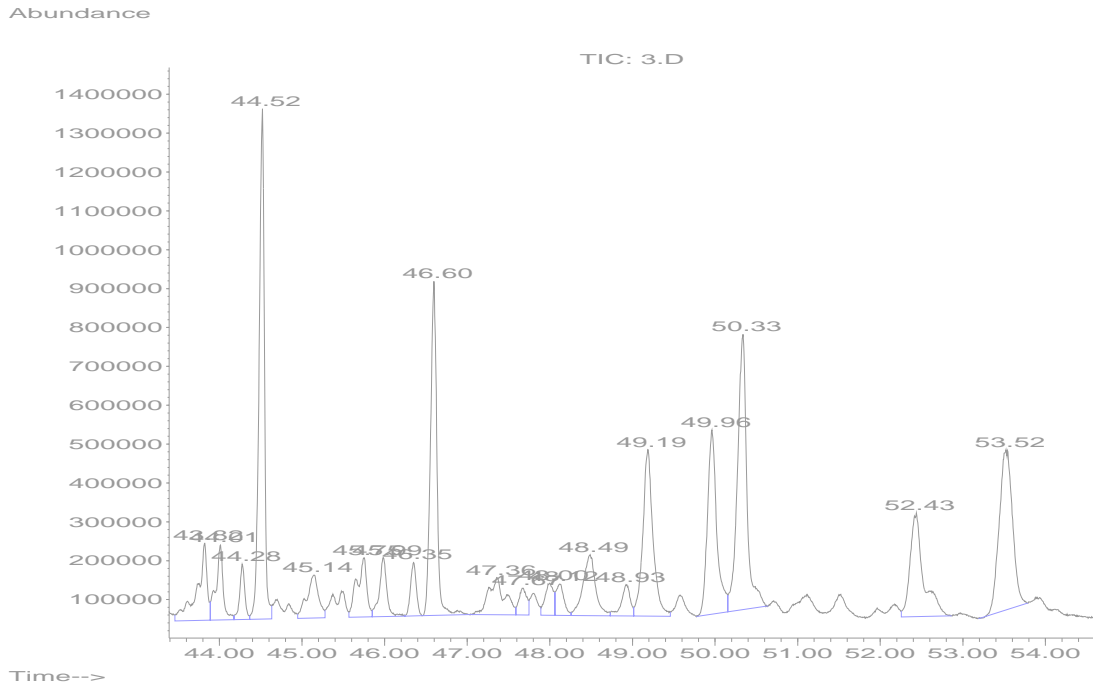
Şekil A.1 *Quercus hartwissiana*'nın öz odununun bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



Şekil A.2 RT: 0-33.45. *Quercus hartwissiana*'nın öz odunu bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



