

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) VE SAHİL ÇAMI (*Pinus pinaster*  
Ait.)'NDAN ASİT PASTA YÖNTEMİYLE REÇİNE ÜRETİMİNİN AĞAÇTAKİ  
REÇİNE MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Orm. End. Müh. Kevser ALTINTAŞ**

**TEMMUZ 2017**  
**TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) VE SAHİL ÇAMI (*Pinus pinaster*  
Ait.)'NDAN ASİT PASTA YÖNTEMİYLE REÇİNE ÜRETİMİNİN AĞAÇTAKİ REÇİNE  
MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ**

**Orm. End. Müh. Kevser ALTINTAŞ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**  
**"ORMAN ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"**

**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02 / 06 /2017**

**Tezin Savunma Tarihi : 04/ 07 /2017**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. İlhan Deniz**

**Trabzon 2017**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında  
Kevser ALTINTAŞ Tarafından Hazırlanan**

**TÜRKİYE'DE KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) VE SAHİL ÇAMI (*Pinus pinaster*  
Ait.)'NDAN ASİT PASTA YÖNTEMİYLE REÇİNE ÜRETİMİNİN AĞAÇTAKİ REÇİNE  
MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 06 / 06 / 2017 gün ve 1705 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. İlhan DENİZ** .....

**Üye : Prof. Dr. Saim ATEŞ** .....

**Üye : Prof. Dr. Esat GÜMÜŞKAYA** .....

## ÖNSÖZ

“Türkiye’de Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.)’ ndan Asit Pasta Yöntemiyle Reçine Üretiminin Ağaçtaki Reçine Miktarı Üzerine Etkisi” isimli bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışma ile ülkemizin Ege-Akdeniz Bölgelerindeki kızılçamalarda ve Marmara ve Akdeniz Bölgesindeki sahil çamlarında reçine üretiminin odundaki reçine miktarına etkisi, farklı yüksekliklerdeki reçine miktar değişimine bakılarak reçine miktarının bölgesel değişimi saptanmıştır. Yüksek Lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, çalışmaların planlanmasında ve yürütülmesinde bilimsel desteğini esirgemeyen, çalışmanın her aşamasında bilgi, tecrübe ve yardımlarından faydalandığım hocam Prof. Dr. İlhan DENİZ’ e şükranlarımı sunar teşekkür ederim.

Yapılan çalışmaya görüş ve önerileriyle katkı sağlayan ve değerli zamanlarını ayıran sayın hocalarım, Prof. Dr. Saim ATEŞ ve Prof. Dr. Esat GÜMÜŞKAYA’ya ayrıca verilerimin düzenlenmesi ve veri analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. İbrahim YILDIRIM’a, anatomik incelemelerde yardımlarını esirgemeyen Prof Dr. Bedri SERDAR ve Arş. Gör. Murat ÖZTÜRK’e teşekkür ederim.

Aynı zamanda laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan arkadaşlarıma ve yüksek lisans arkadaşım İsmail AYDIN’a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen emeklerini asla ödeyemeyeceğim sevgili aileme minnet duygularımı ifade etmek isterim.

Kevser ALTINTAŞ

Trabzon 2017

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Türkiye’de Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait)’ndan Asit Pasta Yöntemiyle Reçine Üretiminin Ağaçtaki Reçine Miktarı Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. İlhan DENİZ’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

04/07/2017

Kevser ALTINTAŞ

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VIII
SUMMARY .....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.1.1. Reçinenin Tanımı ve Önemi.....	4
1.1.2. Dünyada Reçinenin Üretimi ve Ticareti.....	4
1.1.3. Türkiye’de Reçinenin Üretimi ve Ticareti.....	5
1.1.4. Reçinenin Kullanım Alanları.....	6
1.1.4.1. Kolofanın Kullanım Alanları.....	7
1.1.4.2. Terebentin Kullanım Alanları.....	8
1.1.5. Reçine Üretim Kaynakları .....	9
1.1.6. Çam Reçinesinin Üretim Yöntemleri .....	9
1.1.6.1. Kabuk Soyma ve Asit Pasta Yöntemi .....	10
1.1.6.2. Oyma Delik Yöntemi .....	10
1.1.7. Reçinenin Genel Özellikleri ve Kimyası .....	10
1.1.8. Odunun Hücre Çeperi Bileşenleri.....	11
1.1.8.1. Ana Hücre Çeperi Bileşenleri.....	13
1.1.8.1.1. Selüloz .....	13
1.1.8.1.2. Hemiselüloz .....	14
1.1.8.1.3. Lignin .....	17
1.1.8.2. Yan Hücre Çeperi Bileşenleri.....	18
1.1.8.2.1. Odun Ekstraktifleri .....	18
1.1.8.2.1.1. Alifatik Bileşikler .....	21
1.1.8.2.1.2. Terpenler ve Terpenoitler .....	22
1.1.8.2.1.3. Fenolik Bileşikler .....	28
1.1.8.2.1.4. İnorganik Bileşikler .....	29

1.1.8.2.1.5. Odundaki Ekstraktiflerin İzolasyonu.....	30
1.1.8.2.1.6. Odun Ekstraksiyonunda Kullanılan Çözücüler .....	30
1.1.8.2.1.7. Ekstraksiyonda Kullanılan Ekipmanlar .....	32
1.1.8.2.1.8. Ekstraktiflerin Tanımlanması .....	33
1.1.9. Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)’nın Botanik, Ekolojik, Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri, Kullanım Yerleri.....	34
1.1.9.1. Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)’nın Botanik Özellikleri.....	34
1.1.9.2. Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)’nın Doğal Yayılışı.....	35
1.1.9.3. Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)’nın Ekolojisi.....	37
1.1.9.3.1. Mevki Özellikleri.....	38
1.1.9.3.2. İklim Özellikleri .....	38
1.1.9.3.3. Toprak Özellikleri.....	39
1.1.9.4. Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)’nın Anatomik Yapısı.....	40
1.1.9.5. Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)’nın Fiziksel ve Teknolojik Özellikleri.....	40
1.1.9.6. Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> Ten.)’nın Kimyasal Özellikleri.....	41
1.1.9.7. Kızılçam Odununun Kullanım Yerleri .....	41
1.1.10. Sahil çamı ( <i>Pinus pinaster</i> )’in Botanik, Ekolojik, Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri, Kullanım Yerleri.....	41
1.1.10.1. Sahil çamı ( <i>Pinus pinaster</i> )’in Botanik Özellikleri .....	41
1.1.10.2. Sahil çamı ( <i>Pinus pinaster</i> )’in Doğal Yayılışı .....	42
1.1.10.3. Sahil Çamı ( <i>Pinus pinaster</i> )’in Ekolojisi .....	43
1.1.10.4. Sahil Çam Odununun ( <i>Pinus pinaster</i> Ait.) Anatomik Özellikleri .....	43
1.1.10.5. Sahil Çam Odununun ( <i>Pinus pinaster</i> Ait.) Teknolojik Özellikleri.....	44
1.1.10.6. Sahil Çam Odununun ( <i>Pinus pinaster</i> Ait.) Kimyasal Özellikleri.....	44
1.1.10.7. Sahil Çamı ( <i>Pinus pinaster</i> )’in Kullanımı.....	45
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	46
2.1. Materyal.....	46
2.2. Metod.....	46
2.2.1. Kimyasal Analizler .....	47
2.2.1.1. Odun Örneklerinin Hazırlanması.....	48
2.2.1.2. Rutubet Tayini .....	49
2.2.1.3. Hücre Çeperi Ana Bileşenlerinin Belirlenmesi .....	49
2.2.1.3.1. Holoselüloz Tayini .....	49
2.2.1.3.2. Selüloz Tayini.....	50
2.2.1.3.3. Alfa Selüloz Tayini.....	51

2.2.1.3.4.	Lignin Tayini .....	52
2.2.1.4.	Çözünürlük Analizleri .....	53
2.2.1.4.1.	Ekstraktifler (Alkol- Benzen, Hegzan).....	53
2.2.1.4.2.	%1' lik NaOH Çözünürlüğü .....	54
2.2.1.4.3.	Sıcak Su Çözünürlüğü .....	55
2.2.1.4.4.	Soğuk Su Çözünürlüğü .....	55
2.2.1.5.	Kül Tayini.....	56
2.2.2.	Anatomik İncelemeler .....	56
2.2.2.1.	Kesit Alma ve Preparat Hazırlama .....	57
2.2.2.2.	Mikroskop İncelemeleri.....	58
2.2.3.	İstatistiksel Analizler .....	58
3.	BULGULAR .....	60
3.1.	Ağaç İçerisindeki Reçine Miktarının Belirlenmesi .....	60
3.1.1.	Ağaç türlerindeki reçine üretiminin reçine miktarına etkisi .....	61
3.1.2.	Tüm Ağaçların Öz Odun ve Diri Odun Olarak Reçine Üretiminin Etkisi .....	63
3.1.3.	Bölgesel Olarak Farklı Yüksekliklerden Alınan Örneklerde Reçine Miktarı ..	65
3.2.	Kızılçam ve Sahilçam'ın Kimyasal Analiz Sonuçları .....	78
3.3.	Kızılçam (Pinus Brutia Ten.) ve Sahil çamı Odunlarının Anatomik Sonuçları	79
3.3.1.	Kızılçam ve Sahilçamı Odununda Reçine Üretiminin Yıllara Göre Reçine Kanallarına Etkisi .....	79
4.	TARTIŞMA.....	85
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	94
6.	KAYNAKLAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ		



## Yüksek Lisans Tezi

### ÖZET

# TÜRKİYE'DE KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) VE SAHİL ÇAMI (*Pinus pinaster* Ait.)'NDAN ASİT PASTA YÖNTEMİYLE REÇİNE ÜRETİMİNİN AĞAÇTAKİ REÇİNE MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ

Kevser ALTINTAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. İlhan DENİZ  
2017, 107 Sayfa

Bu çalışmada, reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış (Kefken/Kocaeli, Armutlu/Yalova, Köyceğiz/Muğla ve Silifke/Mersin) bölgelerden kızılçam ve sahilçamı ağaç türlerinden beş morfolojik kısmı alınarak, öz odun ve diri odun olarak reçine üretiminin odundaki reçine miktarına etkisi araştırılmıştır. Ayrıca, 1. ve 2. yıl reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış kızılçam ve sahilçamı ağaçlarından enine ve teğet yönde kesitler alınmıştır. Alınan kesitlerde reçine kanal sayıları ve çapları belirlenmiştir. Aynı zamanda Tarsus-Mersin aynı rakımdan kızılçam ve sahilçamı ağaçlarının 130 cm kısımlarından örnekler alınarak odun hücre çeperi bileşenlerine bakılmıştır.

Çalışma sonucunda reçine üretiminden sonra odunda reçine miktarı artmıştır. Ayrıca öz odunda diri oduna göre daha fazla reçine miktarı bulunmuştur. Kızılçam odununda sahilçama göre reçine üretiminden sonra daha fazla reçine miktarı artışı olmuştur. Hücre çeperi bileşenlerine bakıldığında kızılçam ve sahilçamı odununda sırasıyla holoselüloz %72.95, %68.69, selüloz %49.88, %47.54,  $\alpha$ -selüloz %46.47, %41.77, lignin %27.86, %30.46, alkol-benzen %2.32, %10.87, sıcak su çözünürlüğü %3.63, %6.36, soğuk su çözünürlüğü %3.78, %5.83, %1 NaOH çözünürlüğü %14.20, %26.42 ve kül tayini %0.53, %0.6 olarak bulunmuştur. Reçine üretimi sonucunda reçine kanallarında ve çaplarında artış gözlenmiştir

**Anahtar Kelimeler:** Reçine, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.), Ekstraktif madde, Kimyasal analiz

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECT OF ACID PASTE RESIN PRODUCTION FROM RED PINE (*Pinus brutia* TEN.) AND MARITIME PINE (*Pinus pinaster* Ait.) ON THE AMOUNT OF RESIN IN THE WOOD IN TURKEY

Kevser ALTINTAŞ

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Forest Industrial Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. İlhan DENİZ

2017, 107 Pages

In this study, five morphological parts of the tree species (*Pinus brutia* Ten., *Pinus pinaster* Ait.) resin production and not resin production from the regions (Kefken/Kocaeli, Armutlu/Yalova, Köyceğiz/Muğla and Silifke/Mersin) were taken and as heartwood and sapwood to investigate the effect of resin production on the amount of resin in wood. 1st and 2nd year resin production was made and resin was not produced. Cross-section and tangential cross-sections were taken from trees red pine and maritime pine. The number of resin channel numbers and diameters were determined in the receiving sections. At the same time Tarsus-Mersin samples were taken from 130 cm parts of the same altitude trees red pine and maritime pine were examined the components of wood cell wall.

As a result of the study, were found the resin wounds more resinous than the not wounds. In addition, the amount of resin is found in the heartwood more than sapwood. The amount of resin in five morphological parts has already been range the stumps, 45, 130 cm, root and branch wood. There is more resin in the red pine wood than in the maritima pine. When the cell wall components were examined, it was found that the content of holocellulose was 68.69%, 72.95%, cellulose 47.54%, 49.88%,  $\alpha$  cellulose 46.47%, 41.77%, lignin 30.46%, 27.86%, alcohol-benzene 2.32%, 10.87%, hot water solubility 3.63% , 6.36%, cold water solubility 3.78%, 5.83%, 1% NaOH solubility 14.20%, 26.42% and ash content 0.53% and 0.6%, respectively in red pine and maritima pine. As a result of the resin production, increased from resin channels and diameters.

**Keywords:** Resin, *Pinus brutia* Ten., *Pinus pinaster* Ait., Extractives, Chemical analysis.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Odun Bileşenlerinin Sınıflandırılması.....	12
Şekil 2. Selülozun Molekül Yapısı .....	14
Şekil 3. Hemiselülozların kimyasal yapıları.....	16
Şekil 4. Ligninin yapısal formları.....	17
Şekil 5. Pinus spp. odununda öz ve diri odun ekstraktif miktarı ve bileşimindeki değişim (1.Toplam ekstraktif miktarı, 2. Trigliseritler, 3.Reçine asitleri, 4.Yağ asitleri, 5. Pinosilvin+monometil eteri ). .....	20
Şekil 6. İzopren(2-metil bütadien).....	23
Şekil 7. Önemli monoterpen ve oksijenli monoterpen bileşenleri.....	24
Şekil 8. Odunun seskiterpen bileşenleri .....	25
Şekil 9. Reçine asitleri.....	26
Şekil 10. İğne yapraklı ağaç odununun önemli diterpen bileşenleri.....	27
Şekil 11. Bazı steroller ve triterpenler .....	28
Şekil 12. Ekstraksiyon Aparatları.....	32
Şekil 13. Kızıлчаamın anatomik kısımları .....	35
Şekil 14. Türkiye’de Kızıлчаam Orman Alanlarının Dağılımı .....	36
Şekil 15. Kızıлчаam’ın Dünyadaki Dağılım Oranları.....	36
Şekil 16. Sahilçamının Anatomik Kısımları.....	42
Şekil 17. Sahilçamının Dünyada yayılış oranları .....	43
Şekil 18. İş Akış Diyagramı .....	47
Şekil 19. Örnek tekerlekler.....	48
Şekil 20. Yongalanmış örnekler .....	48
Şekil 21. Holoselüloz deney düzeneği.....	50
Şekil 22. Alfa Selüloz Düzeneği.....	52
Şekil 23. Lignin deney düzeneği .....	53
Şekil 24. Ekstraksiyon düzeneği.....	54
Şekil 25. Kül tayini yapılmış örnekler.....	56
Şekil 26. Anatomik çalışmalar.....	57
Şekil 27. Kızıлчаam odununun enine kesitte 100 µm ölçekte reçine kanalları görünümü.....	81
Şekil 28. Kızıлчаam odununun teğet kesitte 50 µm ölçekte reçine kanalları görünümü... 81	
Şekil 29. Sahilçamı odununun enine kesitte 100 µm ölçekte reçine kanalları görünümü.....	84

Şekil 30.	Sahilçamı odununun teğet kesitte 100 µm ölçekte reçine kanalları görünümü.....	84
Şekil 31.	Kızılçam ve sahil çamı odunlarının enine kesitte reçine kanalı sayılarının görünümü.....	84
Şekil 32.	Reçine üretimi yapılmış ağaçların diri odunlarında reçine miktarı.....	85
Şekil 33.	Reçine üretimi yapılmış ağaçların öz odunlarında reçine miktarı.....	86
Şekil 34.	Reçine üretimi yapılmamış ağaçların diri odunlarında reçine miktarı .....	87
Şekil 35.	Reçine üretimi yapılmamış ağaçların öz odunlarında reçine miktarı.....	87
Şekil 36.	Kızılçam ağacında reçine üretiminden sonra reçine kanallarının değişimi.....	89
Şekil 37.	Sahil çamı ağacında reçine üretiminden sonra reçine kanallarının değişimi ....	89
Şekil 38.	Kızılçam ve Sahil çamın hücre çeperi bileşenleri .....	91



## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 1. Odun Ekstraktiflerinin Sınıflandırılması.....	19
Tablo 2. Odundaki alifatik bileşenler.....	22
Tablo 3. Odun dokularındaki ana terpen yapı tiplerinin sınıflandırılması .....	23
Tablo 4. Odun ekstraksiyonunda kullanılan çözücüler .....	30
Tablo 5. Polar olmayan ve polar çözücüler.....	31
Tablo 6. Araştırma materyali ve alındıkları yere ait bilgiler .....	46
Tablo 7. Kızılçam ağaçlarında reçine miktarı (%) sonuçları.....	60
Tablo 8. Sahil çamı ağaçlarında reçine miktarı (%) sonuçları .....	61
Tablo 9. Kızılçam ağaçlarının reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış örneklerde reçine miktarı.....	62
Tablo 10. Kızılçam ağaçlarının reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış örneklerde bağımsız t-testi sonuçları .....	62
Tablo 11. Sahil çamı ağaçlarının reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış örneklerde reçine miktarı.....	62
Tablo 12. Sahil çamı ağaçlarının reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış örneklerde bağımsız t-testi sonuçları .....	63
Tablo 13. Kızılçam reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda öz odunlarının toplam reçine miktarı.....	63
Tablo 14. Kızılçam reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda öz odunlarında bağımsız t-testi sonuçları .....	63
Tablo 15. Kızılçam reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda diri odunlarının toplam reçine miktarı .....	64
Tablo 16. Kızılçam reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda diri odunlarında bağımsız t-testi sonuçları .....	64
Tablo 17. Sahil çamı reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda öz odunlarının toplam reçine miktarı .....	64
Tablo 18. Sahil çamı reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda öz odunlarında bağımsız t-testi sonuçları .....	64
Tablo 19. Sahil çamı reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda diri odunlarının toplam reçine miktarı .....	65
Tablo 20. Sahil çamı reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda diri odunlarında bağımsız t-testi sonuçları .....	65
Tablo 21. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	65
Tablo 22. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	66

Tablo 23.	Silifke bölgesi reçine üretimi yapılmış kızılçam odununun diri odun kısmında duncan testi .....	66
Tablo 24.	Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	66
Tablo 25.	Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	66
Tablo 26.	Silifke bölgesi reçine üretimi yapılmamış kızılçam odununun diri odun kısmında duncan testi .....	66
Tablo 27.	Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	67
Tablo 28.	Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	67
Tablo 29.	Silifke bölgesi reçine üretimi yapılmış kızılçam odununun öz odun kısmında duncan testi .....	67
Tablo 30.	Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	68
Tablo 31.	Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	68
Tablo 32.	Silifke bölgesi reçine üretimi yapılmamış kızılçam odununun öz odun kısmında duncan testi .....	68
Tablo 33.	Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	69
Tablo 34.	Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	69
Tablo 35.	Köyceğiz bölgesi reçine üretimi yapılmış kızılçam odununun diri odun kısmında duncan testi .....	69
Tablo 36.	Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	69
Tablo 37.	Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	69
Tablo 38.	Köyceğiz bölgesi reçine üretimi yapılmamış kızılçam odununun diri odun kısmında duncan testi .....	70
Tablo 39.	Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	70
Tablo 40.	Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	70
Tablo 41.	Köyceğiz bölgesi reçine üretimi yapılmış kızılçam odununun öz odun kısmında duncan testi .....	71
Tablo 42.	Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	71

Tablo 43.	Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	71
Tablo 44.	Köyceğiz bölgesi reçine üretimi yapılmamış kızılçam odununun öz odun kısmında duncan testi .....	71
Tablo 45.	Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	72
Tablo 46.	Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	72
Tablo 47.	Kefken bölgesi reçine üretimi yapılmış sahil çamı odununun diri odun kısmında duncan testi .....	72
Tablo 48.	Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	72
Tablo 49.	Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	73
Tablo 50.	Kefken bölgesi reçine üretimi yapılmamış sahil çamı odununun diri odun kısmında duncan testi .....	73
Tablo 51.	Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	73
Tablo 52.	Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	74
Tablo 53.	Kefken bölgesi reçine üretimi yapılmış sahil çamı odununun öz odun kısmında duncan testi .....	74
Tablo 54.	Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	74
Tablo 55.	Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	74
Tablo 56.	Kefken bölgesi reçine üretimi yapılmamış sahil çamı odununun öz odun kısmında duncan testi .....	74
Tablo 57.	Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	75
Tablo 58.	Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	75
Tablo 59.	Armutlu bölgesi reçine üretimi yapılmış sahil çamı odununun diri odun kısmında duncan testi .....	75
Tablo 60.	Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	76
Tablo 61.	Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	76
Tablo 62.	Armutlu bölgesi reçine üretimi yapılmamış sahil çamı odununun diri odun kısmında duncan testi .....	76

Tablo 63.	Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	77
Tablo 64.	Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	77
Tablo 65.	Armutlu bölgesi reçine üretimi yapılmış sahil çamı odununun öz odun kısmında duncan testi .....	77
Tablo 66.	Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları.....	77
Tablo 67.	Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu .....	78
Tablo 68.	Armutlu bölgesi reçine üretimi yapılmamış sahil çamı odununun öz odun kısmında duncan testi .....	78
Tablo 69.	Kızılçam ve Sahilçamı kimyasal analiz sonuçları.....	78
Tablo 70.	Kızılçam odununda yıllara göre reçine üretiminin reçine kanallarına etkisi.....	79
Tablo 71.	Kızılçam odununda yıllara göre reçine üretiminin reçine kanallarına etkisini gösteren varyans analizi.....	80
Tablo 72.	Sahil çamı odununda yıllara göre reçine üretiminin reçine kanallarına etkisi.....	82
Tablo 73.	Sahilçamı odununda yıllara göre reçine üretiminin reçine kanallarına etkisini gösteren varyans analizi.....	83



## 1.GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Reçine, sakız, mantar, yenilebilir meyve ve farmasötik ürünler (ağaçların meyveleri, kökleri vb.) gibi odun dışı ikincil orman ürünleri birçok ülkenin ulusal ekonomisinde önemli bir rol oynamaktadır. Sürdürülebilir ormancılık ve kalkınma programları ile ilgili araştırmalar, bu yenilenebilir kaynakların mevcut ve gelecek kuşaklar tarafından kullanılmaya devam etmesini sağlamak için hızlandırılmaktadır. Kapsamlı bir kalkınma programı uygulanan orman kaynaklarından biri olan reçine, en eski yenilenebilir orman ürünlerinden biridir (Tadesse vd., 2001). Çam reçinesi (oleoresin), çam ağacı gövdelerine tekniğine uygun olarak açılmış yaralardan üretilen ve bileşenleri terpenik yapıda olan terebentin ile genellikle reçine asitlerinden oluşan kolofandan meydana gelmiş bir odun dışı orman ürünüdür.

Günümüzde yüzlerce milyon tonluk petrokimyasal sentetik ürünlere rağmen reçine ürünleri üretimi üzerine özellikle gelişmiş ülkelerde büyük projeler yürütülmektedir. Bu sentetik ürünler, çevre tarafından yok edilemediği için gerçek anlamda reçine ürünlerinin yerini alamamakta, gelecek yıllarda neden olacağı sağlık sorunlarından dolayı da ikame reçine ürünleri üretiminde artış olacağı beklenmektedir. Petrokimyasallar yerine bitkilerin güneş enerjisi yardımıyla fotosentez ürünleri daha geniş oranda kullanılırsa çevre ve canlı sağlığına büyük hizmet yapılmış olacaktır. Doğal bir fotosentez ürünü olan reçine ve türevlerinin petrokimyasal ürünlerden en önemli farkları çevreye uyumlu olmalarıdır. Ayrıca, yeryüzünün organik birikimi olan petrol kömürde olduğu gibi tüketilmemekte, üretildiği orman ağaçlarının hayatı korunarak, ormanların potansiyel değerleri sosyoekonomik hayata aktarılmaktadır (İçli, 1998).

Reçinenin yapısında bulunan terpenler yenilenebilir kimyasal hammadde olarak önemine ilaveten ileri biyoyakıtlar için hammadde olarak önemli potansiyele sahiptir. Son yıllarda, benzinli ve dizel yakıtı benzer enerji içeriğine sahip olduğu, fosil yakıtlarla kolaylıkla harmanlandığı ve diğer biyoyakıtlara kıyasla karşılaştırmalı bir avantaja sahip olduğu gelişmiş biyoyakıtlarda terebentin kullanılması için yeni pazarlar ortaya koymaktadır. Ayrıca gıda ürünlerine dayalı kaynaklarla rekabet etmektedir. Biyoyakıt olarak, çam oleoresinin sürekli olarak toplanması, uzun vadede kısmen fosil yakıtların

yerini alabilir ve böylece yabancı petrol tedarikçilerine olan bağımlılığı azaltabilir (Susaeta vd., 2014).

Odun içerisindeki reçine miktarının bilinmesi önemlidir. Odun hamuru, selüloz, odun lifi ürünleri (lif levha, yonga levha, ipek ve suni yün vs.) gibi endüstri dallarında reçine odun içerisinde istenmeyen maddedir (Berkel ve Huş, 1952). Bu yüzden odun içerisindeki miktarının bilinmesi ve uygun çözücülerle çözündürülmesi önemli bir faktördür. Ham madde olarak çam kullanılan sülfat ve sülfidit metodları ile çalışan kağıt fabrikalarında selülozdan başka reçine, terabentin gibi yan maddeler de elde edilir. Bu maddelerin miktarı ham madde olarak kullanılan odundaki reçine miktarına bağlıdır. Aynı şekilde odun artıkları ve dip kütüklerinden ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen reçine miktarı da kullanılan odunun içerisinde bulunan reçine miktarına göre değişir. Ayrıca reçine hücre zarlarını mekanik bir şekilde kuvvetlendirir ve odunun rutubet çekme kabiliyetini azaltır bundan dolayı da mantarlara karşı koruyucu özelliktedir. Odun içerisindeki reçine emprenye maddelerinin oduna nüfuzu üzerine de etkilidir. Karbon bakımından zengin olduğundan dolayı da odunun ısı değerini arttırmaktadır. Reçine işlem sırasında kullanılan aletlere sıvanmasından dolayı işlemde sıkıntı oluşturmakta bu yüzden aletlerin sık sık temizlenme ihtiyaçları olmaktadır. Ayrıca reçineli ağaç kerestelerinde budaklar, reçine kanalları gibi fazla reçineli kısımlar sıcaklık etkisiyle dışarıya salınımından dolayı yağlı boya tabakasını bozmaktadır. Bütün bu durumlar çam odunu içerisindeki reçine miktarının ve yayılışının bilinmesi odunun endüstriyel olarak esaslı bir şekilde değerlendirilmesi bakımından önem arz etmektedir (Berkel ve Huş, 1952).

Odun selüloz, lignin, hemiselüloz ve ekstraktif materyalden oluşur. Lignin ve ahşabın ekstraktif içeriği hamur ve kağıt yapımı endüstrisi için önemli unsurlardır. Bunlar istenmeyen malzemelerdir ve hamurdan çıkarılması gerekir. Kağıtta ekstraktif materyallerin ve ligninin bulunması renk değişikliğine neden olur ve kağıt kalitesi düşer. Bu kimyasalların eliminasyonu kimyasal yöntemlerle gerçekleştirilir. Eliminasyondan sonra, esasen uzun zincirli karbonhidratlar hamurda kalır. Lignin ve ekstraktif içerik daha önce biliniyorsa, hamur çıkarma ve ağartma sırasında gerekli olan kimyasallar belirlenebilir (Üner vd., 2011). Odunun kimyasal bileşimi oldukça karmaşıktır. Odunsu doku, anatomik yapının bir sonucu olarak, düzenli bir dağılım göstermeyen, basit ve fiziksel karışımlar biçiminde bulunmayan, çok sayıda kimyasal bileşiklerden oluşur. Odun maddesinin büyük bir kısmı, yüksek molekül ağırlığına sahip maddelerden oluşmakta ve bu nedenle de odun, iç içe nüfuz eden yüksek polimerler sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Önemli yapısal değişmeler olmaksızın bu polimerlerin birbirinden ayrılması ve izole edilmesidir. Odundaki karbonhidratlar polisakkaritlerce temsil edilmektedir. Odun materyalinin  $\frac{3}{4}$ 'ünü oluştururlar. Bu sınıfa selüloz, hemiselüloz, pektinler (pektik maddeler), suda çözünen polisakkaritler girmektedir. Selüloz ve hemiselüloz bileşenler, holoselüloz olarak adlandırılır. Ağırlıkça odunun yarısını selüloz oluşturur. Fenolik maddeler, odunun % 20–30' unu meydana getirirler. Fenolik maddelerin en önemli kısmını lignin olarak tanınan bir sistem oluşturur. Fenolik maddelerin bir kısmı da ligninden farklı olarak düşük molekül ağırlıklı bileşenlerdir (tanenler, flobafenler, renkli maddeler ve lignanlar) ve su ve organik çözücülerde çözünebilmektedir. Bu grubun en önemli üyesi tanenler olup, hidrolize olabilen ve kondanse tanenler olarak iki kısımdır. Fenolik maddeler, fenol halka yapısını ve aromatik halka yapısını taşıyan bileşiklerdir. Terpenler ve terpenoik bileşikler hem uçucu olan hem de uçucu olmayan bileşikleri içerir. Bu grup, ibrelilerde % 5' e kadar ulaşır. Yapraklılarda ise hiç bulunmaz ya da çok az bulunur. Reçinenin uçucu bileşeni olan terebentinin içerdiği uçucu bileşikler ile reçinenin uçucu olmayan diğer bileşeni kolofandaki reçine asitleri en önemli bileşiklerdendir. Odunun hücre çeperinde, fazla oranda ve molekül ağırlığı yüksek bileşenler (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ile az miktarda ve düşük molekül ağırlığındaki bileşenler (ekstraktifler ve mineral maddeler) beraber bulunmaktadır (Deniz, 2017).

Reçine kanalları boyuna (dikey) ve enine (radyal) olmak üzere iki tiptir. Boyuna reçine kanalları gövde eksenine paralel enine reçine kanalları gövde eksenine dik uzanırlar. En büyük reçine kanalları çamda bulunmaktadır. Özellikle kızılçam, karaçam, sahil çamı ve veymut çamında bulunur (Ursavaş, 2002). Reçine kanalları, "uzunlamasına reçine kanal kompleksini" oluşturan, reçine içeren iğne yapraklı ağaçların odununda bulunan hücreler arası kanallardır. Bu yapılar, başlangıç mitozu ile bölünen bir veya daha fazla başlangıç füziiform hücrelerinden türetilen kanallar, epitel hücreleri ve yardımcı hücreleri (varsa paransim bağlı ve traheitler) içerir. Radyal (enine) reçine kanalları, üst ve alt reçine kanallarında düzenlenmiş radyal paransim hücrelerinden oluşan iğne yapraklı odunun füziiform ışınlarında bulunur. Üçgen veya dikdörtgen şeklinde epitel hücreleri (3 veya 4 hücre) reçine kanalının içinde bulunur ve küçük ve yuvarlak ışın paransim hücrelerinden kolaylıkla ayırt edilirler (Ferreira ve Filho, 2012).

### 1.1.1. Reçinenin Tanımı ve Önemi

Reçineler yapışkan, sıvı, organik maddelerdir ve genellikle hava ile kırılgan ve amorf katılar üzerine sertleşirler. Bazı bitkilerde, özellikle çam ve diğer kozalaklılarda ve çoğu odun dışı orman ürünlerinde salgılanırlar. Tarihsel olarak reçinelerin çoğunlukla kozalaklılardan, özellikle çamlardan, su geçirmez ahşap gemilerde kullanılmış, dolayısıyla 'reçine ürünleri' olarak adlandırılmıştır ve hala çam reçineleri için bir isim olarak kullanılmaktadır (William, 2005).

Çam reçinesi, terebentin (monoterpen, C10 ve seskiterpen, C15) ve kolofan (diterpen, C20) fraksiyonlarından oluşan kompleks terpenoid karışımından oluşur (Bohlmann vd. Phillips vd.1999; Rodrigues vd.2011). Çam reçinesi, çeşitli endüstriyel uygulamaları gösteren ve yenilenebilir bir terpen kaynağıdır (Jantam ve Ahmad, 1999).

Özellikle çam (Pinus) cinslerinden yaralama ile canlı ağaçtan oleorezini elde etmek, dünyanın pek çok yerinde önemli bir ekonomik aktivitedir. Çam reçineleri, monoterpen açısından zengin terebentin ve diterpenoid reçine asitleri veya çam kolofanına ayrılır. Reçine dünyada çam ormanlarının önemli bir orman ürünü durumundadır (Sharma ve Lekha, 2013). İğne yapraklı ağaçlarda reçine diri gövde odunu içerisinde oluşmaktadır ve paransim hücreleri tarafından kanallar içerisine salgılanırlar. Ağacın öz odun oluşumundan önce reçine kanalları tül adı verilen zarlarla tıkanır ve bu yüzden reçine iletim sisteminden ayrılmış olur. Reçine kanallardan başka hücre boşluğu içerisinde de bulunmaktadır. Öz odun oluşumu esnasında hücre boşluğuna yerleşmektedir. Hücre boşluğuna su yerine reçinenin yerleşmesi ve hücre zarının doygun bir hal almasına çıralanma denilmektedir (Ursavaş, 2002).

Reçine, sanayileşmeden öncesinde çeşitli yönlerden önemli görülüyordu ve çok çeşitli endüstriyel ürünler ve en önemli odun dışı orman ürünlerinin hammaddesi olmaya da devam ediyor (Garcia vd., 2015; Hall vd., 2013).

Petrol türevleri ile rekabet ve yıllardır süren çalışmaların ardından sektör, mekanizasyon konusunda bazı girişimler ve reçine fiyatlarında belirgin bir artış ile yeni bir hız kazanmıştır (Garcia vd., 2014; Pinillos vd., 2009).

### 1.1.2. Dünyada Reçinenin Üretimi ve Ticareti

Kapsamlı bir kalkınma programı uygulanan önemli orman kaynaklarından biri olan reçine, eskilerden beri yenilenebilir orman ürünlerinden biridir. Reçine, kağıt, sabun, ilaç

ve boya endüstrisinde yaygın olarak kullanılır. Reçine, 1960'ların ortalarına kadar ABD'nin dünya üretiminin% 50'sini oluşturmasının yanında eski SSCB, Portekiz, İspanya ve Yunanistan ile birlikte birçok ülkede üretilmiştir. Ancak şu anda, başta Çin olmak üzere gelişmekte olan ülkeler (Endonezya, Brezilya, Hindistan, Arjantin vd.). Çin dünya reçine tedarikinin yaklaşık üçte birini üretiyor (Zhanqian, 1999).

Reçine üretiminin muazzam sosyo-ekonomik öneminden dolayı, reçine üretimini ve verimliliğini arttırmak için çeşitli çaba sarf edilmiştir. Genellikle reçine veriminin iyileştirilmesi, ahşap kalitesini iyileştirmek için yapılan araştırmalarla birleştirilir. Buna ek olarak yeni yara açma ve toplama yöntemleri araştırılmaya devam ediliyor. (Squillace, 1965; Alvarez,1982; Hodges vd., 1997). Günümüzde çam reçinesinin yıllık dünya üretiminin yılda 1,2 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir ve dünya çam terebentin üretimi yaklaşık 330 000 ton olarak tahmin edilmektedir (William, 2005).

