

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KASTAMONU'DA FARKLI YETİŞME YERLERİNDEN ALINAN
KIZILÇAM (*PINUS BRUTIA* TEN.)' LARIN BAZI
MORFOLOJİK, ANATOMİK VE KİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Mabrouka Mohamed Muftah ABUAMOUD

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Saim ATEŞ
Prof. Dr. İlhan DENİZ
Yrd. Doç. Dr. Nurcan YİĞİT**

**YÜKSEK LİSANS
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
KASTAMONU – 2017**

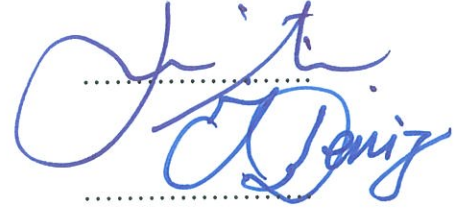
TEZ ONAYI

Mabrouka Mohamed Muftah ABUAMOUD tarafından hazırlanan “Kastamonu’da Farklı Yetiştirme Yerlerinden Alınan Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)’ların Bazı Morfolojik, Anatomik ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Saim ATEŞ
Kastamonu Üniversitesi

Jüri Üyesi Prof. Dr. İlhan DENİZ
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Jüri Üyesi Yrd. Doç. Dr. Nurcan YİĞİT
Kastamonu Üniversitesi



01/03/2017

Enstitü Müdür V.

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

İmza

Mabrouka Mohamed Muftah ABUAMOUD



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KASTAMONU'DA FARKLI YETİŞME YERLERİNDEN ALINAN KIZILÇAM (*PINUS BRUTIA* TEN.)'LARIN BAZI MORFOLOJİK, ANATOMİK VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mabrouka Mohamed Muftah ABUAMOU
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Saim ATEŞ

Bu çalışmada, Kastamonu'nun beş farklı bölgesinden getirilen (Hanönü, Araç, Bozkurt, İnebolu ve Tosya) kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odun örneklerinin morfolojik ve anatomik özellikleri ile hücre çeperinin kimyasal bileşenlerinin ve lif özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Örneklerin sahip olduğu farklı özelliklerin, değerlerin ve ölçümlerin belirlenebilmesi için farklı laboratuvar teknikleri uygulanmıştır. Bu amaç için, morfolojik özellikler (ibre uzunluğu, ibre genişliği, ibre yoğunluğu, birim alandaki stoma sayısı, sürgün uzunluğu ve hücre tabaka sayısı), anatomik özellikler (traheid sayısı, traheid çapı, ilkbahar ve yaz odunu zonu genişliği), odunun kimyasal bileşenleri (etanol ekstraksiyonu, lignin, holoselüloz, alfa selüloz, %1 NaOH çözünürlüğü, soğuk su çözünürlüğü, sıcak su çözünürlüğü ve kül içeriği) ve odun liflerinin morfolojik özellikleri (lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği ve hücre çeper kalınlığı) belirlenmiş ve her bir bölgeden alınan örnekler birbirleri ile karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıklar ortaya konulmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre, farklı bölgelerden alınan ağaçların, farklı morfolojik ve anatomik özellikleri ile farklı kimyasal bileşenler ve odun bileşenlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme yeri özelliklerinin aynı tür ağaçların morfolojik özelliklerini, anatomik özelliklerini, odunun kimyasal bileşenlerini ve odun lif özelliklerini değiştirdiği bulgusu tespit ve teyit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kızılçam, morfolojik özellikler, anatomik özellikler, odunun kimyasal bileşenleri, odun lif özellikleri

2017, 67 sayfa

Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

COMPARATION OF SOME MORPHOLOGICAL, ANATOMICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF CALABRIAN PINE (*PINUS BRUTIA* TEN.) SAMPLED DIFFERENT LOCATIONS IN KASTAMONU

Mabrouka Mohamed Muftah ABUAMOUD
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Saim ATEŞ

In this study it was aimed to research the morphological and anatomical properties, chemical components of the cell wall and wood fiber characteristics of Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) trees which were brought from five different zone of Kastamonu (Hanönü, Araç, Bozkurt, İnebolu and Tosya).

Different laboratory technicals were used to determine the values, measurements and modes of different characteristics of the samples. For this aim, morphological properties (needle length (nl), needle width (nw), needle density (nd), stomata number per unit area (st/mm²), shoot length (shl) and number of cell layers (lno)), anatomical properties (tracheid ray number, tracheid diameter, widths of early and late wood zones), wood chemical components (ethanol extraction (%), lignin (%), holocellulose (%), alpha cellulose (%), 1% NaOH solubility (%), cold water solubility (%), hot water solubility (%) and ash specification (%)) and morphological properties of wood fibers (fiber length, fiber width, lumen width and cell wall thickness) were determined and the samples which were taken from each zone by comparing, similarities and differences were revealed.

According to obtained results, it was inferred that the trees taken from different areas have varied morphological and anatomical characteristics, different wood chemical components and wood fibre properties. It was determined that the growth locations properties changed the morphological properties of same type trees, the anatomical properties, the chemical components of wood and wood fiber properties.

Key Words: Calabrian pine, morphological properties, anatomical properties, wood chemical components, wood fiber characteristics

2017, 67 pages

Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

“Kastamonu’da Farklı Yetiştirme Yerlerinden Alınan Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)’ların Bazı Morfolojik, Anatomik ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması” adlı tez çalışmamın her aşamasında kendisine danışarak bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Prof. Dr. Saim ATEŞ’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın deney ve analizlerinde benden yardımlarını esirgemeyen Orman Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi sayın Yrd. Doç. Dr. Nurcan YİĞİT’e ve Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Ekrem DURMAZ’a teşekkür ederim.

Çalışmamın hammadde kısmını oluşturan odun örneklerinin temin edilmesinde yardımlarından dolayı Tosya Orman İşletme Müdürü sayın Alparslan KADI’ya, Bozkurt Orman İşletme Müdürü sayın Umut ERMİŞ’e, İnebolu Orman İşletme Şefi sayın Recep BAYCAN’a, Araç Orman İşletme Şefi sayın Rıfat ÜZÜMCÜ’ye ve Hanönü Orman İşletme Şefi sayın Olgun TAŞ’a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca bana olan her türlü destek ve teşviklerinden dolayı aileme ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Kastamonu Üniversitesin’deki eğitimim için sağlamış olduğu burs ve destek için ülkem Libya Devleti ve Libya Büyükelçiliğine şükranlarımı sunarım.

Mabrouka Mohamed Muftah ABUAMOUD
Kastamonu, Mart, 2017

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
GRAFİKLER DİZİNİ	xii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xiii
HARİTALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Kızılçamın (<i>Pinus brutia</i> Ten.) Dünya'daki Yayılışı.....	2
1.2. Kızılçamın (<i>Pinus brutia</i> Ten.) Türkiye'deki Yayılışı.....	3
1.3. Kızılçamın (<i>Pinus brutia</i> Ten.) Botanik Özellikleri.....	5
1.4. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) Odununun Makroskopik Özellikleri	7
1.5. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) Odununun Mikroskopik Özellikleri.....	7
1.6. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) Odununun Kimyasal Özellikleri	8
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	10
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Metot	17
3.2.1. Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi İçin Uygulanan Metot.....	17
3.2.1.1. İbre Uzunluğu ve Kalınlığı	18
3.2.1.2. İbre Yoğunluğu	19
3.2.1.3. Sürgün Uzunluğu	19
3.2.1.4. Stoma Sayısı.....	19
3.2.1.5. Hücre Tabaka Sayısı.....	19
3.2.2. Lifsel Özelliklerin Belirlenmesi İçin Uygulanan Metot	20
3.2.3. Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi İçin Uygulanan Metot	22
3.2.4. Anatomik Özelliklerin Belirlenmesi İçin Uygulanan Metot	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	24

4.1. Morfolojik Özelliklere Ait Bulgular ve Tartışma.....	24
4.1.1. İbre Uzunluğu İle İlgili Bulgular	25
4.1.2. İbre Genişliği İle İlgili Bulgular	26
4.1.3. İbre Yoğunluğu İle İlgili Bulgular	27
4.1.4. Stoma Sayısı İle İlgili Bulgular	28
4.1.5. Sürgün Uzunluğu İle İlgili Bulgular	29
4.1.6. Hücre Tabaka Sayıları İle İlgili Bulgular	30
4.2. Lifsel Özelliklere Ait Bulgular ve Tartışma.....	35
4.2.1. Lif Uzunluğu İle İlgili Bulgular.....	36
4.2.2. Lif Genişliği İle İlgili Bulgular.....	37
4.2.3. Lümen Genişliği İle İlgili Bulgular	38
4.2.4. Hücre Çeperi Kalınlığı İle İlgili Bulgular.....	39
4.3. Kimyasal Özelliklere Ait Bulgular ve Tartışma.....	43
4.4. Anatomik Özelliklere Ait Bulgular ve Tartışma	47
4.4.1. Öz Işını Sayıları İle İlgili Bulgular	51
4.4.2. Traheid Genişlikleri İle İlgili Bulgular	51
4.4.3. İlkbahar ve Yaz Odunu Tabakaları Genişliği İle İlgili Bulgular	52
5. SONUÇLAR	57
6. ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	67

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ha	hektar
m	metre
cm	santimetre
mm	milimetre
μm	mikrometre
cm^2	santimetrekaire
km^2	kilometrekare
MPa	Megapaskal
vd	ve diğlerleri
%	Yüzde
H.sel.	Holoseülöz
Sel.	Selüloz
Al. Se.	Alfa selüloz
Lig.	Lignin
S.S.	Sıcak su
Al. Be.	Alkol benzen
Han.	Hanönü
İneb.	İnebolu
Bozk.	Bozkurt
İ.u.	İbre uzunluğu
İ.g.	İbre genişliği
İ.y.	İbre yoğunluğu
S.u.	Sürgün uzunluğu
St.s.	Stoma sayısı
H.t.s.	Hücre tabaka sayısı
S.s.	Standart sapma
Uz.	Uzunluk
Gen.	Genişlik
Kal.	Kalınlık
Ort.	Ortalama