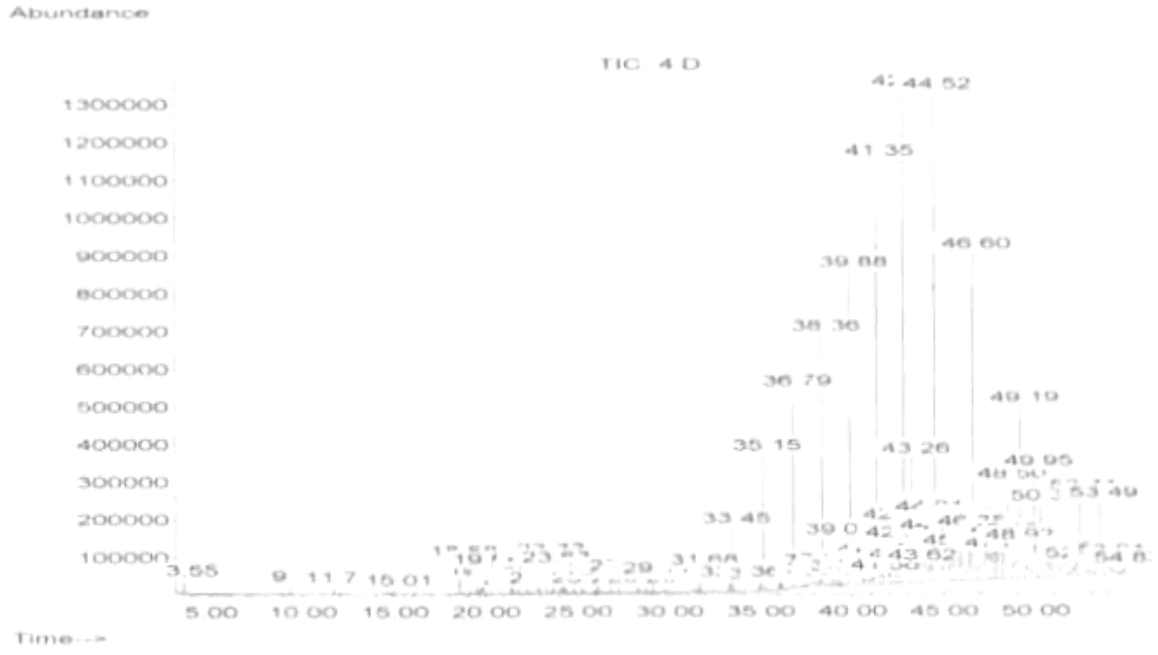
Şekil A.3 RT: 34.00-43.26. *Quercus hartwissiana*'nın öz odunu bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



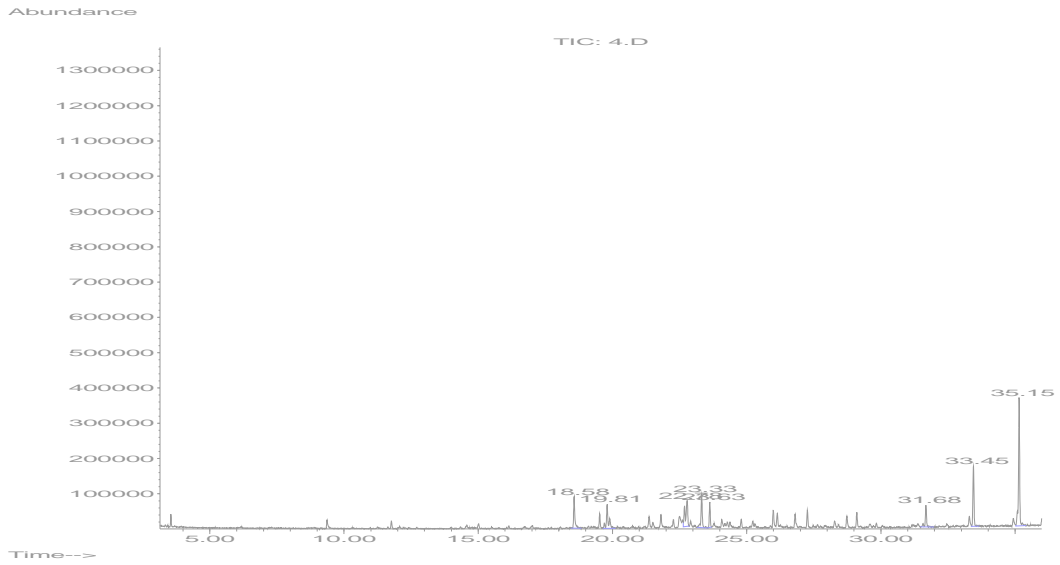
Şekil.A 4 RT: 43.82-54.00. *Quercus hartwissiana*'nın öz odunu bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.