Reçine üretimi 2007-2008 yılları arasında ortalama 0.907 kg, Brezilya 2006 - 2007 yılında 0.106 kg reçine üretmiştir (Rodrigues-Correa vd., 2012). Birleşik Devletler (ABD), 20. yüzyılın ortalarına kadar reçine üretti; bunun ardından ticari işgücü maliyetlerinde artış, mevcut işgücünün azalması, yüksek değerli kereste hasar ve yabancı rekabete bağlı olarak azalma oldu (Hodges vd., 1997; Susaeta vd., 2014).

Hindistan Deharadun'da Orman araştırma Enstitüsü "Nepal'deki yaralamayla reçine üretimi sosyal ekonomik avantajını şöyle anlatıyor: 1) İstihdam yaratma, 2) İş ve diğer sanayilerin geliştirilmesini sağlama 3) Devlet için gelir ve yabancı para kaynağı oluşturma "olarak ifade etti. Reçine üretimi, Nepal'de sosyal ve politik hareketlilik yarattı (Limbu, 2014).

Çin dünyanın en büyük çam reçinesi ürünleri üreticisi, tüketicisi ve ihracatçısıdır. Dünya üretiminin% 70'ine sahiptir ve dünya pazarını ve fiyatlarını etkin bir şekilde kontrol eder (Palma vd., 2012).

### **1.1.3. Türkiye'de Reçinenin Üretimi ve Ticareti**

Türkiye'de 1874 de reçine üretim tekniği ile ilgili yönetmelik uygulamaya konmuştur. Bu yıla kadar plansız yapılmıştır. Planlı döneme ise 1874-1959 yılları arasında geçilmiştir ve 9 maddelik yönetmelik hazırlanmış ve devlet tarafından üretime başlanmıştır. Üçüncü aşama olarak 1959 yılında asıl planlı dönem başlamış ve günümüze kadar devam etmiştir. Bu yıldan sonra reçine üretimi için Mazek çizgi yöntemi uygulanmış

ve Orman Genel Müdürlüğü tarafından 'Reçine talimatı' yönetmeliği çıkarılmıştır. 1962 yılında 1956 yönetmeliği kaldırılmış, bunun yerine yeni reçine üretimiyle ilgili yönetmelik uygulamaya konulmuştur (Deniz, 2017; Şad, 1976).

2017 yılında Orman Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 'Odun Dışı Orman Ürünleri Reçine Eylem Planı yönetmeliğinde asit pasta yöntemine göre reçine üretimi ve satış esasları belirlenmiştir. Ülkemizde 2003 yılında 255 ton, 2004 yılında 3 ton, 2011 yılında 12, 2012 yılında 153, 2013'de 26, 2014 ve 2015'de 3, 2016 yılında 21 ton olmak üzere reçine üretilmiştir (Anonim, 2017).

Ülkemizde yılda Ankara'da 500 ton kolofan işleyerek yol çizgi boyası üreten bir firma, vernik, tiner ve vb. ürünleri reçine kelebeği reçinesinden üreten Denizli'de başka bir firma ve dip kütüklerden ekstraksiyon reçinesi üreten Burhaniye'de diğer bir firma çalışmaktadır. Ayrıca, sahil çamından reçine üreten ve ülke içindeki firmalara satan bir firma bulunmaktadır.

TUIK verilerine göre Türkiye'de reçinenin son yıllarda ithalat ve ihracat verileri şöyledir; reçine ithalatı, 2012'de 14 580 721 dolar, 2013'de 16 799 674 dolar, 2014'de 22 423 007 dolar, 2015'de 17 093 635 dolar, 2016'da 15 620 821 dolardır. Reçine ihracatı ise 2012'de 1 709 746 TL, 2013'de 1 967 434 TL, 2014'de 2 036 254 TL, 2015'de 1 538 398 TL, 2016'da 1 602 982 TL'dir. Reçine ithalatı kilogram bazında ise 2012'de 8 506 012 kg, 2013'de 8 941 956 kg, 2014'de 9 100 278 kg, 2015'de 8 819 531 kg, 2016'da 9 942 415 kg'dır (Anonim, 2017).

#### **1.1.4. Reçinenin Kullanım Alanları**

Çam reçinesi insanlar tarafından büyük ölçekte kullanılan en eski doğal ürünlerden biridir. Eski zamanlarda, çam reçinesi aydınlatma, ahşap gemileri mühürlemek ve korumak için ve dini törenlerde Yunan atıklarının dolgu maddesi olarak kullanılmıştır (Snow vd., 1949; Langenheim, vd., 2003). Günümüzde, çam reçinesi, kimyasal endüstriler için, temizleyiciler, böcek öldürücüleri, çözücüler, kağıt ebatları, boya, yazıcı mürekkebi, ilaçlar, kozmetik ürünleri, aroma ve lezzet bileşikleri, gıda katkı maddeleri gibi çeşitli yan ürünler üretmek için hammadde olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Bohlmann vd., 2008; Swift, 2004).

Reçine çeşitli uygulamalar da; sentetik, kauçuk boyası, gıda yapıştırıcısı, baskı yağı, elektrikli teçhizat, kağıt yapımı, sabun, inşaat, malzemeler, linolyum ve yer kaplamaları

metal işleme, çam kimyasalları, plastik yağlar ve gres baskı mürekkepleri, ayakkabı cilası kullanılmaktadır (Cesar vd., 2013).

Çam reçinesi, geleneksel olarak çam ağacının kabuğuna (kabuk parçalanması) açılan yara ile ve bunun sonucunda ortaya çıkan ekstraktın toplanmasıyla elde edilir. Reçine sürme sistemi, on beşinci yüzyılda Amerika'da Naval stores endüstrisi olarak başlamıştır. Amerikan tekniğiyle, teknedeki çatlak veya deliği sızdırmaz hale getirmek için kullanılırdı. Asitik ve nötr diterpenlerin kompleks karışımları, önemli uçucu bileşik fraksiyonları (mono ve sesquiterpenes) ile oleoresinleri oluştururlar. Buharlı destilasyon yoluyla terebentin ve kolofana ayrılırlar (Satil vd., 2005; Rezzi vd.; 2005; Tümen vd., 2010).

Çam reçineleri, monoterpen açısından zengin terebentin ve diterpenoid reçine asitlerince zengin çam kolofanına ayrılır. Bu monoterpenler ve diterpenoidler, çözücüler, zirai ilaçlar, ilaçlar, tatlar, kozmetik ürünleri, ev temizleyicileri, baskı mürekkepleri, yapıştırıcılar, kaplamalar için kullanılır (Susaeta vd., 2014; Rodrigues vd., 2008; Zinkel vd., 1988).

Çam reçinesinin uçucu kısmı terebentin'den oluşur ve uçucu olmayan kısmı ise kolofandır. Terebentin, böcek yırtıcılığını önlemek için kimyasalların / koku sinyallerinin erken emisyonlarından sorumlu mono (C10) ve sesquiterpenen'in (C15) karmaşık bir karışımıdır. Terebentin ayrıca, reçine asitlerinin yaralanma bölgelerine mobilize edilmesini kolaylaştıran etkili bir çözücü gibi davranır. Diterpen (C20) reçine asitleri, kolofanın başlıca bileşenleridir. Kolofanın ekolojik rolü, terebentin buharlaşmasından sonra zararlıları sapslarda sızdırmaz hale getirerek arzu edilmeyen ziyaretçileri (kabuk böcekleri ve ahşap deliciler) yakalamak ve öldürmektir (Martin vd., 2002; Wallin vd., 2003).

#### **1.1.4.1. Kolofanın Kullanım Alanları**

Kolofan, esas olarak asit yağmuru ve az miktarda nötr fraksiyon içeren karmaşık bir karışımıdır. Çamdan elde edilen ana üründür ve uçucu olmayan kısımdır. Suda çözünmeyen, ancak organik çözücülerde çözünen kırılkan, saydam, camsı bir katıdır. Çoğunlukla diterpen asitleri, monoterpenleri içerir ve kimyadan tıp ve kozmetik endüstrisine kadar geniş bir yelpazede kullanılan ürünlerdir. Ayrıca yapışkan bileşimlerde, zehirli boya, kaplamalarda ve kuru tonerlerde de kullanılır (Satil vd., 2005; Berg vd., 2000; Werf vd., 2000).

Kolofan, çam reçinesinin oldukça değerli bir türevidir. Abiyetik asit gibi reçine asitleri, ester zambına dönüştürülebilir ve vernik yapmak için kullanılabilir. Ayrıca, müzik aletlerinin yüzeyine sürülerek onları kayganlaştırmayı sağlarlar (Osete vd., 2004). Abiyetik asit ve türevleri kimya endüstrisinde ve ev temizlik maddeleri olarak kullanılmasına rağmen, antiobezite ve antioksidan moleküller olarak da potansiyel göstermiştir (Hwang vd., 2011; Esteves vd., 2001).

#### 1.1.4.2. Terebentin Kullanım Alanları

Terebentin (terebentin ruhu, terebentin yağı ve ahşap terebentin olarak da adlandırılır), çoğunlukla çam ağaçlarından elde edilen reçinenin damıtılarak elde edilen bir sıvıdır. Terebentin tıp, eczacılık, gıda, kozmetik, boya ve kaplamalar, otomotiv ve silah sanayi gibi sanayinin birçok alanında kullanılabilir (Satil, vd., 2005, Rezzi vd., 2005; Upadhyay vd., 2007). Çam terebentini geleneksel olarak boyalar ve vernikler için veya ilaç sanayiinde bir solvent veya temizlik maddesi olarak kullanılır (Anonim, 1995.)

Terebentin, keskin koku ve acı tadı olan berrak bir sıvıdır. Terebentin organik bileşiklerden oluşur, esas olarak terpenler olarak bilinen bir dizi uçucu fraksiyondur. Terebentin solvent, sentetik borneol, sentetik kafur, sentetik reçine, sentetik terpinol, elastomerik kompozitler, böcek öldürücü, askeri kullanım, ayakkabı cilası ve ilgili malzemeler, kauçuk, baskı mürekkepleri, yapışkanlar ve plastikler, asfaltik ürünler, mobilya, böcek öldürücü ve dezenfektanlar olarak kullanılır (Upadhyay vd., 2007).

Terebentin çoğunlukla monoterpenlerden oluşur ve bunlar farklı endüstriyel uygulamalar içerebilir. Borneol kozmetik ürünlerde ve temizlik ürünlerinde kullanılır (Bhatia vd., 2008). Carveol, linalool, myrcene, a- ve b-pinene, phellandrene ve terpineol, gıda, parfüm ve kozmetik endüstrisinde koku olarak ve gıdalara lezzet katmak için kullanılır (Sonibare vd., 2008, Bhatia vd., 2008; Lapczynski vd., 2008).

Böcek öldürücü endüstrisinde en önemli konulardan biri çevreye ve insan sağlığına zararlı olmayan ürünler geliştirmektir.  $\alpha$ -pinen, kafur ve limonenin böcekler için iyi doğal iticiler olabileceği gösterilmiştir (Nerio vd., 2010). Hoş bir aroması olan terpineol, Çin çayının en yaygın katkı maddelerinden biridir. Kafura ve mentol, ilaç endüstrisi için de ilginçtir. Kamfor, buharlı buhar ürünlerinde aktif bir molekül olup, kafur içeren merhemlerin uygulanması, çocuklarda öksürüğün tedavisinde etkili olmuştur (Yao vd., 2005; Paul vd., 2010).



Bir maddenin plastisitesini ve akışkanlığını artırmak için katkıları olan pinenlerden türetilen pinik asit esterleri, plastikleştiriciler olarak kullanılır. P-Cymene ve p-mentan, dezenfektanlar, çözücüler ve ayrıca aroma maddeleri olarak kullanılırlar. Terpen fenoller ve terpen polimerler, kimya endüstrisinde önemlidir (Conyne vd., 1955; Adams vd., 2011; Mess vd., 2011).

### 1.1.5. Reçine Üretim Kaynakları

Reçineden elde edilen bütün kimyasal ürünler çevre ile uyumlu olup, canlılar için sağlık problemlerine neden olmamaktadırlar. 'Naval stores' terimi ile tanımlanan reçine ürünleri elde edilme yöntemlerine göre başlıca 3 grupta toplanır:

- Çam Reçinesi (Gum Naval Stores): Çam reçinesi, dikili çam ağaçlarının gövdelerine farklı metodlarla yara açılarak çam reçinesi üretilir.
- Sülfat Reçinesi (Sulphate Naval Stores): Reçineli çam yongalarından sülfat yöntemiyle kağıt hamuru sırasında yan ürün olarak elde edilmektedir.
- Odun Ekstraksiyonu Reçinesi (Wood Naval Stores): Kesimden sonra uzun müddet toprakta beklemiş reçineli çam dip kütük ve köklerinin yongalanıp ekstraksiyon yöntemi ile elde edilir. Ekstraksiyon sonucu, odun ekstraksiyon terebentini (wood turpentine), odun ekstraksiyon kolofanı (wood resin), dipenten ve doğal pineoil üretilir.

### 1.1.6. Çam Reçinesinin Üretim Yöntemleri

Dikili ağaçlarda reçine üretim yöntemleri aşağıdaki gibi yapılmaktadır (Huş, 1984).

#### 1. Açık Yara Yöntemleri

##### 1.1. Çizgi Yöntemi

###### 1.1.1. Alman çizgi yöntemi

###### 1.1.2. Avusturya çizgi yöntemi

###### 1.1.3. Amerikan çizgi yöntemi

##### 1.2. Büyük Yara Yöntemi

###### 1.2.1. Eski Avusturya keser yöntemi

###### 1.2.2. Mazek'in pisting rendesi ve Mazek-fialla çizgi yöntemi

###### 1.2.3. Fransız yöntemi

###### 1.2.4. Yunan klasik sofiko yöntemi

### 1.3.Kabuk Soyma ve Asit Pasta Yöntemi

## 2. Kapalı Yara Yöntemleri

### 2.1.Oyma Delik Yöntemi

#### 1.1.6.1. Kabuk Soyma ve Asit Pasta Yöntemi

Son zamanlarda diğer reçine üretim metodlarının yerini asit uygulanan yöntemler almıştır. Amerika’da 1945, Yunanistan’da 1964 yılında olmak üzere asit pasta yöntemi uygulanmaya başlanmıştır. Bu ülkelerden başka Portekiz, İspanya, Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan, Amerika ve Arjantin gibi ülkeler de asit uygulamasıyla reçine üretmektedir.

Ağaç üzerindeki kabuğun kaldırılmasıyla odun yüzeyine asit uygulanır, bu sayede asit; odun hücrelerine ve reçine kanallarına etki ederek dışarıya reçine akışına neden olur. Bunu takiben hücrelerde çökme meydana gelir ve odun yüzeyine uzak olan enine kanallarına da ulaşarak reçine akışını arttırır. Asit aynı zaman da travmatik reçine kanalı oluşumunu da arttırmaktadır (Deniz, 2017).

#### 1.1.6.2. Oyma Delik Yöntemi

Oyma delik yöntemi, açık yara yöntemine alternatif bir yöntem olarak geliştirilmiştir. (Hodges ve Williams, 1993). Ağacın dip kısmından çeşitli delikler açılarak akan reçine kapalı kaplar içerisinde toplanmaktadır. Oyma delik sisteminde diğerlerinden farklı olarak dikey ve radyal reçine kanalları doğrudan sızdırılabilir olmasıdır (Deniz, 2017).

#### 1.1.7. Reçinenin Genel Özellikleri ve Kimyası

Çam reçinesi kolofan ve terebentin olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Reçinenin kimyasal yapısı terebentinin ve kolofanın içeriğine dayanmaktadır. Biyoyakıt olarak reçineden türetilen hidrokarbonların ve terebentinlerin potansiyelleri, çam reçinesinin ana bileşenleri olan pinenlerin seçici dimerizasyonundan çok yüksek yoğunluklu biyoyakıt elde etmek için etkili yöntemlerin geliştirilmesi ile örneklendirildiğinde de geçerlidir (Bohlmann vd., 2008; Harvey vd., 2010).

Terpenler yenilenebilir kimyasal hammadde olarak önemine ilaveten ileri biyoyakıtlar için hammadde olarak önemli potansiyele sahiptir. Pinene esaslı yenilenebilir

yakıtlar, yüksek enerji yoğunluğu ve ısıtma değerlerinden dolayı jet yakıtları için uygun bir seçenek olarak düşünülür ve farnesen ve bisabolen damla damla biyodizel olarak araştırılmaktadır (Peralta vd., 2011; Renninger vd., 2010).

Terpen ürünlerinin kozalaklıların biyolojisindeki rolü henüz tam olarak anlaşılamamıştır, ancak genellikle tesadüfen keşfedilmiş bir olay olmadığı konusu anlaşılmıştır. Birçok monoterpen ürünü, biyolojik aktiviteleri ile bilinmektedir. Terpene uçucu yağlar biyolojik aktivitelerine ek olarak bitkilere dinamik bir biyosentetik toplanma sağlar (Traynor vd., 1989).

Küresel terpenlerin arzının büyük kısmı, yaşlı çam ağaçlarından toplanan terpentin ve kolofandır. Bununla birlikte, ABD çam kimyasalları endüstrisi halihazırda, geleneksel yöntemleri kullanarak ABD'de maliyet etkin bir şekilde toplanmayan en üstün çam terpenlerden daha fazla mevcut olduğu için, ham petrol fabrikalarında toplanan ham sülfat terebentin ve ham petrolü kimyasal hammadde kaynağı olarak kullanmaktadır (Rodrigues vd., 2008; Zinkel vd., 1988).

Ticari olarak, reçineler üç kaynak ile elde edilir; yaşayan ağaçlardan elde edilen akma reçinenin işlenmesiyle elde edilen; işlenmemiş çam kütüklerinin organik çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen; ve kraft hamuru haline getirme işlemi sırasında odunun alkalik ekstraksiyonu sırasında sabun şeklinde elde edilen bir yan ürün olan sülfat reçinesi elde edilir (Zinkel vd., 1989).

### **1.1.8. Odunun Hücre Çeperi Bileşenleri**

Hücre çeperinin ana yapısı selüloz fibrillerinden (lifleri) oluşur, hemiselülozlar, lignin ve pektin buna karşın oluşan odun iskeletini çevreleyen ve boşlukları dolduran ara maddeyi oluştururlar. Fibriller, düzenli ve düzensiz kısımları içeren selüloz moleküllerinden oluşur. Odun maddesinin büyük çoğunluğu, yüksek molekül ağırlığına sahip maddelerden oluşmakta ve bu sebepten dolayı da odun, iç içe nüfuz eden yüksek polimerler sistemidir. Önemli yapısal değişimler dışında bu polimerlerin bir birlerinden ayrılması ve izole edilmesi zor bir işlemdir (Deniz, 2017).

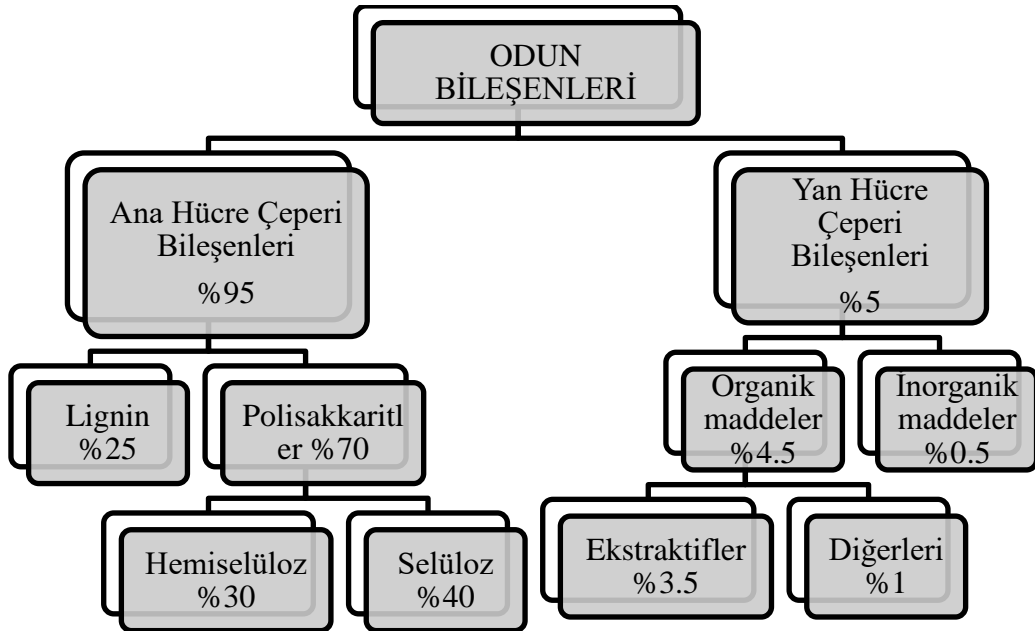
Ekstraktların ve lignin içeriğinin saptanması, hamur atma işleminde ne kadar kimyasala ihtiyaç duyulduğuna dair bilgi sağlar. Ayrıca, ağaç yetiştirme programlarında, daha iyi ağaç büyümesi için uygulanan silvikültürel muameleler, değişikliklere neden olur ve bu ağaçların, doğal yetiştirilen ağaçlardan farklı kimyasal özellikleri olabilir. Ayrıca,

farklı bölgelerdeki ağaçlardan elde edilen odun örnekleri, kimyasal bileşimler, morfoloji vs. gibi farklı özelliklere sahiptir. Kimyasal içeriklerdeki değişiklikler, nihai ürünler üzerindeki kağıdın parlaklığı gibi sonuçlara neden olur (Karaman, 2008).

Odunun kimyasal bileşenleri ana hücre çeperi ve yan hücre çeperi bileşenleri olarak ayrılmaktadır. Ana hücre çeperi bileşenleri; selüloz, hemiselülozlar ve lignindir. Yan hücre çeperi bileşenleri çoğunlukla düşük molekül ağırlıklı bileşiklerdir, örneğin ekstraktlar, bazı suda çözünür organik maddeler ve inorganik maddeler, Şekil 1’de gösterilmektedir (Raimo, 2011).

Odundaki karbonhidratlar polisakkaritler olarak anılmaktadır. Odun materyalinin  $\frac{3}{4}$  ünü oluştururlar. Bu sınıfta selüloz, hemiselüloz, pektinler(pektik maddeler), suda çözünen polisakkaritler yer almaktadır. Selüloz ve hemiselüloz bileşenler, holoselüloz olarak adlandırılır.

Fenolik maddeler, odunun %20–30’ unu meydana getirirler. Fenolik maddelerin önemli bir kısmını lignin oluşturur. Fenolik maddelerin bir kısmını da ligninden başka düşük molekül ağırlıklı bileşikler oluşturur (tanenler, flobafenler, renkli maddeler ve lignanlar). Bu grubun en önemli üyesi tanenler olup, hidrolize olabilen tanenler ve kondanse tanenler olarak iki kısma ayrılırlar. Fenolik maddeler, fenol halka yapısını aromatik halkaya taşıyan bileşiklerdir (Deniz, 2017).



Şekil 1. Odun Bileşenlerinin Sınıflandırılması

Odun yapısı selüloz, lignin, hemiselülozlar, ekstraktlar ve külden oluşur (Karaman, 2008). Odundaki lignin ve ekstraktif maddeler içeriği dışındaki, diğer hücre çeperi bileşenleri, kağıt hamur işleme ve kağıt yapımı endüstrisinde oldukça önemlidir. Yüksek hamur verimi, yüksek selüloz içerik gerektirir, ancak düşük ekstraktif maddeleri ve lignin içeriği içerir. Hamur işleme işlemi sırasında, kaliteli bir hamur elde etmek için lignin ve ekstraktif maddelerin selüloz liflerinden ayrılması gerekir (Poke vd., 2005). Odundaki ekstraktların ve lignin içeriğinin saptanması, kağıt hamuru işlemlerinde ne kadar kimyasala ihtiyaç duyulduğuna dair bilgi verir. Ayrıca, farklı bölgelerdeki ağaçlardan elde edilen odun örnekleri, kimyasal bileşimler, morfoloji vs. gibi farklı özelliklere sahiptir (Zobel ve van Bujitenen, 1989). Kimyasal içeriklerdeki değişiklikler, nihai ürünler üzerindeki kağıdın parlaklığı gibi sonuçlara neden olur.

Selüloz odunun iskeletidir. Yani bir inşaatta kullanılan demir çubuklar ne iş yapıyorsa selülozda ağaçta aynı görevi yapar. Odunun çekmeye karşı dayanıklı olmasını sağlar.

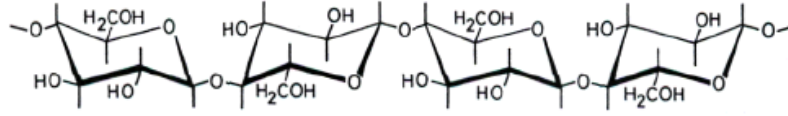
Lignin ve hemiselülozlar ise odundaki hücrelerin bir araya gelmesini sağlar. Yani betondaki çimento ve kum ile benzer görevi üstlenir. Odunda basınca karşı dayanım sağlar. Su itici (hidrofob) özelliğe sahiptir ve odunun aşırı derecede su almasına engel olur. Ayrıca uzun boylu ağaçların ayakta durmasını ve boylanması lignin sağlar.

Ekstraktif maddeler, oduna kendisine özgü renk ve kokusunu verir. Yani odunun boyasıdır. Bunun dışında ekstraktif maddeler odunu biyolojik tahripçilere karşı da korur (Deniz, 2017).

### **1.1.8.1. Ana Hücre Çeperi Bileşenleri**

#### **1.1.8.1.1. Selüloz**

Selüloz, dünyanın en bol ve önemli biyopolimeridir. Selüloz, (1-4) glikozidik bağlarla birbirine bağlanan  $\beta$ -D-glikopiranoz parçaları içeren lineer bir homopolysacarıttır. Odundaki selülozun polimerizasyon derecesi 10000'in üzerindedir. İç ve moleküller arası hidrojen bağlanması yönündeki güçlü eğilim nedeniyle, selüloz molekülleri demetleri yüksek derecede (kristal) ya da daha az sipariş edilen mikrofibrillere toplanır (amorf) bölgeler. Mikrofibriller daha sonra fibrillere ve nihayet selüloz liflerine toplanır. Selülozun molekül yapısı şekil 2 de gösterilmektedir (Sjöström, 1998).



Şekil 2. Selülozun Molekül Yapısı

Hidrojen bağı tarafından oluşturulan sıkı lif yapısı, çoğu çözücüde yüksek gerilme mukavemeti ve çözünmezlik gibi selülozun tipik malzeme özelliklerine neden olur. X ışınları ve diğer difraksiyon yöntemleri, selülozun kristal yapısının analizinde belirleyici bir rol oynar. Doğal selülozun paralel yapıya sahip olduğu yaygın olarak kabul edilir. Selülozun odun yapısından izolasyonu için, doğrudan bir odun nitrasyonu, organik çözücüler içinde çözünen bozunmamış selüloz trinitrat verir. Öte yandan, glikozidik bağlar güçlü mineral asitleriyle kolayca ayrılır ve bu nedenle selüloz basit şekerlere hidrolize edilebilir. Bununla birlikte, selülozun tam bir hidrolizi için, sıralı bölgelerin gerekli şişmesini ve en azından kısmen tahrip olmasını sağlamak için konsantre asit çözeltileri kullanılmalıdır (Yang ve Jaakkola, 2011).

Selüloz, hidroliz sonucu D-glukoz, hemiselülozlar ise hidroliz sonucu, D-glukozdan başka diğer şekerleri de vermektedir. Odun polisakkaritlerinin komple hidroliziyle D-glukoz, D-mannoz, D-galaktoz, D-ksiloz ve L-arabinoz meydana gelir (Deniz, 2017).

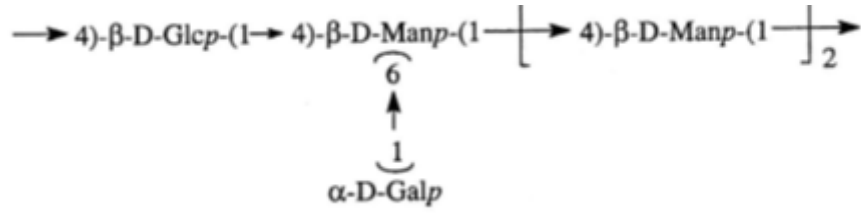
#### 1.1.8.1.2. Hemiselüloz

Hemiselülozlar, mannoz, galaktoz, glikoz ve 4-O-metil-D-glukuronik asit, ksiloz ve arabinozu içeren farklı karbonhidratlardan oluşan polisakkaritlerdir. Odun lifindeki boşlukları doldururlar ve kağıt ve hamur verimini arttıırırlar. Ayrıca kimyasal bozulmaya karşı selülozdan daha savunmasızdırlar (Biermann, 1996).

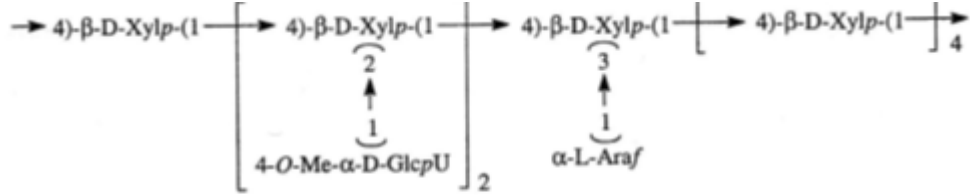
Selülozun yanı sıra, hemiselülozlar olan ve selülozdan açıkça daha az tanımlanmış doğal olarak bulunan diğer önemli karbohidrat bazlı polimerlerdir. Hemiselülozlar sert ağaçların ve yumuşak ağaçların türüne ve içeriğine göre değişir. Yumuşak ağaç hemiselülozları ağırlıklı olarak galaktoglucomannanlar ve arabinoglucuronoxylan içerir. Galaktoglukanantinler, C-6'da değişken sayıda tek bir  $\alpha$ -D-glikopirazin ile değişkenlik gösteren (1-4) bağlarıyla bağlı ve kısmen asetillenmiş  $\beta$ -D-glikopiranoz ve  $\beta$ -D

mannopiranoz birimlerinin esas olarak doğrusal ana zincirinden oluşurlar. Arabinoglukuronoksilan, (4)-O-metil  $\alpha$ -D-glukuronik asit ve  $\alpha$ -L-arabinofuranozun dalları olan (1-4) bağıyla bağlı  $\beta$ -D-ksilopiranoz birimlerinin doğrusal bir çerçeve çalışmasından oluşur. Sertağaç ksilandan farklı olarak hiçbir asetil grubu mevcut değildir. Sert ağaç hemiselülozları esas olarak glukuronoksilan ve glükomannan içerir. Glucuronoxylan, arabinoglucuronoxylan ile aynı çerçeveden oluşur, ancak çok daha az üronik asit içerir. Arabinoz birimleri mevcut değildir ve ksiloz kalıntıları kısmen asetile edilmiştir. Glucomannan, galaktoglukanovannanlarla aynı doğrusal çerçeveye sahiptir, ancak değiştirilemez ve daha yüksek bir glikoz / manoz oranı vardır. Hemiselülozların kimyasal yapıları Şekil 3'te gösterilmektedir (Stenius, 2000).

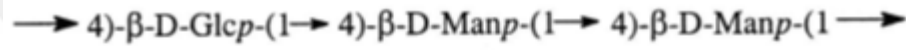




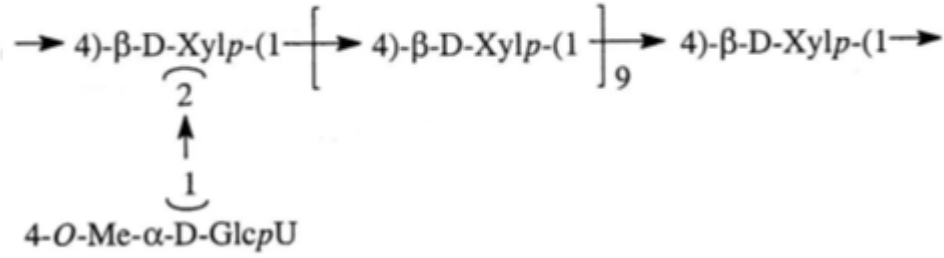
Galaktoglukomannan



Arabinoglukuronoksilan



Glukomannan



Glukoksilan

Şekil 3. Hemiselülozların kimyasal yapıları

Hemiselülozlar, alkali çözeltilerde selülozlardan daha fazla çözünebilirler. Odun, alkalilerle işleme maruz kaldığında çözünen maddelere hemiselülozlar denir. Polisakkarit (holoselüloz) bileşenleri seyreltik alkali çözeltileriyle işleme uğratıldığında, ekstraksiyon sonucu hemiselülozlar uzaklaştırılır. Bu amaçla alkali olarak %17,5'lük sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi kullanılır. %17,5'lük NaOH çözeltisinde çözünmeyen kısım olarak geriye  $\alpha$ -selüloz kalır (Deniz, 2017).

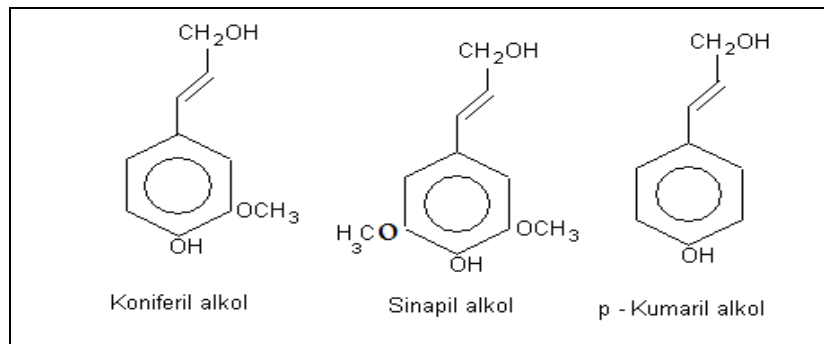


### 1.1.8.1.3. Lignin

Lignin amorf bir polimerdir ve ligninin kimyasal yapısı, farklı yapısal unsurların herhangi bir sistematik düzende birbirine bağlı olmadığından dolayı düzensizdir. Genel olarak, ligninler kabaca yumuşak odun lignini, sert odun lignini ve çim lignini olarak sınıflandırılır. Doğal ligninin yanı sıra, lignini ayırmak için çeşitli yöntemler mevcuttur ve bu nedenle öğütülmüş odun lignini, dioksan lignini veya enzim yoluyla salınan lignin, kraft lignini, alkali lignin vb. çeşitli lignin formları mevcuttur. Doğal ligninlerin çözünmeyen ve üç boyutlu bir ağ olarak davranmasına rağmen, izole edilen ligninler, dioksan, aseton, metil selüloz, tetrahidrofuran, dimetilformamid ve dimetil sülfoksidi çözeltileri içerisinde maksimum çözünürlük gösterirler (Yang ve Jaakkola, 2011).

Belirli bir bileşimi olan ligninin odun örneğinden izole edilmesi mümkün değildir. Polisakkaritlerin hidrolizini gerçekleştiren asit konsantrasyonları sırasında lignin çözünmeden kalır. Ligninin doğrudan belirlenmesi amacıyla uygulanan yöntemler, (klason yöntemine göre sülfürik asitle, (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) muamele edilerek asit hidrolizinden sonra çözünmeyen ligninin tartımına dayanmaktadır (Deniz, 2017).

Lignin, esas itibarıyla, üç fenilpropanoid birimin (p-hidroksisinnamil alkollerin) enzimatik dehidrojenatif polimerizasyonundan kaynaklanan bir polifenolik malzeme olarak tanımlanabilir. Ligninin yapısı Şekil 4'de gösterilmektedir. Ligninlerde öncüllerin oranları, botanik kökenlerine göre değişir. Yumuşak odun ligninlerinin normal yapısal öğeleri esas itibarıyla trans-koniferil alkolden (%90) türetilmiş ve geri kalan kısmı ağırlıklı olarak trans-p-kumaril alkolden oluşmuştur. Buna karşın, sert odun ligninleri ağırlıklı olarak değişen oranlarda (her bir alkol için yaklaşık %50) trans-koniferil alkol ve trans-sinapil alkolden oluşur (Sjöström, 1998).



Şekil 4. Ligninin yapısal formları

Ligninin yapı taşları, eter bağlantıları (C-O-C) ve karbon-karbon bağları (C-C) ile birbirine birleştirilir ve bunlardan hem yumuşak odun hem de sert odun lignininde hakimdir. Öncülleri olarak, lignin polimeri yan zincirde birkaç işlev grubu içerir, örneğin metoksil grupları, fenolik hidroksil grupları ve aldehid grupları. Fenolik hidroksil gruplarının nispeten bir kısmı serbesttir çünkü çoğu komşu fenilpropan birimleriyle bağlantı oluşturmaktadır (Yang ve Jaakkola, 2011).