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Ormanlık alanların asli ağaç türlerine göre dağılımı	1
Tablo 4.1. Kızılçam odunlarının morfolojik özellikleri için ortalama değerler..	24
Tablo 4.2. İbre uzunluğu için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.	25
Tablo 4.3. İbre uzunluğu için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları	25
Tablo 4.4. İbre uzunluğu için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları.	25
Tablo 4.5. İbre genişliği için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları..	26
Tablo 4.6. İbre genişliği için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları	26
Tablo 4.7. İbre genişliği için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları..	26
Tablo 4.8. İbre yoğunluğu için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.....	27
Tablo 4.9. İbre yoğunluğu için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	27
Tablo 4.10. İbre yoğunluğu için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları	27
Tablo 4.11. Stoma sayısı için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.	28
Tablo 4.12. Stoma sayısı için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	28
Tablo 4.13. Stoma sayısı için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları	28
Tablo 4.14. Sürgün uzunluğu için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.....	29
Tablo 4.15. Sürgün uzunluğu için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	29
Tablo 4.16. Sürgün uzunluğu için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları.....	29
Tablo 4.17. Hücre tabaka sayısı için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.....	30
Tablo 4.18. Hücre tabaka sayısı için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	30
Tablo 4.19. Hücre tabaka sayısına göre yapılan Duncan analizi sonuçları.....	30
Tablo 4.20. Örneklerin ortalama lif boyutları.....	35
Tablo 4.21. Lif uzunluğu için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları	37
Tablo 4.22. Lif uzunluğu için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	37
Tablo 4.23. Lif uzunluğu için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları	37
Tablo 4.24. Lif genişliği için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları	38
Tablo 4.25. Lif genişliği için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	38
Tablo 4.26. Lif genişliği için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları	38
Tablo 4.27. Lümen genişliği için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.....	39
Tablo 4.28. Lümen genişliği için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans	

analizi sonuçları.....	39
Tablo 4.29. Lümen genişliği için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları.....	39
Tablo 4.30. Hücre çeper kalınlığı için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.....	40
Tablo 4.31. Hücre çeper kalınlığı için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	40
Tablo 4.32. Hücre çeper kalınlığı için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları.....	40
Tablo 4.33. Farklı çam türlerine ait lifsel özellikler.....	40
Tablo 4.34. Beş farklı bölgeden alınan kızılçam örneklerinin kimyasal bileşenleri.....	43
Tablo 4.35. Bazı çam türlerine ait kimyasal bileşenler	44
Tablo 4.36. Farklı bölgelerden alınan örneklerin birim alandaki öz ışını sayıları, traheid genişlikleri, ilkbahar ve yaz odunu genişlikleri.....	48
Tablo 4.37. Traheid genişlikleri için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.....	52
Tablo 4.38. Traheid genişlikleri için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	52
Tablo 4.39. Traheid genişlikleri için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları.....	52
Tablo 4.40. İlkbahar odunu zonu genişliği için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.....	53
Tablo 4.41. İlkbahar odunu zonu genişliği için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	53
Tablo 4.42. İlkbahar odunu zonu genişliği için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları.....	53
Tablo 4.43. Yaz odunu zonu genişliği için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları.....	54
Tablo 4.44. Yaz odunu zonu genişliği için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	54
Tablo 4.45. Yaz odunu zonu genişliği için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları.....	54

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1.1. Asli ağaç türlerinin genel ormanlık alana oranı.....	Sayfa 2
--	-------------------



FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 1.1. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) ağacının genel bir görünümü	6
Fotoğraf 1.2. Kızılçam ağacının a)gövde, b)kozalak, c)ibre ve d)sürgünü.....	7
Fotoğraf 3.1. Morfolojik özelliklerin belirlenmesi için numunelerin hazırlanması	17
Fotoğraf 3.2. Kızılçamdan alınmış olan bir dal örneği	18
Fotoğraf 3.3. İbre uzunluğu ve kalınlığı ölçümünde kullanılan dijital kumpas..	18
Fotoğraf 3.4. Işık mikroskobu yardımıyla bazı morfolojik özelliklerin belirlenmesi.....	20
Fotoğraf 3.5. Liflerin maserasyonu için kibrit çöpü haline getirilen örnekler ve % 37'lik formaldehit çözeltisi.....	21
Fotoğraf 3.6. % 50'lik nitrik asit çözeltisi ile liflere uygulanan maserasyon işlemi.....	21
Fotoğraf 3.7. Mikrotomda kesit alınmak için suda kaynatılmış olan küp şeklindeki kızılçam örnekleri.....	23
Fotoğraf 3.8. Mikrotomda mikroskobik incelemeler için numunelerin hazırlanması.....	23
Fotoğraf 3.9. Konvansiyonel ışık mikroskobu ile yapılan anatomik incelemeler.....	23
Fotoğraf 4.1. a) Araç b) Bozkurt c) Hanönü d) İnebolu e) Tosya bölgelerinden alınan örneklerin lif görüntüleri.....	36
Fotoğraf 4.2. Teğet kesitte reçine kanallarının ve öz ışınlarının görüntüsü (100X).....	48
Fotoğraf 4.3. Radyal kesitte paranzim hücrelerinin ve traheidlerin görüntüsü (100X).....	48
Fotoğraf 4.4. Teğet kesitte reçine kanalları, öz ışını traheidleri ve öz ışınlarının görüntüsü (200X)	49
Fotoğraf 4.5. Enine kesitte traheidlerin ve reçine kanallarının görüntüsü (200X).....	49
Fotoğraf 4.6. Enine kesitte yaz odunu ve ilkbahar odunu tabakaları ile reçine kanallarının görüntüsü (100X)	49
Fotoğraf 4.7. Enine kesitte ilkbahar odunu, yaz odunu, öz ışınları ve reçine kanallarının görüntüsü (100X)	50
Fotoğraf 4.8. Enine kesitte ilkbahar odunu, yaz odunu, özışını ve reçine kanallarının görüntüsü (100X)	50
Fotoğraf 4.9. Teğet kesitte öz ışınlarının ve reçine kanallarının görüntüsü (400X).....	50
Fotoğraf 4.10. Teğet kesitte öz ışınlarının görüntüsü (400X)	51

HARİTALAR DİZİNİ

	Sayfa
Harita 1.1. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) ağacının Dünya'daki genel yayılışı ...	3
Harita 1.2. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) ağacının Türkiye'deki genel yayılışı .	4
Harita 3.1. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) numunelerinin temin edildiği bölgeler	16



1. GİRİŞ

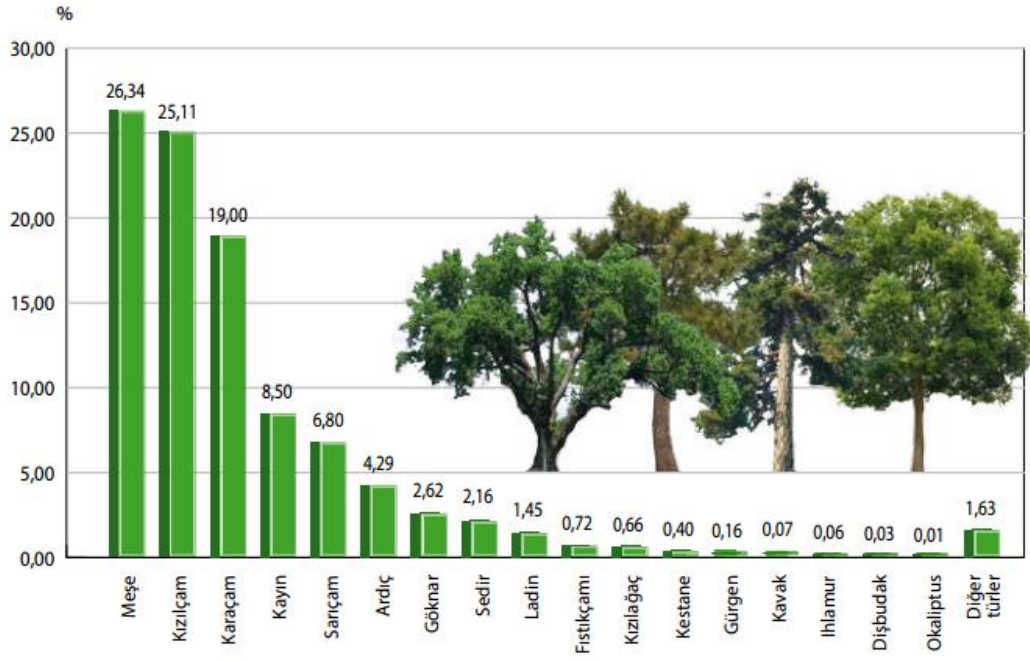
Türkiye 78 milyon hektarlık yüzölçümüyle, ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Bu zenginlik içerisinde ormanlar da tür ve dağılım olarak önemli bir yer tutmaktadır. 2015 yılı itibarıyla yapılan tespitlere göre ormanlık alanlar 22,342,935 ha ile ülke alanının %28,6'sını oluşturmaktadır (URL-1).

Ormanlık alanın %33'ünü yapraklı ormanlar (meşe, kayın, kızılğaç, kestane, gürgen vb.), % 48'ini iğne yapraklı (ibrelili) ormanlar (kızılçam, karaçam, sarıçam, göknar, ladin, sedir vb.), %19'unu ise ibrelili+yapraklı karışık ormanlar kaplamaktadır. Ormanlarda yayılış alanı olarak en fazla meşe ormanları (5,9 milyon ha) yayılış göstermekte, ondan sonra alan büyüklüğü sırasına göre kızılçam, karaçam, kayın, sarıçam, ardıç, göknar, sedir, ladin, fıstıkçamı, kızılğaç, kestane, gürgen, kavak, ihlamur, dişbudak ve okaliptüs gelmektedir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Ormanlık alanların asli ağaç türlerine göre dağılımı (URL-1)

Ağaç türü	Normal kapalı (ha)	Boşluklu Kapalı (ha)	Toplam (ha)	%
Meşe	2.382.933	3.503.262	5.886.195	26,34
Kızılçam	3.451.269	2.158.946	5.610.215	25,11
Karaçam	2.727.524	1.517.397	4.244.921	19,00
Kayın	1.630.196	269.733	1.899.929	8,50
Sarıçam	882.231	636.698	1.518.929	6,80
Ardıç	218.303	740.120	958.423	4,29
Göknar	383.422	201.359	584.781	2,62
Sedir	247.162	235.229	482.391	2,16
Ladin	229.191	93.666	322.857	1,45
Fıstıkçamı	128.721	33.250	161.971	0,72
Kızılğaç	113.161	33.569	146.730	0,66
Kestane	68.229	20.214	88.443	0,40
Gürgen	28.252	6.737	34.989	0,16
Kavak	6.445	9.843	16.288	0,07
Ihlamur	10.408	2.166	12.574	0,06
Dişbudak	6.707	505	7.212	0,03
Okaliptüs	1.353	51	1.404	0,01
Diğer türler	188.641	176.042	364.683	1,63
Genel Toplam	12.704.148	9.638.787	22.342.935	100

Diğer türler, servi, halep çamı, sahil çamı, radiata çamı, yalancı akasya, çınar, ceviz, sığla ile ismi belirtilmeyen birçok türü kapsamaktadır.