**EK AÇIKLAMALAR B**

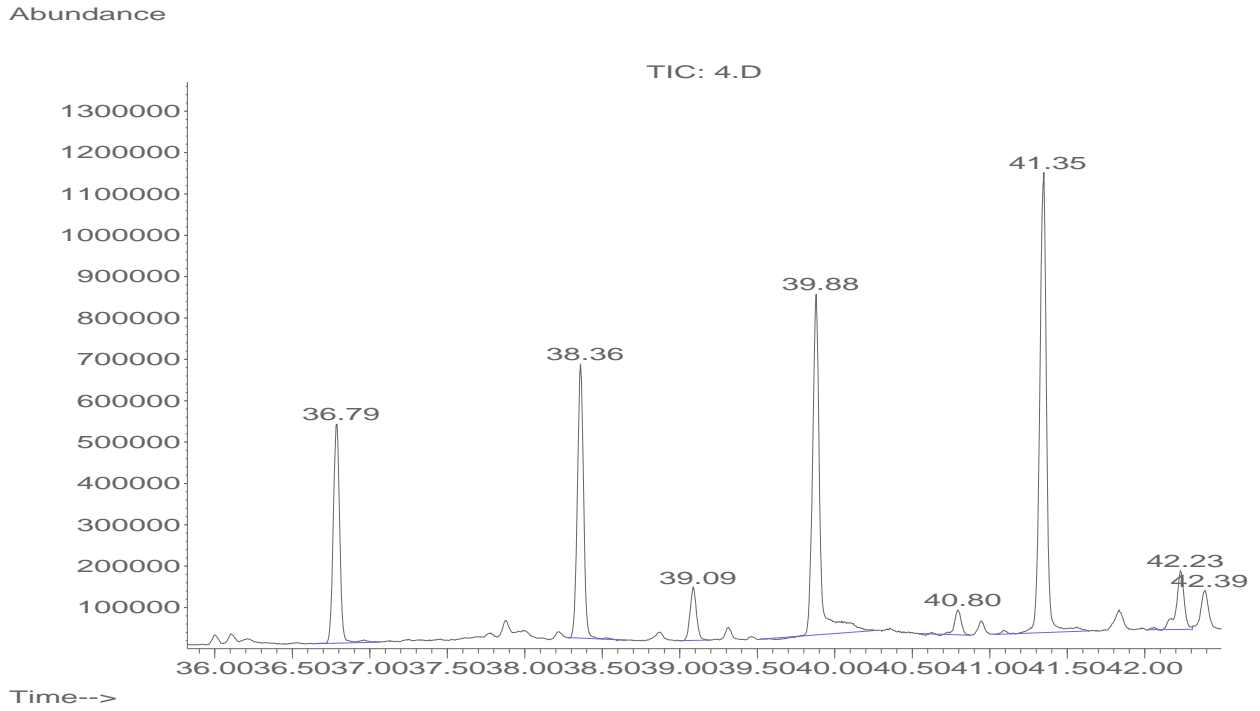
***Quercus hartwissiana* 'nın DİRİ ODUN BİLEŞENLERİNİN GC-MS  
KROMATOGRAMLARI**