### **1.1.8.2. Yan Hücre Çeperi Bileşenleri**

Ekstraktifler yan hücre çeperi odun bileşenleri olarak düşünülebilir ve genellikle odun içinde küçük bir fraksiyonu temsil eder. Aynı aileden odun ekstraktlarının oluşumunda benzerlikler olmasına rağmen, bazen yakından ilişkili ağaç türleri arasında bile bileşimde belirgin farklılıklar vardır. Ayrıca, aynı ağacın çeşitli parçaları, örneğin kök, dallar, kökler, kabuk ve iğneler, ekstraktı miktarları ve birleşimi bakımından belirgin şekilde farklılık gösterir. Ekstraktlar hem inorganik hem de organik bileşenleri içerir. Genellikle ekstraktif madde içeriği kabuk, yaprak ve köklerde gövde odunundan daha yüksektir. Kül olarak ölçülen inorganik bileşenler, kuru odun ağırlığının% 1'ini nadiren aşmaktadır. Bununla birlikte, iğnelerin, yaprakların ve kabuğun kül içeriği çok daha yüksek olabilir. Organik bileşenler, hem lipofilik hem de hidrofilik türden olağanüstü sayıda bireysel bileşiktir ve içerikleri genelde %10'dan azdır, ancak kuru odun ağırlığının izlerinden %40'a kadar değişebilir (Yang ve Jaakkola, 2011).

#### **1.1.8.2.1. Odun Ekstraktifleri**

Odun içerisindeki ekstraktifler, petrol eteri, dietil eter, diklormetan, aseton, metanol ve su gibi nötral çözücülerde çözünebilirler. Kullanılan çözücü ve ekstraksiyon yöntemi farklı şekillerde olabilir ve buna göre ekstraksiyon sonucunda elde edilen ekstrakt miktarı ve bu ekstraktın bileşimi farklılık gösterecektir. Örneğin; su ekstraksiyonuyla elde edilen ekstrakt bileşimi, hekzan ekstraktı bileşiminden farklı olacaktır. Suda çözünen ekstraktiflerden şekerler, lignanlar ve diğer fenolik bileşikler reçinenin aksine kağıt hamuru üretimi için daha az öneme sahiptir. Bu sebepten dolayı ulaşılmak istenen amaca göre ekstraksiyon işlemi yapılmalıdır. Ekstraktif maddeler lipidler, terpenoitler, fenoller,

tropolonlar, glikozitler, küçük moleküllü karbonhidratlar, pektinler, nişasta ve protein bileşenleri gibi çok farklı bileşik tiplerini içerir (Deniz, 2017).

Ekstraktlar, molekül ağırlıklarına göre değişen ve organik çözücüler ve suda çözünen bileşiklerdir. Renk, koku tadı ve ahşaba çürüme direnci gibi karakteristik özelliklere katkıda bulunurlar. Ekstraktif örnekleri terpenler (polimerize fosfat izopren birimleri), trigliseridler, yağlı asitler ve fenolik bileşiklerdir. Kereste yanma işlemi sonrasında sodyum, potasyum, kalsiyum ve karbonatlar, fosfat, silikat, sülfat, klorür vb. gibi anyonlar gibi katyonlar bulunur (Biermann, 1996).

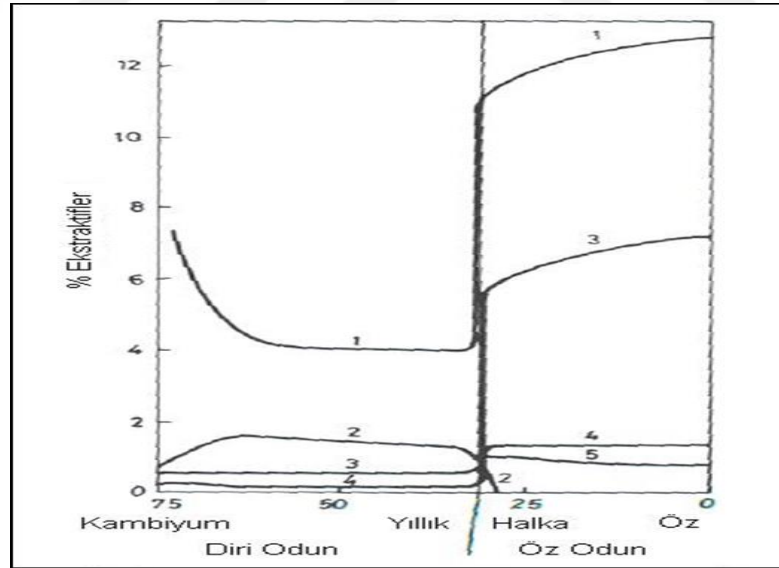
Odunun organik ekstraktları Tablo 1'de gösterildiği gibi farklı gruplara ayrılabilir, yani alifatik ve alisiklik bileşikler, fenolik bileşikler ve diğer bileşikler (Stenius, 2000).

Tablo 1. Odun Ekstraktiflerinin Sınıflandırılması

<p><b>Alifatik ve alisiklik bileşikler</b>            Terpenler ve terpenoidler            (Reçine asitleri ve steroidler dahil)            Yağ asit esterleri            (Yağlar ve mumlar)            Yağ asitleri ve alkoller            Alkanlar</p>	<p><b>Sakızlar (polisakkaritler)</b></p>
<p><b>Fenolik bileşikler</b>            Basit fenoller            Stilbenes            Lignanlar            İzoflavonlar            Yoğunlaştırılmış tanenler            Flavonoidler            Hidrolizlenebilir tanenler</p>	<p><b>Diğer bileşikler</b>            Şekerler            Siklitoller            Tropolonlar            Amino asitler            Alkaloidler            Kumarinler            Kuinonlar</p>

Odun reçinesi, heksan, benzen dietileter gibi düşük polariteye sahip çözücülerde çözünebilirler. Bu çözücülerle çözdürme sonucunda elde edilen bir ekstrakta lipofilik bileşenler elde edilir ve 1. yağlar ve yağ asitleri, 2. steril esterler ve steroller, 3. terpenler ve terpenoitler ve 4. vakslar( yağ alkollerini ve yağ alkollerinin yağ asit esterleri) şeklinde dört ana grup bileşenleri içerir. Genellikle reçine, nonpolar ve nötral organik çözücülerde (örneğin etanol, aseton, dietil eter veya diklor metan gibi) çözünebilir ekstraktif madde grubudur, özellikle lipidler ve terpenoitler hedeflenmektedir. İğne yapraklı ağaç reçinesinin ana bileşenleri olan reçine asitleri, yağlar ve terpenler çözücülerle uzaklaştırılarak elde edilmektedir. Ekstrakte edilmiş materyal reçineden başka flavonoidler, lignanlar ve stilbenler gibi çeşitli fenolik bileşenler de içermektedir (Deniz, 2017).

Reçine oluşum yerlerine göre farklı isimlerde anılır. Örneğin; patolojik reçine, reçine kanallarında meydana gelir, temelde reçine asitleri ve terpenlerden oluşur ve odunu biyolojik zararlılara karşı korur. Fizyolojik reçine ise, paranzim hücrelerinde bulunur, yağ bileşenlerince zengindir ve besin elementlerinin bir deposudur. Paranzim hücrelerindeki reçine, genellikle yağ asidi esterleri (yağlar ve vakslar) ve sterollerden meydana gelmiştir. Odun yongaları, kağıt hamuru üretimi için pişirme esnasında odundaki reçine çözünerek pişirme çözeltisine geçerken, paranzim hücrelerindeki reçine çözünmeden kalır. Çam paranzim hücreleri geniş geçitleri olduğundan pişirme esnasında reçine kolayca çözeltiye geçer. Canlı paranzim hücrelerinin ölümüyle öz odun oluşumu başlar ve çok fazla kimyasal değişiklikler görülür. Yüksek oranda ekstraktif madde oluşarak traheitlerde dahil olmakla beraber öz odunun her tarafına penetre olur. İğne yapraklı ağaç odunlarının bir özelliği, mantarlara karşı koruma sağlayan fungusit ile polifenolik bileşenlerin biyosentezinin yapılmasıdır. Çam türlerinde öz odundaki reçine %4'den %12-14'ye kadar çıkar. Şekil 5'de çam türünün öz ve diri ekstraktif miktarı ve bileşimindeki değişim gösterilmektedir (Sjöström, 1981).



Şekil 5. Pinus spp. odununda öz ve diri odun ekstraktif miktarı ve bileşimindeki değişim (1.Toplam ekstraktif miktarı, 2. Trigliseritler, 3.Reçine asitleri, 4.Yağ asitleri, 5. Pinosilvin+monometil eteri ).

Ekstraktif maddelerin veya reçinenin hidrofob kısmı sülfite selülozu ve yapraklı ağaç odunu selülozu üretimi sırasında sık sık sorunlara sebep olur. Kağıt fabrikalarında çeşitli

kısımlarda özellikle elekler üzerinde toplanması reçinenin istenmeyen bir etkisidir. Bu etkisinden dolayı son ürünün reçine miktarını ve bu miktarın sabit bir seviyede tutulabilmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Reçinenin bileşimi ve özellikleri selülozun, yüksek kaliteye sahip kağıt üretiminin ve viskozun, elde edilmesinde son derece önemlidir. Odunda bulunan ekstraktiflerin odunun dayanıklılığı, rengi, selüloz hammaddesi olarak kullanılabilir ve diğer özellikleri üzerine önemli ölçüde etkisi bulunmaktadır (Deniz, 2017).

Ağacın kesilmesinden sonra, ekstraktif içeriği hemen düşmeye başlar ve fraksiyonun kimyasal bileşimi değişir. Havaya maruz kalma, ekstraktlarda karbon karbon çift bağlarını etkiler ve serbest radikal üreten, sonuçta özellikle güçlü oksitleyiciler olan bir zincir reaksiyonu başlatır. Geçiş metali iyonları ve ışığı genellikle bu tür otomatik oksidasyonu hızlandırır. Ayrıca, ekstraktifler bazı enzimler tarafından oksitlenir ve bazı enzimler esterlenmiş bileşenlerin hidrolizinde katalizör olarak da işlev görürler. Bütün bu kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar, odun depolamada hüküm süren koşullardan büyük ölçüde etkilenmekte ve odun tomruk yerine yonga olarak depolandığında belirgin şekilde daha hızlı olmaktadır. Odunu saklama koşulları kuru yerine ıslak olduğunda, serbest yağ asitlerine ve gliserole yol açan gliseridlerin hidrolizinin daha hızlı gerçekleştiği de bilinmektedir (Yang ve Jaakkola, 2011).

Odundaki ekstraktif miktarı ve bileşimi aynı tür ağacın farklı kısımlarına göre değişmektedir. Paranşim hücrelerinde alifatik bileşenler, reçine de terpen ve terpenoitler daha fazla mevcuttur. Asıl reçine bileşenleri, reçine asitleriyle monoterpenlerdir, az miktarda da oksijenli monoterpenler, seskiterpenler, diterpen alkoller, diterpen aldehytler ve ketonlara rastlanmaktadır (Assarsson ve Akerlund, 1966).

#### **1.1.8.2.1.1. Alifatik Bileşikler**

Alifatik ekstraktif maddeler, yağ alkollerini, yağ asitleri ve mumları içerir. Odunlarda az miktarda alkan, serbest alkol ve serbest yağ asidi oluşur. En yaygın yağlı asit bileşenleri hem doymuş hem doymamış bileşiklere aittir. Yumuşak ağaçlarda ve sert ağaçlarda, 30'dan fazla yağ asiti (veya yağ asiti yarıları) tespit edilmiştir. Odundaki yağlı asitlerin büyük bir kısmı, gliserol (yağlar) veya yüksek yağ alkollerini ve terpenoidlerle esterifiye edilmiştir. Yumuşak ağaçlarda, paranşim reçinesi ağırlıklı olarak yağlardan oluşur. Sert ağaçlarda,

paranşima reçinesi, neredeyse tek reçine türüdür ve önemli oranda balmumu ve yağ içerir. Yağlar ve mumlar odunda depolama sırasında hidroliz edilir (Yang ve Jaakkola, 2011).

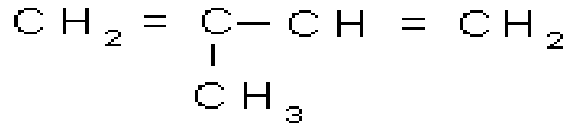
Tablo 2. Odundaki alifatik bileşenler (Lindgren ve Norin 1969).

n-Alkanlar	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_3$	n : 8 – 30
Yağ alkolleri	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_2\text{OH}$	n : 16 – 22
Yağ asitleri	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$	n : 10 - 24
Yağlar	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{---OR} \\   \\ \text{CH}\text{---OR}_1 \\   \\ \text{CH}_2\text{---OR}_{11} \end{array}$	R,R <sub>1</sub> ,R <sub>11</sub> : Yağ asitlerinin ester ucu (-CO-) veya H olabilir. Mono-, di-, ve trigliseritler)
Vaklar	$\text{RO}-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_3$ $\text{RO-sterol}$ $\text{RO-terpen alkol}$	R:Yağ asidi ester ucu N: 16-22
Süberin(Poliestolitler)	$[-\text{O}-(\text{CH}_2)_n-\text{O}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_n-\text{CO}-]$	N=18-28

Yapraklı, ağaç odununda lipofilik bileşenler genellikle öz ışınları paranşim hücrelerinde bulunur. İğne yapraklı ağaçların öz ışını hücrelerinin yanısıra reçine kanalları olarak bilinen kanallarda reçine maddesi bulunmaktadır (Deniz, 2014).

#### 1.1.8.2.1.2. Terpenler ve Terpenoitler

Terpenler ve türevleri, bitkiden ortaya çıkan geniş bir bileşik sınıfı (4000'den fazla izole edilmiş ve tanımlanmış) içermektedir. "Terpenler" terimi, genel olarak saf hidrokarbonları, topluca "terpenoid" olarak adlandırılan bileşikler, hidroksil, karbonil ve karboksilik asit grupları gibi bir veya daha fazla oksijen içeren fonksiyonel grup taşır. Terpenin temel yapısal birimi Şekil 6'da görüldüğü gibi izoprendir ve Tablo 3'de gösterildiği gibi bir terpen içinde bağlanan izopren birimlerine göre alt gruplara ayrılabilirler. Odunda mono-, sesqui-, di-, tri- ve politerpenoidler en fazla olan terpenlerdir. Terpenler, bu sınıflamaya ek olarak bir yapı içindeki halkaların sayısına, örneğin asiklik, monosiklik, bisiklik, trisiklik ve tetrasiklik terpenlere göre sınıflandırılabilir (Stenius, 2000).



Şekil 6. İzopren(2-metil bütadien)

Terpenoitler doğada yaygın olarak bulunurlar. Moleküllerinde bulunan izopren biriminin sayısına göre sınıflandırılırlar. Molekülünde 2 birim izopren bulunanlara monoterpenler, 3 birim bulunanlara seskiterpenler, 4 birim bulunanlara diterpenler, 6 birim bulunanlara triterpenler ve 8 birim bulunanlara ise tetraterpenler denilmektedir (Deniz, 2014).

Tablo 3. Odun dokularındaki ana terpen yapı tiplerinin sınıflandırılması

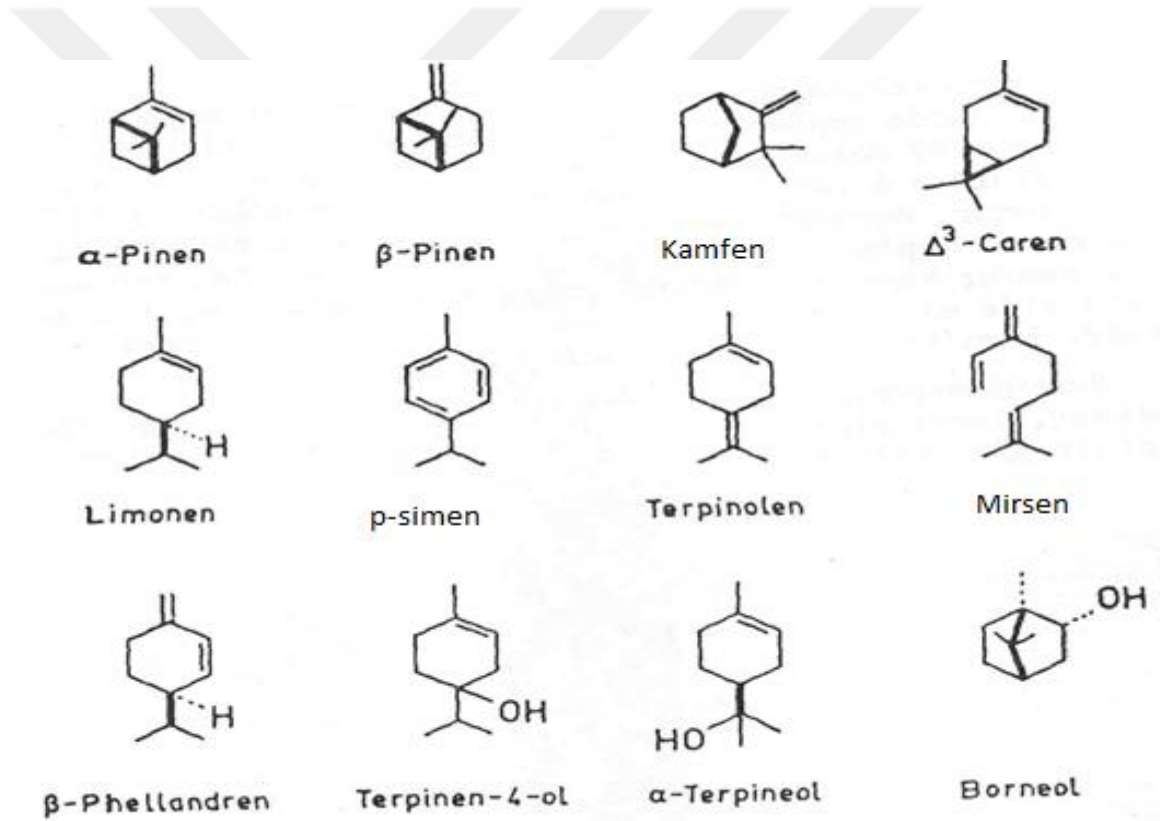
İsim	Birim sayısı	Molekül formülü
Monoterpenler	1	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>
Seskiterpenler	1.5	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>
Diterpenler	2	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>
Triterpenler	3	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub>
Politerpenler	>4	>C <sub>40</sub> H <sub>64</sub>

Monoterpenler ve monoterpenoidler uçucu bileşiklerdir ve ahşabın kokusuna önemli katkıda bulunurlar. Monoterpenoidler esas itibariyle yumuşak odun reçinelerinde, hidrokarbonlarında veya onların türevleri olarak bulunur. Bazı monoterpenoidler, örneğin bornyl acetate, iğnelerin tipik bileşikleridir ve odunda nadiren bulunurlar. Monoterpenler, reçine kanal ekstraktiflerinin ve yumuşak ağaçların eksüdalarının en önemli bileşenlerinden birini temsil eder. Monoterpenler ve monoterpenoidler, yaygın olarak sert ağaç türlerinde nadir görülmesine rağmen, bu bileşiklerin bazıları tropikal sert ağaçların reçinelerinde de küçük bileşenlerdir (Yang ve Jaakkola, 2011).

Çam terebentini esas olarak monoterpenlerden (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) oluşur. Şekil 7'de α-Pinen monoterpenlerin arasında en önemlisidir. Ticari terebantın yağlarının en önemli bileşenlerinden biri olmasından başka birçok diğer uçucu yağın bileşimine de girer. α-Pinen çok sayıda kimyasal tepkimeye girebilmekte ve kamforla beraber birçok kimyasal maddenin sentezinde başlangıç maddesi olmaktadır. β-pinen, α-pinenle beraber çeşitli uçucu yağların bileşiminde bulunur. Kolaylıkla α-pinene izomerize olur ve normal biçimde

de  $\alpha$ -pinenden ayrılmaz. Kamfen kristal durumunda olan tek bisiklik monoterpendir ve çeşitli eterik yağların bileşimine girmektedir. Kamfenin klorlanmasıyla böcek öldürücü madde elde edilir.  $\Delta^3$ -karen güzel bir kokusu olup hemen yükseltgenir.

Diğer önemli monosiklik terpenlerden biri de limonendir. Limonen, fıstık çamı terebantinin ana bileşeni olması yanında diğer terebantın yağlarıyla beraber uçucu yağların bileşimine de katılır. Diğer önemli terebantın yağı bileşenleri ise  $\beta$ -fellandren,  $\alpha$ -thujen, terpinolen,  $\alpha$ -terpinen, osimen ve mirseni olarak söyleyebiliriz. Genellikle terebantın yağlarında bulunan oksijenli monoterpenerin az miktarda görülmesine rağmen kesimden sonra uzun süre bekleyen dip kütüklerinden (çamlarda) elde edilen odun terebantın yağında daha yüksek miktarlarda bulunur (Deniz, 2014).



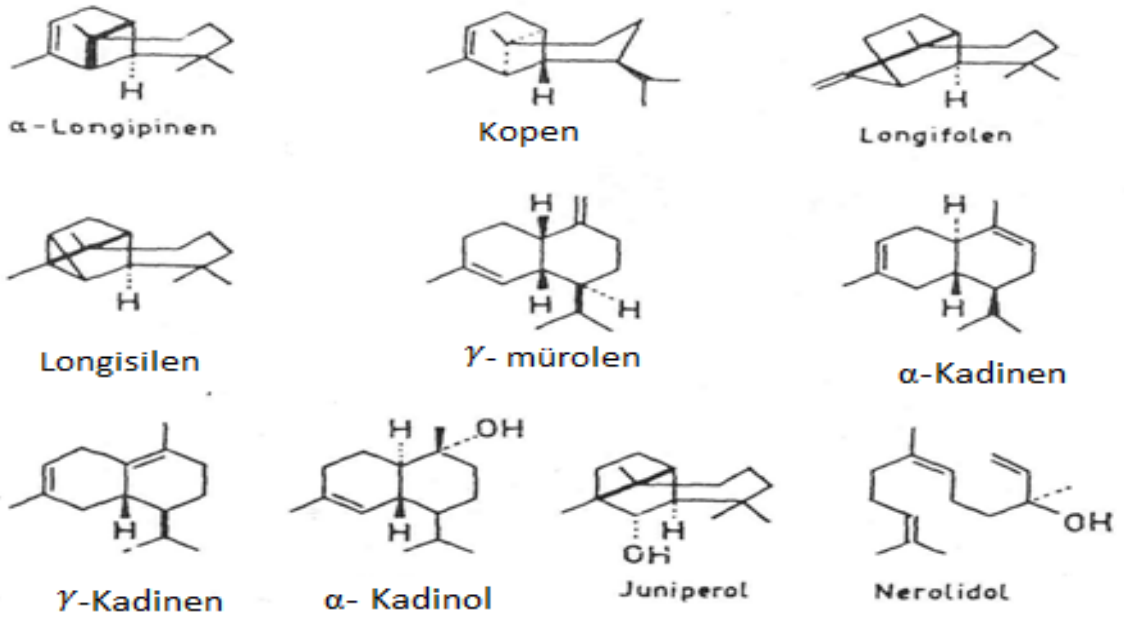
Şekil 7. Önemli monoterpene ve oksijenli monoterpene bileşenleri

Sesquiterpenler ve Sesquiterpenoidler çok çeşitli bileşikler temsil eder ve reçine kanalları bileşenleri ve yumuşak ağaçların özodunlarının birikimleri olarak bulunurlar. Genellikle bazı çamların uçucu maddelerinin küçük bir bölümünü temsil eder. Sesquiterpenes ve terpenoidler, birçok tropikal sert odunda bulunur ancak ılıman bölgedeki



sert odunların nadir bileşenleridir. Bu bileşikler genellikle sadece küçük miktarlarda olduğundan ve ticari olarak daha az önemlidir (Yang ve Jaakkola, 2011).

Seskiterpenlerin ana bileşenleri arasında 5 izomerik kadinen, longifolen, 3 izomerik olan muurolen, kopaen,  $\alpha$ -longipinen gibi bileşenler yer almaktadır (Şekil 8). Halkasız fernasen ve üç halkalı thujopsene de sık rastlanır.

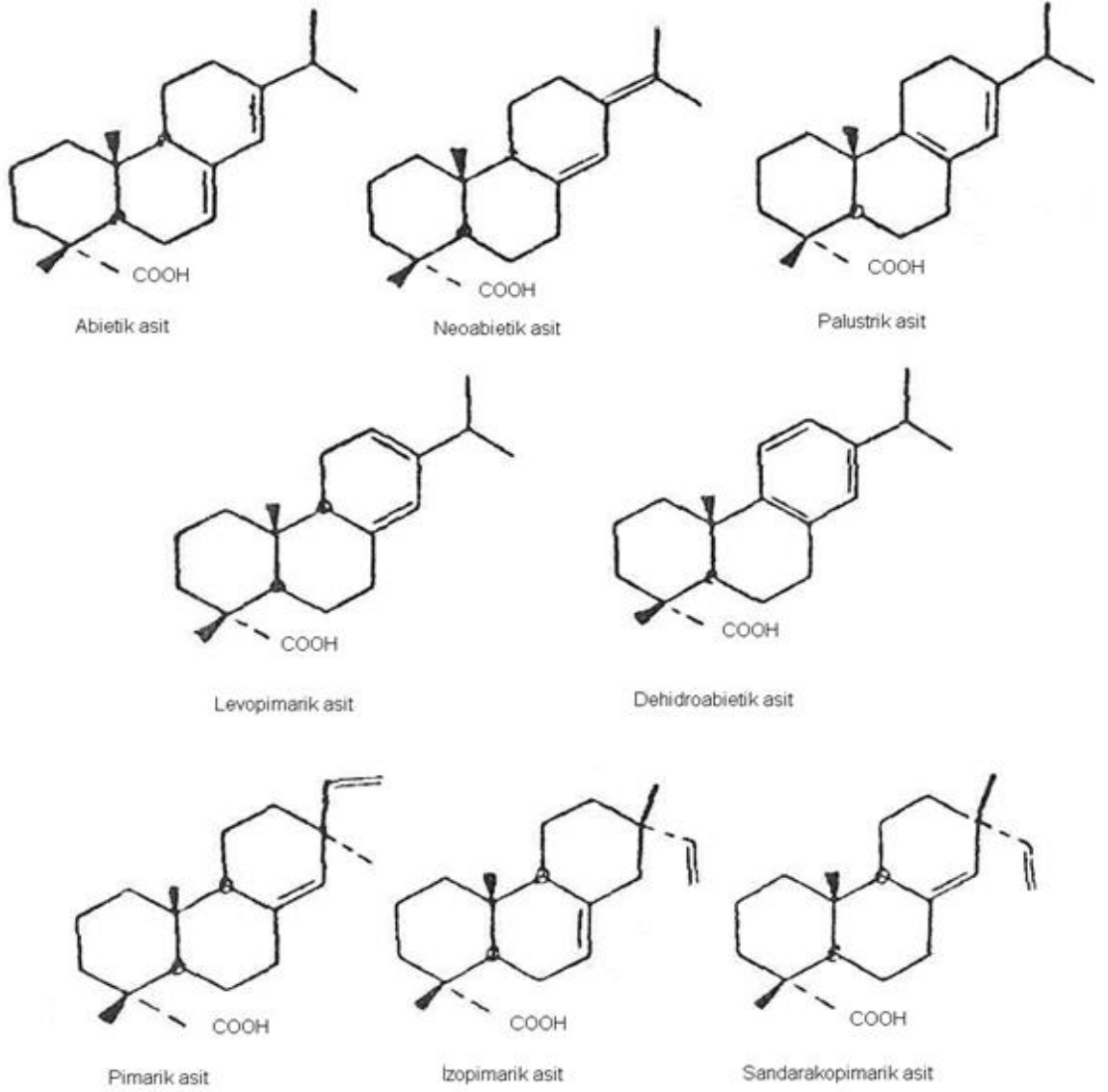


Şekil 8.Odunun seskiterpen bileşenleri

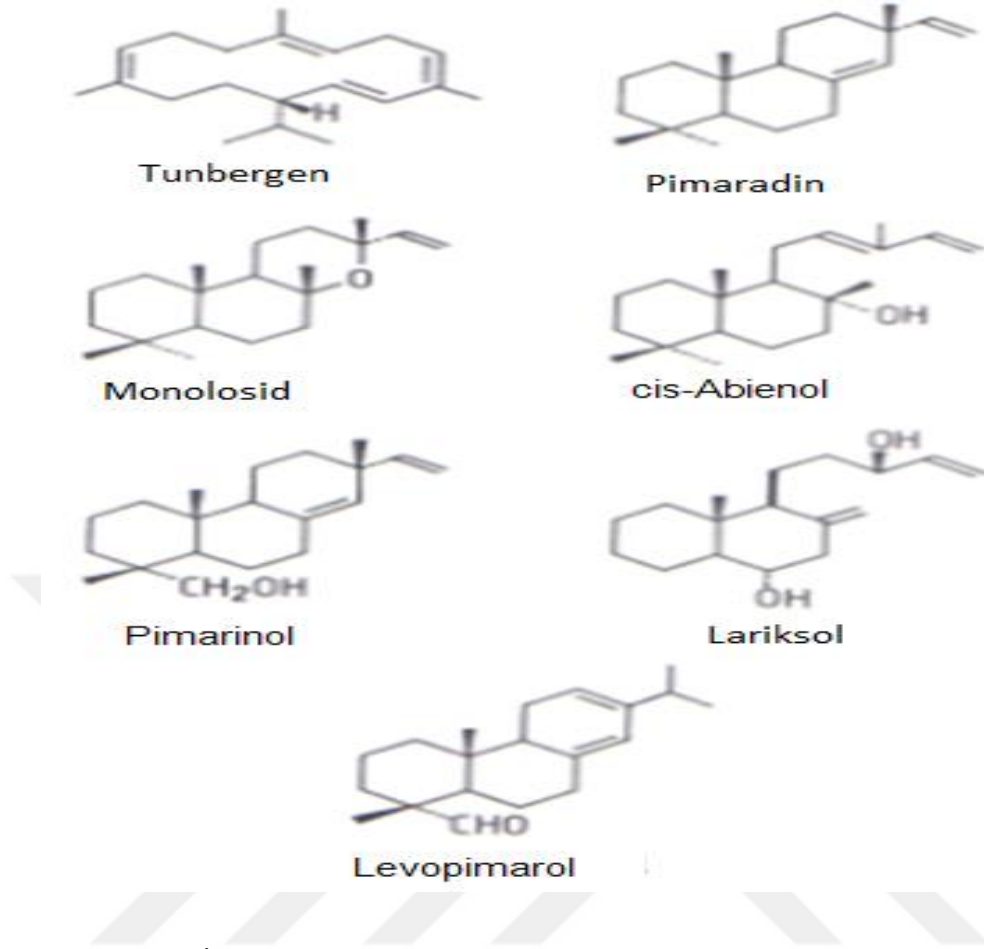
Diterpenler ve Diterpenoidler, reçine kanalı ekstraktlarının büyük bir bölümünü oluşturur ve endüstriyel açıdan büyük öneme sahiptir. Diterpenoidler asiklik, bisiklik, trisiklik, tetrasiklik ve makrosiklik yapı tiplerine ayrılabilir. Diterpenoidler ya hidrokarbonlar ya da hidroksil, karbonil ya da karboksil grupları olan türevleri olarak bulunurlar. Çoğunlukla reçine asitleri şeklinde yumuşak odun türleriyle sınırlanmış gibi görünmektedir ve sadece tropikal sert odunlarda bazı diterpenoidler bulunmuştur. En yaygın reçine asitleri bisiklik, trisiklik ve tetrasiklik diterpenoidlerdir ve onlar abietan, pimarane, labdane ve fillokladen tipi türevler olarak sınıflandırılabilirler.

Reçine asitleri genellikle trisiklik monokarboksili asitleri kapsamakta ve abietik ve pimarik olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır (Şekil 9). İğne yapraklı ağaçlardaki diğer önemli bir grup reçine asitlerinin de içinde bulunduğu diterpenlerdir. Çoğunlukla asit

biçiminde ayrıca alkol, aldehit, keton ve hidrokarbon Şekil 10'da görülmektedir (Fengel ve Wegener, 1983).



Şekil 9. Reçine asitleri

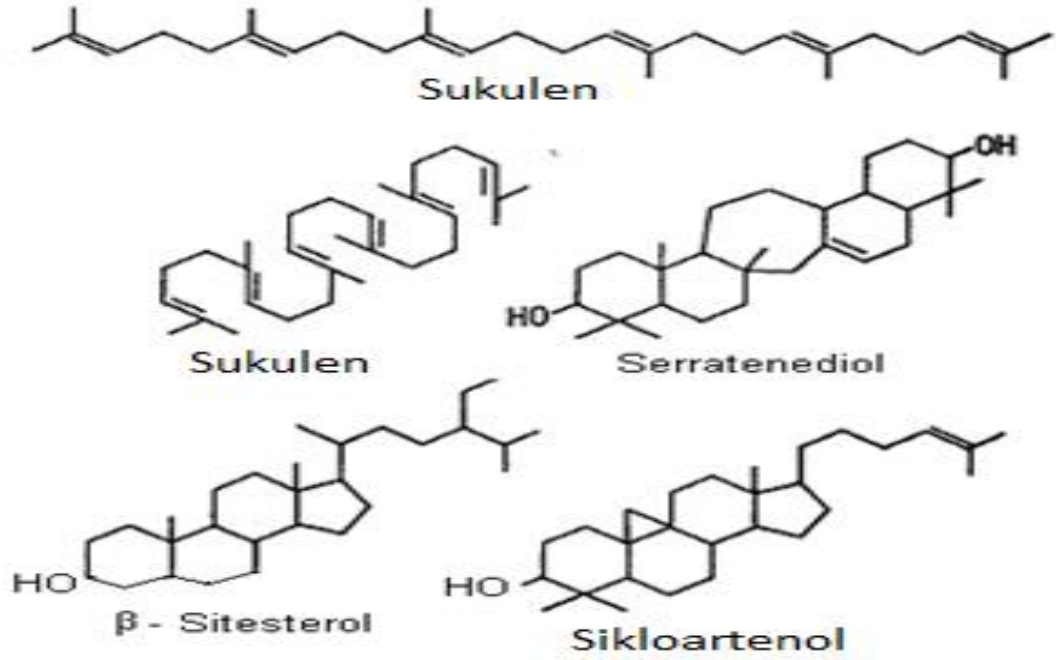


Şekil 10. İğne yapraklı ağaç odununun önemli diterpen bileşenleri

Triterpenes ve triterpenoidler esasen oksijenlenmiş türevleri içerir ve geleneksel olarak triterpenoidler ve steroid olmak üzere iki sınıf bileşik olarak ele alınır. Triterpenoidler kabaca üç alt gruba ayrılabilir: tetrasiklik lanostan, pentasiklik lupin ve pentasiklik oleanan türevleri. Steroidler, triterpenoidlerle karşılaştırıldığında benzer bileşik gruplarıdır, ancak bazıları tetrasiklik terpenoidlerden sadece asiklik skualen öncülünden biyosentez sürecinde metil gruplarının post-siklikizasyon kaybıyla farklılık gösterirler. Triterpenoidler ve steroidler ağırlıklı olarak yağ asiti esterleri ve glikozitler olarak bulunurlar, fakat serbest formda da bulunurlar. Triterpenoidler ve steroidler yumuşak odunlarda ve genellikle nispeten küçük miktarlarda yaygındır. Çok sayıda triterpen ve steroid de tropikal ve ılık bölgelerdeki sert ağaçlarda bulunur. Yumuşak odun ve sert odunda, en belirgin bileşik, odun esaslı kimyasallar yapmak için potansiyel bir hammadde olan sitosterol'dür (Yang ve Jaakkola, 2011).

Çoğu triterpenler alkol yapısına sahiptir ve 50 hidrojen atomu taşıdığı için dihidrotriterpen özelliği gösterir. Bu grupta birçok hidroksi asitlerle ketonlar da biliniyor.