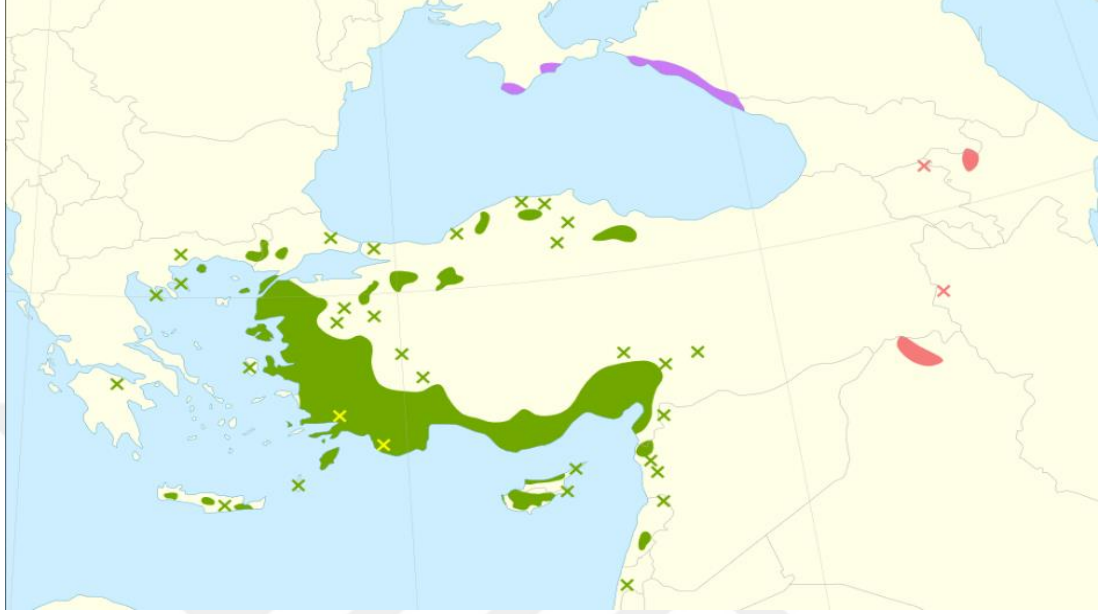


Grafik 1.1. Asli ağaç türlerinin genel ormanlık alana oranı (URL-1).

1.1. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Dünya'daki Yayılışı

Pinus brutia Ten. (Türk ya da Kalabriya Çamı) asıl yayılışını Türkiye, Girit, Kıbrıs, Suriye, Lübnan'da yapmakta, az miktarda Irak ve İran'da da bulunmaktadır (Fady, Semerci ve Vendramin, 2011; Praciak, 2013). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kuzey yarımkürenin 15-45. doğu boylamları ile 32-45. kuzey enlem dereceleri arasındaki bölgede doğal yayılışını gerçekleştirmektedir. Bu yayılışın en batısı Kalabriya Yarımadası, en doğusu ise Irak'ın kuzeyindeki Zavita-Atrush bölgesidir. Kuzey Kırım'a kadar yayılış gösteren bu ağaç türü güneyde Lübnan ve Filistin'e kadar inebilmektedir. En geniş yayılışını Akdeniz Çukuru'nun doğusunda ve özellikle de Anadolu'da gerçekleştirdiğinden Doğu Akdeniz'in bir türü olarak benimsenmiştir (Neyişçi, 2001). Kuraklığa dayanıklı ve hızlı büyüyen, Akdeniz bölgesinin özellikle doğu kıyılarında doğal olarak bulunan iğne yapraklı türlerden birisidir. Ekonomik olarak, genellikle toprak koruma ve kıyı kesimlerinde rüzgarı engellemek için dikilir ve yakın ağaç türü olan Halep Çamı (*Pinus halepensis*) ile birlikte bulunur (Farjon, 2010). Kızılçam, çeşitli iklimlerde ve toprak tiplerinde yetişme kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle bulunduğu bölgenin ağaçlandırma ve yeniden ağaçlandırılmasında tercih edilmektedir (Anders ve Kettaneh, 1969; Kayacık ve Yaltirik, 1971). Ticari kullanımı dışında, kızılçam İsrail, İran ve Avustralya'da süs bitkisi olarak; gölge,

rüzgar ve erozyon engelleme kaynağı olarak da tercih edilmektedir (Webb, 1974; Boomsma, 1979).



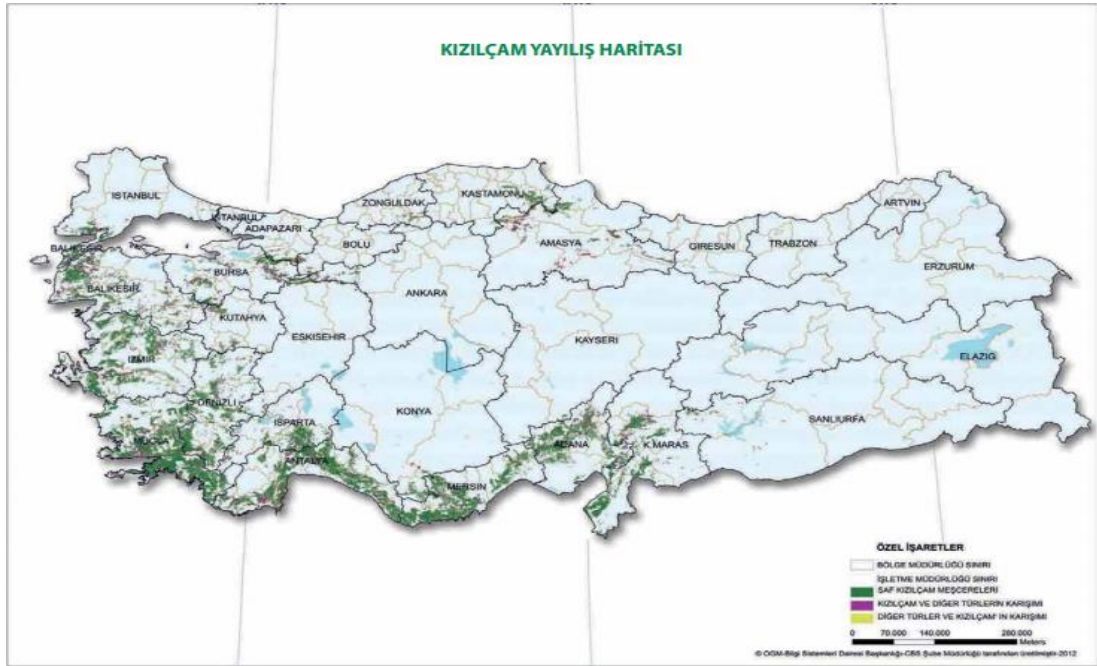
Harita 1.1. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağacının Dünya'daki genel yayılışı (URL-2)

1.2. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Türkiye'deki Yayılışı

Genel coğrafi yayılışını Doğu Akdeniz'de göstermektedir. Yunanistan'ın doğusundan başlayıp, Girit, Kıbrıs, Türkiye, Suriye, Irak, Lübnan ve Ürdün'de yayılmaktadır. En geniş yayılışını Türkiye'de yapmaktadır. Marmara, Ege ve Akdeniz'de genel olarak bulunmakla birlikte, Karadeniz sahillerinde küçük gruplar halinde bulunmaktadır. Karadeniz bölgesinde iç kısımlara doğru gidildikçe Kızılırmak boylarında, Durağan, Boyabat ve Kargı yöresinde, Isırganlı ormanlarında bulunmaktadır. Alçak kesimlerde kısa boylu ve dağınık tepeli bireyler; yüksek kesimlerde ise sivri tepeli ve ince dallı ormanlar görülmektedir. Kızılçamın günümüze kadar beş adet varyetesi bulunmuştur. Bunlar: *agrophiotii* (Papajoannou), *pyramidalis* (Selik), *densifolia* (Yaltırık ve Boydak), *pendulifolia* (Frankis) ve *brutia*'dır (Papajoannou 1936; Selik 1962; Frankis 1993; Yaltırık ve Boydak 2000; Dutkuner ve Koparan 2016).

Kızılçam Türkiye'de ikinci en geniş yayılış alanı gösteren ağaç türüdür. Saf ya da karışık meşçereler şeklinde yaklaşık 5,6 milyon hektarlık bir alanda yayılış

göstermektedir. Bu ağaç türünün Türkiye’de ve diğer Akdeniz ülkelerinde önemi çok büyüktür (Anşın ve Özkan 2006). Bu önem, ülkemizde yayılış alanı bakımından ilk sırada, hacim olarak da Anadolu karaçamından sonra ikinci sırada yer alması, odunun farklı kullanım yerlerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bundan dolayı kızılçam ağaç türünün çok yönlü ele alınıp tanımlanması gerekmektedir (Dutkuner ve Koparan 2016).



Harita 1.2. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağacının Türkiye’deki genel yayılışı (URL-3)

Ülkemiz Kızılçam orman alanlarının %47’si Akdeniz Bölgesi’nde yer almaktadır. Bu yayılışın büyük bir bölümü Toros dağlarının denize bakan yamaçlarında yoğunlaşmıştır. Kısa mesafelerde yüksek rakımlara ulaşan bu dağlar Kızılçamın kıydan uzaklaşmasını engellemektedir. Ancak deniz etkisinin iç kısımlara kadar etkili olabildiği Aksu, Seyhan, Ceyhan vb. akarsu vadilerinde daha içerilere sokulabilmektedir. Siirt çevresinde Eruh-Benetköy bölgesinde, ana yayılış alanından uzakta bozuk ve bodurlaşmış Kızılçam meşçereleri vardır. 42. Doğu boylamına denk gelen bu bölge haricinde, Kızılçamın Türkiye’nin güneyindeki en doğu yayılış noktası 39. Doğu boylamı dolayındadır. Akdeniz’e bakan yamaçlarda Kızılçam Akdeniz çalı örtüsünü de içine alan bir kuşak oluşturmakta ve genel sınır bakımından, kıydan başlayarak 1300 m’ ye kadar olan orman kurabilmektedir. Bu bölgede tek ağaç olarak 1400-1500 m’ ye kadar çıkabilmektedir (Neyişçi, 2001).

Türkiye toplamının yaklaşık olarak % 40'ı Ege bölgesinde bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesinin aksine, dağların kıyı şeridinde dik uzanması nedeniyle, Kızılçam oldukça içerilere kadar sokulabilmektedir. Bu bölgede Kızılçamın doğal yayılış alanı kabaca 31. Doğu boylamı olarak kabul edilebilir. İç Batı Anadolu'da Eskişehir'in batısından itibaren görülmeye başlar ve Kirmasti Çayının açtığı vadiler boyunca alçak tepeler üzerinde yaygın olarak bulunur. Bozdağlar'ın kuzeyi boyunca Kızılçam doğuda Uşak ve Denizli'nin doğusuna kadar sokulabilmiştir (Neyişçi, 2001).