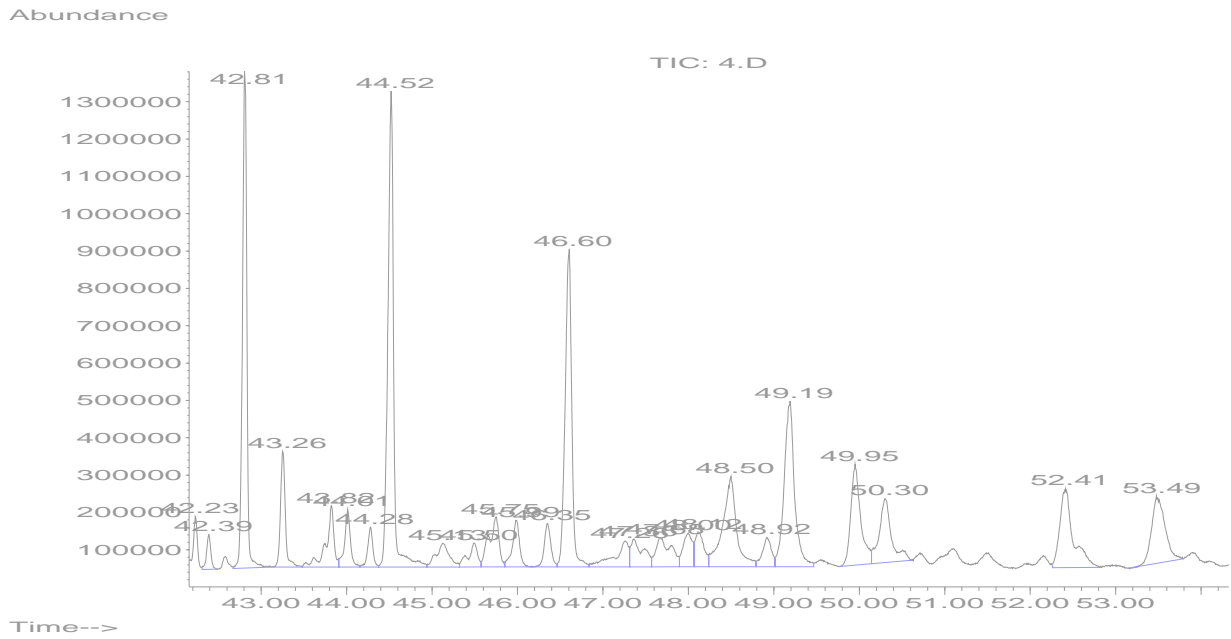
Şekil B.1 *Quercus hartwissiana*'nın diri odunu bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



Şekil B.2 RT: 0-35.15. *Quercus hartwissiana*'nın diri odunu bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



Şekil B.3 RT: 32.00-42.39. *Quercus hartwissiana*'nın diri odunu bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



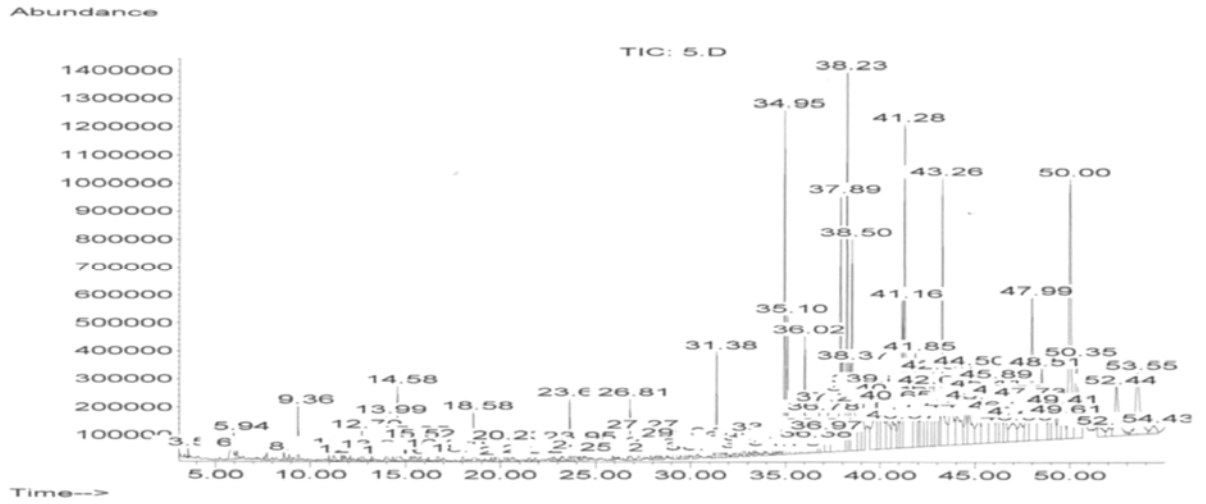
Şekil.B.4 RT: 42.23-53.49. *Quercus hartwissiana*'nın diri odunu bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