Yakın yıllara kadar triterpenler bazı ağaç türlerinde saptanabilmişti. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar bu bileşiklerin bitki dünyasında çok daha yaygın biçimde dağıldığını ortaya koymuştur. Şekil 11’de bazı örnekleri görülmektedir (Fengel ve Wegener, 1983).



Şekil 11. Bazı steroller ve triterpenler

İğne yapraklı ağaçların reçinesinde özellikle mono ve seskiterpenler bulunurlar ve çam ormanı aromasını verirler.

#### 1.1.8.2.1.3. Fenolik Bileşikler

Odun, basit fenollerden karmaşık polifenollere ve ilgili bileşiklerine kadar uzanan çok çeşitli aromatik ekstraktları içerir. Örneğin; stilbenler (pinosilvin), lignanlar (pinoresinol), hidroliz edilebilen tanninler, flavanoidler (krysin), isoflavonlar (genistein). Genellikle, polifenollerin birçok türün öz odununda bol miktarda biriken renklendirilmiş bileşikler olduğu ortaya çıkar. Bazıları, örneğin glikozitler muhtemelen, buhar distilasyonunun ekstraksiyonu esnasında hidrolize edilebilen bileşimlerin parçalanma ürünleridir. Bu tür ekstraktif ayrıca mantar öldürücü özelliklere sahiptir ve bu nedenle, ağacı mikrobiyolojik saldırıya karşı korur (Stenius, 2000).

Stilbenler 1, 2-difeniletinin türevleri. Bu bileşikler çoğunlukla Pinus türünün öz odununda bulunur. Buna karşın, lignanlar hem yumuşak ağaçlar hem de sert ağaçların gövde odununda yaygın olarak bulunur. Temel olarak iki fenilpropan biriminin oksidatif bağlanmasıyla oluşurlar ve kimyasal yapılarına göre çeşitli gruplara ayrılabilirler. Hidrolize edilebilir tanenler, bir veya daha fazla polifenol karboksilik asitle, örneğin gallik, digallik ve elagik asitler ile bir şeker kalıntısı esterleri (genellikle D-glikoz)'dur. Bu yapılarıdaki ester bağları, asitler, alkaliler ve enzimler tarafından kolaylıkla hidrolize edilir. Flavonoidlerin tipik bir difenilpropan iskelet yapısı vardır. Bu bileşikler, hem yumuşak ağaçlar hem de sert ağaçların gövde odununda yaygın olarak bulunur. İzoflavonlar veya izoflavonoidler, flavonoidlerden biraz farklı karbon iskeletine sahiptirler. Yoğunlaştırılmış taninler esas olarak 3-8 flavonoid birimi içeren flavonoid polimerleridir. Birçok türün kök odununda yaygın olarak dağıtırlar (Yang ve Jaakkola, 2011).

Fenoller, odunun dayanıklılığına olumlu yönde etki etmekte ve yapı malzemesi olarak kullanılabilme özelliğini artırmaktadır.

#### **1.1.8.2.1.4. İnorganik Bileşikler**

Ilıman bölgedeki odunlarda, odundaki kuru katıların %0,1 ile %0,5'i arasında karbon, hidrojen, oksijen ve azot dışındaki elementler oluşurken, tropik bölgelerden ve subtropikal bölgelerden alınanlar%5'e kadar gelir. Uygulamada toplam odunun inorganik miktarı, bir odun örneğinin organik maddesinin doğru şekilde yakılmasından sonra elde edilen kalıntı olan kül olarak ölçülür. Kül, çoğunlukla farklı metal oksitler içerir ve ticari yumuşak ağaçların kül içeriği için ortalama değerler bulunur ve sert ağaçlar genellikle ahşap kuru katıların %0.3 ile %1.5 aralığındadır. Ayrıca, kül içeriği ve bileşiminin ağaç altındaki çevresel koşullara ve diğer taraftan ağacın içindeki yerine önemli bir bağımlılığı vardır. Odunda bulunan inorganik elementlerin bir kısmı ahşap büyümesi için gereklidir. Çoğu durumda, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi alkali ve alkali toprak elementleri, yumuşak ağaç ve sert ağaçların toplam inorganik elemental bileşenlerinin yaklaşık %80'ini oluşturur (Yang ve Jaakkola, 2011).

### 1.1.8.2.1.5. Odundaki Ekstraktiflerin İzolasyonu

Odundaki ekstraktiflerin izole edilmesi için farklı yöntemler kullanılabilir. Uçucu ekstraktifler su distilasyonu ile ayrılabilen yüksek uçucu bileşiklerle temsil edilir. Bunlar çoğunlukla monoterpenlerden ve diğer uçucu terpenlerden, terpenoidlerden ve ayrıca birçok farklı düşük moleküllü bileşikten oluşur. Reçine, lipofilik ekstraktif maddelerin (fenolik maddeler hariç) ortak bir adıdır. Reçine ekstraktifleri organik çözücüler ile ekstrakte edilebilir. Suda çözünen bileşikler, çeşitli fenol bileşiklerinden, karbonhidratlardan, glikosidlerden ve çözünür tuzlardan oluşur; bunlar, soğuk veya sıcak su ile ekstrakte edilebilir (Yang ve Jaakkola, 2011).

### 1.1.8.2.1.6. Odun Ekstraksiyonunda Kullanılan Çözücüler

Reçineler, serbest asitler, örneğin reçine asidi ve yağ asidi ile nötr bileşikler, örneğin yağlar ve mumlar olarak ayrılır. Reçine organik çözücüler içinde çözünür ancak suda çözünmez ve bu nedenle heksan, diklorometan, dietil eter, aseton veya etanol gibi organik çözücülerle ekstrakte edilebilir. Tablo 4’de ekstraktif maddelerin farklı çözücüler içindeki çözünürlüğünü göstermektedir. Farklı polar olmayan ve polar çözücülerin (Tablo 5), odundaki bazı ekstraktif maddelerin izolasyonu için seçilebileceği görülebilir (Sjöström, 1998).

Tablo 4. Odun ekstraksiyonunda kullanılan çözücüler

Ekstraktifler	Terpenoidler	Yağlar	Fenolik maddeler	Karbonhidrat
Alkanlar	+++	+++	0	0
Dietil eter	+++	+++	++	0
Diklor metan	+++	+++	++	0
Aseton	+++	+++	+++	++
Ethanol	++	++	+++	+
Su	0	0	+	+++
Çözünürlük	Polar olmayan ve polar çözücüler	Polar olmayan ve polar çözücüler	Polar (su) çözücüler	Su

0 : Çözünmeyen, + : Az çözünen, ++ : Orta çözünen, +++ : Çok çözünen

Tablo 4’de, farklı çözücülerin ekstraktiflerin çeşitli amaçlara göre izolasyonu için kullanılabileceği gösterilmektedir. Lipofilik bileşikler için, örneğin terpenoidler ve yağlar, polar olmayan çözücüler seçici izolasyon için iyi bir seçimdir. Hidrofilik bileşikler için,

örneğin fenolik maddeler ve bazı karbonhidratlar, ekstraksiyonda polar çözücüler ve su kullanılabilir. Aseton gibi belirli türdeki solventlerin her çeşit ekstraktları çözmeye yeteneğine sahip olduğu ve bu nedenle ekstraktların toplam miktarı belirlendiğinde kullanılabilirliği görülür (Yang ve Jaakkola, 2011).

Tablo 5. Polar olmayan ve polar çözücüler (Yang ve Jaakkola, 2011).

Çözücü	Kimyasal formülü	Kaynama noktası (°C)	Dielektrik sabiti	Yoğunluğu (g/ml)	Dipol moment (D)
<b>Polar olmayan çözücüler</b>					
Pentan	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	36	1.84	0.626	0.00
Siklopentan	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	40	1.97	0.751	0.00
Hegzan	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	69	1.88	0.655	0.00
Siklohegzan	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	81	2.02	0.779	0.00
Benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	80	2.3	0.879	0.00
Toluen	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>	111	2.38	0.867	0.36
1,4-Dioksin	/-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O-\	101	2.3	1.033	0.45
Kloroform	CHCl <sub>3</sub>	61	4.81	1.498	1.04
Dietil eter	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	35	4.3	0.713	1.15
<b>Polar aprotik çözücüler</b>					
Diklormetan(DCM)	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	40	9.1	1.3266	1.60
Tetrahidrofuran (THF)	/-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	66	7.5	0.886	1.75
Etil asetat	CH <sub>3</sub> -C(=O)-O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	77	6.02	0.894	1.78
Aseton	CH <sub>3</sub> -C(=O)-CH <sub>3</sub>	56	21	0.786	2.88
Dimetil formamit(DMF)	H-C(=O)N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	153	38	0.944	3.82
Asetonitril (MeCN)	CH <sub>3</sub> -C≡N	82	37.5	0.786	3.92
Dimetil sülfid(DMSO)	CH <sub>3</sub> -S(=O)-CH <sub>3</sub>	189	46.7	1.092	3.96
<b>Polar protik çözücüler</b>					
Formik asit	H-C(=O)OH	101	58	1.21	1.41
n- Butanol	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	118	18	0.810	1.63
İsopropanol (IPA)	CH <sub>3</sub> -CH(-OH)-CH <sub>3</sub>	82	18	0.785	1.66
n-Propanol	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	97	20	0.803	1.68
Ethanol	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	79	24.55	0.789	1.69
Methanol	CH <sub>3</sub> -OH	65	33	0.791	1.70
Asetik asit	CH <sub>3</sub> -C(=O)OH	118	6.2	1.049	1.74
Su	H-O-H	100	80	1.000	1.85

### 1.1.8.2.1.7. Ekstraksiyonda Kullanılan Ekipmanlar

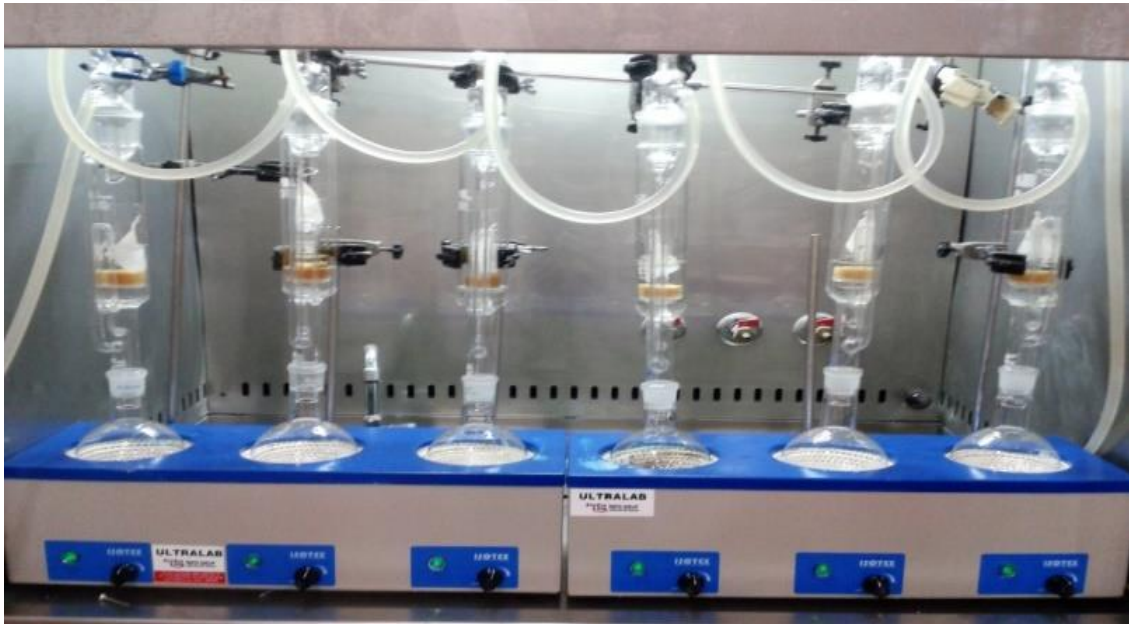
Farklı tipte ekstraktör, örneğin Sokstlet ekstraktörü, Soxtec ekstraktörü ve Hızlandırılmış çözücü ekstraksiyonu (ASE) gibi odunun çözümlenmesi için kullanılabilir. Soxhlet veya Soxtec ekstraktörü odunun ekstraksiyonu için geleneksel bir yoldur. Şekil 12’de ekstraksiyonda kullanılan cihazlar gösterilmektedir.



A:Ekstraksiyon Tüpü

B: Cam Balon

C:Kondensatör(Soğutucu)



Şekil 12. Ekstraksiyon Aparatları (Foto. K. Altıntaş).

Sokstlet ekstraktör kullanıldığında, çözücü kaynatılır ve buhar, ekstraksiyon tüpü vasıtasıyla kondansatör tüpüne doğru yukarıya doğru ilerler. Yoğunlaştırıcı tüpün dış



çevresinde akan soğuk su, çözücünün buharını yoğunlaştırır ve daha sonra çözücü, numuneyi içeren ekstraksiyon krozesi damlatır. Ekstraktlar çözücüler içinde çözüldüğünde, yoğunlaştırılmış çözücüye yerleşirler, bu da krozede toplanır. Ekstraktları içeren çözelti krozede birikir. Sıvı, yan bağlantı kolunun seviyesine ulaştığında, ekstraksiyon tüpüne tekrar geri çekilir. Sokstlet ekstraktörün avantajı, ekstraktifler çözeltiye getirildikten ve ekstraksiyon tüpüne geri çekildikten sonra ekstraksiyon tüpünde kalmalarını sağlar; böylece ekstraksiyon sistemindeki numune, yeni, ısıtılmış çözücüye sürekli maruz bırakılır ve böylece büyük ölçüde ekstraksiyon oranı artar (Yang ve Jaakkola, 2011).

#### **1.1.8.2.1.8. Ekstraktiflerin Tanımlanması**

Ekstraktların analizi farklı seviyelerde, yani gravimetrik veya toplam ekstraktif madde tayini, farklı bileşen gruplarının belirlenmesi ve bireysel bileşenlerin analizi şeklinde yapılabilir. Ekstraktlardaki bileşen grupları çeşitli kromatografik tekniklerle: gaz kromatografisi (GC), yüksek performans sıvı kromatografisi (HPLC), boyut dışlama kromatografisi (SEC), süperkritik sıvı kromatografisi (SFC) ve ince tabaka kromatografisi (TLC) ile gerçekleştirilir (Yang ve Jaakkola, 2011).

Odun ekstraktifleri üzerinde yapılan çalışmalarda aynı tür ağaçların farklı bireyleri hatta aynı bireyin farklı kısımları arasındaki farklılıkları ve mevsimsel değişimleri göz önüne almak gereklidir. Farklı bireyler arasındaki farklılık yetişme yeri, ağacın yaşı ve genetik etmenlerden kaynaklanabilir. İğne yapraklı ağaçlardaki reçine miktarının hızlı büyüyen ağaçlarda yavaş büyüyenlere göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Ayrıca yaz odunu oranındaki artış reçine miktarında azalmaya neden olur. İskandinav ülkesinde yapılan araştırmalara göre ülkenin kuzeyinde yetişen ağaçlar güneyde yetişenlerden daha yüksek miktarda reçine bulunduğu gözlenmiştir. Ağacın farklı kısımları arasında da ekstraktif miktarı ve ekstraktif bileşimi bakımından büyük farklar bulunur. İğne yapraklı ağaçlarının dal odunu gövde odunundan daha fazla reçine içerir. Aynı zamanda kök ve dip kütük odunu de gövde odunundan daha yüksek reçine miktarına sahiptir. Ayrıca çam odununun öz odun kısmında diri odun kısmından daha fazla reçine ve fenolik maddeler bulunmaktadır (Deniz, 2017).

### 1.1.9. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'nın Botanik, Ekolojik, Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri, Kullanım Yerleri

#### 1.1.9.1. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'nın Botanik Özellikleri

Pinaceae familyasından olan kızılçam (*P. brutia* Ten) 20-25 m boy ve 60 cm'ye kadar çap yapabilen, kalın dallı ve genellikle düzgün olmayan gövdeye sahip önemli bir orman ağacımızdır. Bunların dışında, uzun boylu ve düzgün gövdeli ağaçlardan oluşan, kızılçam meşcereleri de bulunmaktadır. Kızılçamda genç sürgünler tüysüz, genellikle önceleri kırmızımsı, daha sonradan ise, yeşilimsi-kahverengi nadir olarak da kurşuni-boz renge dönüşürler. Dolayısıyla ismini taze sürgünlerinin renginin kırmızı olmasından almaktadır. Ağaç kabuğu gençken sivri yapıdaki tepe ve boz renkli düzgün yüzeylidir, ileri yaşlarda ise geniş dağınık tepeli derin çatlaklı esmer kırmızımsı renkli kalın kabuğa dönüşmektedir. Dallar gövdeden dik bir açı ile çıkarlar ve uçlarında çoğu kez kısa sürgünler bulunur. Tomurcuklar, genellikle yumurta şeklinde ve 15-20 mm uzunlukta olup tomurcuk pulları aşağıya doğru bakar ve kenarları kirpiklidir. İğne yapraklar, 10-18 cm ve daha fazla boyutlarında olup yumuşak ve açık yeşil renktedir, kenarları ince dişlidir. Kozalaklar kısa saplı, ince uzun ve kahverengidir. Genellikle, kozalaklar 2 veya daha fazla sayıdadır ve bir arada dik veya yatık halde bulunurlar (Davis, 1965; Gökmen, 1973; Kayacık, 1980; Selik, 1963).

Kızılçam, kışları ılıman, yazları sıcak ve kurak olan bölgelerde, toprak bakımından kayalık, kireçli veya kumlu alanlarda yetişebilir. Kızılçam, ülkemizin asli ağaç türlerindedir. Oldukça hızlı büyüyen, hatta Güney Anadolu'da 1200 m'ye kadar çıkabilen bir türdür. Kuzeye doğru çıkıldıkça daha aşağı yükseltilerde yayılış gösterir (Gökşin, 2001).



A.Kızılcam ağacı

B.Gövde



C.Kozalak

D.Yaprak ve sürgün

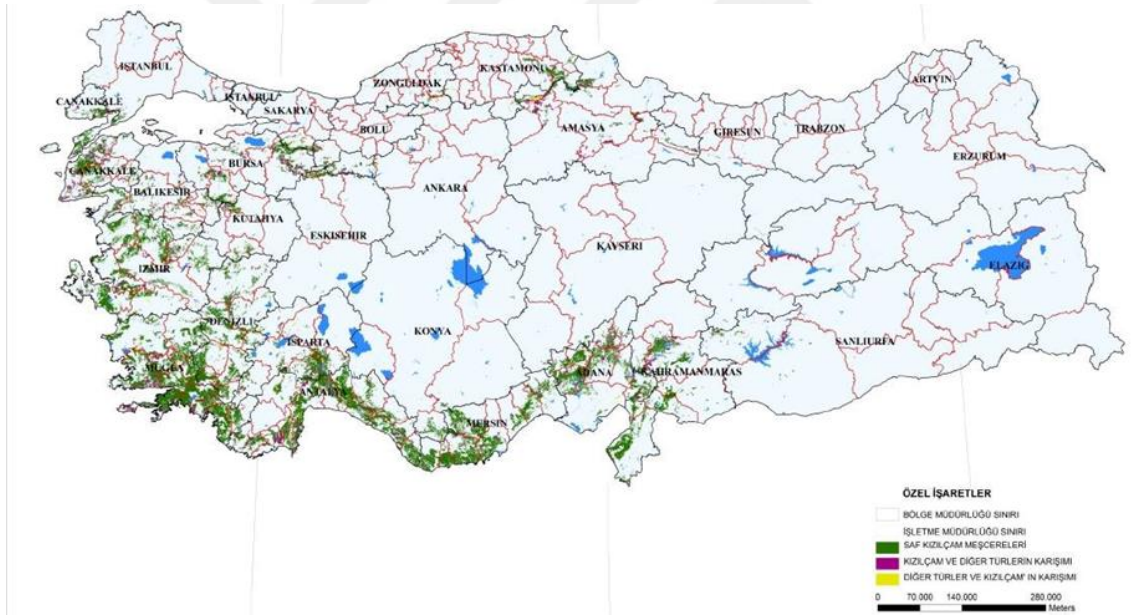
Şekil 13. Kızılcamın anatomik kısımları (Anonim,2016)

### 1.1.9.2. Kızılcam (*Pinus brutia* Ten.)'nın Doğal Yayılışı

Kızılcam kuzey yarımkürenin genel olarak 15-45 doğu boylamları ile 32-45 kuzey enlem dereceleri arasında kalan bir alanda doğal olarak bulunmaktadır. Bu sınırlar içindeki en batı uc tarafında İtalya Yarımadası, en doğu noktasında ise Irak'ın kuzeyindeki ZavitaAtrush Bölgesi bulunmaktadır.(Selik, 1963 ve Şefik, 1965). Kuzey Kıbrıs'a kadar uzanan kıızılcam güneyde ise Lübnan ve Filistin' e kadar inebilmektedir (Davis, 1965; Kayacık, 1980). En geniş yayılışını ise Akdeniz'in doğusunda özellikle de Anadolu'da gerekleştirdiinden dolayı Doğu Akdeniz'in bir türü olarak da kabul edilmektedir (Neyişçi, 1987).



Şekil 14. Kızılcam'ın Dünyadaki Dağılım Oranları (Mauri, 2016).



Şekil 15. Türkiye'de Kızılcam Orman Alanlarının Dağılımı (Anonim, 2016).

Ülkemizde kızılçam ormanlarının yayılışı genellikle Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde, özellikle kıyı yamaçlarında bulunmaktadır. Bazı Batı Karadeniz Bölgesinin bazı mikroklima bölgelerinde de doğal olarak bulunmaktadır (Akıncı, 1993; Kasaplıgil, 1952). Kızılcam 5.854.672,8 hektarlık alan kaplamasıyla ülkemizin en geniş alana yayılmış ağaç türüdür (Anonim, 2016).

Genel ormanlık alanımız 22 milyon hektar olarak bilinmektedir. Bu ormanlık alan, toplam ülke yüzölçümünün %28,6'sini oluşturmaktadır. Kızılçam ülkemizde kapladığı 5,6 milyon hektarlık alanla, en geniş yayılış yapan iğne yapraklı türümüzü oluşturmaktadır. Ülkemizde 1500 m'ye kadar yetişir. Ülkemiz Kızılçam orman alanlarının %47'si Akdeniz Bölgesinde, %40'ı Ege Bölgesinde, %10'u Marmara Bölgesinde ve geri kalan alanlar Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır (Anonim, 2016).

1.469.209 hektar civarında olan kızılçam ormanları genel olarak Toros Dağlarının denize bakan yamaçlarında bulunmaktadır. Ancak bazı Aksu, Ceyhan, Seyhan gibi vadilerde biraz daha kıyılardan içerdedir. Akdeniz yamaçlarında kızılçam 1300 m'ye kadar olan yükseltilerde de orman oluşturabilmektedir ve hatta 1400-1500 m'ye kadar da çıkabilmektedir (Kantarcı, 1982; Saatçioğlu, 1976). Siirt çevresinde Eruh-Benetköy mevkiinde bozuk kızılçam meşcereleri bulunmaktadır (Şefik, 1965).

Ege Bölgesi'nde Muğla Orman Bölge Müdürlüğü 571.243 hektar sahip olduğu alanla en geniş kızılçam ormanlarına sahiptir (Anonim, 2016). Ancak Akdeniz Bölgesinin tam aksine kızılçam ormanları iç kesimlerde dir. Örneğin; Gediz vadisinde kıydan 300 km daha içerdedir (Saatçioğlu, 1976). İç batı bölgesinde ise Eskişehir'den başlayarak Kirmasti Çayı boyunca, Bozdağ silsilesi boyunca, Uşak ve Denizli'nin doğusuna kadar yaygın olarak bulunmaktadır (Atalay, 1983).

Kızılçam Marmara Bölgesi'nin %10'unu kaplamaktadır. Kuru Dağının Saros Körfezi yamaçları ile Gelibolu Yarımadasının güneyinde yaygın olarak bulunmaktadır. Biga Yarımadasında parçalar halinde bulunmaktadır. Buraların dışında da Boğaziçi ve Marmara Adalarında da kızılçam ormanları bulunmaktadır (Atalay, 1983).

Karadeniz Bölgesinin batı kıyılarında, Sinop-Boyabat mevkiinde meşcere halinde, Kızılırmak-Dervez ve Gökırmak vadilerinde de görülmektedir (Akıncı, 1963; Davis, 1965; Gökmen, 1970).

### **1.1.9.3. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'nın Ekolojisi**

Kızılçam orman ekosistemleri Akdeniz orman ekosistemlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Sistemi başlıca iklimsel, fizyonomik, jeomorfolojik, vs. gibi özelliklerin farklılıklarından doğan karmaşık bir yapı oluşturur (Ouezell, 1977). Diğer bir özellik ise, bu sistemlerin denge bozulmalarına karşı hassas olmasından dolayı yapılacak herhangi bir müdahalelerde öncelikle genel ve bölgesel ekolojik özellikleri özenle incelenmeli ve ondan

sonra uygulamalar yapılmalıdır. Dikkat edilmesi gereken başlıca genel ekolojik özellikler, yaz kuraklığı, denetim dışı orman yangınları ve hayvan otlatma, bölgesel özellikler ise, erken oluşan don, şiddetli rüzgar, erozyon gibi özelliklerdir. Bir bitki türünün ekolojik özelliklerini bilmek, onun doğal afet, zararlılara karşı dayanıklılığı ve aynı şekilde ekolojik isteklerinin belirlenmesine yardımcı olur (Sevim, 1960).

#### **1.1.9.3.1. Mevki Özellikleri**

Kızılcım'ın deniz yüksekliği Akdeniz, Ege, Marmara ve Batı Karadeniz bölgelerinde sahile kadar inmektedir. Güneyden kuzeye doğru ise yükseltisi azalmaktadır. Örneğin; Akdeniz bölgesinde meşcere olarak 1300 m (Kantarci, 1882), tek ağaç olarak ise, 1500 m (Saatçioğlu, 1976; Şefik, 1965), Ege'de ise, 800-900 m (Alemdağ, 1962; Hoffmann, 1939; Saatçioğlu, 1976), Marmara ve Batı Karadeniz'de 600-700 m'dir (Akıncı, 1963; Alemdağ, 1962; Şefik, 1965).

Kızılcım'ın optimum yükseltisi Akdeniz Bölgesi'nde 600-800 m arasındadır. Kuzeye doğru yükselti azalır. Örneğin Girit Adası'nda 1200 m, Kıbrıs'ta 1600 m, Lübnan'da 1800 m'dir (Atalay, 1983).

Bakı olarak kızılcım karasal iklimden uzak genelde deniz etkisine bağlı olarak denize bakan yamaçlarda bulunur, bu da dağların uzanış şekline göre değişir. Örnek verecek olursak; Akdeniz Bölgesi'nde dağların güneybatı- kuzeydoğu yönünde uzanan Kaş- Bucak bölgesinde güneydoğu, kuzeybatı- güneydoğu yönünde ise Sütçüler-Anamur bölgesinde ise güneybatıdır. Kızılcım ormanları daha serin ve nemli olan doğu ve kuzey bakılarda diğer bakılara oranla daha yüksek büyüme oranına sahiptir. Aynı zamanda alçak ve sıcak bölgelerin kuzey bakılarında yetişen kızılcımların, yüksek ve daha serin bölgelere göre daha iyi gelişme göstermektedir (Zech ve Çepel, 1972).

#### **1.1.9.3.2. İklim Özellikleri**

Kızılcım Akdeniz ikliminin ılıman ve sıcak bölge ağacıdır (Saatçioğlu, 1976). Kızılcım'ın çoğunlukla yayılış gösterdiği Ege ve Akdeniz Bölgelerinde Akdeniz iklimi egemendir (Çölaşan, 1960). Kızılcım'ın sıcaklık isteği fazladır ve genellikle bulunduğu bölgelerin ortalama sıcaklığı 10°-25°C arasındadır (Saatçioğlu, 1967). Kızılcım ormanlarının bulunduğu bölgelerde genellikle düzensiz yağışlar mevcuttur ve yağışlar

genellikle sağanak yağış şeklindedir. Örneğin, Batı Akdeniz’de yağışlar kış aylarında yaklaşık %65 oranındadır yazları ise bu oran %2 leredir (Çölaşan, 1960). Yükselti arttıkça kızılçam yayılış alanlarında yağışların dağılımı dengeli bir durum alırken, yaz aylarında ise düşen yağış oranları artmaktadır. Yağış miktarındaki bu değişime topoğrafik yapısında etkisi vardır. Rüzgar yönüne dik yamaçlarda yağış fazla ve yağışın dağılımı düzensizdir (Kantarıcı, 1982).

Kızılçamın yayılış bölgelerinde nisbi nem %63 (Akdeniz), %72 (Marmara) arasındadır. Eğer nisbi nem oranları yaz aylarında düşüyorsa, güneybatıdan nemli rüzgarlar alan Mersin, Adana ve Hatay nisbi nem oranları en yüksek değerlere ulaşır. Nisbi nem temmuz ve ağustos aylarında en yüksek, ocak ve aralık aylarında ise en düşük değerdedir (Çölaşan, 1960). Bitkilerde ışık isteği çiçek açmadan meyve vermesine kadar gereklidir. Kızılçamın ışık isteği gençlikte daha az olmasına karşın ağaç yaşlandıkça artar (Hoffmann,1939, Şefik,1965). Kızılçamın yetiştiği bölgelerde rüzgar topoğrafik yapıya göre değişmektedir ve genel olarak rüzgarın hakim yönü batı ve güneybatıdır. Yazları rüzgar güneyden, ilkbahar ve sonbaharda kuzeyden esmektedir (Özdemir, 1977). Aynı zamanda rüzgar kızılçamın gelişiminde gövde ve tepe şekillenmesine yardımcı olur ve onun bonitetini etkilemektedir (Saatçioğlu, 1976). Rüzgardan korunmuş yerlerde kızılçam ortalama boyu 16 m, maksimum 19-20 m, orta rüzgarlı yerlerde 14 m maksimum 17 m, rüzgarlı yerlerde 10 m, maksimum 12 m dir. Rüzgarlı yerlerde yayvan taç şeklinde tepeler, kötü gövde şekilleri oluşmaktadır. Rüzgardan korunmuş yerlerde ise, küçük dar tepeli kızılçam meşcereleri oluşmaktadır (Hoffmann, 1939; Saatçioğlu, 1976).

### 1.1.9.3.3. Toprak Özellikleri

Kızılçam yetişme ortamlarında genellikle Jura ve Kratase kalkerleri mevcuttur. Marn, kalkerli kumtaşları, traverten gibi kayalar ve diyabaz, serpantin gibi kayalar kızılçam meşcerelerinin ana kayalarıdır (Çepel, 1971). Suyun toprak tabakalarına geçmesine olanak tanımayan kesif serpantinli süz yüzeyler kızılçam için elverişsiz arazilerdir. Aynı şekilde kompakt metamorfik kayalarda elverişsizdir. Kızılçam hemen hemen bütün toprak türlerinde yetişebilmektedir (Hoffmann, 1939; Ouezell, 1977).

Kızılçamın ortalama nem isteği pH 6.0-7.5 arasındadır. Ancak doğal olarak yetişme ortamlarında 5.6-7.8 arasındadır (Günsür, 1962; Çepel, 1972). Ormanlarda yıllık yaprak dökümü sonucu oluşan organik madde tabakası, ekolojik açıdan önemlidir. Çünkü ölü örtü

ve onun içerisinde bulunan organik ve inorganik maddeler toprağın kimyasal ve fiziksel yapısına kadar etkilidir. Ölü örtü zamanla humusa dönüşerek toprağa karışır ve buradan köklerin gelişimini ve sus tutma kabiliyetini artırır (Çeper ve Tekerek, 1980).

Kızılçamda yılda alçak rakımlarda ortalama 1800 kg/ha/yıl ve yükseklerde 100 kg/ha/yıl iğne yaprak dökülmektedir. Bunların %84'ü temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında olmaktadır (Neyişçi, 1987).

#### 1.1.9.4. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'nın Anatomik Yapısı

Kızılçam odununun anatomik yapısına bakıldığında, enine kesitinde yıllık halka içerisindeki yaz odunu çok az yer kaplar. Reçine kanalları yıllık halkalar içerisinde noktalar halindedir. Radyal kesitte traheidler arasında bordürlü geçitler bulunur. Bu geçitler ilkbahar odununda büyük, yaz odunun da küçüktür. Teğet kesitte özışınları tek sıra halindedir. Ancak yatık reçine kanalları bulunduran özışınları birkaç sıra halindedir. Kızılçam odununun lif uzunluğu, 4.27-4.70 mm, lif genişliği 47.85-48.17 mikron, çeper kalınlığı 8.99-9.77 mikron ve lümen genişliği 28.14-30.34 mikrondur (Berkel, 1957; Göksel, 1981).

Genel olarak iğne yapraklı ağaçların öz odunu, diri odununa göre daha yüksek miktarlarda ekstraktif maddeler içermektedir, buna karşın daha az lignin ve selüloz içermektedir. Yapraklı ağaçların ise diri ve öz odunları arasında bu biçimde farklar görülmemektedir. Hem iğne yapraklı hem de yapraklı ağaçlarda asetil miktarı diri odunda daha yüksektir (Deniz, 2017).

#### 1.1.9.5. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'nın Fiziksel ve Teknolojik Özellikleri

Kızılçam ülkemiz çamları arasında yoğunluk olarak en ağır olanıdır. Tam kuru halde özgül ağırlığı, 0.53 gr/cm<sup>3</sup>, hava kuru halde (%12 rutubet) 0.57 gr/cm<sup>3</sup>, hacim yoğunluk değeri 478 kg/m<sup>3</sup> tür. Daralma yüzdeleri boyuna yönde %0.5, radyal yönde %4.9, teğet yönde %6.8 ve hacim olarak %12.2 (Berkel, 1957).

Teknolojik özelliklerine bakılacak olursa (Önal ve Erten, 2001).

Liflere paralel basınç direnci	447 kg/cm <sup>2</sup>
Eğilme direnci	821.5 kg/cm <sup>2</sup>
Liflere dik çekme direnci	19.6 kg/cm <sup>2</sup>



Teğet yönde yarıлма direnci	5.7 kg/cm <sup>2</sup>
Radyal yönde yarıлма direnci	5.1 kg/cm <sup>2</sup>

#### 1.1.9.6. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'nın Kimyasal Özellikleri

Kızılçam odunu %65 holoselüloz, %27.5 lignin, %1 O pentozan ve %0.5 kül ihtiva etmektedir. Eterde %4.59-5.46, alkol-benzolde %5.04-9.27, sıcak suda %2.1-3.65 ve %1'lik NaOH ise %8.40-17.04 oranında çözünür (Göksel, 1981).

#### 1.1.9.7. Kızılçam Odununun Kullanım Yerleri

Kızılçam odunu tarım aletleri, inşaat malzemesi olarak, ambalaj sandığı, tel direk, maden direği vs. gibi birçok yerde kullanılmaktadır (Bozkurt, 1971).

#### 1.1.10. Sahil çamı (*Pinus pinaster*)'in Botanik, Ekolojik, Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri, Kullanım Yerleri

##### 1.1.10.1. Sahilçamı (*Pinus pinaster*)'in Botanik Özellikleri

Sahil çamının boyu ortalama olarak 20-30 metredir. Ancak istisnai olarak 40 m'ye kadar çıkabilir. Kabuk parlak kırmızı-kahverengi, kalın, derin çatlaklıdır. (Eckenwalder, 2009). Taç kısmı, genç çamlarda düzenli, ovoid veya koni şeklindedir, yetişkin çamlarda ise uçları açık ve düzensizdir. İğneleri, çoğunlukla çiftler halindedir, ancak bazen 32'li gruplar halinde görülebilir. İğneler 10-25 cm uzunluğundadır ve iki yüzü de parlak yeşil ve belirgin stoma çizgileri bulunur. İğneler 2-3 yıl dayanırlar (Correia vd., 2007).