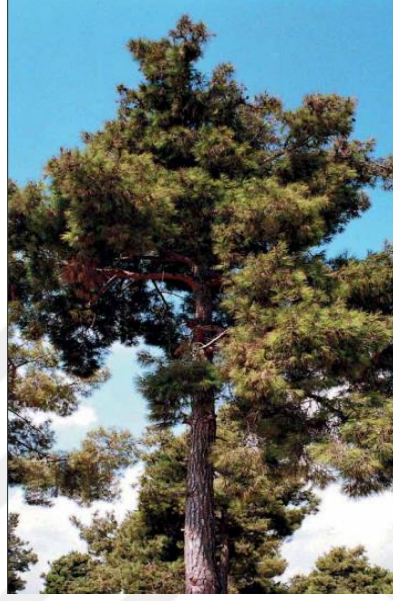
Kızılçam orman alanlarının yaklaşık % 10'u Marmara Bölgesinde bulunmaktadır. Trakya'da Kuru Dağı'nın Saroz körfezine bakan yamaçları ile Gelibolu Yarımadasının güney yarısında yaygın olarak bulunmaktadır. Gelibolu'da Elikçi Dağının doğu ve güney yamaçlarında yaygın olarak Kızılçam kuzey ve batı yamaçlarda, yerini meşcerelere bırakmıştır. Biga Yarımadasının batı bölümündeki tepelik alanlar parçalar halinde Kızılçam ormanları ile kaplı bulunmaktadır. Ayrıca Boğaziçi ve Marmara Adalarında da Kızılçama rastlanmaktadır (Neyişçi, 2001).

Kızılçam Karadeniz Bölgesinin batı kıyılarında tek ve serpili bir yayılış gösterir. Buralarda kıyı bitki örtüsü içinde bulunabildiği gibi, akarsu vadilerinden yararlanarak, içerilere doğru girebilmektedir. Ayancık'ta, Sinop-Boyabat yolu üzerinde küçük meşcereler halinde, Kızılırmak ve kolları olan Dervez ve Gökırmak vadilerinde küçük orman artıkları ya da tek ağaç olarak görülebilmektedir. Ayrıca Zonguldak ve Yenice'de meşcereler kurmaktadır. Bu bölgede Kızılçamın bulunabildiği en doğu uç denizden 70 km. kadar içeride ve Akdeniz Bölgesi'ndeki gibi, 37. Doğu boylamı üzerine düşmektedir (Neyişçi, 2001).

1.3. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Botanik Özellikleri

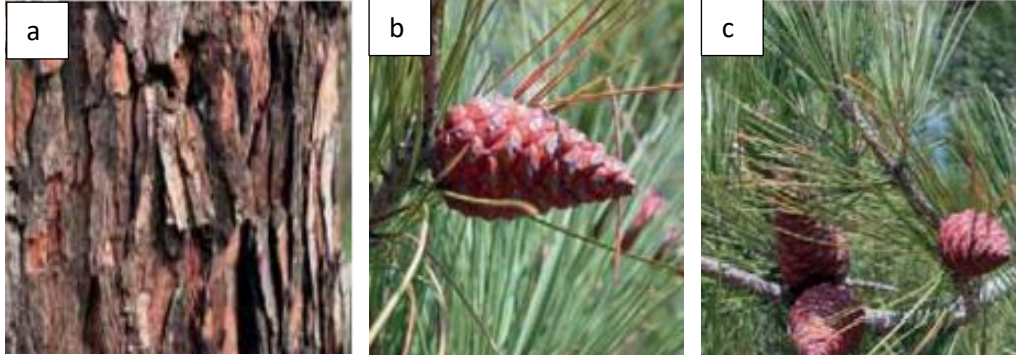
Genel itibarıyla Halep çamına (*Pinus halepensis*) benzeyen ve bazı botanikçiler tarafından Halep çamının bir varyasyonu olarak kabul edilen Kızılçam, bazı morfolojik ve anatomik özellikleri ile ondan ayrılmaktadır. Sahil kesimlerinde 15-20 m. boyunda ve 60 cm. çapında kalın dallı bir ağaçtır. Gövdeleri çoğunlukla düzgün değildir, ancak rakım yükseldikçe ağaçların gövdelerinin düzgünleşmeye, boylarının artmaya (20-25 m.) başladığı, tepelerinin sivrileştiği ve dallarının inceldiği görülür

(Yaltırık ve Efe, 2000). Genişçe konik ve kubbe şeklindeki tacı oluşturan dallar, ağaç yaşlandıkça yassılaştır ve açılır (Chambel, Climent, Pichot ve Ducci, 2013). Genç sürgünler kalın ve koyu kırmızı renktedir. İbrelere uzun, 10-16, bazen 20 cm uzunluğunda, kalın ve koyu yeşildir. İbrelere anatomi (reçine kanallarının çapı ve yapısı vb.) Halep çamından farklıdır. (Gökşin, 2001; Praciak, 2013).



Fotoğraf 1.1. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ağacının genel bir görünümü (URL-3)

Kozalakları 6-11 cm boyunda, açık kahverengi, bazen koyu kırmızı ve topaç biçimindedir. Çok kısa saplı veya sapsız kozalaklar sürgüne dik bir şekilde yerleşmiştir. Apofiz yan pervazlı, göbek büyük ve Halep çamının tersine içe doğru basıktır (Anşin ve Özkan 2006). Toprak istekleri çok az olan kızılçam, kışları ılıman yazları sıcak ve kurak olan yerlerde, toprak bakımından kayalık, kireçli veya kumlu alanlarda yetişebildiği gibi, elverişli yetişme yeri koşullarında çok daha iyi bir gelişme gösterir. Ancak kalkerli ve çakıllı topraklarda ise çok iyi bir verim alınamamaktadır (Dallimore ve Jackson, 1954; Anders ve Kettaneh, 1969; Boomsma, 1979; Gökşin, 2001). Genellikle selvi (*Cupressus sempervirens*), Yunan ardıcı (*Juniperus excelsa*) ile karışık açık ormanlar; kasnak meşesi (*Quercus vulcanica*), Filistin meşesi (*Quercus calliprinos*) ve sakız ağacı (*Pistacia lentiscus*) ile açık ormanlık alanlar meydana getirmektedir (Farjon, 2010; Praciak, 2013).



Fotoğraf 1.2. Kızılcım ağacının a) gövde, b) kozalak, c) ibre ve sürgünü (URL-3)

1.4. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Makroskobik Özellikleri

Kızılcım odunu makroskobik olarak Halep çamı ile benzerlik göstermektedir ve diri odun doğal halde kırmızımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı kahverengindedir. Yıllık halkalar belirgindir. Gövdenin alt kısımları genellikle oluklu yapıdadır. Kabuğu kalın ve derin yarıntılı, kırmızımsı kahverengindedir. Aromatik kokuludur. İlkbahar-yaz odunu geçişi yavaş veya ani olabilir (Bozkurt ve Erdin, 2000; Merv, 2003).

1.5. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Mikroskobik Özellikleri

Enine kesit incelendiği zaman kıızılcım odununun yaz odunu zonu yıllık halkada çok az bir yer kaplar. Reçine kanalları ilkbahar-yaz odunu geçişinde bulunmaktadır. Ayrıca reçine kanalları yıllık halkalarda dağınık bir durumda noktalar şeklinde görülmektedir. Reçine kanalları boyuna ve horizontal biçimde mevcuttur. Boyuna traheitlerde kenarlı geçitler üniseridir. Enine traheitlerin çeperleri ince ve kısa dış şeklinde kalınlaşmıştır. Radyal kesitte, traheitler arasında bordürlü geçitler bulunmaktadır. Bunlar ilkbahar odunu tabakasında büyük, yaz odunu tabakasında küçüktür. Özışını paranzim hücrelerinde çok miktarda basit geçitler bulunmaktadır. Teğet kesitte özışınları tek sıralıdır. Ancak yatık reçine kanalı olan özışınları birkaç sıralıdır. Traheitlerin teğetsel çeperlerinde bordürlü geçitlere rastlanmaz. Karşılaşma yerlerinde 1- 4 adet pinoid tip geçit görülmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2000; Merv, 2003).

Günümüzde kızılçam odunu dış cephe kaplamalarında, doğrama endüstrisinde, travers, lambri, ambalaj sandığı, maden direği, tel direği, döşeme, travers, mobilya, tarım aletleri ve döşeme işlemlerinde kullanılmaktadır. (Bozkurt, 1971; Kayacık, 1980; Anşin ve Özkan 2006; Gürboy, 2007). Kağıt sanayinde önemli bir hammadde olup, kabukları tanen üretiminde değerlendirilmektedir (Erten ve Taşkın, 1985; Gürboy, 2007). Bilhassa Ege ve Akdeniz yörelerinde kızılçam odunları çokça tercih edilmektedir. Reçine üretiminde en önde gelen türdür. Kızılçam kuraklığa karşı dayanıklı olup, bazen bir yılda birkaç kez sürgün vermektedir. Çoğunlukla sahil kesiminde yayılmakla birlikte, bazen 1200 m yüksekliklerde de görülmektedirler. Kurak ve çorak arazilerin ağaçlandırılmalarında da kullanılabilir (Anşin ve Özkan 2006).

Kızılçam ağacının araştırılması, nispeten iklim direnci ile nitelendirildiği ve nemli, yarı-nemli ve yarı kurak bölgelerde bulunmasından ötürü bu ağacın ekonomik ve yaşam alanı ile ilişkili olarak, yukarıdaki kullanım yerleri bakımından önemlidir (Nahal, 1981).

1.6. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Kimyasal Özellikleri

Kızılçam odununun alfa selüloz oranı %41,21-%43,92; lignin oranı %27,18-%27,86; holoselüloz oranı %64,52-%66,13; pentozan oranı %9,23-%10,47; %1'lik NaOH'de çözünürlük oranı %8,40-%17,44; sıcak suda çözünürlük oranı %2,10-%9,36; alkol-benzende çözünürlük oranı %5,04-%9,2; eterde çözünürlük oranı %4,59-%5,46 ve kül oranı %0,4-%0,5 arasında değişiklik göstermektedir. Hacim-ağırlık değeri ise 0,471-0,520 g/cm³ arasındadır (Göksel, 1981).

Yapılan başka bir çalışmanın sonuçlarına göre kızılçam odununun lignin oranı %27,47; holoselüloz oranı %65,46; alfa selüloz oranı %42,55; alkol-benzen çözünürlüğü %7,92; sıcak su çözünürlüğü %5,04; %1'lik NaOH çözünürlüğü %11,70; eter çözünürlüğü %5,10; pentozanlar %10,00 ve kül içeriği %0,47 olarak tespit edilmiştir (Tank, Göksel, Cengiz ve Gürboy 1990).