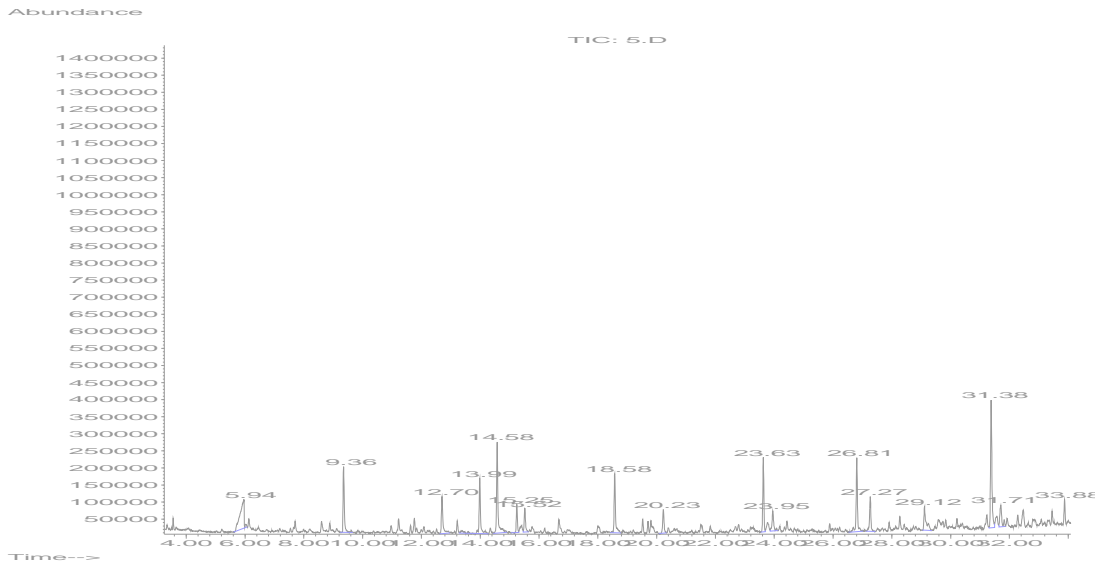
**EK AÇIKLAMALAR C**

***Quercus hartwissiana*'nın KABUK BİLEŞENLERİNİN GC-MS  
KROMATOGRAMLARI**

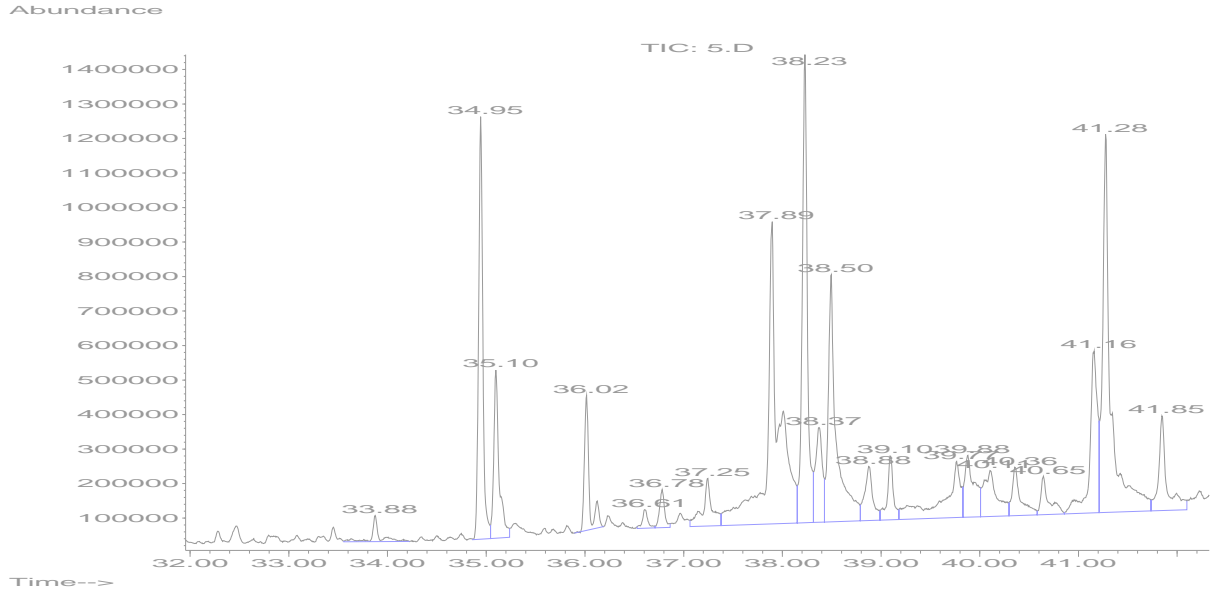




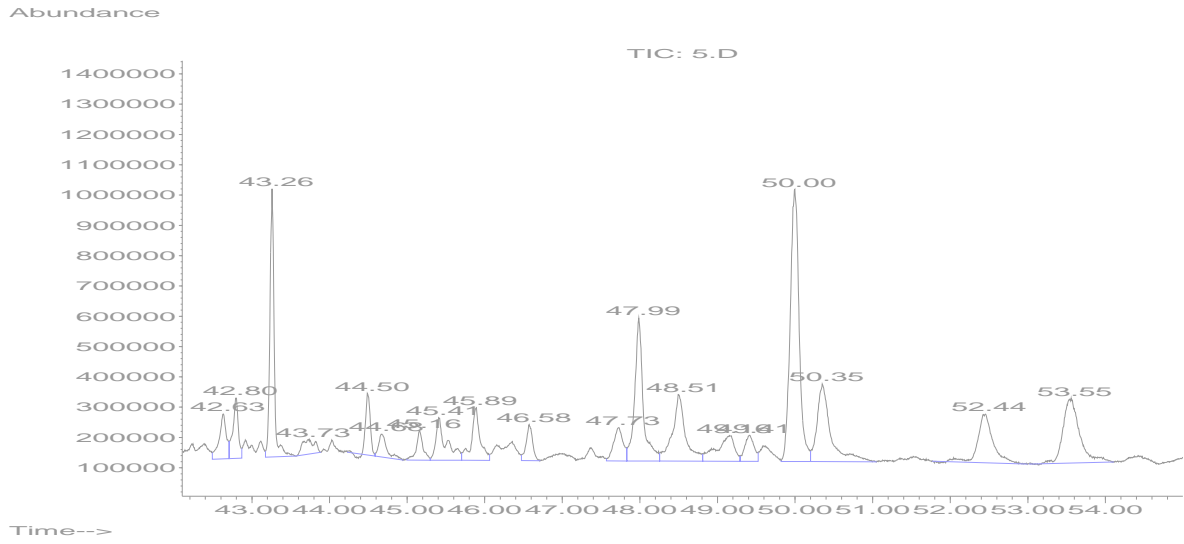
Şekil C.1 *Quercus hartwissiana*'nın kabuğunun bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



Şekil C.2 RT: 0-33.88. *Quercus hartwissiana*'nın kabuğunun bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



Şekil C.3 RT: 33.88-41.85. *Quercus hartwissiana*'nın kabuğunun bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.



Şekil C.4 RT: 42.63-53.55. *Quercus hartwissiana*'nın kabuğunun bileşenlerine ait GC-MS Kromatogramı.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Şanver EYÜBOĞLU, 1979 yılında Trabzon'da doğdu İlk, orta ve lise eğitimini Trabzon'da tamamladı. 1997 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği bölümüne başladı. 2001 yılında bu bölümden mezun oldu. 2004 yılında ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. Halen yüksek lisans eğitimini sürdürmekte olup yabancı dili İngilizcedir.

### **ADRES BİLGİLERİ**

Adres: Hızırbey mah. Paşalıoğlu Sok.

No: 15/3

Merkez/ TRABZON Tel: (462) 230 27 69

E-posta: sanver61-70@hotmail.com