Açık kahverengi koniler, çoğunlukla süs eşyaları olarak toplanır; kalıcıdır ve kümelenmeler halinde gruplandırılır. Bunlar hafifçe asimetriktir, ovoid-koni şeklindedir ve yaklaşık 15 cm uzunluğundadır (8-22 cm aralığında). Olgunlaşmaları tozlaşma tarihinden iki yıl sonra gerçekleşir ve aynı yaz ya da 10 yıla kadar açılır. Yüksek yoğunluk ve yangın sıklığı olan yerlerde genellikle serotinöz koniler bulunur (Heras, 2012). Tohumlar yukarıda siyah-kahverengi renkte, parlaktır ve aşağıda mat gri renktedir, kolayca çıkarılabilirler. Kök sistemi, iyi geliştirilmiş ikincil kökleri olan derin bir kazık kök içerir (Vines, 2016).



A. Sahilçamı ağacı      B.Yaprak ve kozalağı      C. Gövde kabuğu

Şekil 16. Sahilçamının Anatomik Kısımları (Anonim, 2016).

#### 1.1.10.2. Sahil çamı (*Pinus pinaster*)'in Doğal Yayılışı

Sahil çamı, Batı Akdeniz Havzasından orijinal kozalaklı yaygın bir türdür. Sahil çamı, İber Yarımadası, Güney Fransa, Batı İtalya, Batı Akdeniz adaları, Kuzey Fas, Cezayir ve Tunus'ta görülür. Sadece Fransa, Yunanistan ve Adriyatik ülkelerinin güneybatı kıyılarında değil, aynı zamanda İngiltere ve Belçika gibi kuzey Avrupa'da da suni ağaçlandırma ve yerleştirme nedeniyle oluşumunu artırmıştır (Farjon ve Filer, 2013; Pereira, 2002). Diğer Avrupa çamlarında olduğu gibi, toprak koruma ve bozulmuş alanların yeniden ağaçlandırılmasıyla motive edilen eski tarım alanlarının ve plantasyon programlarının ele geçirilmesi, 19. ve 20. yüzyıllar boyunca genişlemesine neden olmuştur (Maitre, 1998).



Şekil 17. Sahilçamının Dünyada yayılış oranları (Vines, 2016).

### 1.1.10.3. Sahil Çamı (*Pinus pinaster*)'in Ekolojisi

Sahilçamı ekolojik olarak çok yönlüdür, geniş bir yelpazede yaz kuraklığı ve kireç taşı alt katmanlarına uyum için adaptasyon ve donma direnci büyüme karakteristikleri ifade özelliklerini gösterir. Doğal olarak, ılıman sıcaklığa sahip özellikle yağış miktarı 600 mm'den yüksek olan nemli bölgelerde büyür. Buna rağmen, bölgede yeterince atmosferik nem mevcutsa, ağaçların yalnızca 400 mm yıllık yağış alanlarında hayatta kalmaları mümkündür. Sahil çamı gölgeyi tolere edemez ve kaba bir dokuya sahip silisli topraklar, özellikle kumlu topraklar, kum tepeleri ve diğer zayıf yüzeyler için tercih gösterir. Bununla birlikte, bazı alttürler de kalkerli topraklarda yaşamaktadır (Pereira, 2002).

Kıyılarından, deniz seviyesinden, İber Yarımadası'ndaki (1600 m) ve iç Korsika'daki orta dereceli yükseltilere, Fas'ta yaklaşık 2 000 m'ye kadar bulunurlar (Wahid vd., 2006; Farjon, 2010).

### 1.1.10.4. Sahil Çam Odununun (*Pinus pinaster* Ait.) Anatomik Özellikleri

Sahil çamın yaz odunu traheidlerinde nadir olarak kenarlı geçitler gözlenir. Lif boyları 3.8 mm, yıllık halka genişliği 5.55 mm, yıllık halka içerisindeki yaz odunu oranı

%42 dir. Özişinleri üniseri ve heterojendir. Odun paranzimi ve spiral kalınlaşma görölmez (Kalaycıoğlu, 1991).

#### 1.1.10.5. Sahil am Odununun (*Pinus pinaster* Ait.) Teknolojik Özellikleri

Kurutulmuş kerestesinin ağırlığı içindeki reçine miktarına bağlı olarak değişmekte olup, sarıçamın özgül ağırlığına yakındır ve  $0,512 \text{ gr/cm}^3$  tür. Ancak çok reçineli materyalin özgül ağırlığı bu değerden  $0,160-0,240 \text{ gr/cm}^3$  daha fazla olabilmektedir. Lif boyu 1,997 mm, genişliği 43,76 mm, lümen 27,80  $\mu$ , çeper kalınlığı 7,80  $\mu$ , keçeleşme oranı %45,64, Runkel katsayısı 0,36, elastikiyet % 63,32 olarak bilinmektedir (Göker vd., 2001).

1 mm'deki traheid sayısı yaz odununda 1041-1255 adet ilkbahar odununda ise 535-594 arasında değişir. Sahil amında 1 mm'ye giren traheid sayısının az olması ağacın hızlı büyüdüğünün göstergesidir. Bu aynı zamanda özgül ağırlığın düşük ve direncin az olmasına sebep olur.

Diri odun oranı yaklaşık %96, öz odun oraru ise yaklaşık %4 kadardır. Ağaçların yaşları çok genç olduğu için (18-22) diri odun oranları yüksek ve öz odun oranları oldukça düşüktür. Öz odun oranının az olması emprenye edilebilme ve kurutma özellikleri üzerine olumlu etki yapmaktadır. Ancak böyle odunların doğal dayanımları düşüktür. Yıllık halka genişliği 4-6 nun arasında değişmektedir (Göker vd., 2001).

Sahil amının bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri, özgül ağırlık, tam kuru  $0,42 \text{ g/cm}^2$ , hava kurusu  $0,45 \text{ g/cm}^2$ ; hacim ağırlık değerı  $0,38 \text{ g/cm}^3$ ; çekme, radyal %3,35; teğet %5,16; hacim %8,97; şişme, radyal %3,52; teğet %5,43; hacim %9,87; liflere paralel basınç direnci  $333,45 \text{ kg/cm}^2$ ; eğilme direnci  $442,2 \text{ kg/cm}^2$ ; elastite modülü  $21947 \text{ kg/cm}^2$ ; liflere paralel çekme direnci  $345,83 \text{ kg/cm}^2$ ; makaslama direnci  $64,3 \text{ kg/cm}^2$ ; liflere paralel yönde  $365 \text{ kg/cm}^2$ ; liflere dik yönde  $257 \text{ kg/cm}^2$  gibi özelliklere sahiptir (As, 1992).

#### 1.1.10.6. Sahil am Odununun (*Pinus pinaster* Ait.) Kimyasal Özellikleri

Sahil amı odununun lignin oranı %30,53; holoselüloz oranı %62,50;  $\alpha$ -selüloz oranı %42,34; Alkol-benzen çözünürlüğü %2,28; sıcak su çözünürlüğü %2,20; %1'lik NaOH özünürlüğü %9,45; eter çözünürlüğü %1,46; kül içeriği %0,338 olarak bulunmuştur (As, 1992).

### **1.1.10.7. Sahil amı (*Pinus pinaster*)'in Kullanımı**

Sahil amı, İber Yarımadası'nın batı sahili boyunca geniş alanların tarımsal kullanımını sağlamak için dengeyi sağlamak ve tarımsal ürünlerin tuz spreyine karşı koruma barınağı olarak yaygın bir şekilde kullanıldı (Pereira, 2002). Güneybatı Fransa'da Sahil amı ana tür olan Avrupa'daki en büyük plantasyon ormanı olan Landes'de sağlıklı yaşam tesisleri ve ekonomik kalkınma için de kullanılmaktadır (Brockerhoff vd., 2008). Ayrıca, hızlı büyüme özellikleri ve zayıf topraklara tolerans nedeniyle diğer kullanım alanları arasında piknik alanları, kamp alanları ve dinlenme parklarında gölge ağacının yanı sıra toprak koruma ve yamaçların erozyona karşı korunması yer almaktadır. Sahil amı, inşaat malzemesi, mobilya malzemesi gibi nihai ürünlerin geniş bir kullanım yelpazesine sahip olan türdür (Praciak, 2013).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

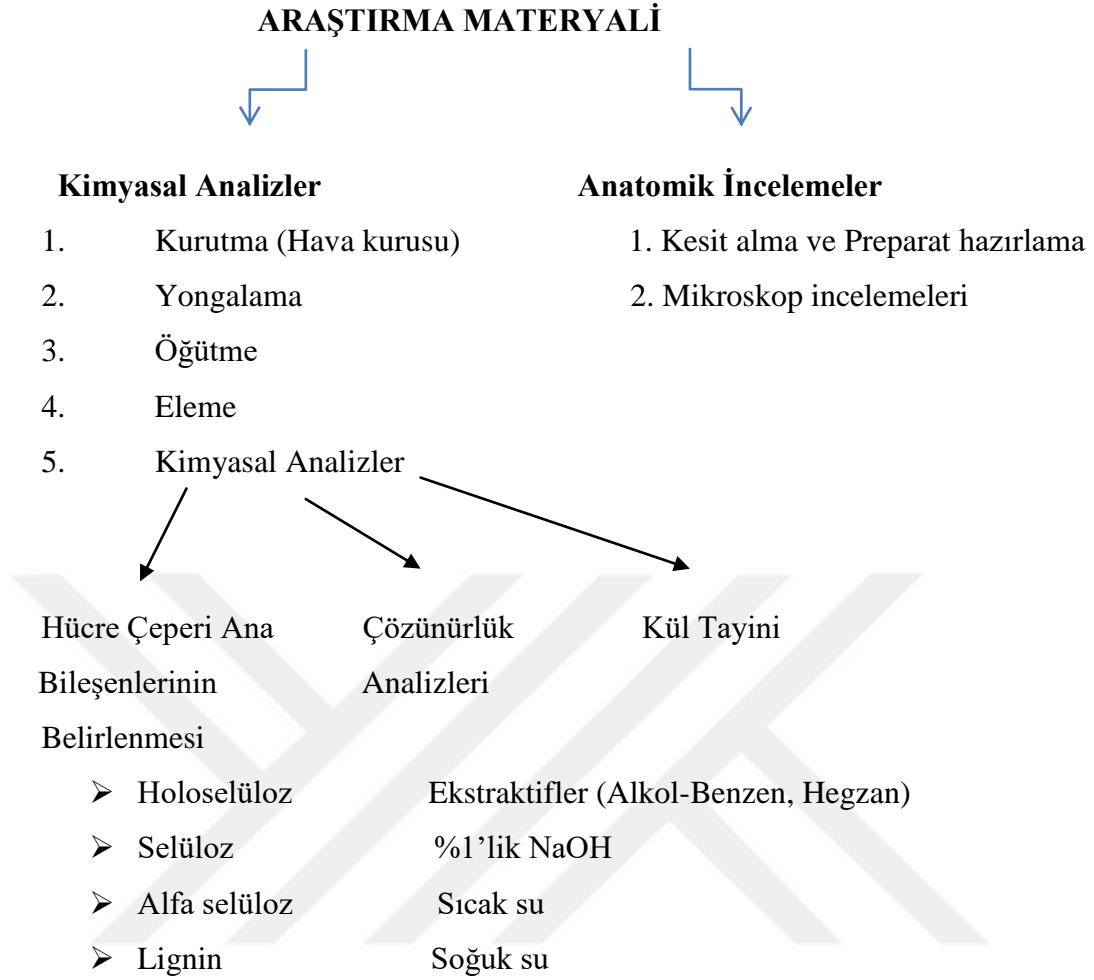
Araştırma materyali olarak Tablo 6’da verilen özelliklere sahip asit pasta yöntemiyle reçine üretimi yapılmış kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaç örneklerinin beş farklı morfolojik kısımları; (kök odunu, dip kütük, 45 cm, 130 cm ve dal odunu) Armutlu/Yalova, Kefken/Kocaeli, Silifke, Tarsus/Mersin ve Köyceğiz/Muğla bölgelerinden her biri 32 cm çaplarda alınmıştır.

Tablo 6. Araştırma materyali ve alındıkları yere ait bilgiler

Ağaç Türü	Bölge	Morfolojik Kısımlar					Rakım	Bakı
		Kök odunu	Dip kütük (20 cm)	45 cm	130 cm	Dal odunu		
Kızılçam	Köyceğiz/Muğla	Kök odunu	Dip kütük (20 cm)	45 cm	130 cm	Dal odunu	50 m	Güney
	Silifke/Mersin	Kök odunu	Dip kütük (20 cm)	45 cm	130 cm	Dal odunu	10 m	Güney
	Tarsus/Mersin	130 cm					23 m	Güney
Sahil çamı	Armutlu/Yalova	Kök odunu	Dip kütük (20 cm)	45 cm	130 cm	Dal odunu	430 m	Güney
	Kefken/Kocaeli	Kök odunu	Dip kütük (20 cm)	45 cm	130 cm	Dal odunu	30 m	Güney
	Tarsus/Mersin	130 cm					23 m	Güney

### 2.2. Metod

Odunun hücre çeperi bileşenlerini; odundaki reçine miktarını, reçine kanal sayılarını ve çaplarını belirlemek amacıyla örneklere uygulanan yöntemler Şekil 22’de gösterilmektedir.



Şekil 18. İş Akış Diyagramı

### 2.2.1. Kimyasal Analizler

Dört bölgeden sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) örneklerinden reçine yarası açılmış ve reçine yarası açılmamış olarak herbir ağacın beş morfolojik kısmından ortalama 5 cm kalınlığında tekerlekler alınmıştır. Örnekler laboratuvarında gölgeli kısımda hava kurusu hale gelinceye kadar doğal kurutmaya bırakılmıştır.



Şekil 19. Örnek tekerlekler (Foto: K. Altıntaş, 2017).

### 2.2.1.1. Odun Örneklerinin Hazırlanması

Doğal şartlarda kurutulmuş tekerlekler analiz için karşılıklı olarak dört eş parçaya bölünerek kibrit çöpü büyüklüğünde yongalanmıştır. Reçine miktar tayini için; Tarsus bölgesi dışındaki diğer bütün bölgelerdeki sahilçamı ve kızılçam örneklerinin 20-45 cm ve 130 cm kısımlarından diskler öz odun ve diri odun şeklinde ayrılarak yongalanmıştır.

Yongalama işleminden sonra TAPPI 257 cm-02 standardına göre laboratuvar tipi Willey değirmeninde öğütülmüştür. Öğütmeden sonra sarsak elek üzerinde eleme yapıldıktan sonra 40 mesh lik elek üzerinden geçip, 60 mesh lik elek üzerinde kalan örnekler alınmıştır. Örnekler cam kavanozlara konularak muhafaza edilmiştir.



Şekil 20. Yongalanmış örnekler (Foto: K. Altıntaş, 2017)



### 2.2.1.2. Rutubet Tayini

Hava kurusu olan öğütülmüş örneklerimizden TAPPI 210 m-58 standardına göre yaklaşık 2 g ağırlığında hassas terazide tartımı yapılarak üç tekrar olarak darası alınmış kaplara konulmuştur ve  $103 \pm 2$  °C sıcaklıktaki etüve konularak örneğimiz sabit tam kuru ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur.

Etüvden çıkarılan örnekler desikatörde 15 dak. soğutulmuş ve hassas terazide tartılarak tam kuru ağırlığı hesaplanmıştır. Örneklerin % rutubet miktarları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ rutubet} = \frac{Mr - Mo}{Mr} \times 100 \quad (1)$$

Mr : Örneğin rutubetli haldeki ağırlığı (g)

Mo : Örneğin tam kuru haldeki ağırlığı (g)

### 2.2.1.3. Hücre Çeperi Ana Bileşenlerinin Belirlenmesi

Öncelikli olarak iğne yapraklı ağaçların yapısında tanen, reçine, yağlar, vs. gibi maddeler fazla miktarda bulunduğundan dolayı bir ön ekstraksiyona yapılmıştır (Deniz, 2017). Ekstraksiyona uğratılmış örnekler içerisindeki holoselüloz, selüloz, alfa selüloz ve lignin miktarlarına bakılmıştır.

#### 2.2.1.3.1. Holoselüloz Tayini

Holoselüloz miktarı tayininde Wise ve arkadaşları (1945) tarafından geliştirilen klorit yöntemi uygulanmıştır (Browning, 1967).

Alkol benzen ekstraksiyonuna uğratılmış örnekler, üç tekrar olarak yaklaşık 5'er g hava kurusu örnek 160 ml su, 1.5 g NaClO<sub>2</sub> ve 10 damla (0.5 ml) buzlu asetik asitle

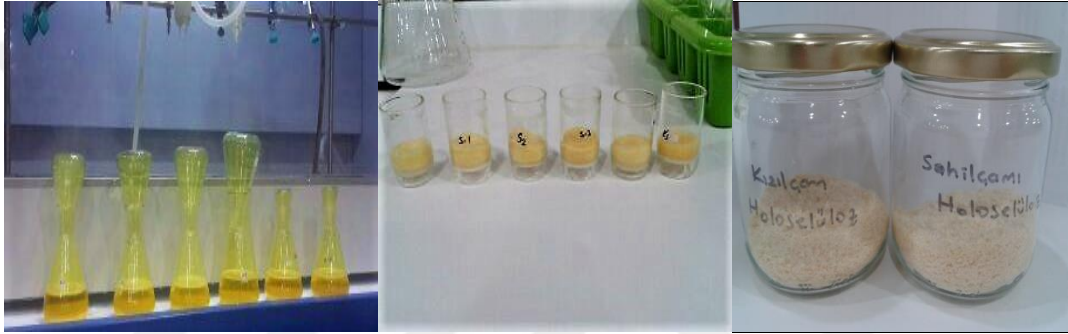
(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 250 ml' lik erlenmayere konularak 78-80 °C su banyosunda 1 saat kaynatılmıştır. Erlenmayerin ağzı ters çevrilmiş 50 ml'lik erlenmayerle kapatılmıştır. Reaksiyon sürecinde zaman zaman erlenmayer karıştırılmıştır. Her bir saat sonunda tekrar 1.5 g NaClO<sub>2</sub> ve 10 damla buzlu asetik asit ilave edilmiştir, bu işlem üç kez tekrarlanmıştır. Süspansiyon buz banyosunda soğutulup, darası alınmış süzme cam

krozeden süzölmüştür. Kalıntı önce asetonla, daha sonra soğuk destile su ile yıkandıktan sonra  $103\pm 2$  °C sıcaklıktaki etüvde kurutularak tartılmıştır. Holoselöloz miktarı aştığıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ holoselöloz} = \frac{A}{B} \times 100 \quad (2)$$

A : Deney sonrası tam kuru örnek ağırlığı (g)

B : Tam kuru örnek ağırlığı (g)



Şekil 21. Holoselöloz deney düzeneği (Foto: K. Altıntaş, 2017)

### 2.2.1.3.2. Selöloz Tayini

Alkol benzen ekstraksiyonuna uğratılan hava kurusu örneklerden üç tekrar olarak yaklaşık 2'şer g örnek cam balon içerisine konulup, üzerine 10 ml  $\text{HNO}_3$  ve 40 ml 96° lik etil alkol ilave edilerek, soğutucuyla irtibatlandırılmıştır ısıtıcı üzerinde kaynatılmaya bırakılmıştır.

Bir saat kaynatıldıktan sonra darası alınmıştır 2 nolu krozeden süzölmüştür. Tekrar balona 10 ml  $\text{HNO}_3$  (Nitrik asit) ve 40 ml  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  (etil alkol) ilave edilerek 1 saatlik kaynamaya konulmuştur. Bu iştlem üç defa tekrarlanmıştır. Son olarak aynı krozeden tekrar süzme yapılarak, sıcak su ile yıkanmıştır ve  $103\pm 2$  °C'de sabit ağırlığı kadar kurutulup, desikatörde soğutularak tartılmıştır. Kürschner Hoffner yöntemine göre yapılan analizde selöloz miktarı aştığıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ selüloz} = \frac{A}{B} \times 100 \quad (3)$$

A : Denev sonrası tam kuru ağırlığı (g)

B : Tam kuru örnek ağırlığı (g)

### 2.2.1.3.3. Alfa Selüloz Tayini

$\alpha$ -selüloz, TAPPI T 203 cm-09 standart yöntemine göre holoselüloz örnekleri üzerinde %17.5 'luk NaOH kullanılmasıyla yapılmıştır.

Holoselüloz örneğinden 2 g tam kuru olarak 250 ml beher içerisine koyulup, üzerine sıcaklığı 20°C olan %17.5'luk NaOH çözeltisinden 10 ml ilave edilmiştir. Cam bagetle örnekler karıştırılmış ve ilk %17.5'luk NaOH ilavesinden 5 dak sonra tekrar 5 ml NaOH ilave edilmiş ve bu işlem 5'er dak arayla aynı işlem üç kez tekrar edilmiştir. Daha sonra karışım 20°C su banyosunda 30 dak bekletilmiştir. Süre sonunda karışıma 33 ml destile su ilave edilerek alkali konsantrasyonu % 8.3'e indirilmiş ve su banyosunda 1 saat daha bekletilmiştir. Daha sonra darası alınmış krozeden süzülerek önce 20°C %8.3'lük 100 ml NaOH ile ve daha sonra destile su ile yıkanmıştır. Sonrasında ise %10'luk 15 ml asetik asit ile 3 dak bekletilerek süzölmüştür ve son olarak 250 ml destile su ile yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra 103±2 °C 'lik etüvde kurutulup, desikatörde soğutularak hassas terazide tartılmıştır.  $\alpha$ -selüloz miktarı aşağıdaki förmöl ile hesaplanmıştır.

$$\% \alpha - \text{selüloz} = \frac{[\frac{A}{B} \times 100] \times \% \text{ holoselüloz}}{100} \quad (4)$$

A : Denev sonrası tam kuru örnek ağırlığı (g)

B : Tam kuru örnek ağırlığı (g)



Şekil 22. Alfa Selüloz Düzenegi (Foto: K. Altıntaş, 2017).

#### 2.2.1.3.4. Lignin Tayini

T 222 om-11 standardına göre yapılan lignin tayininde asit muamelesiyle karbonhidratlar çözünerek geriye lignin kalır (Deniz, 2017).

Ekstraksiyona uğratılmış hava kurusu örneklerden 1'er g tartılarak behere koyulup üzerine 15 ml % 72' lik sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) ilave edilip, 20°C sıcaklıktaki su banyosunda 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda çözelti 1 litrelik erlene alınarak asit konsatrasyonunu %3'e düşürmek için erlendeki su miktarı 575 ml olana kadar destile su ile seyreltilmiştir. Daha sonra soğutucuyla irtibatlandırılarak su banyosunda 4 saat kaynatılmıştır. Darası alınmış krozeden çözelti süzülerek sıcak suyla yıkanmıştır ve 103±2°C etüvde kurutularak tartılmıştır. Lignin miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ lignin} = \frac{A}{B} \times 100 \quad (5)$$

A : Ligninin ağırlığı (g)

B : Tam kuru örnek ağırlığı (g)



Şekil 23. Lignin deney düzeneği (Foto: K. Altıntaş, 2017).

#### 2.2.1.4. Çözünürlük Analizleri

Odunun alkol benzen çözünürlüğü, sıcak ve soğuk su çözünürlüğü ve %1'lik NaOH çözünürlüğü deneyleri yapılmıştır.

##### 2.2.1.4.1. Ekstraktifler (Alkol- Benzen, Hegzan)

Odundaki yağlar, vakslar reçine gibi maddeleri çözmek için TAPPI 204 cm-97 standardına göre alkol-benzen çözünürlüğü ve TS-4424 nolu standarda göre hegzan çözünürlüğü yapılmış ancak aralarında önemli bir fark olmadığında dolayı reçine miktarında alkol-benzen çözeltisi kullanılmıştır.

Hava kurusu örneklerden yaklaşık 2'şer g tartılarak darası alınmış sokslet ekstraksiyon krozesine koyulmuştur. Örneklerin üzerine çözeltinin homojen şekilde dağılmasını sağlamak için üzerine huni şekline getirilmiş süzgeç kağıdı yerleştirilmiştir. Her bir kroze sokslet ekstraksiyon tüpü içerisine yerleştirilmiştir. Diğer taraftan cam balon içerisine 1 hacim etil alkol ( $C_2H_5OH$ ) ve 2 hacim benzen ( $C_6H_6$ ) oranlarında olacak şekilde 210 ml alkol-benzen çözeltisi veya 210 ml hegzan kullanılarak hazırlanmıştır. Daha sonra balon ve ekstraksiyon tüpleri birbirine irtibatlandırılarak 1 saatte 6 devir yapacak şekilde ısıtıcı ayarlanmıştır ve toplam 24 devir yapılarak yaklaşık 4 saat ekstraksiyon yapılmıştır.

Ekstraksiyon işleminden sonra balon ve krozeler  $103\pm 2^\circ C$  sıcaklıktaki etüvde kurularak, desikatörde soğutulularak tartılmıştır. Ekstrakt miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%ekstrakt = (A - B)/C \times 100 \quad (6)$$

A : Tam kuru ekstrakt ağırlığı (g)

B : Balon veya krozedeki kalıntı miktarı

C : Tam kuru örnek ağırlığı

Alkol-benzen ekstraksiyon yöntemiyle reçine yarası açılmış ve reçine yarası açılmamış iğne yapraklı ağaçlarımızın beş morfolojik kısımlarından öz ve diri odun olarak ayrı ayrı içerisindeki reçine miktarları hesaplanmıştır.



Şekil 24. Ekstraksiyon düzeneği (Foto: K. Altıntaş, 2017)

#### 2.2.1.4.2. %1' lik NaOH Çözünürlüğü

TAPPI 212 om-12 standardına göre hava kurusu örneklerden yaklaşık 2 g tartılarak 200 ml erlene koyulup üzerine 100 ml %1'lik NaOH ilave edilmiştir. Erlen soğutucuyla irtibatlandırılarak 1 saat su banyosunda kaynatılmıştır. Örnek darası alınmış krozeden

süzülerek 50 ml %10'luk asetik asitle yıkanmıştır ve sonrasında sıcak suyla yıkanarak  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıktaki etüvde kurutularak tartılmıştır. %1'lik NaOH çözünürlüğü su çözünürlüğündeki formüle göre hesaplanmıştır.

#### 2.2.1.4.3. Sıcak Su Çözünürlüğü

Sıcak su tayini TAPPI 207 cm-99 standardına göre yapılmıştır. Hava kuru su örnekten 2 g tartılarak 250 ml'lik erlenmayere konulmuştur ve üzerine 100 ml sıcak destile su ilave edilip kaynayan su banyosuna yerleştirilmiştir. Soğutucu ile irtibatlandırılarak 3 saat kaynatılmıştır.

İşlem sonrasında örnek darası alınmış krozeden süzülerek, 200 ml destile su ile yıkanmıştır. Daha sonra  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıktaki etüvde kurutulup, tartılmıştır ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{sıcak su çözünürlüğü} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (7)$$

A : Örneğin başlangıçtaki tam kuru ağırlığı (g)

B : Ekstraksiyondan sonra örneğin tam kuru ağırlığı (g)

#### 2.2.1.4.4. Soğuk Su Çözünürlüğü

TAPPI 207 om-99 standardına göre 2 g hava kuru su örnek 400 ml'lik behere koyulup üzerine 300 ml destile su ilave edilmiştir.  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta sabit karıştırma ile 48 saat ekstraksiyon yapılmıştır. Daha sonra darası alınmış krozeden süzülerek 200 ml destile su ile yıkanıp  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıktaki etüvde kurutulup, desikatörde soğutularak tartılmıştır. Aşağıdaki formül ile çözünürlük miktarı bulunmuştur.

$$\% \text{soğuk su çözünürlüğü} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (8)$$

A : Örneğin başlangıçtaki tam kuru ağırlığı (g)

B : Ekstraksiyondan sonra örneğin tam kuru ağırlığı (g)

### 2.2.1.5. Kül Tayini

TAPPI 211 om-02 standardına göre yaklaşık 5'er g hava kurusu örnek kullanılmıştır. Öncelikli olarak porselen krezeler ve kapakları 600 °C sıcaklıktaki bir fırında 15 dak kurutulmuştur ve fırından çıkarılıp desikatörde 45 dak. soğutularak hassas terazide tartılmıştır.

Darası alınmış krezeye örnek koyularak 575±25 °C sıcaklıktaki fırına yerleştirilerek 3 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda tamamen beyazlamış olan örnek desikatörde soğutularak tartılmıştır. Odundaki kül miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ kül} = \frac{A}{B} \times 100 \quad (9)$$

A : Kül ağırlığı (g)

B : Tam kuru örnek ağırlığı (g)



Şekil 25. Kül tayini yapılmış örnekler (Foto: K. Altıntaş, 2017).

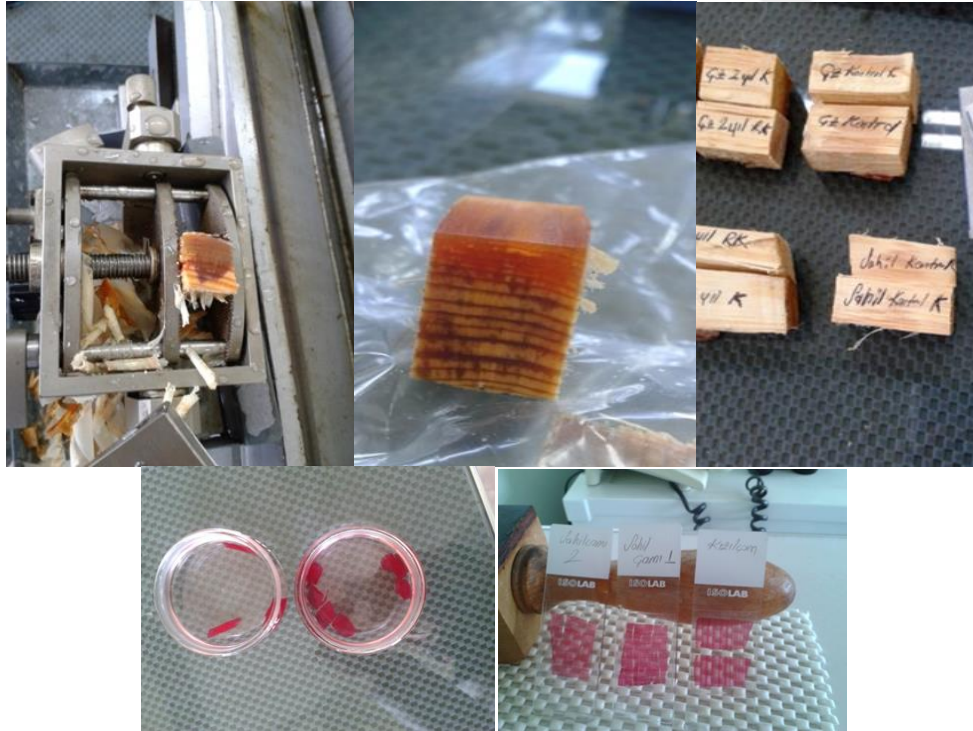
### 2.2.2. Anatomik İncelemeler

Anatomik incelemelerde, reçine yarası açılmış ve reçine yarası açılmamış olarak kızılçam ve sahilçamı odunlarından enine ve teğet yönde kesitler alınmıştır. Rastgele onar adet ölçüm yapılarak enine kesitler üzerinde reçine kanallarının çapları ( $\mu\text{m}$ ), 1  $\text{cm}^2$  de kapladıkları alan ( $\mu\text{m}^2$ ), 1  $\text{cm}^2$ ' deki boyuna reçine kanalı sayıları belirlenmiştir. Teğet kesitler üzerinde enine reçine kanalı çapları ( $\mu\text{m}$ ) ve 1  $\text{cm}^2$ ' deki enine reçine kanalı sayıları belirmiştir.



### 2.2.2.1. Kesit Alma ve Preparat Hazırlama

Tekerlek haindeki odun örneklerimizden karşılıklı olarak 1.5×1.5×1.5 cm boyutlarında küp şeklinde örnekler çıkartılmıştır. Çıkartılan örnekler dokulardaki hava kabarcıklarını gidermek ve odunun yumuşamasını sağlamak için destile su içerisinde dibe çökünceye kadar kaynatıldıktan sonra 1/1/1 oranında alkol-gliserin-destile su karışımı içerisinde bekletilmiştir. Bu aşamadan sonra küplerden "Reichert" kızaklı mikrotomu yardımıyla enine (transversal) ve teğetsel(tanjansiyal) olarak 15-20 mikron kalınlığında iki yönde kesitler alınmıştır. Alınan kesitler 15-20 dakika Sodyum Hipoklorit'te saydamlaştırılmış ve destile su ile yıkanmıştır. Bir iki dakika nötrleştirmek için asetik asit ile bekletilmiş ve arkasından destile su ile yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra safranin ile boyama işlemi yapılarak destile su ile yıkanarak alkol serilerinden geçirilmiştir. Daha sonra kesitler gliserin-jelatin içerisinde daimi preparatlar haline getirilmiştir (Serdar, 2003).



Şekil 26. Anatomik çalışmalar (Foto: K. Altıntaş, 2017)

### 2.2.2.2. Mikroskop İncelemeleri

Odun örneklerine ait preparatlar üzerindeki bütün ölçümler  $\times 4$  objektif ile Olympus BX50 araştırma mikroskobuna entegre edilen kamera ile alınan görüntüler üzerinde Bs200pro görüntü işleme yazılımı ile gerçekleştirilmiştir (Serdar, 2003).

### 2.2.3. İstatistiksel Analizler

T testi, hipotez testlerinde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. T testi ile iki grubun ortalamaları karşılaştırılarak, aradaki farkın rastlantısal mı, yoksa istatistiksel olarak anlamlı mı olduğuna karar verilir. Küçük örnekleme teorisi olarak da bilinen t dağılımı, küçük örneklerle de çalışmaya imkan verdiği için, araştırmacılar için büyük kolaylık sağlamaktadır. "t" testi örnek boyutunun küçük olduğu ve ana kütleyle ilişkin standart sapmaların bilinemediği durumlarda "t" dağılımından yararlanarak;

- İncelenen bir değişken açısından bir gruba ait ortalama değerinden önceden belirlenen değerden farklı olup olmadığını,

- İncelenen bir değişken açısından bağımsız iki grup arasında fark olup olmadığını,

- İncelenen bir değişken açısından herhangi bir grubun farklı koşullar altındaki tepkilerinde farklılığın olup olmadığını incelenmesine yönelik hipotezleri test etmeye yönelik olarak geliştirilmiş bir analiz yöntemidir. Bu nedenle üç tür t testi bulunmaktadır. Bunlar tek grup t testi (one-sample t test), bağımsız iki grup arası farkların t testi (independent samples "t" test) ve eşleştirilmiş iki grup (paired-samples "t" test) arasındaki farklılıkların incelenmesine yönelik "t" testidir.

- Bağımsız iki grup arası farkların testi (Independent Samples "t" test), Bir araştırmada çoğu kez farklı ana kütlelerden elde edilen gruplar arasında karşılaştırmalar yapmak gerekir. İşte bu gibi analizler T testi ile yapılır (Url-1).

Varyans analizi yöntemini Tek Faktörlü Varyans Analizi, İki Faktörlü Varyans Analizi ve Çok Faktörlü Varyans Analizi olmak üzere iki başlık altında incelemek mümkündür.

- Tek Faktörlü Varyans Analizi, "t" testi ile sadece iki grup arasındaki farklılıkları incelemek mümkündür. Ancak çoğu zaman birçok çalışmada ikiden fazla grubun karşılaştırılmasına ihtiyaç duyulur. İşte ikiden fazla grubun birbirleriyle bir anda karşılaştırılmalarının gerektiği durumlarda "t" testi yetersiz kalır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için yeni analiz yöntemleri geliştirilmiştir. İki den fazla grubun bir anda

karşılaştırılmalarını sağlamak için geliştirilen testler arasında en çok bilineni ve en yaygın olarak kullanılanı "tek yönlü varyans analizi"dir. Varyans analizinin ön koşullarından birisi her bir grubun normal dağılım sergileyen bir ana kitleden rasgele seçilmiş örnekler olmasıdır. Ayrıca her bir grubun eşit varyansa sahip olması da istenmektedir (Url-1).

İstatistik analiz olarak ağaç türü bakımından, öz ve diri olarak, reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış olarak, 5 morfolojik kısım olarak ve bunların değişkenli kombinasyonları şeklinde Bağımsız iki örnek T-Testi ve Basit Varyans Analizi kullanılarak istatistiksel karşılaştırma yapılmıştır.