Yapılan bu çalışmada, Kastamonu'nun beş farklı ilçesinden alınan (Tosya, Hanönü, Bozkurt, İnebolu ve Araç) kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) dal odunu ve yaprak

örneklerinin morfolojik, lifsel, kimyasal ve anatomik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında, yetiştirme yeri koşullarının ve örneklerin alındığı bölgelerin değişkenliğinin aynı ağaç türü üzerinde gösterdiği etkiler incelenerek, benzerlik ve farklılıklar ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Tespit edilen sonuçlar çerçevesinde bu çalışmanın, literatürde daha önce yapılan çalışmalara güncel veriler ve bilgiler katarak yeni proje ve araştırmalara öncülük etmesi amaçlanmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Göksel (1981), “Kızılçam Lif Morfolojisi ve Odunundan Sülfat Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar” adlı çalışmasında Marmara (I), Ege (II) ve Akdeniz (III) Bölgelerinden belirlediği üç farklı kızılçam odunu örneklerinin lif özelliklerini araştırmıştır. Elde ettiği sonuçlar neticesinde I., II., ve III. bölge için sırasıyla lif uzunluklarını 4,70 mm, 4,34 mm, 4,27 olarak, lif genişliğini 47,85 µm, 49,11 µm, 48,17 µm olarak, hücre çeper kalınlığını 9,77 µm, 9,37 µm, 8,99 µm olarak, lümen genişliğini 28,14 µm, 30,34 µm, 30,17 µm olarak belirlemiştir. Yine aynı çalışmada bu örneklerin kimyasal bileşenlerini incelemiş ve sonuçları (%) sırasıyla I., II., ve III. bölgeler için holoselüloz içeriğini 66,13; 64,52; 65,45 olarak, lignin içeriğini 27,18; 27,38; 27,86 olarak, pentozan içeriğini 10,29; 10,47; 9,23 olarak, kül içeriğini 0,5; 0,4; 0,5 olarak, alfaselüloz içeriğini 43,92; 42,53; 41,21 olarak, sıcak su çözünürlüğü 3,65; 9,36; 2,10 olarak, %1 NaOH çözünürlüğü 17,44; 8,40; 9,30 olarak, eterde çözünürlüğü 4,59; 5,46; 5,25 olarak, alkol-benzen çözünürlüğü 5,04; 9,27; 9,05 olarak tespit etmiştir.

Abido (1986), “Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) ve Halep Çamı (*Pinus halepensis*)’nin Morfo-fizyolojik Özellikleri” adlı çalışmalarında bu ağaçların fidelerinin kuraklığa olan dirençlerini değerlendirmek için morfolojik ve fizyolojik özelliklerini incelemiştir. Her iki türde sahip oldukları nemi korumak için anatomik ve morfolojik adaptasyon sağlamıştır. Bu adaptasyonun nedeni olarak daha kalın epiderm, birim uzunlukta, birim alanda ve birim ibre başına daha az stoma düşmesini göstermişlerdir. Bununla birlikte Halep çamı kızılçama kıyasla daha yüksek bir dayanıma sahiptir. Halep çamı stomalarının önemli bir bölümünün mumsu bir katman ile kaplanmış. Öte yandan, kızılçam daha kısa ibre, daha küçük ibre yüzeyi, daha küçük bir yüzey alanı/hacim oranı ve daha uzun ana kök uzunluğuna sahiptir. Fakat iki türde, benzer boy uzaması göstermiştir.

Calamassi, Puglisi ve Vendramin (1987), “Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) İbrelerinin Morfolojik ve Anatomik Özelliklerindeki Genetik Farklılıklar” adlı çalışmalarında Türkiye, Yunanistan, Kıbrıs, Irak, İran ve Lübnan’da farklı yükseltilerdeki kızılçam

popülasyonlarından temin ettikleri örneklerin ibre özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışma neticesinde farklı bölgelerden alınan kızılçam ibre örneklerinin farklı özelliklere sahip olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan incelemeler sonucunda ibre uzunluğunun 107,2 mm-126,5 mm arasında, kın uzunluğunun 10,19 mm-11,87 mm arasında, ibre genişliğinin 1,09 mm-1,31 mm arasında ve ibre kalınlığının 0,70 mm-0,84 mm arasında ve birim uzunluktaki (cm) stoma sayısının ise 94,08-104,78 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Tank vd. (1990), “Hızlı Gelişen Bazı İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Lif ve Kağıt Teknolojisi Yönünden İncelenmesi” adlı çalışmalarında Monteri çamı, Sahil çamı ve Kızılçamın kimyasal bileşenlerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar % olarak Monteri çamı, Sahil çamı ve Kızılçam odunlarında sırasıyla holoselüloz içeriği 64,06; 72,07; 65,46 olarak, alfa-selüloz içeriği 42,75; 42,28; 42,55 olarak, lignin içeriği 28,47; 28,30; 27,47 olarak, pentoz içeriği 9,30; 12,51; 10,00 olarak, eterde çözünürlüğü 1,12; 1,28; 5,04 olarak, alkol-benzen çözünürlüğü 1,67; 9,50; 7,92 olarak, %1 NaOH çözünürlüğü 9,27; 10,31; 11,70 olarak ve kül içeriği 0,20; 0,46; 0,47 olarak tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında örneklerin lifsel özellikleri de araştırılmıştır. Sonuç olarak lif uzunlukları Monteri çamı için 2,02 mm, Sahil çamı için 3,97 mm ve Kızılçam için 3,20 mm; lif genişlikleri Monteri çamı için 16,28 µm, Sahil çamı için 23,50 µm ve Kızılçam için 25,05 µm; lümen genişlikleri Monteri çamı için 10,15 µm, Sahil çamı için 15,70 µm ve Kızılçam için 15,49 µm; lif çeper kalınlıkları Monteri çamı için 3,06 µm, Sahil çamı için 3,90 µm ve Kızılçam için 4,78 µm olarak belirlenmiştir.

Göksel ve Özden (1993), “Kağıt Endüstrisinde Kızılçam” adlı çalışmalarında Antalya’nın üç farklı bölgesinden aldıkları kızılçam örneklerinin ortalama lif boyunu 2.9 mm, ortalama lif çapını 33.03 µm, lümen çapını 15.08 µm ve hücre çeper kalınlığını 9.95 µm olarak saptamışlardır.

Ay (1993), “Alanya Yöresi Kızılçamlarının İç Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi” adlı çalışmada incelemeye tabi tuttuğu örneklerin ilkbahar odununun traheit çaplarını; teğet kesitte 37.5 µm, radyal kesitte 25.53 µm, 1 mm²’deki traheit sayısını ilkbahar odununda 273 adet, yaz odununda 482 adet, traheit uzunluğunu;

ilkbahar odununda 3.23 mm, yaz odununda 3.8 mm, traheit genişliğini; ilkbahar odununda 45.16 µm, yaz odununda 40.05 µm, çeper kalınlığını; ilkbahar odununda 4.70 µm, yaz odununda 7.52 µm, lümen genişliğini ise 35.56 µm olarak tespit etmiştir.

Bozkurt, Göker, Erdin ve As (1993), “Datça Kızılcamında Anatomik ve Teknolojik Özellikler” adlı çalışmalarında kızılçam örneklerinin diri odun genişliğini 14,2 cm olarak belirlemişler ve 47 adet yıllık halka içerdiğini tespit etmişlerdir. Örneklerin ortalama traheit boyunun 3.09 mm ve traheit çapının 40 µm olduğunu, teğet kesitte 1- 26 adet öz ışını olduğunu belirlemişlerdir.

Öktem, Sözen ve Erten (1993), “Yatağan Yöresi Mevcut Çevre Kirliliği Şartlarında Kızılcam Odununun Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri” adlı çalışmalarında kızılçam odunun yıllık halka genişliğinin 2,734 mm ve yaz odunu katılım oranının %25 olduğunu saptamışlardır.

Bektaş, Tutuş ve Eroğlu (1999), “Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Kızılcam (*Pinus brutia* Ten.) Odunlarının Lif Morfolojisinin Kağıt Yapımına Uygunluğunun Araştırılması” adlı çalışmalarında beş farklı bölgeden (Suçatı, Edremit, Kemalpaşa, Yılanlı ve Melli” temin ettikleri kızılçam örneklerinin lif özelliklerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre ortalama lif uzunluğunu 4,42 mm; lif genişliğini 40,40 µm; lümen genişliğini 25,09 µm ve hücre çeper kalınlığını 7,03 µm olarak ifade etmişlerdir.

Dounavi, Koutsias ve Panetsos (2001), “Lojistik Regresyon İle Morfolojik Özellikleri Belirlenmiş Kızılcam (*Pinus brutia* Ten.) ve Halep Çamının (*Pinus halepensis* Mill.) Türler Arası Doğal Hibritleşmesi” adlı çalışmalarında Rodos adasında yetişen farklı üç popülasyondaki kızılçam ve Halep çamı ibrelerinin morfolojik özelliklerini regresyon analizi yardımıyla belirleyerek, farklı lokasyonlardan alınan benzer ağaç ibrelerinin morfolojik özelliklerinin de farklı olabileceğini ortaya koymuşlardır.

Dangasuk ve Panetsos (2004), “Yunanistan, Girit adasında Kızılcam (*Pinus brutia* Ten.)’ların yükseklik ve boy farklılıkları: Doğal ortamda bazı ibre, kozalak ve

tohumların özellikleri” adlı çalışmalarında deniz seviyesinde farklı yükseltilerdeki dört farklı popülasyondan aldıkları kızılçam ibre, kozalak ve tohumlarının özelliklerini incelemişlerdir. Bölgeler arasında farklılık göstermekle birlikte ibre uzunluklarının 108,05 mm-160,88 mm arasında, ibre genişliklerinin 1,01 mm-1,29 mm arasında, kın uzunluğunun 11,4 mm-13,41 mm arasında, kozalak boyunun 56,24 mm-65,64 mm, kozalak genişliğinin 30,38 mm-36,87 mm, tohum uzunluğunun 6,93 mm-7,53 mm, tohum kalınlığının 2,90 mm-3,18 mm ve tohum kanat açıklığının 22,19 mm-25,65 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Hafızoğlu ve Usta (2005), “Türkiye’de Yetişen İğne Yapraklı Odun Türlerinin Kimyasal Bileşenleri” adlı çalışmalarında kızılçamın selüloz oranını öz odunda % 52,6, diri odunda % 57,9, alfa selüloz oranını öz odunda % 45,2, diri odunda % 50,2 ve lignin oranını öz odunda % 28, diri odunda % 29 olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca soğuk su, sıcak su, alkol-benzen ve % 1’lik NaOH çözünürlüğü değerlerini sırasıyla öz odun ve diri odun için % 3,1–2,4, % 6,5–5,1, % 7,6–5,7 ve % 10,2–9,1 olarak bulmuşlardır.

Gürboy (2007), “Kuzey Kıbrıs’ta Doğal Olarak Yetişen Kızılçam (*Pinus Brutia* Ten.)’ın Lif Morfolojisi” isimli çalışmasında farklı yükseltilerden (200, 450 ve 800 m) almış olduğu kızılçam örneklerinin lif boyutlarını incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre 200 m için ortalama lif boyları 2,719 mm; lif çapı 54,043 µm; çeper kalınlığı 9,284 µm; lümen genişliği 34,829 µm, 450 m için ortalama lif boyları 2,508 mm; lif çapı 52,454 µm; çeper kalınlığı 6,431 µm; lümen genişliği 39,592 µm, 800 m için ortalama lif boyları 3,022 mm; lif çapı 51,870 µm; çeper kalınlığı 8,756 µm; lümen genişliği 34,353 µm olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışma içerisinde örneklerin kimyasal içerikleri de incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre 200 m, 450 m ve 800 m için sırasıyla kimyasal bileşenler % olarak kül içeriği 0,485; 0,446; 0,450, sıcak su çözünürlüğü 2.190; 1.840; 2.290, %1 NaOH çözünürlüğü 14.485; 11.710; 13.070, alkol çözünürlüğü 1.995; 1.170; 1.800, holoselüloz içeriği 75.774; 71.891; 76.764, alfa selüloz içeriği 48.565; 46.140; 49.949 ve lignin içeriği 27.600; 27.510; 27.130 olarak tespit edilmiştir.