### 3.BULGULAR

#### 3.1. Ağaç İçerisindeki Reçine Miktarının Belirlenmesi

Tablo 7. Kızılcım ağaçlarında reçine miktarı (%) sonuçları

KIZILÇAM		Dip kütük		45 cm		130 cm		Kök odunu	Dal odunu	
		Öz odun (%)	Diri odun (%)	Öz odun (%)	Diri odun (%)	Öz odun (%)	Diri odun (%)	(%)		
		Yaralı	Yarasız	Yaralı	Yarasız	Yaralı	Yarasız	Yaralı	Yarasız	
KÖYCEĞİZ	Kroze	Yaralı	23,56	3,05	20,66	4,75	19,63	3,84	2,56	4,2
		Yarasız	2,61	2,53	4,35	3,04	2	2,28	1,28	0,97
	Balon	Yaralı	23,56	2,34	17,27	5,68	20,57	4,70	4,09	1,44
		Yarasız	3,02	2,9	5,39	4,7	2,45	3,20	1,8	1,52
SİLİFKE	Kroze	Yaralı	25	5	23	1,76	20,54	2,29	2,18	0,82
		Yarasız	10,1	2,55	9	3,29	8,10	1,79	3,09	1,03
	Balon	Yaralı	26	5,3	22,77	2,1	21,09	3,40	2,58	2,79
		Yarasız	9,65	3,02	8,52	3,10	8,53	2,40	3,12	1,48

**Yaralı:** Reçine yarası açılmış, **Yarasız :** Reçine yarası açılmamış

Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ve Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlarından alınan örnekler öz-diri odun, reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış, farklı yüksekliklerden ve farklı bölgelerden alınarak T-testi ve Anova basit varyans analizi yapılarak istatistiksel karşılaştırma yapılmıştır. Bulmuş olduğumuz bütün sonuçlar Tablo 7,8 de gösterilmektedir.

Tablo 8. Sahil çamı ağaçlarında reçine miktarı (%) sonuçları

SAHİLÇAMI		Dip kütük		45 cm		130 cm		Kök odunu	Dal odunu	
		Kroze	Yaralı	Öz odun (%)	Diri odun (%)	Öz odun (%)	Diri odun (%)	Öz odun (%)	Diri odun (%)	
ARMUTLU	Kroze	Yaralı	8,54	4,23	8,24	4,61	6,19	3,19	2,22	6,30
		Yarasız	2,08	0,86	2,32	1,83	2,93	1,28	1,29	12,03
	Balon	Yaralı	7,53	3,76	8,29	4,13	6,29	2,98	2,80	7,32
		Yarasız	3,35	2,02	2,71	2,31	4,47	2,29	1,76	11,82
KEFKEN	Kroze	Yaralı	10,17	2,52	7,69	2,21	4,34	4,38	2,88	0,59
		Yarasız	6,28	0,25	5,52	0,20	3,72	1,28	0,55	0,25
	Balon	Yaralı	11,45	4,02	8,26	3,67	4,09	3,28	2,98	1,84
		Yarasız	7,27	1,57	6,18	4,40	4,4	2,54	2,50	0,85

**Yaralı:** Reçine yarası açılmış, **Yarasız:** Reçine yarası açılmamış

### 3.1.1. Ağaç türlerindeki reçine üretiminin reçine miktarına etkisi

Silifke ve Köyceğiz bölgesi kızılçam odunlarında toplam 96 veri ve Kefken ve Armutlu bölgesinde sahil çamı odunlarında toplam 96 verinin ortalamaları Tablo 9 ve Tablo 11’de görülmektedir. Aynı zamanda bu verilere iki değişken (yara açılmış ve yara açılmamış) olduğu için T-testi yapılmıştır. Kızılçam t-testi sonucuna Tablo 10’a bakıldığında sig değeri 0,000 çıkmış yani önem düzeyi  $p < 0.05$  olduğundan dolayı reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış odun örneklerinin reçine miktarı istatistiksel olarak önemli bir fark vardır. Tablo 10’a göre reçine üretimi yapılmış ağaçlarda reçine

miktarı artmıştır. Tablo 12’de sahil çamı örneklerine bakacak olursak yine aralarında önemli düzeyde fark çıkmıştır. Reçine yarası açılmış bütün ağaç örneklerinde reçine miktarı artmıştır. Kızılcım ve sahil çamında reçine üretimi yapılmış ağaç örneklerinin verilerine bakıldığında kızılcımda sahil çamına göre büyük bir fark görülüyor, reçine üretimi yapılmamış örneklere bakıldığında ise kızılcım ve sahilçamın aralarında belirgin bir fark olmadığı görülüyor. Yani kızılcım ağacı reçine üretiminden sonra bir savunma olarak daha fazla reçine depolanmıştır.

Tablo 9. Kızılcım ağaçlarının reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış örneklerde reçine miktarı

Kızılcım	Yaralı-Yarasız	N	Ortalama(%)	Standart sapma
Reçine Miktarı	Reçine Yarası Açılmış	96	10,2678	9,29
	Reçine Yarası Açılmamış	96	3,9632	2,67

Tablo 10. Kızılcım ağaçlarının reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış örneklerde bağımsız t-testi sonuçları

Kızılcım		T-testi varyans eşitliği		T-testi eşitlik ortalamaları				
		F	Sig.	T	Serbestlik derecesi	Sig. (2-tailed)	Ortalama fark	Standart hata farkı
Reçine Miktarı	Kabul edilen eşit varyans	380,109	0,000	6,384	190	0,000	6,30458	0,98
	Kabul edilmeyen eşit varyans			6,384	110,641	0,000	6,30458	0,98

Tablo 11. Sahil çamı ağaçlarının reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış örneklerde reçine miktarı

Sahil çamı	Yaralı-Yarasız	N	Ortalama(%)	Standart sapma
Reçine Miktarı	Reçine Yarası Açılmış	96	5,0305	2,65
	Reçine Yarası Açılmamış	96	3,1389	2,92

Tablo 12. Sahil çamı ağaçlarının reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış örneklerde bağımsız t-testi sonuçları

Sahil çamı		T-testi varyans eşitliği		T-testi eşitlik ortalamaları				
		F	Sig.	T	Serbestlik derecesi	Sig. (2-tailed)	Ortalama fark	Standart hata farkı
Reçine Miktarı	Kabul edilen eşit varyans	0,313	0,576	4,696	190	0,000	1,89157	0,40
	Kabul edilmeyen eşit varyans			4,696	188,302	0,000	1,89157	0,40

### 3.1.2. Tüm Ağaçların Öz Odun ve Diri Odun Olarak Reçine Üretiminin Etkisi

Kızılçam ve sahil çamı ağaçlarının reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış örneklerinin öz ve diri odunlarında reçine miktarlarına Tablo 13, Tablo 15, Tablo 17, Tablo 19'a bakıldığında reçine üretiminden sonra her iki ağaç türünde de artış görülmektedir. Ancak öz odun kısmında diri oduna göre ve kızılçam ağacında sahil çamı ağacına göre daha fazla reçine artışı olmuştur. Kızılçam odununda Tablo 14 ve Tablo 16'da baktığımızda yapılan t- testi sonucunda önem düzeyi  $p < 0,05$ 'den küçük çıktığı için aralarında istatistiksel olarak fark çıkmıştır.

Tablo 13. Kızılçam reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda öz odunlarının toplam reçine miktarı

Kızılçam- öz odun	Yaralı-Yarasız	N	Ortalama(%)	Standart sapma
Reçine Miktarı	Reçine Yarası Açılmış	36	21,9719	2,41
	Reçine Yarası Açılmamış	36	6,1442	3,05

Tablo 14. Kızılçam reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda öz odunlarında bağımsız t-testi sonuçları

Kızılçam- öz odun		T-testi varyans eşitliği		T-testi eşitlik ortalamaları				
		F	Sig.	T	Serbestlik derecesi	Sig. (2-tailed)	Ortalama fark	Standart hata farkı
Reçine Miktarı	Kabul edilen eşit varyans	9,130	0,004	24,376	70	0,000	15,82778	0,64
	Kabul edilmeyen eşit varyans			24,376	66,523	0,000	15,82778	0,64

Tablo 15. Kızılcım reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda diri odunlarının toplam reçine miktarı

Kızılcım-diri odun	Yaralı-Yarasız	N	Ortalama(%)	Standart sapma
Reçine Miktarı	Reçine Yarası Açılmış	36	3,6864	1,38
	Reçine Yarası Açılmamış	36	3,2333	0,98

Tablo 16. Kızılcım reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda diri odunlarında bağımsız t-testi sonuçları

Kızılcım- diri odun		T-testi varyans eşitliği		T-testi eşitlik ortalamaları				
		F	Sig.	T	Serbestlik derecesi	Sig. (2-tailed)	Ortalama fark	Standart hata farkı
Reçine Miktarı	Kabul edilen eşit varyans	8,995	0,004	1,597	70	0,115	0,45306	0,28
	Kabul edilmeyen eşit varyans			1,597	63,272	0,115	0,45306	0,28

Sahil çamı odunlarında reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış örneklerde diri ve öz odun kısımlarında reçine miktarında artış olmuş ve reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış ağaçlar arasında anlamlı fark çıkmıştır.

Tablo 17. Sahil çamı reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda öz odunlarının toplam reçine miktarı

Sahil çamı- öz odun	Yaralı-Yarasız	N	Ortalama(%)	Standart sapma
Reçine Miktarı	Reçine Yarası Açılmış	36	7,5889	2,11
	Reçine Yarası Açılmamış	36	4,2692	1,68

Tablo 18. Sahil çamı reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda öz odunlarında bağımsız t-testi sonuçları

Sahil çamı- öz odun		T-testi varyans eşitliği		T-testi eşitlik ortalamaları				
		F	Sig.	T	Serbestlik derecesi	Sig. (2-tailed)	Ortalama fark	Standart hata farkı
Reçine Miktarı	Kabul edilen eşit varyans	0,435	0,512	7,365	70	0,000	3,31972	0,45
	Kabul edilmeyen eşit varyans			7,365	66,768	0,000	3,31972	0,45



Tablo 19. Sahil çamı reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda diri odunlarının toplam reçine miktarı

Sahil çamı-diri odun	Yaralı-Yarasız	N	Ortalama(%)	Standart sapma
Reçine Miktarı	Reçine Yarası Açılmış	36	3,5825	0,85
	Reçine Yarası Açılmamış	36	1,5141	0,82

Tablo 20. Sahil çamı reçine üretimi yapılmış ve yapılmamış ağaçlarda diri odunlarında bağımsız t-testi sonuçları

Sahil çamı- diri odun		T-testi varyans eşitliği		T-testi eşitlik ortalamaları				
		F	Sig.	T	Serbestlik derecesi	Sig. (2-tailed)	Ortalama fark	Standart hata farkı
Reçine Miktarı	Kabul edilen eşit varyans	0,290	0,592	10,455	70	0,000	2,06836	0,19
	Kabul edilmeyen eşit varyans			10,455	69,885	0,000	2,06836	0,19

### 3.1.3. Bölgesel Olarak Farklı Yüksekliklerden Alınan Örneklerde Reçine Miktarı

Silifke bölgesi kızılçam odunlarından reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış üç farklı kısımdan alınan örneklerden diri odun kısımlarındaki reçine miktarlarına bakacak olursak Tablo 21’de en fazla dip kütük, 130 cm, 45 cm ve Tablo 24’de en fazla 45 cm, dip kütük ve 130 cm de çıkmıştır. Ayrıca Tablo 22 ve Tablo 25’de varyans analiz tablolarına bakarsak aralarında önemli düzeyde fark çıkmış ve Tablo 23 duncan testinde herbir kısım ayrı grup oluşturularak üç gruba ayrılmıştır ve Tablo 26 duncan testinde 130 cm ayrı 45 cm ve dip kütük bir olmak üzere iki grup oluşmuştur.

Tablo 21. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yaralı- diri odun	N	Ortalama(%)	Standart sapma
Dip Kütük	6	5,1667	0,40
45 cm	6	1,9317	0,65
130 cm	6	2,8433	0,66
Toplam	18	3,3139	1,50

Tablo 22. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	33,388	2	16,694	48,161	0,000
<b>Gruplar içi</b>	5,200	15	0,347		
<b>Toplam</b>	38,588	17			

Tablo 23. Silifke bölgesi reçine üretimi yapılmış kızılçam odununun diri odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05		
		1	2	3
45 cm	6	1,9317		
130 cm	6		2,8433	
Dip Kütük	6			5,1667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Tablo 24. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yarasız-diri odun	N	Ortalama(%)	Standart sapma
Dip Kütük	6	2,7867	0,31
45 cm	6	3,1950	0,34
130 cm	6	2,0967	0,40
Toplam	18	2,6928	0,57

Tablo 25. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	3,698	2	1,849	14,361	0,000
<b>Gruplar içi</b>	1,931	15	0,129		
<b>Toplam</b>	5,630	17			

Tablo 26. Silifke bölgesi reçine üretimi yapılmamış kızılçam odununun diri odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05	
		1	2
130 cm	6	2,0967	
Dip Kütük	6		2,7867
45 cm	6		3,1950
Sig.		1,000	0,067

Silifke bölgesi kızılçam odunlarından reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış üç farklı kısımdan alınan örneklerden öz odun kısımlarındaki reçine miktarlarına bakacak olursak Tablo 27 ve Tablo 30'da en fazla dip kütükte sonra 45 cm ve 130 cm de çıkmıştır. Ayrıca varyans analiz tablolarına bakarsak Tablo 28 ve Tablo 31'de aralarında önemli düzeyde fark vardır. Tablo 29 duncan testinde reçine üretimi yapılmış odunda her bir kısım üç ayrı grup oluşturmuş, Tablo 32 reçine yarası açılmamış odunda ise 130 ve 45 cm kısımları bir grup dip kütük ayrı bir grup oluşturmuştur.

Tablo 27. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yaralı- öz odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	25,5000	0,54
45 cm	6	22,8833	0,18
130 cm	6	20,8183	0,45
Toplam	18	23,0672	2,01

Tablo 28. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	66,058	2	33,029	182,777	0,000
<b>Gruplar içi</b>	2,711	15	0,181		
<b>Toplam</b>	68,769	17			

Tablo 29. Silifke bölgesi reçine üretimi yapılmış kızılçam odununun öz odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05		
		1	2	3
130 cm	6	20,8183		
45 cm	6		22,8833	
Dip Kütük	6			25,5000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Tablo 30. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yarasız-öz odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	9,8750	0,42
45 cm	6	8,7617	0,48
130 cm	6	8,3183	0,28
Toplam	18	8,9850	0,77

Tablo 31. Silifke bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	7,719	2	3,859	23,438	0,000
<b>Gruplar içi</b>	2,470	15	0,165		
<b>Toplam</b>	10,188	17			

Tablo 32. Silifke bölgesi reçine üretimi yapılmamış kızılçam odununun öz odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05	
		1	2
130 cm	6	8,3183	
45 cm	6	8,7617	
Dip Kütük	6		9,8750
Sig.		0,078	1,000

Köyceğiz bölgesi kızılçam odunlarından reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış üç farklı kısımdan alınan örneklerden diri odun kısımlarındaki reçine miktarlarına bakacak olursak Tablo 33'de çoktan aza 130, 45 cm, dip kütük ve Tablo 36'da en fazla 45 cm, 130 cm ve dip kütük çıkmıştır. Ayrıca varyans analiz tablolarına bakarsak Tablo 34 ve Tablo 37'de aralarında önemli fark çıkmıştır. Tablo 35 ve Tablo 38 duncan testine göre reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış odunda her biri ayrı grup oluşturmuştur.

Tablo 33. Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yaralı-diri odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	2,6950	0,40
45 cm	6	4,2150	0,57
130 cm	6	4,2667	0,58
Toplam	18	4,0589	1,17

Tablo 34. Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	19,440	2	9,720	34,722	0,000
Gruplar içi	4,199	15	0,280		
Toplam	23,639	17			

Tablo 35. Köyceğiz bölgesi reçine üretimi yapılmış kızılçam odununun diri odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05		
		1	2	3
Dip Kütük	6	2,6950		
130 cm	6		4,2667	
45 cm	6			5,2150
Sig.		1,000	1,000	1,000

Tablo 36. Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yarasız-diri odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	2,7167	0,34
45 cm	6	2,8683	0,91
130 cm	6	2,7367	0,52
Toplam	18	3,7739	1,02

Tablo 37. Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	11,841	2	5,921	14,393	0,000
Gruplar içi	6,171	15	0,411		
Toplam	18,012	17			

Tablo 38. Köyceğiz bölgesi reçine üretimi yapılmamış kızılçam odununun diri odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05		
		1	2	3
130 cm	6	2,7367		
45 cm	6		3,8683	
Dip Kütük	6			4,7167
Sig.		1,000	1,000	1,000

Köyceğiz bölgesi kızılçam odunlarından reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış üç farklı kısımdan alınan örneklerden öz odun kısımlarındaki reçine miktarlarına bakacak olursak Tablo 39’da en fazla dip kütük sonra 130cm ve 45 cm’de çıkmıştır. Tablo 42’de ise en fazla reçine miktarı sırasıyla 45 cm, dip kütük ve 130 cm’de çıkmıştır. Ayrıca varyans analiz tablolarına bakarsak Tablo 40 ve Tablo 43’de aralarında önemli fark çıkmıştır. Tablo 41 duncan testine göre reçine üretimi yapılmış odunda 45 ve 130 cm bir grup diri odun ayrı grup oluşturmuş ve Tablo 44 duncan testinde üretim yapılmamış odunda her biri ayrı grup oluşturmuştur.

Tablo 39. Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yaralı-öz odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	23,5633	0,83191
45 cm	6	18,9650	1,93861
130 cm	6	20,1017	0,60681
Toplam	18	20,8767	2,33807

Tablo 40. Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	68,840	2	34,420	21,430	0,000
<b>Gruplar içi</b>	24,092	15	1,606		
<b>Toplam</b>	92,932	17			

Tablo 41. Köyceğiz bölgesi reçine üretimi yapılmış kızılçam odununun öz odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05	
		1	2
45 cm	6	18,9650	
130 cm	6	20,1017	
Dip Kütük	6		23,5633
Sig.		0,141	1,000

Tablo 42. Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yarasız-öz odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	2,8167	0,29132
45 cm	6	4,8683	0,56968
130 cm	6	2,2250	0,30606
Toplam	18	3,3033	1,22735

Tablo 43. Köyceğiz bölgesi kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	23,093	2	11,547	68,856	0,000
<b>Gruplar içi</b>	2,515	15	0,168		
<b>Toplam</b>	25,609	17			

Tablo 44. Köyceğiz bölgesi reçine üretimi yapılmamış kızılçam odununun öz odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05		
		1	2	3
130 cm	6	2,2250		
Dip Kütük	6		2,8167	
45 cm	6			4,8683
Sig.		1,000	1,000	1,000

Kefken bölgesi sahil çamı odunlarından reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış üç farklı kısımdan alınan örneklerden diri odun kısımlarındaki reçine miktarlarına bakacak olursak Tablo 45 en fazla sırasıyla 130 cm, dip kütük ve 45 cm'dir. Tablo 48'de en fazla 45 cm, 130 cm ve dip kütük çıkmıştır. Ayrıca Tablo 46 ve Tablo 49 varyans analiz tablolarına bakarsak  $p > 0.05$  olduğu için aralarında önemli fark çıkmamıştır.

Tablo 47 ve Tablo 50 duncan testine göre reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış odunda hepsini tek bir grupta toplamıştır.

Tablo 45. Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yaralı-diri odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	3,2700	0,83484
45 cm	6	2,9383	1,04486
130 cm	6	3,8317	0,99590
Toplam	18	3,3467	0,98068

Tablo 46. Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	2,447	2	1,224	1,320	0,296
Gruplar içi	13,903	15	0,927		
Toplam	16,350	17			

Tablo 47. Kefken bölgesi reçine üretimi yapılmış sahil çamı odununun diri odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05
		1
45 cm	6	2,9383
Dip Kütük	6	3,2700
130 cm	6	3,8317
Sig.		0,147

Tablo 48. Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yarasız-diri odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	0,9132	0,75868
45 cm	6	2,2667	1,09339
130 cm	6	1,9117	0,69399
Toplam	18	1,2638	0,94088



Tablo 49. Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	3,786	2	1,893	2,521	0,114
Gruplar içi	11,264	15	0,751		
<b>Toplam</b>	<b>15,049</b>	<b>17</b>			

Tablo 50. Kefken bölgesi reçine üretimi yapılmamış sahil çamı odununun diri odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05
		1
Dip Kütük	6	0,9132
45 cm	6	0,9667
130 cm	6	1,9117
Sig.		0,077

Kefken bölgesi sahil çamı odunlarından reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış üç farklı kısımdan alınan örneklerden öz odun kısımlarındaki reçine miktarlarına bakacak olursak Tablo 51 ve Tablo 54’de çoktan aza reçine miktarı dip kütük, 45 cm ve 130 cm olarak bulunmuştur. Ayrıca Tablo 52 ve Tablo 55 varyans analiz tablolarına bakarsak aralarında istatistiksel olarak önemli fark vardır. Tablo 53 ve Tablo 56 duncan testine göre reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış odunda hepsini ayrı ayrı üç grupta toplamıştır.

Tablo 51. Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yaralı-öz odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	10,8067	0,81686
45 cm	6	7,9733	0,55026
130 cm	6	4,2150	0,67973
<b>Toplam</b>	<b>18</b>	<b>7,6650</b>	<b>2,85293</b>

Tablo 52. Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	131,206	2	65,603	137,428	0,000
<b>Gruplar içi</b>	7,160	15	0,477		
<b>Toplam</b>	138,366	17			

Tablo 53. Kefken bölgesi reçine üretimi yapılmış sahil çamı odununun öz odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05		
		1	2	3
130 cm	6	4,2150		
45 cm	6		7,9733	
Dip Kütük	6			10,8067
Sig.		1,000	1,000	1,000

Tablo 54. Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yarasız-öz odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	6,7750	0,59554
45 cm	6	5,8500	0,38408
130 cm	6	4,0617	0,69035
Toplam	18	5,5622	1,27708

Tablo 55. Kefken bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	22,832	2	11,416	34,991	0,000
<b>Gruplar içi</b>	4,894	15	0,326		
<b>Toplam</b>	27,726	17			

Tablo 56. Kefken bölgesi reçine üretimi yapılmamış sahil çamı odununun öz odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05		
		1	2	3
130 cm	6	4,0617		
45 cm	6		5,8500	
Dip Kütük	6			6,7750
Sig.		1,000	1,000	1,000

Armutlu bölgesi sahil çamı odunlarından reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış üç farklı kısımdan alınan örneklerden diri odun kısımlarındaki reçine miktarlarına bakacak olursak Tablo 57’de 45 cm, dip kütük, 130 cm ve Tablo 60’da 45 cm, 130 cm ve dip kütüktür. Ayrıca Tablo 58 varyans analiz tablosunda bakarsak reçine üretimi yapılmış odunlarda istatistiksel olarak fark vardır. Tablo 61 varyans analiz tablosunda ise reçine üretimi yapılmamış odunlarda önemli bir fark çıkmamıştır. Tablo 59 duncan testine göre reçine üretimi yapılmış odunlarda 130 cm ayrı diğer ikisi bir olmak üzere iki grup oluşmuştur. Tablo 62 duncan testinde reçine üretimi yapılmamış odunda ise hepsini bir grupta toplamıştır.

Tablo 57. Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yaralı-diri odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	3,9950	0,35949
45 cm	6	4,3717	0,45367
130 cm	6	3,0883	0,28583
Toplam	18	3,8183	0,65554

Tablo 58. Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	5,222	2	2,611	18,795	0,000
<b>Gruplar içi</b>	2,084	15	0,139		
<b>Toplam</b>	7,305	17			

Tablo 59. Armutlu bölgesi reçine üretimi yapılmış sahil çamı odununun diri odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05	
		1	2
130 cm	6	3,0883	
Dip Kütük	6		3,9950
45 cm	6		4,3717
Sig.		1,000	0,100

Tablo 60. Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yarasız-diri odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	1,4417	0,76740
45 cm	6	2,0667	0,37082
130 cm	6	1,7850	0,55605
Toplam	18	1,7644	0,61135

Tablo 61. Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış diri odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	1,176	2	0,588	1,703	0,216
<b>Gruplar içi</b>	5,178	15	0,345		
<b>Toplam</b>	6,354	17			

Tablo 62. Armutlu bölgesi reçine üretimi yapılmamış sahil çamı odununun diri odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05
		1
Dip Kütük	6	1,4417
130 cm	6	1,7850
45 cm	6	2,0667
Sig.		0,100

Armutlu bölgesi sahil çamı odunlarından reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış üç farklı kısımdan alınan örneklerden öz odun kısımlarındaki reçine miktarlarına bakacak olursak Tablo 63’de çoktan aza reçine miktarı 45 cm, dip kütük, 130 cm ve Tablo 66’da 130 cm, dip kütük ve 45 cm’de fazla çıkmıştır. Ayrıca Tablo 64 ve Tablo 67 varyans analiz tablolarına bakarsak reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmış odunlarda önemli düzeyde fark vardır. Tablo 65 ve Tablo 68 duncan testine göre reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış odunlarda 130 cm ayrı diğer ikisi bir olmak üzere iki grup oluşmuştur.

Tablo 63. Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yaralı-öz odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	8,0367	0,69764
45 cm	6	8,2633	0,18938
130 cm	6	6,2383	0,19964
Toplam	18	7,5128	1,01704

Tablo 64. Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	14,772	2	7,386	39,397	0,000
<b>Gruplar içi</b>	2,812	15	0,187		
<b>Toplam</b>	17,584	17			

Tablo 65. Armutlu bölgesi reçine üretimi yapılmış sahil çamı odununun öz odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05	
		1	2
130 cm	6	6,2383	
Dip Kütük	6		8,0367
45 cm	6		8,2633
Sig.		1,000	0,379

Tablo 66. Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki reçine miktarları

Yarasız-öz odun	N	Ortalama	Standart sapma
Dip Kütük	6	2,7167	0,71556
45 cm	6	2,5150	0,39813
130 cm	6	3,6967	0,86860
Toplam	18	2,9761	0,83736

Tablo 67. Armutlu bölgesi sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmamış öz odun örneklerinde üç farklı yükseklikteki varyans analizi tablosu

Reçine miktarı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
<b>Gruplar arası</b>	4,795	2	2,397	5,047	0,021
<b>Gruplar içi</b>	7,125	15	0,475		
<b>Toplam</b>	11,920	17			

Tablo 68. Armutlu bölgesi reçine üretimi yapılmamış sahil çamı odununun öz odun kısmında duncan testi

Reçine miktarı	N	Alfa için alt küme= 0.05	
		1	2
45 cm	6	2,5150	
Dip Kütük	6	2,7167	
130 cm	6		3,6967
Sig.		0,620	1,000

### 3.2. Kızılçam ve Sahilçam'ın Kimyasal Analiz Sonuçları

Analiz sonuçlarına göre sahil çamında, lignin, kül miktarı ve Alkol- benzen, %1'lik NaOH sıcak ve soğuk su çözünürlüğü kızılçam odununa göre daha fazla çıkmıştır. Holoselüloz, selüloz ve  $\alpha$ -selüloz miktarları ise kızılçam odununda daha fazla bulunmuştur. Hegzan ile yapılan ekstraktif çözünürlüğü alkol- benzen ile karşılaştırıldığında önemli bir değişim gözlenmediği Tablo 69'da görülmektedir.

Tablo 69. Kızılçam ve Sahilçami kimyasal analiz sonuçları

Materyal	Holoselülo%	Selüloz %	Alfa selüloz %	Lignin %	Alkol-Benzen %	Hegzan çözünürlüğü %	%1'lik NaOH %	Kül %	Soğuk su %	Sıcak su %
<b>Kızılçam</b>	72.95	49.88	46.47	27.86	2.32	2.77	14.20	0.533	3.78	3.626
<b>Sahilçami</b>	68.69	47.54	41.77	30.46	10.87	6.23	26.42	0.606	5.83	6.36

### 3.3. Kızılçam (Pinus Brutia Ten.) ve Sahil çamı Odunlarının Anatomik Sonuçları

#### 3.3.1. Kızılçam ve Sahilçamı Odununda Reçine Üretiminin Yıllara Göre Reçine Kanallarına Etkisi

Tablo 70. Kızılçam odununda yıllara göre reçine üretiminin reçine kanallarına etkisi

		N	Ortalama	Standart sapma
Enine kesitte boyuna reçine kanal sayısı	Reçine üretimi yapılmamış kızılçam odunu	10	38,6667	8,77
	1.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	52,0000	9,32
	2.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	56,6667	7,20
	Toplam	30	49,1111	11,27
Enine kesitte reçine kanalı çapları(µm)	Reçine üretimi yapılmamış kızılçam odunu	10	191,4000	45,84
	1.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	156,1000	33,98
	2.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	178,5000	27,95
	Toplam	30	175,3333	38,38
Reçine kanalı alanları(µm <sup>2</sup> )	Reçine üretimi yapılmamış kızılçam odunu	10	142824,6000	45052,24
	1.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	125036,7000	51203,33
	2.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	167184,4000	30661,91
	Toplam	30	145015,2333	45211,71
Teğet kesitte enine reçine kanal sayısı	Reçine üretimi yapılmamış kızılçam odunu	10	80,0000	32,65
	1.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	60,0000	33,99
	2.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	48,0000	16,86
	Toplam	30	62,6667	30,95
Teğet kesitte reçine kanal çapları(µm)	Reçine üretimi yapılmamış kızılçam odunu	10	40,2400	5,24
	1.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	39,4680	5,62
	2.yıl reçine üretimi yapılmış kızılçam odunu	10	40,0530	5,97
	Toplam	30	39,9203	5,43

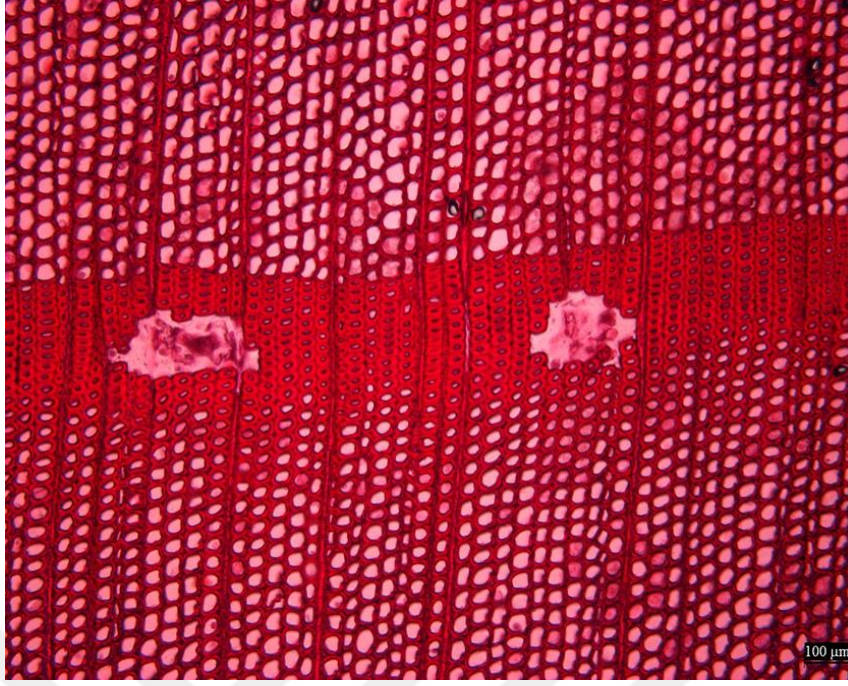
İstatistiksel olarak varyans analizi yapılmış ve Tablo 71’de kızılçam odununda enine kesitte boyuna reçine kanalı sayılarında reçine üretimi sonrasında 1. yıl ve 2. yıl artış olmuş ve bu artış istatistiksel olarak önemlilik düzeyi  $p < 0.05$  den küçük olduğu için reçine üretiminde yıllara göre önemli artış olduğunu söyleyebiliriz. Enine reçine kanal çaplarında üretimden sonra düşüş olmuştur. Aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Buna karşın enine reçine kanal sayılarında ise azalma görülmektedir. Aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Enine reçine kanalı çaplarında önemli düzeyde bir değişim olmamıştır.

Tablo 71. Kızılçam odununda yıllara göre reçine üretiminin reçine kanallarına etkisini gösteren varyans analizi

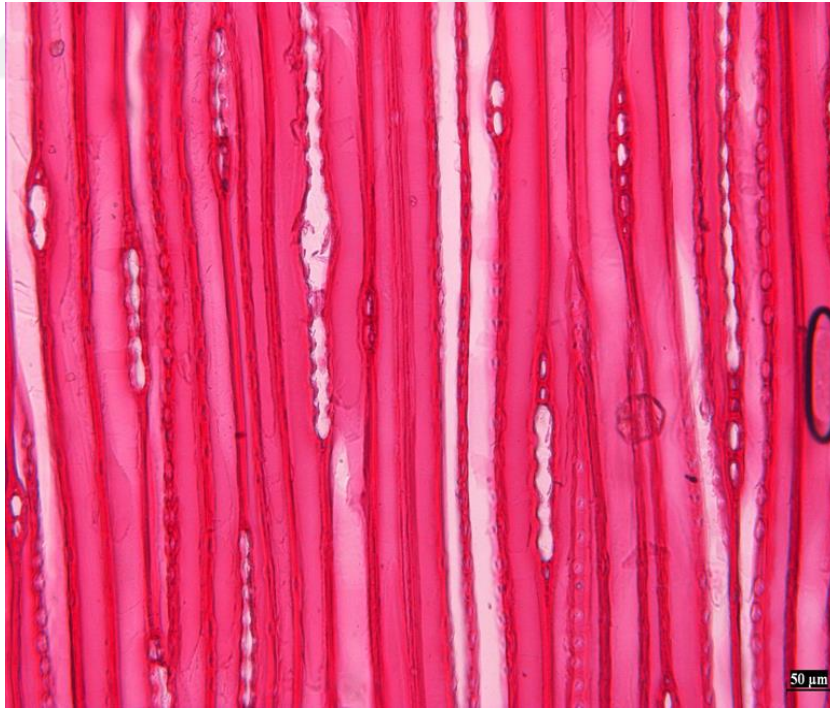
Kızılçam		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
Boyuna reçine kanal sayısı	Gruplar arası	1745,185	2	872,593	12,130	0,000
	Gruplar içi	1942,222	27	71,934		
	Toplam	3687,407	29			
Enine yönde reçine kanalı çapları ( $\mu\text{m}$ )	Gruplar arası	6380,867	2	3190,433	2,370	0,113
	Gruplar içi	36345,800	27	1346,141		
	Toplam	42726,667	29			
Reçine kanalı alanları ( $\mu\text{m}^2$ )	Gruplar arası	8954126192,467	2	4477063096,233	2,402	0,110
	Gruplar içi	50324755220,900	27	1863879822,996		
	Toplam	59278881413,367	29			
Enine reçine kanal sayısı	Gruplar arası	5226,667	2	2613,333	3,128	0,060
	Gruplar içi	22560,000	27	835,556		
	Toplam	27786,667	29			
Teğet yönde reçine kanal çapları( $\mu\text{m}$ )	Gruplar arası	3,244	2	1,622	0,051	0,950
	Gruplar içi	854,818	27	31,660		
	Toplam	858,062	29			

Reçine üretimi yapılmış kızılçam odununda Şekil 27’de enine kesitte 100  $\mu\text{m}$ ’de boyuna reçine kanallarının görünümü ve Şekil 28’de teğet kesitte 50  $\mu\text{m}$ ’de enine reçine kanallarının görünümü gösterilmektedir.





Şekil 27. Kızılcam odununun enine kesitte 100 µm ölçekte reçine kanalları görünümü (Foto: K.Altıntaş, 2017)



Şekil 28. Kızılcam odununun teğet kesitte 50 µm ölçekte reçine kanalları görünümü (Foto: K. Altıntaş, 2017).

Tablo 72. Sahil çamı odununda yıllara göre reçine üretiminin reçine kanallarına etkisi

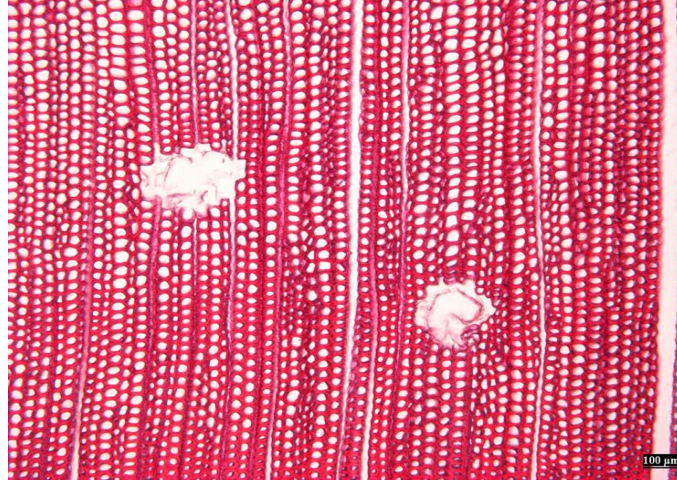
		N	Ortalama	Standart sapma
Enine kesitte boyuna reçine kanal sayısı	Reçine üretimi yapılmamış sahilçamı odunu	10	56,0000	9,53
	1. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	67,3333	10,15
	2. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	60,6667	8,57
	Toplam	30	61,3333	10,26
Enine kesitte reçine kanalı çapları( $\mu\text{m}$ )	Reçine üretimi yapılmamış sahilçamı odunu	10	255,4000	27,78
	1. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	123,8000	16,05
	2. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	195,7000	21,23
	Toplam	30	191,6333	58,77
Reçine kanalı alanları( $\mu\text{m}^2$ )	Reçine üretimi yapılmamış sahilçamı odunu	10	314325,5000	60239,01
	1. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	74999,6000	19510,11
	2. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	204536,3000	45156,12
	Toplam	30	197953,8000	108511,95
Teğet kesitte enine reçine kanal sayısı	Reçine üretimi yapılmamış sahilçamı odunu	10	72,0000	36,75
	1. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	80,0000	32,65
	2. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	68,0000	32,93
	Toplam	30	73,3333	33,35
Teğet kesitte reçine kanal çapları( $\mu\text{m}$ )	Reçine üretimi yapılmamış sahilçamı odunu	10	55,6590	7,15
	1. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	59,1570	8,84
	2. yıl reçine üretimi yapılmış sahilçamı odunu	10	60,0320	5,90
	Toplam	30	58,2827	7,39

Sahil çamı odununda reçine üretimi sonunda Tablo 73’de görüldüğü üzere boyuna reçine kanal sayılarında istatistiksel olarak önemli düzeyde artış meydana gelmiştir, boyuna reçine kanalı çaplarında ise önemli düzeyde düşüş olmuştur. Enine reçine kanal sayılarında ilk yıl düşmüş ikinci yıl artış olmuştur. Enine reçine kanalı çaplarında artma olmuştur. Teğet kesitte reçine kanal sayılarında ve çaplarında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark çıkmamıştır.

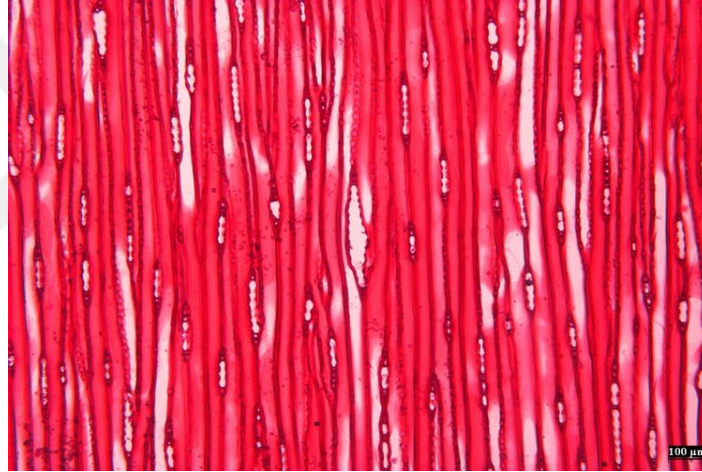
Tablo 73. Sahil çamı odununda yıllara göre reçine üretiminin reçine kanallarına etkisini gösteren varyans analizi

Sahil çamı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamının ortalaması	F	Sig.
Boyuna reçine kanal sayısı	Gruplar arası	648,889	2	324,444	3,637	0,040
	Gruplar içi	2408,889	27	89,218		
	Toplam	3057,778	29			
Enine yönde reçine kanalı çapları ( $\mu\text{m}$ )	Gruplar arası	86840,867	2	43420,433	87,974	0,000
	Gruplar içi	13326,100	27	493,559		
	Toplam	100166,967	29			
Reçine kanalı alanları ( $\mu\text{m}^2$ )	Gruplar arası	287034371647,800	2	143517185823,900	71,184	0,000
	Gruplar içi	54436128919,000	27	2016152922,926		
	Toplam	341470500566,800	29			
Enine reçine kanal sayısı	Gruplar arası	746,667	2	373,333	0,320	0,729
	Gruplar içi	31520,000	27	1167,407		
	Toplam	32266,667	29			
Teğet yönde reçine kanalı çapları ( $\mu\text{m}$ )	Gruplar arası	107,083	2	53,541	0,977	0,389
	Gruplar içi	1480,167	27	54,821		
	Toplam	1587,250	29			

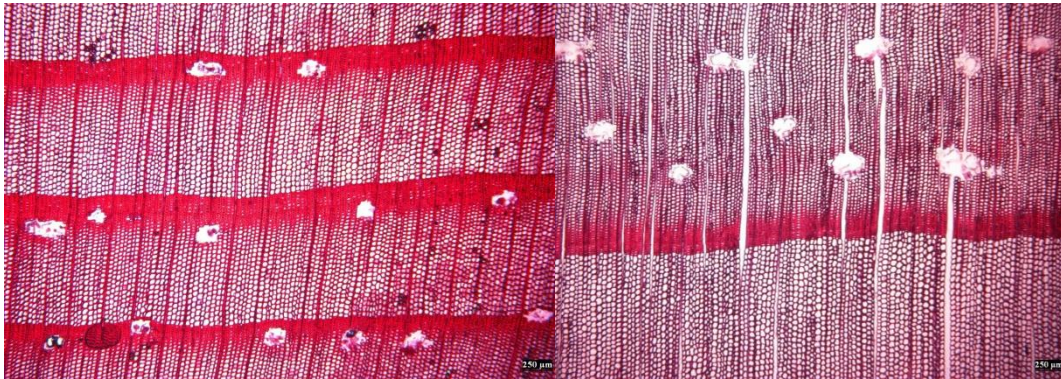
Sahil çamı odununda reçine üretimi yapılmış Şekil 29'da enine kesitte 100  $\mu\text{m}$ 'de boyuna reçine kanallarının görünümü ve Şekil 30'da teğet kesitte 100  $\mu\text{m}$ 'de enine reçine kanallarının görünümü gösterilmektedir. Ayrıca Şekil 31'de kızılçam ve sahil çamının enine kesitte boyuna reçine kanal sayılarına bakacak olursak sahil çamında bir yıllık halka içerisinde reçine kanallarının sayıları daha fazladır. Tablo 70 ve Tablo 72'deki tablolara baktığımızda da sahil çamının reçine kanal sayısı daha fazla çıkmıştır.



Şekil 29. Sahilçamı odununun enine kesitte 100 µm ölçekte reçine kanalları görünümü (Foto: K.Altıntaş, 2017).



Şekil 30. Sahilçamı odununun teğet kesitte 100 µm ölçekte reçine kanalları görünümü (Foto: K.Altıntaş, 2017).



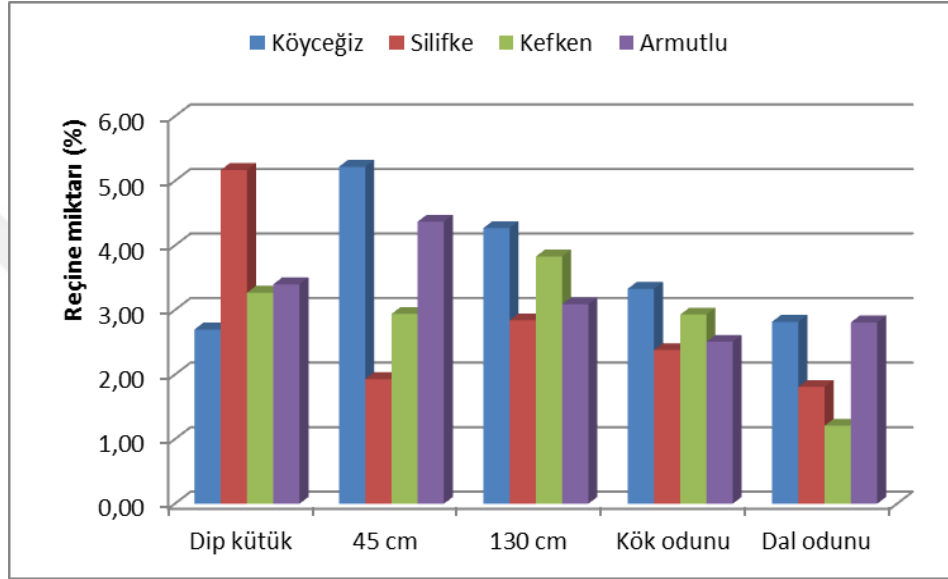
A)Kızılcām

B) Sahilçamı

Şekil 31. Kızılcām ve sahil çamı odunlarının enine kesitte reçine kanalı sayılarının görünümü (Foto: K.Altıntaş, 2017).

#### 4.TARTIŞMA

Kızılçam ve sahil çamının reçine üretimi yapılmış ve üretim yapılmamış ağaçlarda öz ve diri odun olarak bölgesel bazda ayrı ayrı grafiksel karşılaştırma yapılmıştır. Aynı zamanda boyuna reçine kanalları da grafiksel boyutta incelenmiştir.



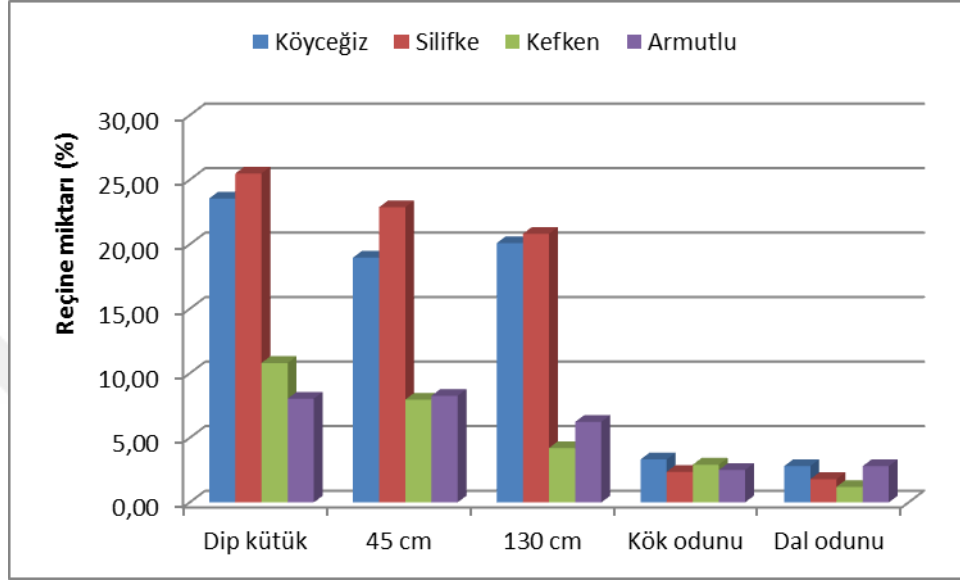
Kızılçam: Silifke, Köyceğiz; Sahil çamı: Kefken, Armutlu

Şekil 32. Reçine üretimi yapılmış ağaçların diri odunlarında reçine miktarı

Bütün bölgelere ayrı ayrı incelendiğinde ağacın dip kütük kısmında en yüksek reçine miktarı Silifke bölgesi kızılçam odununda bulunmakta, 45 cm, 130 cm, kök odunu ve dal odunu kısmında Köyceğiz bölgesi Kızılçam odununda bulunmaktadır. İbrelî ağaç türlerinden kızılçam ve karaçam yoğun reçine içeriği olan türlerdir (Önal, 1995). Bizim çalışmamızda elde edilen sonuca göre kızılçamda reçine üretiminden sonra daha fazla çıralanma olmuş dolayısıyla odundaki reçine miktarı artmış ve sahilçam odunundan daha fazla çıkmıştır.

Kızılçam ağacında reçine üretiminin çıralanma fazla olduğundan dolayı ağaç ağırlığı yani ağacın yoğunluğunu artırdığını (Göker, 1998) yılında yaptığı çalışma ile ortaya koymuştur. Çalışmasında reçine üretimi yapılmamış ağaçta yoğunluk  $0,626 \text{ g/cm}^3$  iken, reçine üretimi yapılmış ağaçta ise yoğunluk  $0,849 \text{ g/cm}^3$  e çıkmıştır. Yoğunluk artışının sebebi üretimden sonra reçine miktarının daha fazla salgılanmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ursavaş (2002) yılında yaptığı yüksek lisans tezinde reçine üretimi

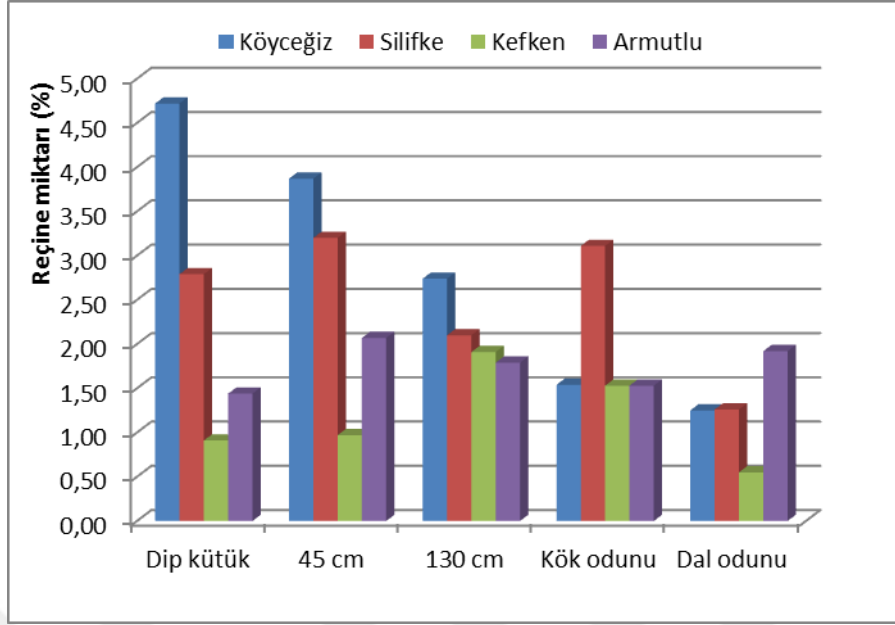
sırasında kullanılan hızlandırıcı maddelerin çıralanmayı arttırdığını söylemiştir ve bunun sonucunda odunun özgül ağırlığının arttığını bu da odunun işlenebilirliğini zorlaştırdığını ifade etmektedir.



Kızılcım: Silifke, Köyceğiz; Sahil çamı: Kefken, Armutlu

Şekil 33. Reçine üretimi yapılmış ağaçların öz odunlarında reçine miktarı

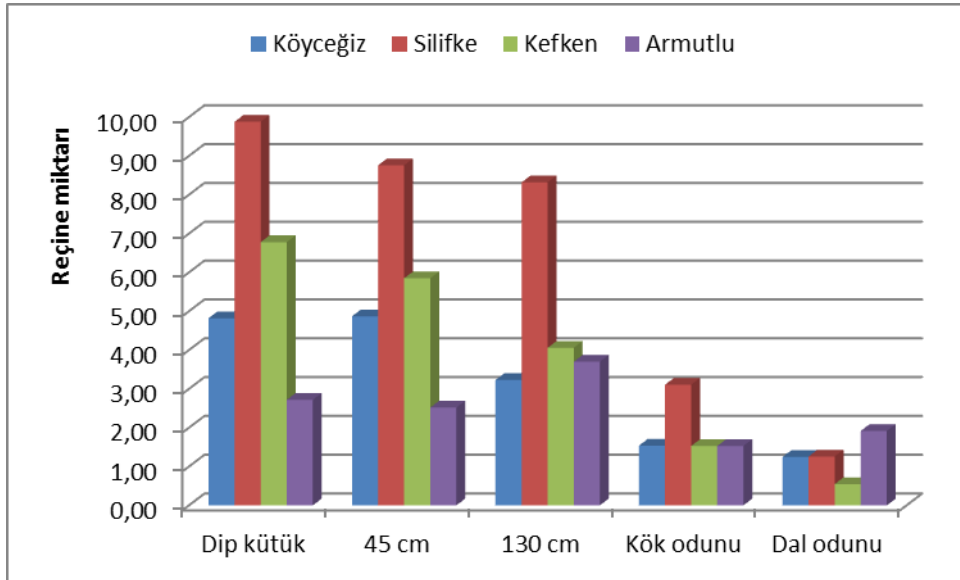
Reçine üretimi yapılmış ağaçların öz odunlarında reçine miktarı dip kütük, 45 ve 130 cm kısımlarında Silifke ve Köyceğiz bölgelerinde kızılçam odununda belirgin şekilde fazla çıkmıştır. Berkel ve Huş (1951)'de yaptıkları çalışmada çam ağaçların öz odunlarında farklı yüksekliklerden (0,5 m, 5 m, 10 m) aldıkları örneklerde aşağıdan yukarıya doğru reçine miktarını azaldığını bulmuşlardır. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada da reçine üretimi yapılmış ağaçların öz odunlarında Köyceğiz bölgesi hariç diğer bölgelerde aşağıdan yukarıya doğru (dip kütük, 45, 130 cm) reçine miktarı azaldığı belirlenmiştir. Bunun sebebi ise topraktaki organik maddeler daha fazla olacağından toprağa yakın kısımlarda reçine miktarı daha fazladır ayrıca toprağa yakın kısımlarda odun zararlıları daha fazla olacağından buralarda savunma olarak daha fazla reçine miktarı oluştuğu düşünülmektedir.



Kızılcım: Silifke, Köyceğiz; Sahil çamı: Kefken, Armutlu

Şekil 34. Reçine üretimi yapılmamış ağaçların diri odunlarında reçine miktarı

Reçine üretimi yapılmamış ağaçların diri odunlarında reçine miktarı Silifke ve Köyceğiz bölgelerinde Kızılcım odununda fazladır.



Kızılcım: Silifke, Köyceğiz; Sahil çamı: Kefken, Armutlu

Şekil 35. Reçine üretimi yapılmamış ağaçların öz odunlarında reçine miktarı

Reçine üretimi yapılmamış ağaçların öz odunlarında reçine miktarı Silifke bölgesi Kızılcım odununda fazla miktardadır.

Ağaçtaki reçine dağılımını Önal ve Ferah (1985) yılında yaptıkları çalışmada aşağıdaki gibi bahsetmiştir.

1.Gövdenin güneye bakan tarafı, daima kuzeye bakan tarafından reçinece daha zengindir.

2.Reçine miktarı, ağacın yaşıyla orantılı olarak artar.

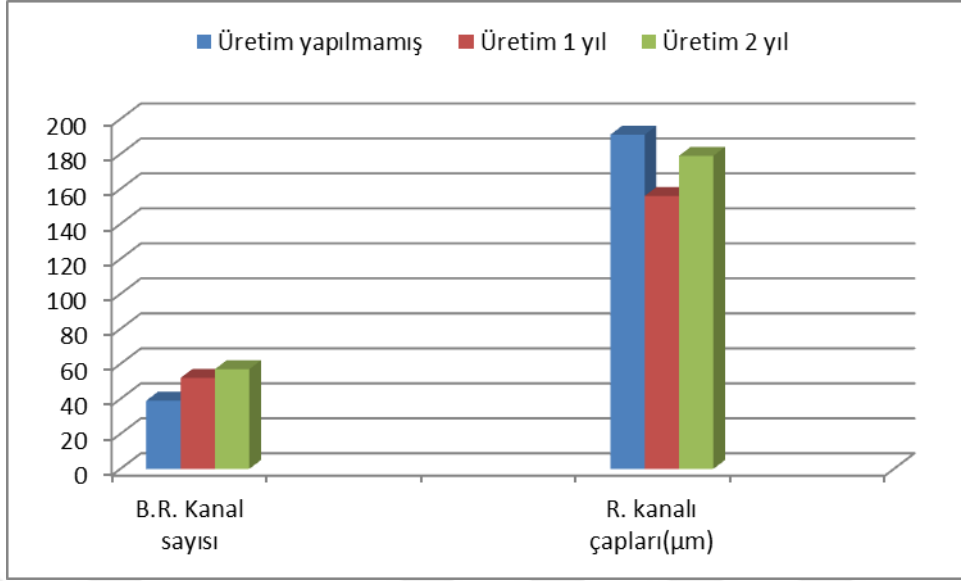
3.Sıcak yetiştirme muhitlerindeki (güney yamaçlar, kenar ağaçlar, kuru kumlu ve kireçli topraklar) ağaçlarda daha fazla reçine bulunur.

4. Dal ve kök odununda üst kısım alt kısımdan reçinece daha zengindir.

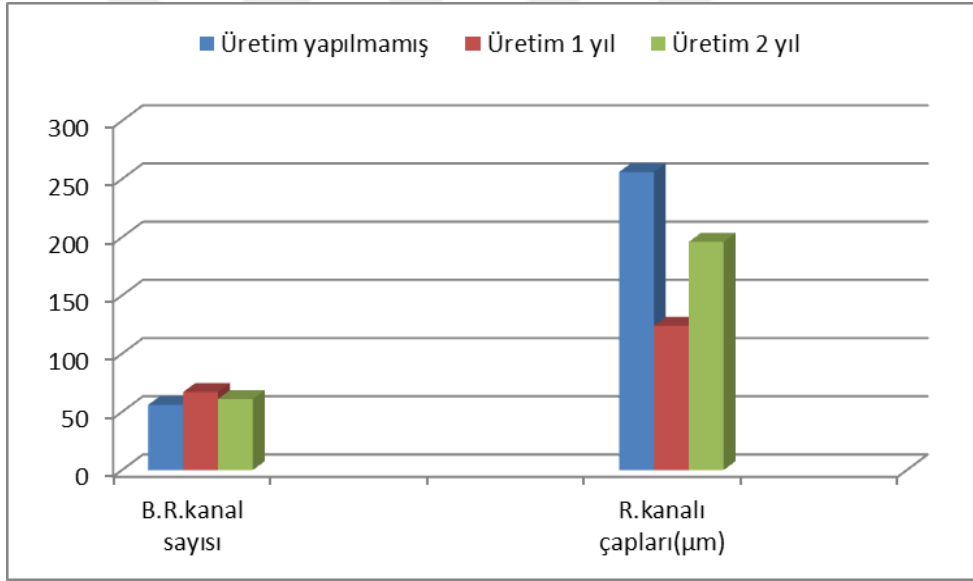
Önal ve Ferah (1985) yılında yaptıkları çalışmada toprakta bekleme sürelerine göre dip kütük ve köklerinden ekstraksiyon yöntemiyle reçine miktarına bakmışlar ve toprakta bekleme süresi ilerledikçe reçine miktarı fazla çıkmıştır. Bir iki yıl toprakta beklemiş kök odunlarında reçine miktarı %1-3 civarında çıkmıştır. Bizim verilerimizde ise Kızılcım odunlarında reçine miktarı yaklaşık olarak %2'lerde çıkmıştır.

Çalışmalarımıza göre öz odun diri oduna göre çok fazla reçine ihtiva etmektedir. Sonuçlar baz alındığında literatürle uyduğu söylenebilir. Berkel ve Huş (1952) yılında, sarıçam ve fıstık çamı ağaçlarının öz odun ve diri odununa ayrı ayrı ekstraksiyon yöntemiyle reçine miktarına bakmışlar ve diri odunda reçine miktarını sarıçamda %4,19 öz odun %9,17 bularak öz odun diri oduna göre daha fazla reçine bulunduğunu söylemişlerdir. Fıstık çamında ise diri odunda reçine miktarı % 3,47 öz odunda %14,16 olarak bulunmuş yine diri odundan fazla çıkmıştır. Aynı çalışmada kızılcım odununun diri odun reçine aralığı % 1,66-4,33, öz odun ise %11,83-33,14 olarak verilmiştir. Gövde odununda ortalama %7,32 olarak bulmuşlar, bizim çalışmamızda ise % 7,12 olarak bulunmuştur. Kızılcım öz odununda reçine miktarını %18,96 olarak diğer ağaçlardan daha fazla bulmuşlardır. Sonuçlar literatürle karşılaştırıldığı zaman uygunluğu görülmektedir.





Şekil 36. Kızılcam ağacında reçine üretiminden sonra reçine kanallarının değişimi



Şekil 37. Sahil çamı ağacında reçine üretiminden sonra reçine kanallarının değişimi

Kızılcam ve sahil çamında reçine üretiminin boyuna reçine kanallarında ve çaplarında önemli bir etki göstermiştir. Boyuna reçine kanalları üretimden sonra artış göstermiş, çaplar ise tam tersi olarak azalmıştır. Baktığımızda reçine kanal sayıları sahil çamında normalde 50'ler civarından 60'lı sayılara çıkmışken, kızılçamda 30'lu sayılardan 60'lı sayılara çıkmıştır. Yani sahil çamında normalde reçine kanal sayısı fazla olabilir ancak kızılçam da üretimden sonra daha fazla reçine kanalı artışı meydana gelmiştir.

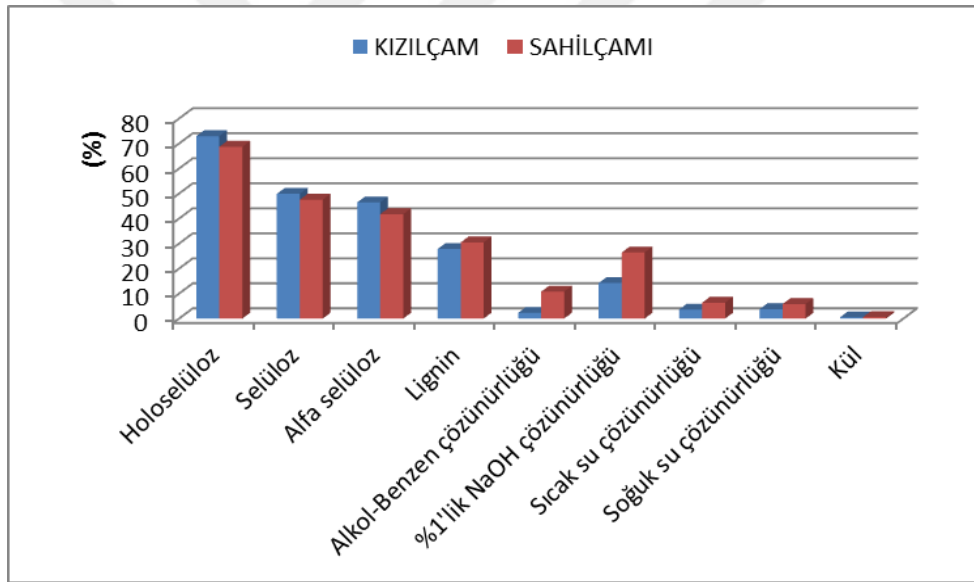
Anatomik incelemelerimizde sahilçamı odununun reçine kanal sayıları kızılçam odununa göre fazla çıkmıştır. Ancak kızılçam odununda daha fazla reçine bulunmaktadır. Çoğu zaman yüksek verimli ağaçların, düşük verimli ağaçlardan daha fazla reçine kanalı bulunduğunu düşünebiliriz ancak reçine kanal sayısı ile reçine üretiminde verimin pek ilgisi yoktur (Wilson, vd., 1975). Hobert, reçine üretimi yapılmış çamda boyuna reçine kanallarının sayısının arttığını bulmuştur (Oikari, vd., 1984). Çalışmalarımızda kızılçam odununun boyuna reçine kanal sayısı 38'den 56'ya, sahilçamı odununda da 56'dan 67'ye kadar artış görülmüştür. Yine Selik (1965) yılında yaptığı çalışmada kızılçam, fıstık çamı, karaçam ve sarıçam ağaçlarının 1 cm<sup>2</sup>'deki reçine kanal sayılarına ve kanal genişliklerine bakmış ve verilen ağaçların genişliklerini sırasıyla 100, 126, 124 ve 93.3 µ olarak bulmuştur ve reçine kanal sayılarını ise sırasıyla 50,33 ve 59 olarak bulmuştur. Bunun yanında Berkel ve Huş (1951-1952) yıllarında aynı ağaçların öz ve diri ve gövde odununda reçine miktarlarına bakmışlar ve yine sırasıyla diri odun % 2.74, %3.47, % 3.21 ve %4.19, öz odun %18.96, %14.16, %10.25 ve %9.17, gövde odununda ise %7.32, %7.75, %4.68 ve %6.81 olarak bulmuşlardır (Selik, 1965; Berkel ve Huş, 1951-1952). Sonuçlara baktığımızda öz odunda en fazla reçine miktarı kızılçam odununda çıkmıştır ancak reçine kanal sayılarına ve genişliklerine bakıldığında kızılçam odununda diğerlerinden azdır. Bu da demek oluyor ki reçine kanal sayısının reçine miktarıyla bir ilgisi yoktur. Bizim verilerimize baktığımızda da bu şekilde bir ilişki görülmektedir. Sahil çamında reçine kanal sayısı daha fazla ancak kızılçamda reçine miktarı daha fazla çıkmıştır.

Eksenel kanal sıklığı, birbirini takip eden yıllarda (2011-2013) hem de kontrol ağaçlarında artış göstermiştir. Bununla birlikte, bu artışlar darbeleri ağaçlarda, tüm yıllardaki kontrollerden çok daha yüksekti. Çoğu reçine kanalının yaz odununda büyüme halkasının sonuna yakın olması nedeniyle o yıl daha sık fakat daha küçük reçine kanalları ve reçine kanal farklılaşmasında bir gecikme olduğu gözlemlendi. Reçine kanallarının 2012 yılında 2011 yılına kıyasla yüksek oranda artması ve daha erken farklılaşması, sistemik uyarılmış direnç (SIR) sürecinin bir sonucu olarak açıklanabilir. SIR, reçine birikimi ve yaradan sonra yeni reçine kanal farklılaşmasını içerir (Garcia, vd., 2014).

Ferreira ve Filho (2012) yılında çam ağaçlarında reçine üretiminin ve reçine kanallarının anatomik görünüşü isimli çalışmasında çam ağaçlarında boyuna reçine kanallarının ortalama çapı (52.62 ile 278.13 µm) arasında olduğunu söylemektedir, bu da bizim bulmuş olduğumuz çaplarla uyumaktadır (Ferreira and Filho, 2012). Pinaceae ksilem anatomisi ile ilgili daha önceki çalışmalar, yüksek sıcaklıklar, kuraklık ve soğuk

kışlar gibi sert çevre koşullarının yüksek frekanslar ve daha büyük reçine kanalları ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Garcia vd., 2015).

Hodges (1998), dünyada reçine üretiminin onbir çam türünde yapıldığını, uygulanan yöntemle göre odun kalitesi ve ağaç servet artımı üzerinde kayıpların meydana gelebileceğinden bahsetmektedir. Batur ve arkadaşları 2008’de asit pasta metodu ile reçine üretiminin hacim artımı ve ürün çeşitleri dağılımına etkisini ölçmek için çalışma yapmışlar sonuç olarak; reçine üretimi yapılan bir ağaçta tomrukta % 11 sanayi odununda % 3 oranında kayıp oluşurken, kağıtlık odunda % 14’lük bir artış belirlenmiştir. Fiyatı pahalı olan tomruk ve sanayi odununun bir kısmı kağıtlık oduna dönüşmektedir. Ürün çeşitleri kendi içinde oran olarak tomrukta % 23, sanayi odununda % 9 azalmakta, kağıtlık odunda ise % 93 artmaktadır .



Şekil 38. Kızılçam ve Sahil çamının hücre çeperi bileşenleri

Yapılan çalışmada holoselüloz, selüloz,  $\alpha$ -selüloz kızılçam odununda sahil çamı odununa göre daha fazladır. Lignin, alkol-benzen, %1 NaOH, sıcak su ve soğuk su çözünürlüğü, kül içeriği Sahilçamı odununda fazla çıkmıştır. Sonuçlar literatürlere bakıldığında büyük oranda uyusmaktadır. Ancak küçük farklılıkların çalışma koşullarından, malzeme kullanımlarından ve ölçüm değişimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

*Pinus brutia* Ten. ağacından Üner ve arkadaşlarının (2011) yılında yaptığı analizde ortalama lignin içeriği %  $29.19 \pm 3.16$  arasında bulmuşlardır.

Biermann (1996) yılında Kuzey Amerika'da iğne yapraklı ağaçların kimyasal bileşimlerini belirlemiştir. Selüloz %45-50, lignin %25-35, alkol ekstraksiyonu %3-8, kül %0,2-0,5 değerlerini bulmuştur.

Baharoğlu ve arkadaşlarının (2013) yılında odunun anatomik ve kimyasal özelliklerinin yonga levha kalitesine etkisini araştırarak, kızılçamın kimyasal özelliklerini; soğuk su çözünürlüğünü 3.59 sıcak su çözünürlüğünü %5.6 2, alkol-benzen çözünürlüğünü 5.18, %1'lik NaOH çözünürlüğünü 16.05, holoselüloz 71.68, selüloz 52.64, lignin 25.98, alfa selüloz 45.68 olarak bulmuşlardır.

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisinde yayınlanan hızlı gelişen bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin lif ve kağıt teknolojisi yönünden incelenmesi isimli çalışmada Tank ve arkadaşları (1990) yılında kızılçamın kimyasal özelliklerini, kül %0.47, lignin %27.47, holoselüloz %65.46,  $\alpha$ -selüloz %42.55, alkol-benzen %7.92, %1'lik NaOH çözünürlüğünü %11,70 ve sahilçamın kimyasal analizlerini, kül %0.46, lignin %28.30, holoselüloz %72.02,  $\alpha$ -selüloz %42.28, alkol-benzen %9.50, %1'lik NaOH çözünürlüğünü %10.31 olarak bulmuşlardır.

Tanrıverdi (2004) yılında yaptığı karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunundaki polisakkarit karakterizasyonu ve miktarı ile lignin miktarı üzerine kromatografik ve spektrofotometrik araştırmalar adlı tez çalışmasında kızılçam alkol-benzen çözünürlüğünü %3.23, lignin miktarını %28.84 olarak bulmuştur.

Ferhi ve arkadaşları (2014) yılında Tunus'ta doğal olarak yetişen dört türün kimyasal karakterizasyonu ve kağıtçılıkla ilgili uygulamalar için uygunluğunu araştırma adlı çalışmasında kızılçamda soğuk su çözünürlüğünü %2.2, sıcak su çözünürlüğünü %2.8, %1'lik NaOH çözünürlüğünü %16.1, kül miktarı %0.4, lignin %26.1, holoselüloz %75.5, selüloz %47 ve sahilçamında sıcak su çözünürlüğünü %1.99, %1'lik NaOH çözünürlüğünü %7.98, kül miktarı %0.54, lignin %26.22, holoselüloz %69.59, selüloz %55.92 olarak vermiştir.

Dönmez ve arkadaşları (2012) yılında Türkiye'de doğal olarak yetişen on dört farklı kozalaklı türlerin kimyasal bileşimlerini çalışmışlar ve kızılçamın sıcak su çözünürlüğü %6.91, soğuk su çözünürlüğü %3.28, %1'lik NaOH çözünürlüğü %19.2, holoselüloz %57.23, alfa selüloz %29.25, lignin %35.62 olarak bulmuşlardır.

Hafizoğlu ve Usta (2004) yılında yaptığı çalışmada kızılçamın diri ve öz odun olarak ayırarak kimyasal bileşenlerine bakmışlar. Soğuk su çözünürlüğü diri odunda %2.4, öz odunda %3.1, sıcak su çözünürlüğü diri odunda %5.1, öz odunda %6.5, alkol-benzen

Çözünürlüğü diri odunda %5.7, öz odunda %7.6, %1 NaOH özünürlüğü diri odunda %9.1, öz odunda %10.2, selüloz diri odunda %57.9, öz odunda %52.6,  $\alpha$ - selüloz diri odunda %50.2, öz odunda %45.2, lignin diri odunda %29, öz odunda %28, kül diri odunda %0.3, öz odunda %0.5 olarak bulmuşlardır.