Sarıusta (2007), “Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılçam (*Pinus Brutia* Ten.) Reaksiyon Odununun Anatomik Yapısı ve Kimyasal Bileşim Üzerine Araştırmalar” adlı çalışmasında belirtilen odun türlerinin normal ve reaksiyon odunlarının anatomik yapısı ve kimyasal bileşimindeki farklılıkları ortaya koymuştur. Sonuç olarak basınç odununda normal oduna kıyasla traheidlerin kısaldığı, traheid ve lümen genişliklerinin değişmediği ve 1 mm²'deki traheid sayısının arttığı tespit edilmiştir. Özışını hücre sayısının sarıçam ve kızılçamda arttığı, özışını yüksekliğinin ise sadece karaçamda arttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte kenarlı geçit ve porus çapının kızılçam ve karaçamda azaldığı gözlemlenmiştir. Bütün çam türlerinde basınç odununda, alfaselüloz oranının azalırken, lignin oranının arttığı saptanmıştır. Holoselüloz oranının sarıçam ve karaçam basınç odunlarında değişmediği, kızılçam basınç odununda azaldığı belirlenmiştir.

Kılıç, Sarıusta ve Hafızoğlu (2010), “Sarıçam, Karaçam ve Kızılçam Basınç Odununun Kimyasal Yapısı” adlı çalışmalarında belirtilen türlerin basınç odunlarının kimyasal bileşenleri normal odunları ile mukayese etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda bütün çam türlerinin basınç odunlarında α -selüloz miktarının azaldığını, lignin miktarının ise arttığını gözlemlemişlerdir. Lignin miktarındaki artışı yaklaşık %5 olarak belirlemişlerdir. α -selüloz oranı ise kızılçam ve karaçamda %4 azalırken, sarıçamda %5 azalma gerçekleşmiştir. Holoselüloz miktarı sarıçam ve karaçam basınç odunlarında sabit kalırken, kızılçamda bir düşüş saptanmıştır. Sıcak su çözünürlük değerleri sarıçam ve kızılçamda yaklaşık %1 kadar artmış, karaçamda bu oran %0,3 olarak belirlenmiştir. Soğuk su ve alkol çözünürlükleri analiz sonuçlarında kızılçam ve karaçam basınç odununda artış görülmüştür. Kül miktarı sarıçam basınç odununda normal oduna oranla daha yüksek bulunmuştur.

Güller (2010), “Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Odun Yoğunluğunun X-Ray Yoğunluk Ölçer İle Belirlenmesi” adlı çalışmasında kızılçam odunlarının yoğunluklarını x ışınları yardımıyla belirlemiş ve ortalama odun yoğunluğunu 488 kgm⁻³, ilkbahar odunu yoğunluğunu 380 kgm⁻³ ve yaz odunu yoğunluğunu 622 kgm⁻³ olarak saptamıştır.

Yılmaz ve Akkemik (2011), “Bazı Doğal Çam (*Pinus L.*) Türlerinde Anormal Sürgün ve Yaprak Oluşumu” adlı çalışmalarında yangın, böcek, yaralanma ve otlatma gibi nedenlerle kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) fıstıkçamı (*Pinus pinea L.*), karaçam (*Pinus nigra Arn.*) ve Halep çamı (*Pinus halepensis Mill.*) türlerinde anormal sürgün oluşumunu incelemişler ve sözcü edilen durumların sürgünlerin morfolojik yapılarında değişimlere yol açtığını tespit etmişlerdir.

Arslan, Aytar, Okutan ve Akgün (2011), “Adana ve Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü *Pinus brutia Ten.* Ormanlarında Orman Ekosistemleri İzleme Programı Üç Yıllık Sonuçları” adlı çalışmalarında çevresel ve biyolojik etmenlerin neden olduğu morfolojik değişimleri ve ibre kayıplarının yıllara göre olan dağılımını incelemişlerdir.

Köksal ve Kılıç Pekgözlü (2016), “Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Karaçam (*Pinus nigra Arnold.*) ve Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) Basınç Odununun Mikroskobik Yapısı” adlı çalışmalarında sözü edilen basınç odunu örneklerinin normal oduna göre traheid hücrelerinin yaklaşık %10 kadar kısaldığını, 1 mm²'deki traheid sayılarının farklı oranlarda arttığını, traheid hücre ve lümen genişliklerinin ise değişmediğini saptamışlardır. Buna ilave olarak kenarlı geçit ve porus çapının Karaçam ve Kızılçamda azaldığını, ancak Sarıçamda değişmediğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca özışını için elde edilen verilerin (hücre sayısı, yüksekliği vb.) kızılçamda değişmediğini, ancak diğer türlerde artış gösterdiğini saptamışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmamızın hammaddesini oluşturan kızılçam türüne ait (*Pinus brutia* Ten.) odun ve ibre örnekleri Kastamonu ilindeki beş farklı bölgeden (Hanönü, Araç, Bozkurt, İnebolu ve Tosya) popülasyonu en iyi temsil eden aynı yaş ve D 130 çapına sahip bireyler örnek olarak seçilmiştir. Dal ve yaprak örnekleri dikili haldeki ağaç gövdesinden, toprak seviyesinden itibaren 1,30 m yükseklikten ve 10 cm kalınlığındaki tekerlekler şeklinde alınmıştır. Alınan bu tekerlekler ortam koşullarına uygun hale gelmesi için kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra yapılacak olan morfolojik, kimyasal, anatomik ve lif analizleri için numuneler gerekli boyutlara getirilerek her analiz için farklı ortam koşulları oluşturulmuştur. Yapılan analizler için Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü ve Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Laboratuvarlarından yararlanılmıştır.



Harita 3.1. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) numunelerinin temin edildiği bölgeler

3.2. Metot

3.2.1. Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi İçin Uygulanan Metot

Morfolojik özelliklerin belirlenmesi özellikle kızılçam odunlarının su kaybının kontrolü ve ölçülebilmesi için önemlidir. Bu özelliklerin belirlenebilmesi için ibre uzunluğu, ibre genişliği, ibre yoğunluğu, birim alandaki stoma sayısı, sürgün uzunluğu ve hücre tabaka sayısı hesaplanmıştır.

Bu çalışmaları gerçekleştirmek için Hanönü, Araç, Bozkurt, İnebolu ve Tosya yöresindeki beş bölgedeki kızılçam ormanından sağlıklı bir kızılçam ağacı belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen özelliklerin tespit edilebilmesi için her bir değer için 250 ölçüm yapılarak ortalaması alınmıştır. Morfolojik özelliklerin belirlenmesinde kullanılacak olan numuneler uzman kişiler tarafından ağacın farklı bölgelerinden kesilerek alınmıştır. (Fotoğraf 3.1 ve Fotoğraf 3.2).



Fotoğraf 3.1. Morfolojik özelliklerin belirlenmesi için numunelerin hazırlanması



Fotoğraf 3.2. Kızılcıdamdan alınmış olan bir dal örneği

Hazırlanan örnekler morfolojik analizlerin ölçümleri için laboratuvarında muhafaza edilmiştir. Ölçüm işlemleri aynı gün gerçekleştirilmiştir. Toplanan numuneler, temin edildikleri bölgelere göre kodlanmışlardır.

3.2.1.1. İbre uzunluğu ve kalınlığı

Belirlenen beş alandaki kızılçam ağacı gövdesinin üst kısmındaki üçte birlik bölümünden alınan sağlıklı 250 ibre örneğinin, dijital kumpas kullanılarak uzunluk ve genişlik ölçümleri yapılmıştır (Fotoğraf 3.3). Burada ölçülen değerler, ibre kalınlığı mm cinsinden ve ibre uzunluğu cm cinsinden ifade edilmiştir.



Fotoğraf 3.3. İbre uzunluğu ve kalınlığı ölçümünde kullanılan dijital kumpas

3.2.1.2. İbre yoğunluğu

İbre yoğunluklarının belirlenmesi çıplak gözle gerçekleştirilmiştir. Ancak bazı durumlarda ışık mikroskobu kullanılmıştır ve cm^2 başına ibre sayısı hesaplanarak örneklerin ibre yoğunlukları belirlenmiştir.

3.2.1.3. Sürgün uzunluğu

Farklı bölgelerden toplanan örneklerin ana köklerinin üst kısmının üçte birlik bölümünden alınan sağlıklı 250 örnek, dijital kumpas ile yeşil tomurcuklanma ve apikal sürgün ölçümlerine tabi tutulmuştur. Ölçülen değerler cm cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.1.4. Stoma sayısı

Işık mikroskobu (Fotoğraf 3.4) canlı (işlenmemiş numuneler) ve epidermal şeritler, stomaların incelenmesi ve cm^2 başına stoma açıklıklarının sayılması sırasında kullanılmıştır. Elde edilen değerler istatistiksel analize tabi tutulmuştur.

3.2.1.5. Hücre tabaka sayısı

Canlı (işlenmemiş numuneler), doku geçişli ve uzunlamasına alınan kesitlerin incelenmesi, ışık mikroskobu yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Her bölgeden alınan örneklerin hücre tabaka sayıları tespit edilerek karşılaştırma yapılmıştır.



Fotoğraf 3.4. Işık mikroskobu yardımıyla bazı morfolojik özelliklerin belirlenmesi

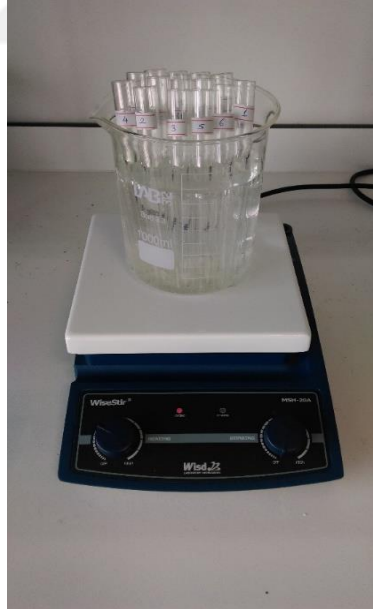
3.2.2. Lifsel Özelliklerin Belirlenmesi İçin Uygulanan Metot

Kızılçam odunlarının lifsel özelliklerinin belirlenmesi için maserasyon işlemi tatbik edilmiştir. Liflerin maserasyon işleminde Mahesh, Kumar ve Ansari (2015), uyguladıkları metot kullanılmıştır. Odun örnekleri kibrit çöpü şeklinde kesilmiş ve %37'lik formaldehit çözeltisi (Fotoğraf 3.5) içerisinde bir gece boyunca bekletilmiştir. Saf su ile temizlenen örnekler %50 konsantrasyondaki nitrik asit çözeltisine batırılmıştır. Deney tüpü içerisindeki örnekler su dolu bir behere yerleştirilmiş ve 70°C de yaklaşık 5-6 saat muamele edilmiştir (Fotoğraf 3.6). Bu süre sonunda lifler ağartılmış ve bireysel hale getirilmiştir. Daha sonra örnekler saf su ile yıkanarak asit içerikleri uzaklaştırılmıştır.



Fotoğraf 3.5. Liflerin maserasyonu için kibrit çöpü haline getirilen örnekler ve % 37'lik formaldehit çözeltisi

Mikroskobik inceleme için preparatlar safranin çözeltisi ile hazırlanmıştır. Safranin maddesi çözeltiliye kırmızı bir renk vermekte ve liflerin mikroskopta daha kolay bir şekilde görülmesini sağlamaktadır. Lif çözeltilisinden bir damlalık yardımıyla örnekler alınarak ışık mikroskobunda incelenmiştir. Lif uzunluklarının, lümen genişliklerinin ve hücre çeper kalınlıklarının belirlenmesi için her bir ağaç türünde 100 ölçüm yapılmış ve ölçümler için bir bilgisayar programı kullanılmıştır.



Fotoğraf 3.6. % 50'lik nitrik asit çözeltisi ile liflere uygulanan maserasyon işlemi

3.2.3. Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi İçin Uygulanan Metot

Beş farklı bölgeden alınan kızılçam (*Pinus brutia*) odunlarının kimyasal bileşenlerinin belirlenmesi için analizlerin tamamı TAPPI standartlarına göre gerçekleştirilmiştir.

Kesilen ağaçlardan örnekler TAPPI T 257 cm-85 standartlarına göre hazırlanmış, daha sonra küçük parçacıklar haline getirilen odun örneklerinin, Willey tipi değirmende ayrı ayrı öğütülüp ve 40 mesh'lik elekten geçip 60 mesh'lik elek üzerinde kalan kısımları kimyasal analizler için kullanılmıştır.

Hazırlanan örnekler sırasıyla aşağıdaki kimyasal analizlere tabi tutulmuştur:

- Etil-alkol çözünürlük oranı: TAPPI T 204 om-88
- Holoselüloz tayini: Wise'nin klorit metodu (Wise, 1962)
- Alfa Selüloz tayini: TAPPI T 203 OS-71
- Lignin tayini: TAPPI T 222 om-88
- Soğuk ve sıcak suda çözünürlük oranı: TAPPI T 207 om-88
- % 1'lik NaOH' de çözünürlük oranı: TAPPI T 212 om-88
- Kül tayini: TAPPI T 211 om-85 (Hafizoğlu ve Deniz 2011).

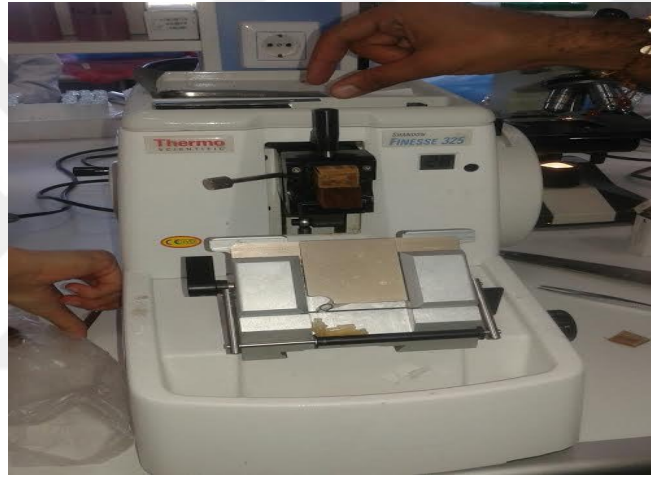
Hücre çeperi ana bileşenlerinin belirlenmesi ve çözünürlük deneylerinin doğruluğunu tayin etmek amacı ile her örnek için üç tekrar yapılmıştır.

3.2.4. Anatomik Özelliklerin Belirlenmesi İçin Uygulanan Metot

Belirlenen beş bölgeyi (Hanönü, Araç, Tosya, İnebolu ve Bozkurt) temsilen alınan farklı beş kızılçam odunu örnekleri 2x2x2 cm ebatlarında küp bloklar halinde kesilmiştir (Fotoğraf 3.7). Daha sonra bu küpler, kaynar su banyosunda (5-6 saat/gün) beş gün süreyle kaynatılmıştır. Kaynatılarak yumuşatılan örneklerden mikrotom (Fotoğraf 3.8) vasıtasıyla çok ince kesitler alınarak, konvansiyonel ışık mikroskobu (Fotoğraf 3.9) ile incelenmiş ve anatomik özellikler belirlenmiştir.



Fotoğraf 3.7. Mikrotomda kesit alınmak için suda kaynatılmış olan küp şeklindeki kızılçam örnekleri



Fotoğraf 3.8. Mikrotomda mikroskopik incelemeler için numunelerin hazırlaması



Fotoğraf 3.9. Konvansiyonel ışık mikroskobu ile yapılan anatomik incelemeler

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Morfolojik Özelliklere ait Bulgular ve Tartışma

Morfolojik özellikler çerçevesinde ibre uzunluğu (mm), ibre genişliği (mm), ibre yoğunluğu (cm² başına), sürgün uzunluğu (cm), stoma sayıları (cm²'ye göre) ve hücre tabaka sayıları belirlenerek numunelerin temin edildiği bölgelere göre ortalamaları alınmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Kızılçam odunlarının morfolojik özellikleri için ortalama değerler

Bölge	İ.u	S.s	İ.g	S.s	İ.y	S.s	S.u	S.s	St.s	S.s	H.t.s	S.s
Han.	93,08	8,2	0,69	0,09	10,80	2,06	4,39	0,82	41,26	8,5	8,70	1,99
Araç	107,56	24,9	0,57	0,09	14,73	2,23	6,65	0,88	45,94	5,79	7,71	0,29
Tosya	119,21	11,8	0,55	0,09	9,02	1,10	6,33	1,04	41,20	6,54	8,51	0,29
İneb.	117,27	11,9	0,36	0,05	9,00	2,02	5,46	1,12	35,10	4,73	6,20	0,16
Bozk.	112,67	10,1	0,49	0,1	8,40	1,03	5,76	1,07	47,55	1,71	8,18	2,27

Han.:Hanönü, İneb.:İnebolu, Bozk.:Bozkurt, İ.u.:İbre uzunluğu (mm), İ.g.:İbre genişliği (mm), İ.y.:İbre yoğunluğu (cm²), S.u.:Sürgün uzunluğu (cm), St.s.:Stoma sayısı (cm²), H.t.s.:Hücre tabaka sayısı, S.s.:Standart sapma

En yüksek ve en düşük değerler, sırasıyla ibre uzunlukları bakımından Tosya ve Hanönü (119,21 mm ve 93,08 mm), ibre genişlikleri bakımından Hanönü ve İnebolu (0,69 mm ve 0,36 mm), ibre yoğunluğu bakımından Araç ve İnebolu (14,73 adet/cm² ve 9,00 adet/cm²), stoma sayısı bakımından Bozkurt ve İnebolu (47,55 adet/cm² ve 35,10 adet/cm²), sürgün uzunluğu bakımından Araç ve Hanönü (6,65 cm ve 4,39 cm) ve hücre tabaka sayıları bakımından Hanönü ve İnebolu (8,70 adet ve 6,20) bölgelerinden alınan örneklerde belirlenmiştir.

Morfolojik özelliklere ait olan bulguların bölgelere göre anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını anlamak amacı ile p<0,05 düzeyinde ANOVA (Tek yönlü varyans analizi) ve Duncan testleri uygulanmıştır. Bu testler neticesinde Sig. (Significant = Önem düzeyi) p<0,05 ise gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu; p>0,05 ise gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca bu analizler sonucunda

örneklerin ortalama değerleri standart sapma ve standart hatalar ile birlikte tekrar hesaplanmıştır.

4.1.1. İbre Uzunluğu İle İlgili Bulgular

Beş bölgeden alınan (Hanönü, Araç, Tosya, İnebolu ve Bozkurt) kızılçam ibre uzunluklarının bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin ibre uzunluğu üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu (Tablo 4.3) ve bunun yanında Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.2. İbre uzunluğu için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	50	112,6706	10,12339	1,43166	90,70	137,24
Araç	49	107,5673	24,96431	3,56633	72,51	149,61
Hanönü	50	93,0828	8,24494	1,16601	80,00	110,79
İnebolu	50	117,2752	11,90523	1,68365	82,79	139,60
Tosya	49	119,2155	11,84246	1,69178	99,07	139,25
Toplam	248	109,9346	17,27447	1,09693	72,51	149,61

Tablo 4.3. İbre uzunluğu için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	21762,883	4	5440,721	25,452	0,000
Gruplar ile	51943,742	243	213,760		
Toplam	73706,626	247			

Tablo 4.4. İbre uzunluğu için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Hanönü	50	93,0828			
Araç	49		107,5673		
Bozkurt	50		112,6706	112,6706	
İnebolu	50			117,2752	117,2752
Tosya	49				119,2155
Sig.		1,000	0,083	0,118	0,509

4.1.2. İbre Genişliği İle İlgili Bulgular

Farklı bölgelerden alınan kızılçam ibre genişliklerinin bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.5’de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin ibre genişliği üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu (Tablo 4.6) ve ayrıca Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Tablo 4.7).

Tablo 4.5. İbre genişliği için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	50	0,4982	0,10828	0,01531	0,30	0,76
Araç	49	0,5733	0,09992	0,01427	0,40	0,81
Hanönü	50	0,6956	0,09996	0,01414	0,55	0,98
İnebolu	50	0,3640	0,05544	0,00784	0,27	0,56
Tosya	49	0,5588	0,09468	0,01353	0,40	0,79
Toplam	248	0,5377	0,14286	0,00907	0,27	0,98

Tablo 4.6. İbre genişliği için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	2,917	4	0,729	83,415	0,000
Gruplar ile	2,124	243	0,009		
Toplam	5,041	247			

Tablo 4.7. İbre genişliği için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
İnebolu	50	0,3640			
Bozkurt	50		0,4982		
Tosya	49			0,5588	
Araç	49			0,5733	
Hanönü	50				0,6956
Sig.		1,000	1,000	,441	1,000

4.1.3. İbre Yoğunluğu İle İlgili Bulgular

Örneklerin ibre yoğunluklarının bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.8’de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin ibre yoğunluğu üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür (Tablo 4.9). Ayrıca Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu da belirlenmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.8. İbre yoğunluğu için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	50	8,40	1,030	0,146	7	10
Araç	49	14,73	2,234	0,319	11	18
Hanönü	50	10,80	2,060	0,291	8	13
İnebolu	50	9,00	2,020	0,286	6	12
Tosya	49	9,02	1,108	0,158	8	11
Toplam	248	10,38	2,901	0,184	6	18

Tablo 4.9. İbre yoğunluğu için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	1319,840	4	329,960	105,705	0,000
Gruplar ile	758,531	243	3,122		
Toplam	2078,371	247			

Tablo 4.10. İbre yoğunluğu için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Bozkurt	50	8,40		
İnebolu	50	9,00		
Tosya	49	9,02		
Hanönü	50		10,80	
Araç	49			14,73
Sig.		0,100	1,000	1,000

4.1.4. Stoma Sayısı İle İlgili Bulgular

Örneklerin stoma sayısının bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.11’de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin stoma sayısı üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu belirlenmiş (Tablo 4.12) ve buna ilaveten Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu ortaya konulmuştur (Tablo 4.13).