Sarıusta (2007) yılında yaptığı tez çalışmasında kızılçam holoselüloz %72.57,  $\alpha$ -selüloz %46.51, lignin %27.33, sıcak su çözünürlüğü %3.28, soğuk su özünürlüğü %2.57, %1 NaOH özünürlüğü %12.62, kül tayini %0.35 olarak bulmuştur.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ağaç türü bakımından kızılçam odununda reçine üretiminden sonra sahil çamına göre daha fazla reçine miktarı artışı olmuştur. Balonda kalan reçine miktarı ile krozede çözünen reçine miktarına baktığımızda aralarında kayda değer bir fark olmamıştır. Reçine üretimi yapılmış ve reçine üretimi yapılmamış ağaçlar arasında savunma mekanizması olarak reçine üretiminden sonra odunda daha fazla reçineleşme gerçekleşmiştir. Kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış ağaç odununda %3.96 iken, reçine üretimi yapılmış ağaç odununda %10.27'dir. Sahil çamında ise reçine üretimi yapılmamış odunda %3.14, reçine üretimi yapılmış odunda %5.03 olarak bulunmuştur. Değerlere baktığımızda reçine üretimi yapılmamış ağaç odununda kızılçam ve sahil çamında fark yok iken üretim yapılmış odunda kızılçamda müthiş bir artış olmuştur.

Ağacın öz kısmında diri oduna göre daha fazla reçine miktarı bulunmuştur. Reçine üretimi yapılmış Kızılçam odununun öz ve diri odununda sırasıyla %21.97, %3.69 ve üretim yapılmamış odunda ise %6.14, %3.23 olarak bulunmuştur. Diri odunda üretimden sonra çok fazla değişiklik olmamış. Reçine üretimi yapılmış Sahil çamı odununun öz ve diri odununda ise sırasıyla %7.59, %3.58 iken üretim yapılmamış odunda %4.27, %1.52. görüldüğü gibi sahil çamında Kızılçam kadar fazla yükseliş olmamıştır.

Kızılçam odununda dip kütük, 45 cm, 130 cm'lik kısımlarında Sahilçamı odunundan önemli oranda fazla çıkmıştır. Bölgesel olarak baktığımızda Silifke bölgesi Köyceğiz bölgesinden, Kefken bölgesinde Armutlu bölgesinde beş farklı kısımlarda da daha fazla reçine ihtiva etmektedir. Yine bölgesel olarak öz ve diri odun olarak baktığımızda da öz odunlarda daha fazla reçine miktarı bulunmuştur.

Kimyasal çalışmamızda kızılçam ve sahil çamında sırasıyla lignin miktarı %27.86 ve %30.46, holoselüloz %72.95 ve %68.69, selüloz %49.88 ve %47.5  $\alpha$ -selüloz %46.47 ve %41.77, alkol benzen %2.32 ve %10.87, %1 NaOH çözünürlüğü %14.20 ve %26.42 sıcak su çözünürlüğü %3.626 ve %6.36, soğuk su çözünürlüğü %3.78 ve %5.83, kül içeriği %0.533 ve %0.606 olarak bulunmuş. Verilere göre Kızılçam'ın holoselüloz içeriği,  $\alpha$  selüloz içeriği ve selüloz içeriği, sahil çamın ise lignin, ekstraktif ve kül miktarı ve %1'lik NaOH, sıcak ve soğuk su çözünürlüğü daha fazla çıkmıştır.

Anatomik incelemelere bakıldığında kızılçam odununda reçine üretimi yapılmamış, reçine üretimi yapılmış 1. yıl ve 2. yıl sonundaki ağaç odunundaki reçine kanallarına

bakıldığında boyuna reçine kanal sayıları artmıştır. Boyuna reçine kanal çapları azalmıştır. Alanları ise 1. yıl azalmış, 2. yıl artmıştır. Enine reçine kanal sayılarında ise azalma meydana gelmiştir. Çaplarında da çok fazla bir değişim olmamıştır.

Sahil çamı odununda ise reçine üretimi yapılmamış, reçine üretimi yapılmış 1. yıl ve 2. yıl sonundaki ağaç odunundaki reçine kanallarına bakıldığında boyuna reçine kanal sayıları artmıştır. Boyuna reçine kanal çapları azalmıştır. Alanları ise azalmıştır. Enine reçine kanal sayıları ilk yıl artmış sonraki yıl azalmıştır. Çaplarında ise çok az bir artış olmuştur. Kızılçam ve sahil çamı olarak ele aldığımızda sahil çamı odununda kızılçam odunundan daha fazla sayıda reçine kanalları bulunmuştur ve çapları daha fazladır. Buna karşın sahil çamında enine reçine kanalları kızılçamda daha az sayıdadır ve çapları da daha azdır. 1. yıl üretimden sonra sahil çamı boyuna ve enine reçine kanal sayıları kızılçama göre çok fazla artmıştır. İki yıl üretim sonunda ilk yıla göre çok fazla artış olmamıştır. Ayrıca örneklerde patolojik reçine kanallarına da rastlanmamıştır.

Reçine üretimi yapılmış odunda ağacın savunma mekanizması olarak reçine miktarı artmaktadır bu yüzden reçine üretimi yapılmış odun daha çok ekstraksiyon reçinesi üretiminde kullanılabilir. Fazla miktarda reçine bulundurmasından dolayı sanayi odunu olarak çok fazla tercih edilmemektedir.

Kızılçam odunu sahilçamı odununa göre üretimden çok daha fazla etkilenmiştir. Bunun sebebi hakkında yeterli olarak literatür bulunmamaktadır. Bu sebepten ileriki çalışmalarda reçine üretiminin odunun kimyasal ve mekanik etkilerine bakılabilir. Ayrıca reçine üretimi sırasında her iki ağaç türünün reçine salınımını arttırmak için uygulanan asit pastaya duyarlılığı araştırılmalıdır.

Çok fazla reçineli odun lif levha gibi endüstri sanayisinde reçineden dolayı hem odun gözenekleri çok fazla tıkararak geçirgenliği azaltacak bundan dolayı çok fazla madde kullanımına sebep olacaktır. Ayrıca yapışkan yapısından dolayı işletim sürecinde sıkıntılara sebep olacaktır. Bu yüzde reçineli odunlar daha uygun olan endüstri sahalarında kullanılabilir.

Sadece reçine üretimi yapılması için ormanlar kurulmalı buranın dikiminden üretiminden ve sonrasında kesim ve endüstriyel boyutta kullanılmasına kadar bütün aşamalar planlanarak uygun maliyetle ve uygun kullanımları sağlamak için sürekli düzenli bir işlem gerçekleştirilmelidir.

Reçineli odunlar malzeme yüzeyine reçine salgılayacağından yağlı boya ve vernikleri bozmaktadır. Gıda maddeleri ambalajlarında kokuya sebep olacağından sakıncalıdır.

Odunun direnç özelliklerindeki olumsuz etkilemektedir. Odunun emprenye kabiliyetini azaltmaktadır, fazla reçineden dolayı odun içerisinde emprenye maddesi giremez. Bu yüzden fazla reçineye sahip odunlarda endüstri sahasında tercih edilmemelidir.

Reçine üretiminde öz odun kısmında reçine kanalları tıkalı olmasından dolayı diri odun kısmı önemlidir. Bu yüzden ağaçtaki öz odun ve diri odun katılım oranlarına da bakılabilir. Bu reçine verimi açısından da önem arz eder.

Odun içerisindeki reçine miktarı ağaç yaşına göre değiştiği için reçine miktarına bakarken ağaçların yaşları da göz önünde bulundurulmalıdır. Ekstraksiyon işleminden sonra elde edilen ekstrakt izole edilerek içerisindeki kimyasal bileşenlere bakılarak, üretilen reçine içerisindeki kimyasal bileşenlerle kıyaslanabilir.





## 6. KAYNAKLAR

- Adams T.B., Gavin C.L., McGowen M.M., Waddell W.J., Cohen S.M., Feron V.J., Marnett L.J., Munro I.C., Portoghese P.S., Rietjens I.M. ve Smith R.L., 2011. The Fema Gras Assessment of Aliphatic and Aromatic Terpene Hydrocarbons Used As Flavor Ingredients. Food Chem Toxicol 49, 10, 2471–2494.
- Akıncı, M. Y., 1963. Kızılçam Ormanlarının Doğu Karadeniz Mıntıkasındaki Dağılışı ve Yayılışı. Orman Mühendisleri Dergisi, 5.
- Alemdağ, Ş. 1962. Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılatı ve Amenajman Esasları. Or. Araş. Enst. Tek. Bül. No: 160.
- Alia, R., 1996. Regiones de Procedencia Pinus pinaster Aiton (Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autonomo Parques Nacionales, Madrid).
- Alvarez, A., 1982. Programa Para el Mejoramiento de la Producción de Resina en Cuba. Perspectivas Inmediatas. Revista Forestal Baracon, 12, 29-37.
- Anonim, 1995. Gıda ve Tarım Örgütü, FAO, 111.
- Anonim, 2016. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlama ile Üretim ve Satış Esasları, OGM, Ankara.
- Anonim, 2017. Odun Dışı Orman Ürünleri, Reçine Eylem Planı OGM, Ankara.
- Anonim, 2017. TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- As, N., 1992. Pinus Pinaster Ait. Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Assarsson, A. ve Akerlund, G., 1966. Studies on Wood Resin, Especially the Change in Chemical Composition During Seasoning of The Wood Part 4. The Composition of the Petroleum Ether Soluble Nonvolatile Extractives from Fresh Spuce, Pine, Birch and Aspen Wood, Svensk Papperstidn. 69, 517–525.
- Atalay, İ., 1983. Türkiye Vegetasyon Coğrafyasına Giriş, Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Yayın No: 19, İzmir.
- Baharoğlu, M., Nemli, G., Sarı, B., Birtürk, T. ve Bardak, S., 2013. Effects of Anatomical and Chemical Properties of Wood on the Quality of Particleboard, Composites, Part B, 52, 282–285.
- Batur, M., Kiracıoğlu, Ö. ve Akkaya, M., 2008. Asit Pasta Metodu ile Reçine Üretiminin Hacim Artımı ve Ürün Çeşitleri Dağılımına Etkisi, Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten.37, İzmir.

- Berkel, A. 1957. Kızılçamda (*Pinus brutia*) Teknolojik Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi, Orm. Fak. Dergisi, 7, A, 1.
- Berkel, A., Huş, S., 1951. Türkiye Çam Türlerinden Kızılçam (*Pinus brutia*) ve Karaçam (*Pinus nigra* Var.), Gövde Odunu İçerisindeki Ham Terbentini Miktarları ve Yayılışı Hakkında Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A, 1, 2, 3-18.
- Berkel, A., Huş, S., 1952. Türkiye Çam Türlerinden Sarıçam (*Pinus silvestris*) ve Fıstık Çamı (*Pinus pinea*) Gövde Odunu İçerisindeki Ham Terbentini Miktarları ve Yayılışı Hakkında Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A, 1, 2, 3-18.
- Bhatia, S. P., Letizia, C. S. ve Api, A. M., 2008. Fragrance Material Review on Borneol, Food Chem Toxicol 46, 11, 77–80.
- Biermann, C. J., 1996. Handbook Of Pulping and Papermaking, B, 2, Academic Press.
- Bohlmann, J. and Keeling, C. I., 2008. Terpenoid Biomaterials. Plant J, 54, 4, 656–669.
- Bozkurt, Y., 1971. Önemli Bazı Ağaç Türleri Odunlarının Tanımı Teknolojik özellikleri ve Kullanış Yerleri, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yay. No: 177.
- Bozkurt, Y., 1982. Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No:296.
- Brockerhoff, E., Jactel, H. Parrotta, J. Quine, C. ve Sayer, J., 2008. Plantation Forests and Biodiversity, Biodiversity and Conservation, 17, 925.
- Browning, B. L., 1967. Methods of Wood Chemistry, 1, Interscience Publishers, New York, London, Sdney.
- Cesar, J., Lima, D. ve Felt A.G., 2013. Pine Oleoresin Tapping, Green Chemical, Bio-Fuel, Food Production from Multipurpose Trees.
- Conyne, R. F. ve Yehle, E. A., 1955. Plasticization of Polyvinyl Chloride with Alkyl Esters of Pinic Acid, Ind Eng Chem, 47, 4, 853–855.
- Coppen, J.J.W. ve Hone, G.A., 1995. Gum Naval Stores: Turpentin and Rosin from Pine Resin, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Correia, A. V. Oliveira, A. C. ve Fabião, A., 2007. Pinhais Eucaliptais: Floresta Cultivada, J. S. Silva, ed. (Edições Público, Lisboa, 2007), 4 of Árvores Florestas Portugal, 17–34.
- Cristine, K., Rodrigues-Corre, S., Cesar, J. L. ve Fett-Neto, A.G., 2013. Oleoresins from Pine: Production and Industrial Uses.
- Çepel, N. 1971. Antalya Orman Başmüdürlüğü Bölgesinde Yapılan Ağaçlandırmalarda Karşılaşılan Bazı Ekolojik Problemler Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yay. No: 56.

- Çepel, N. ve Tekerek, Ö., 1980. Antalya Orman Bölge Başmüdürlüğü Yöresinde Bazı Saf Kızılcım Meşcerelerinin Ölü Örtü Miktarı Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fköltesi Dergisi, 1.
- Çölaşan, Ü.E., 1960. Türkiye iklimi. T.C. Ziraat Bankası Matbaası, Ankara.
- Davis, P. H., 1965. Flora of Turkey and East Aegean Isiland, I, 74-75. Unlv. of Edlnburgh Press, Edlnburgh.
- Deniz, İ., 2017. Odun Dışı Orman Ürünleri Endüstrisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Faköltesi, Trabzon.
- Deniz, İ., 2017. Odun Kimyası Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Faköltesi, Trabzon.
- Dönmez, İ. E., Hafizoğlu, H., Kılıç, A., Tümen, İ. ve Sivrikaya, H., 2012. Chemical Composition of Fourteen Different Coniferous Species Cones Growing Naturally İn Turkey, Wood Research 57, 2, 339-344.
- Eckenwalder, J. E., 2009. Conifers Of The World: The Complete Reference, Timber Press.
- Esteves, M. A., Narender, N., Marcelo-Curto, M.J., ve Gigante, B., 2001. Synthetic Derivatives of Abietic Acid with Radical Scavenging Activity. J Nat Prod, 64, 6, 761–766.
- Farjon, A. ve Filer, D., 2013. An Atlas of the World's Conifers: an Analysis of Their Distribution, Biogeography, Diversity and Conservation Status.
- Fengel, D. ve Wegener, D., 1989. Wood-Chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter, 182-222, Berlin, New york.
- Ferhi, F., Das, S., Elaloui, E., Moussaoui, Y. ve Yanez, J. G., 2014. Chemical Characterisation and Suitability for Papermakingapplications Studied on Four Species Naturally Growing in Tunisia, Industrial Crops and Products, 61, 180–185.
- Ferreira, A. T. B. ve Filho, M. T., 2012. Anatomical Aspects of Resin Canals and Oleoresin Production in Pine Trees, Chemistry and Applications, 9-24 ISBN: 978-81-308-0493-4, Brazil.
- Garcíaa, A. R., Martína, J. A., Lópezza, R., Mutke, S., Pinillosd, F. ve Gila L., 2014. Influence of Climate Variables on Resin Yield and Secretory Structuresin Tapped *Pinus pinaster* Ait. in Central Spain, Agricultural and Forest Meteorology 202, 83–93.
- Garcíaa, A. R., Martína, J. A., Lópezza, R., Sanz, A. ve Gil, L., 2015. Effect of Four Tapping Methods on Anatomical Traits and Resin Yield in Maritime Pine (*Pinus pinaster* Ait.), Industrial Crops and Products, 86, 143–154

- Göker, Y., 1998. Kızılçam'da Oyma Delik ve Boru Yöntemi ile Reçine Üretimi, Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 113, İstanbul.
- Göker, Y., As, N. ve Dündar, T., 2001. Hızlı Gelişen Yabancı Orijinli Bazı Çam Türleri İle Oluşturulan Ormanların, Orman Ürünleri Yönünden Değerlendirilmesi, Orman Fakültesi dergisi, B, 51, 1, İstanbul.
- Gökmen, H., 1973. Gymnospermae (Açık tohumlular), OGM., Yayın No: 523, 8.286-291, Ankara.
- Göksel, E., 1981. Kızılçam Lif Morfolojisi ve Odunundan Sülfat Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A, 31, 1.
- Gökşin, A., 2001. Kızılçamın Botanik Özellikleri, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Günsur, Ş., 1962. Toprak Reaksiyonu ve Bunun Bitki Besin Maddeleriyle Olan Münasebeti, Or. Araş. Enst. Derg., 15, 22-33.
- Hafizoğlu, H. ve Usta, M., 2005. Chemical Composition of Coniferous Wood Species Occurring in Turkey, Holz als Roh- und Werkstoff, European Journal of Wood and Wood Products, 63, 83–85.
- Hall, D. E., Zerbe, P., Jancsik, S., Quesada, A. L., Dullat, H., Madilao, L. L. ve Bohlmann, J., 2013. Evolution of Conifer Diterpene Synthases: Diterpene Resin Acid Biosynthesis in Lodgepole Pine and Jack Pine Involves Monofunctional and Bifunctionalditerpene Synthases, Plant Physiol, 161, 2, 600–616.
- Harvey, B. G., Wright, M. E. ve Quintana, R. L., 2010. High-Density Renewable Fuels Based on the Selective Dimerization of Pinenes, Energy Fuels, 24, 1, 267-273.
- Heras, J., Moreire, F., Arianoutsou, M. ve Corona, P., 2012. Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests, Managing Forest Ecosystems, 24, 121–150.
- Higgins, S. I. ve Richardson, D. M., 1998. Plant Ecology, 135, 179.
- Hodges, A. W. ve Williams, G., 1993. Pine Gum in A Bottle, Naval Stores Review, May/June, 2-8.
- Hodges, A., 1998. Türkiye 3. Çam Reçinesi Kimyasal Prosesleri ve İşletmeciliği Uluslararası Sempozyumu Tebliğleri. Çeşme, 1-3.
- Hodges, A. W. ve Johnson J. D., 1997. Borehole Oleoresin Production from Slash Pine, Southern Journal of Applied Forestry, 21, 3, 108-115.

- Hodges, A. W., 1995. Management Strategies for a Borehole Resin Production System in Slash Pine. PhD dissertation. Gainesville: University of Florida.
- Hoffmann, A., 1939. Beitrage Zur Kenntnis der Hartkieter (*P.brutia* Ten.) Zeitschrift für Weltforstwirtschaft, 1-4.
- Huş, S., 1984. Ormanlarımız ve Reçine, Yaşar Holding A.Ş., İzmir.
- Hwang, K. H., Ahn, J. Y., Kim, S., Park, J. H. ve Ha, T. Y., 2011. Abietic Acid has an Anti-obesity Effect in Mice Fed a High-Fat Diet, J Med Food 14, 9, 1052–1056.
- İçli, S., 1998. Çam Reçinesinden Kimyasal Ürünler ve Güneş Işınımları ile Yeni Bir Kimyasal Ürün Eldesi, Türkiye 3. Çam Reçinesi Kimyasal Prosesleri ve İşletmeciliği Uluslararası Sempozyumu, 20-21 Kasım, İzmir, Bildiriler Kitabı, 34-39.
- John, J. W., Clifton, G. C., James, D. J., Robinson, J. M. ve Supriana, N., 1993. Variability in Xylem Resin Composition Amongst Natural Populations of Indonesian *Pinus merkusii*, Phytochemistry, 33, 1, 129-136.
- Kalaycıoğlu, H., 1991. Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Odunlarının Yonga Levha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, KTÜ Orman Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kantarıcı, M. D. 1982. Akdeniz Bölgesinde Doğal Ağaç ve Çalı Türlerinin Yayılışı ile Bölgesel Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki ilişkiler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yay. No: 330.
- Kantarıcı, M. D., 1984. Türkiye'nin Batı Akdeniz Bölümündeki Kızılçam Ağaçlandırmalarında Ekolojik Değerlendirmeler, İ. Ü. Or. Fak. Derg. A, 2, 81-100.
- Karaman, İ. 2008. Prediction of Extractives and Lignin Contents of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. *Var pallasiana*) and Turkish Pine (*Pinus brutia* Ten.) Trees Using Infrared Spectroscopy and Multivariate Calibration, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Üniversitesi, Temmuz, İzmir.
- Kasaplıgil, B. 1952. Türkiye'de Akdeniz İklim Tipinin Hakim Olduğu Bölgelerde Orman Vejetasyonu, Or. Fak. Derg. 2.
- Kayacık, H. 1980. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği. Gymnospermae (Açık tohumlular), I, 235-236, İ.Ü Or. Fak. Yayımlı No; 281, İstanbul.
- Langenheim, J. H., 2003. Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, and Ethnobotany. Timber Press, Portland, OR, ISBN 0-881925-748.
- Lapczynski, A., Bhatia, S. P., Letizia, C. S. ve Api, A. M., 2008. Fragrance Material Review on Geranyl Linalool. Food Chem Toxicol 46, 11, 176–178.

- Le Maitre, D. C., 1998. Ecology ve Biogeography of Pinus, D. M. Richardson, ed. (Cambridge University Press), 407–431.
- Limbu, L. P., 2014. A Feasibility Study on Oleo-resin Based Turpentine Oil Industry in Bhimeshwor Municipality of Dolakha District, International Journal of Scientific Research and Reviews, IJSRR, 3, 2, 244 – 252.
- Martin, D., Tholl, D., Gershenzon, J. ve Bohlmann, J., 2002. Methyl Jasmonate Induces Traumatic Resin Ducts, Terpenoid Resin Biosynthesis, and Terpenoid Accumulation in Developing Xylem of Norway Spruce Stems, Plant Physiol, 129, 3, 1003–1018.
- Martin, D. M., Gershenzon, J. ve Bohlmann, J., 2003. Induction of Volatile Terpene Biosynthesis and Diurnal Emission by Methyl Jasmonate in Foliage of Norway Spruce. Plant Physiol, 132, 3, 1586–1599.
- Mauri, A. Di Leo, M. ve Rigo, D. G., 2016. *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* in Europe: Distribution, Habitat, Usage and Threats.
- Mess, A. Vietzke, J. P., Rapp, C. ve Francke, W., 2011. Qualitative Analysis of Tackifier Resins in Pressure Sensitive Adhesives Using Direct Analysis in Real Time Timeofflight Mass Spectrometry, Anal Chem 83, 19, 7323–7330.
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J. ve Stashenko, E., 2010. Repellent Activity of Essential Oils:Review, BioresourTechnol, 101, 1, 372 378.
- Neyişçi, T., 2001. Kızılcımın Doğal Yayılışı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Oikari, A., Nakari, T. ve Holmbom, B., 1984. Ann.Zool Fenn 21, 45
- Osete-Cortina, L., Domenech-Carbo, M. T., Mateo-Castro, R., Gimeno-Adelantado, J. V. ve Bosch-Reig, F., 2004. Identification of Diterpenes in Canvas Painting Varnishes by Gas Chromatography–Mass Spectrometry with Combined Derivatisation, J Chromatogr A 1024, 1–2, 187–194.
- Önal, S., 1995. Bazı Uyarıcı Maddelerle Kızılcım ve Karaçamlarda Reçine Üretimi. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten No:249, ISBN: 975-7829-33-1, 44-45.
- Önal, S. ve Erten, P., 2001. Kızılcım Odununun Özellikleri, Korunması, Reçine Üretimi ve Kullanım Yerleri, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Önal, S. ve Ferah, O., Kızılcım Dip Kütük ve Köklerinden Ekstraksiyon Yöntemiyle Reçine Üretimi Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, 171.
- Özdemir, T., 1977. Antalya Bölgesi Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Tabii Gençleştirme Olanakları üzerinde Araştırmalar, İ. Ü. Or. Fak. Derg. A, 2

- Palma, A., Pestana, M., ve Azevedo, A., 2012. Pine Resin Sector In Portugal – Weaknesses and Challenges, Forestry Ideas, 18, 1, 43, 10–18.
- Paul, I. M., Beiler, J. S., King, T. S., Clapp, E. R., Vallati, J. ve Berlin, C. M., 2010. Vapor Rub, Petrolatum, and No Treatment for Children with Nocturnal Cough and Cold Symptoms, Pediatrics 126, 6, 1092–1099.
- Peralta, Y. P. P., Ouellet, M., Chan, R., Mukhopadhyay, A., Keasling, J. D. ve Lee, T. S., 2011. Identification and Microbial Production of a Terpene-Based Advanced Biofuel. Nat Commun, 2, 483, 1-8.
- Pereira, J. S., 2002. Pines of Silvicultural Importance, CABI, ed. (CABI, Wallingford, UK.), 316–328.
- Phillips, M. A. ve Croteau, R., 1999. Resin-Based Defenses in Conifers, Trends Plant Sci, 4, 5, 184-190.
- Pinillos, F., Picardo, A. ve Allué-Andrade, M., 2009. La Resina: Herramienta de Conservación de Nuestros Pinares, Junta de Castilla y León, Valladolid, España.
- Poke, F. S., Wright, J. K. ve Raymond, C. A. 2005. Predicting Extractives and Lignin.
- Praciak, A., 2013. The CABI Encyclopedia of Forest Trees (CABI, Oxfordshire, UK).
- Quezell, P., 1977. Forest of the Mediterranean Basin in Mediterranean Forest and Maquis: Ecology, Conservation and Management, MAB Technical, Notes: 2.
- Raimo, A., 2011. Bio-Refining of Forest Resources, V-20. Papermaking Science and Technology, Helsinki.
- Renninger, N. S. ve McPhee, D. J., 2010. Inventors; Amyris Biotechnologies Inc., Assignee. Fuel Compositions Comprising Farnesane and Farnesane Derivatives and Method of Making and Using Same. United States Pat U. S 7846222 B2. Dec 7.
- Rezzi, S., Bighelli, A., Castola, V. ve Casanova, J. 2005. Composition and Chemical Variability of the Oleoresin of *Pinus nigra* subsp. Laricio from Corsica. Ind. Crop. Prod. 21, 71-79.
- Ritson, P. ve Sochacki, S., 2003. Forest Ecology and Management, 175, 103.
- Rodrigues, K. C., Lima, J. C. ve Fett-Neto, A. G., 2012. Pine Oleoresin: Tapping Green Chemicals, Biofuels, Food Protection, and Carbon Sequestration from Multipurpose Trees, Food Energy S.C, 1, 2, 81-93.
- Rodrigues, S. K. C., Apel M. A., Henriques A. T. ve Fett-Neto A. G., 2012. Efficient Oleoresin Biomass Production in Pines Using Low Cost Metal Containing Stimulant Paste, Biomass and Bio Energy, 35, 4442-4448.

- Rodrigues-Correa, K. C., Azevedo, P. C., Sobreiro, L. E., Pelissari, P. ve Fett-Neto, A. G., 2008. Oleoresin Yield of *Pinus Elliottii* Plantations in a Subtropical Climate: Effect of Tree Diameter, Wound Shape and Concentration of Active Adjuvants in Resin Stimulating Paste, Ind Crop Prod, 27, 3, 322-327.
- Rodríguez-García, A., López, R., Martín, J. A., Pinillos, F. ve Gil, L., 2014. Resin Yield in *Pinus Pinaster* is Related to Tree Dendrometry, Stand Density and Tapping-Induced Systemic Changes in Xylem Anatomy, Forest Ecology and Management, 313 47–54.
- Saatçioğlu, F. 1976. Silvikültür 1. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İ.Ü. Or. Fak. Yay. No: 222.
- Sarıusta, S.E., 2007. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılcçam (*Pinus brutia* Ten.) Reaksiyon Odununun Anatomik Yapısı ve Kimyasal Bileşimi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Satıl, F., Selvi, S. ve Polat, R., 2011. Ethnic Uses of Pine Resin Production from *Pinus brutia* by Native People on the Kazdağ Mountain (Mt. Ida) in Western Turkey.
- Selik, M. 1963. Kızılcçam (*P. brutia* Ten.)'m Botanik özellikleri Üzerine Araştırmalar. Or. Gn. Md, Yayın No; 353, İstanbul.
- Serdar, B., 2003. Türkiye'de Doğal Olarak Yetişen Salicaceae Familyası Taksonlarının Ekolojik Odun Anatomisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sevim, M. 1960. Bazı Önemli Orman ve Kültür Ağaçlarının Yetiştirme Muhiti Münasebetleri Hakkında Genel Bilgiler, İ.Ü. Or. Fak. Derg. B, 1.
- Sharma, K. R. ve Lekha, C., 2013. Tapping of *Pinus Roxburghii* (Chir Pine) for Oleoresin in Himachal Pradesh, India. Advances in Forestry Letters (AFL), 2, 3.
- Sjöström, E. ve Alén, R., 1998. Analytical Methods in Wood Chemistry, Pulping, and Papermaking, Springer-Verlag Berlin.
- Sjöström, E., 1971. Gas Chromatographic Determination of Carbohydrates Wood and Pulp. Cellul., Chem.Technol. 5, 2, 139-145.
- Snow, A. G., 1949. Research on the Improvement of Turpentine Practices, Econ Bot, 3, 4, 375–394.
- Sonibare, O. O. ve Olakunle, K., 2008. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Pinus Caribaea* from Nigeria, Afr J Biotechnol, 7, 14, 2462–2464.



- Squillace, A., E., 1965. Combining Superior Growth and Timber Quality with High Gum Yield in Slash Pine, Proc. 8th South Conference on Forest Tree Improvement, 73-76.
- Stenius, P., 2000. Papermaking Science and Technology, Book 3, Forest products Chemistry, Fapet, Helsinki.
- Susaeta, A., Peter, G. F., Hodges, A. W. ve Carter, D. R., 2014. Oleoresin Tapping of Planted Slash Pine (*Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*) Adds Value and Management Flexibility to, Biomass and Bioenergy, 68, 55-61.
- Swift, K. A. D., 2004. Catalytic Transformations of the Major Terpene Feedstocks, Top Catal, 27, 1-4, 143-155.
- Şad, H. C. 1976. Türkiye’de Reçine Üretimi Yapılan Ormanların Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi. No:24, 199.
- Şefik, Y., 1965. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, İ.Ü., Orm. Fak., Or.Gn. Md., Yay. No: 420, 41, 94.
- Tadesse, W., Nanos, N., Aufion, F. J., Alia, R. ve Gil, L., 2001. Evaluation of High Resin Yields of *Pinus pinaster* Ait., Forest Genetics, 8, 4, 271-278.
- Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M. ve Gürboy, B., 1990. Hızlı Gelişen Bazı İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Lif ve Kağıt Teknolojisi Yönünden İncelenmesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A, C, 40, 1.
- Tanrıverdi, H., 2004. Karaçım (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Odunundaki Polisakkarit Karakterizasyonu ve Miktarı ile Lignin Miktarı Üzerine Kromatografik ve Spektrofotometrik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- TAPPI 210 m-58, 1958. Weighing, Sampling and Testing Pulp for Moisture, 4 s.
- TAPPI 212 om-12, 2012. One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp.
- TAPPI 222 om-11, 2011. Acid-Insoluble Lignin in Wood and Pulp.
- TAPPI 257 cm – 02, 2002. Sampling and Preparing Wood for Analysis, TAPPI, Revised.
- TAPPI T 203 cm-09, 1999. Alpha, Beta and Gamma-Cellulose in Pulp.
- TAPPI T 204 om-97, 2007. Solvent Extractives of Wood and Pulp, TAPPI.
- TAPPI T 207 om-99, 1999. Water Solubility of Wood and Pulp.
- TAPPI T 211 om-02, Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard, Combustion at 525°C.

- Trapp, S. ve Croteau, R., 2001. Defensive Resin Biosynthesis in Conifers. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol.*, 52, 689-724.
- Traynor, G. S. ve Derfer, J. M., 1989. Chemistry of Turpentine, Zinkel, F. D., Russell, J., Newyork, Amerika.
- TS 4424, ICS 79.040, 1985. Ekstraksiyon Yöntemiyle Ekstrakt Reçinesi Üretimi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tümen, İ. ve Reunanen, M. A., 2010. Comparative Study on Turpentine Oils of Oleoresins of *Pinus Sylvestris* L. from Three Districts of Denizli, *Rec. Nat. Prod.*, 4, 4, 224-229.
- Upadhyay, M. 2007. Sustainable Resin Tapping Alternatives of Livelihood. Kalpabrikchha. Kathmandu, Nepal.
- Url-1. <http://www.istatistikanaliz.com/t-testi.asp>, Mayıs, 2017.
- Ursavaş, S., 2002. Kızıldaam (*Pinus brutia* Arnold)'da Reçine Üretiminin Odun Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Üner, B., Karaman, İ., Tanrıverdi, H. ve Özdemir, D., 2011. Determination of Lignin and Extractive Content of Turkish Pine (*Pinus brutia* Ten.) Trees Using Near Infrared Spectroscopy and Multivariate Calibration, *Wood Sci Technol*, 45, 121-134.
- Van den Berg, K. J., Boon, J. J., Pastorova, I. ve Spetter, L. F. M. 2000. Mass Spectrometric Methodology for the Analysis of Highly Oxidized Diterpenoid Acids in Old Master Paintings, *Journal of Mass Spectrometry* 35:512-533.
- Van der Werf, I. D., Van der Berg, K. J., Schmitt, S. ve Boon, J. J. 2000. Molecular Characterization of Copaiba Balsam as Used in Painting Techniques and Restoration Procedures, *Studies in Conversation*, 45, 1-18.
- Viñas, R. A., Caudullo, G., Oliveira, S. ve Rigo, D., 2016. *Pinus pinaster* in Europe: Distribution, Habitat, Usage and Threats.
- Wahid, N. González-Martínez, S. C. I. ve El Hadrami, A. B., 2006. *Annals of Forest Science* 63, 83.
- Wallin, K. F., Kolb, T. E., Skov, K. R. ve Wagner, M. R., 2003. Effects of Crown Scorch on Ponderosa Pine Resistance to Bark Beetles in Northern Arizona, *Environ Entomol*, 32, 3, 652-661.
- Westbrook, J. W., Resende, M. F., Munoz, P., Walker, A. R., Wegrzyn, J. L. ve Nelson, C. D., 2013. Association Genetics of Oleoresin Flow in Loblolly Pine: Discovering Genes and Predicting Phenotype for Improved Resistance to Bark Beetles and Bioenergy Potential, *New Phytol*, 199, 1, 89-100.

- William, M. C. 2005. Products of Resin Processing, Forests and Forest Plants, II, 7, Colorado, USA.
- Wilson, D. F., Hrutfiord, B. F., 1975. Pulp Paper Can, 76, 91.
- Yang, G. ve Jaakkola P., 2011. Wood Chemistry and Isolation of Extractives from Wood, Literature Study for BIOTULI Project.
- Yao, S. S., Guo, W. F., Lu, Y. ve Jiang, Y. X., 2005. Flavor Characteristics of Lapsang Souchong and Smoked Lapsang Souchong, a Special Chinese Black Tea with Pine Smoking Process, J Agric Food Chem, 53, 22, 8688–8693.
- Zech, W. ve Çepel, N. 1972. Güney Anadolu'daki Bazı Pinus brutia Meşcerelerinin Gelişimi ile Toprak ve Relief Özellikleri Arasındaki ilişkiler, İ.Ü. Or. Fak. Yay. No: 1753/191.
- Zhanqian, S., 1999. Production and Research on Gum Oleoresin in China. Forest Chemicals Review, May-June, 7-9.
- Zinkel, D. ve Russel, J., 1988. Naval Stores: Production, Chemistry, Utilization. New York: Pulp Chemicals Association.
- Zinkel, F., Duane, Soltes, J. E. ve Russell, J., 1989. Chemistry of Rosin, Zinkel, F.D., Russell, J., Newyork,Amerika.
- Zobel, B. J. ve Buijtenen, J. P., 1989. Wood Variation: Its Causes and Control. Springer-Verlag, Berlin.

## ÖZGEÇMİŞ

1990 tarihinde Kütahya-Gediz ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Gediz’de tamamladı. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümüne kayıt yaptırdı. 2013 yılında lisans eğitimini bitirerek aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Orman Ürünleri Kimyası Anabilim Dalında yüksek lisans yapan Kevser ALTINTAŞ orta derecede İngilizce bilmektedir.