Tablo 4.11. Stoma sayısı için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	49	47,55	11,983	1,712	23	69
Araç	49	45,94	5,793	0,828	33	63
Hanönü	50	41,26	8,583	1,214	28	60
İnebolu	50	35,10	4,735	0,670	24	49
Tosya	49	41,20	6,541	0,934	28	60
Toplam	247	42,18	9,009	0,573	23	69

Tablo 4.12. Stoma sayısı için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	4701,144	4	1175,286	18,632	0,000
Gruplar ile	15265,018	242	63,079		
Toplam	19966,162	246			

Tablo 4.13. Stoma sayısı için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
İnebolu	50	35,10		
Tosya	49		41,20	
Hanönü	50		41,26	
Araç	49			45,94
Bozkurt	49			47,55
Sig.		1,000	0,972	0,314

4.1.5. Sürgün Uzunluğu İle İlgili Bulgular

Örneklerin sürgün uzunluğunun bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.14’de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin sürgün uzunluğu üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.15). Bununla birlikte Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Tablo 4.16).

Tablo 4.14. Sürgün uzunluğu için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	50	5,7638	1,07390	0,15187	3,83	8,00
Araç	49	6,6584	0,88071	0,12582	4,44	8,35
Hanönü	50	4,3976	0,82477	0,11664	2,10	5,95
İnebolu	50	5,4670	1,12869	0,15962	2,30	7,30
Tosya	49	6,3396	1,04031	0,14862	3,24	7,88
Toplam	248	5,7190	1,26320	0,08021	2,10	8,35

Tablo 4.15. Sürgün uzunluğu için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	152,690	4	38,173	38,419	0,000
Gruplar ile	241,443	243	0,994		
Toplam	394,134	247			

Tablo 4.16. Sürgün uzunluğu için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Hanönü	50	4,3976		
İnebolu	50		5,4670	
Bozkurt	50		5,7638	
Tosya	49			6,3396
Araç	49			6,6584
Sig.		1,000	0,139	0,113

4.1.6. Hücre Tabaka Sayıları İle İlgili Bulgular

Örneklerin sürgün uzunluğunun bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.17’de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin hücre tabaka sayıları üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiş (Tablo 4.18) ve Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu ortaya konulmuştur (Tablo 4.19).

Tablo 4.17. Hücre tabaka sayısı için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	49	8,18	2,270	0,324	4	12
Araç	49	7,71	2,092	0,299	4	12
Hanönü	50	8,70	1,992	0,282	5	12
İnebolu	50	6,20	1,143	0,162	4	8
Tosya	49	8,51	2,083	0,298	5	12
Toplam	247	7,86	2,138	0,136	4	12

Tablo 4.18. Hücre tabaka sayısı için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	199,949	4	49,987	13,091	0,000
Gruplar ile	924,092	242	3,819		
Toplam	1124,040	246			

Tablo 4.19. Hücre tabaka sayısı için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
İnebolu	50	6,20		
Araç	49		7,71	
Bozkurt	49		8,18	8,18
Tosya	49		8,51	8,51
Hanönü	50			8,70
Sig.		1,000	0,056	0,218

Kızılçam ağaçlarının morfolojik özellikleri iklim, yaşam alanları ve bu alanların kendine özgü ekolojik özelliklerinden dolayı bölgeler ve hatta aynı bölgedeki aynı cins ve farklı ağaçlar arasında bile farklılıklar göstermektedir. Beklendiği üzere beş farklı alanı (Hanönü, Araç, Tosya, İnebolu ve Bozkurt) temsilen alınan örneklerin test edilen farklı morfolojik karakterlerinin (ibre uzunluğu, ibre genişliği, ibre yoğunlukları, sürgün uzunlukları, stoma sayıları ve hücre tabakalarının sayısı) istatistiksel olarak birbirinden farklı değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Literatüre bakıldığında kızılçam ile yapılmış olan morfolojik çalışmaların sonuçlarının, çalışmamızda elde etmiş olduğumuz sonuçlar ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Abido (1986), kızılçam ve Halep çamı ağaçları arasındaki adaptasyon farklılıklarını ortaya koymuş ve bunun için ağaçların epiderm kalınlıklarını, birim uzunluktaki stoma sayılarını, ibre uzunlukları, ibre kalınlıkları, birim alandaki ibre yoğunluklarını tespit etmiştir. Halep çamının stomalarının mumsu bir katmanla kaplandığını belirlemiş ve daha kısa ibrelerin, daha küçük ibre yüzeyi alanının, daha küçük ibre yüzey alanı/hacim oranının, daha düşük çeper tabaka sayısının, daha düşük sürgün uzunluğunun, daha uzun ana kök uzunluğunun ve birim uzunluktaki stoma sayısının daha az olmasının kuraklığa karşı olan direncin daha yüksek olmasını sağladığını belirlemiştir.

Calamassi vd. (1987), Türkiye, Yunanistan, Kıbrıs, Irak, İran ve Lübnan'da farklı yükseltilerden aldıkları kızılçam ibrelerinin morfolojik özelliklerini incelemiş ve ibre uzunluğunun 107,2 mm-126,5 mm arasında, kın uzunluğunun 10,19 mm-11,87 mm arasında, ibre genişliğinin 1,09 mm-1,31 mm arasında ve ibre kalınlığının 0,70 mm-0,84 mm arasında ve birim uzunluktaki (cm) stoma sayısının ise 94,08-104,78 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Dounavi vd. (2001), Rodos adasındaki farklı bölgelerden alınan kızılçam ve Halep çamının regresyon analizi ile morfolojilerini belirledikleri çalışmalarının neticesinde ibre uzunluğu, ibre genişliği, stoma sayısı vb. morfolojik özelliklerde farklılıklar bulmuşlardır.

Dangasuk ve Panetsos (2004), araştırmalarında dört farklı rakımdaki kızılçam popülasyonundan temin ettikleri örneklerin ibre, kozalak ve tohumlarının morfolojik karakteristiklerini incelemişlerdir. İbre uzunluklarının 108,05 mm-160,88 mm arasında, ibre genişliklerinin 1,01 mm-1,29 mm arasında, kın uzunluğunun 11,4 mm-13,41 mm arasında, kozalak boyunun 56,24 mm-65,64 mm, kozalak genişliğinin 30,38 mm-36,87 mm, tohum uzunluğunun 6,93 mm-7,53 mm, tohum kalınlığının 2,90 mm-3,18 mm ve tohum kanat açıklığının 22,19 mm-25,65 mm arasında değiştiğini ve bu değerlerin bölgeler arasında farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yılmaz ve Akkemik (2011), “Bazı Doğal am (Pinus L.) Türlerinde Anormal Sürgün ve Yaprak Oluşumu” adlı çalışmalarında yangın, böcek, yaralanma ve otlatma gibi nedenlerle kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arn.) ve Halep amı (*Pinus halepensis* Mill.) türlerinde anormal sürgün oluşumunu incelemişler ve sözcü edilen durumların sürgünlerin morfolojik yapılarında değişimlere yol açtığını tespit etmişlerdir.

Arslan vd. (2011), Adana ve Kahramanmaraş bölgesinde inceledikleri kızılçam ormanlarında çevresel ve biyolojik etmenlerin neden olduğu morfolojik değişimleri ve bu değişimlerin neden olduğu ibre kayıplarının yıllara göre farklılık arzettiğini görmüşlerdir.

Farklı am türleri ile yapılan araştırmaların neticesinde de benzer sonuçlara rastlanmış ve morfolojik özelliklerin ağacın yetişme yeri şartlarına, iklim ve coğrafi şartlara göre değişiklik gösterdiği anlaşılmıştır. Schreuder ve Brewer (2001), ABD’de ibreli ormanlarda, klor gazına maruz kalan *Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco ve *Pinus ponderosa* L.’daki morfolojik ve fizyolojik değişimleri incelemişlerdir. Direkt olarak klor gazına maruz kalmanın bu ağaç türlerinde yapraklarında yaralanmalar, sarılık hastalığı, beneklenme, çürüme ve doku ölümü meydana gelmektedir. Doku lm meydana gelmiş olan ibreler maruziyet boyunca dökülmektedir. Bu durum Douglas Göknar’ında (*Pseudotsuga menziesii*) sekonder sürgün oluşmasını sağlamaktadır. Ayrıca klor gazı maruziyeti, Douglas Gknarı iğnelerinde daha küçük su temas açısına yol açmıştır. Bu durum, bu ağaç türlerinde

kutiküler su kaybına ve ibrelerin toplam su içeriğinin azalmasına neden olmuştur. Bu nedenle ibreli türlerin klor gazına maruz kalması, bu türlerde su kaybına neden olarak ibrelerin kloroplastlarına zarar vermekte ve ağacın büyümesine olumsuz etki etmektedir.

Aynı şekilde Wahid, Gonzalez-Martinez, El Hadrami ve Boulli (2006), sahil çamının farklı yükseltlerdeki örneklerinin morfolojik özelliklerini incelemişler, enlem ve yükselti değişimlerinin ibre uzunluğu, ibre genişliği, stoma sayısı vb. özelliklerin değişimi üzerine etkisi olduğunu belirlemişlerdir.

Poulos ve Berlyn (2007), yükseltinin Meksika Çamı (*Pinus cembroides*) ağacının morfolojisine olan etkilerini incelemişler ve yükseltinin artmasıyla ibre uzunluğu, ibre yoğunluğu ve bitki suyunun da (bağıl su içeriği ve terleme) arttığını tespit etmişlerdir. Bu bulgular, bu türün farklı alanlarda ve lokasyonlarda kısa mesafedeki çevresel değişimlere adaptasyonunun türlerin geniş dağılımdaki özelliklerini de belirlemek için bir referans olabileceğini göstermektedir.

Benzer şekilde Sass-Klaassen, Chowdhury, Sterck ve Zweifel (2007), sert kış koşullarının ve yazın sert geçen kuraklıkların ağacın morfolojik özelliklerini önemli derecede değiştirdiğini saptamışlardır. Bu değişimler sayesinde çam türleri morfolojik karakterlerini su kullanılabilirliğine göre uzun ve kısa dönem olmak üzere adapte olacağı görülmüştür.

Rajendra ve Finkeldey (2009), 6 farklı popülasyonda Sumatran çamının (*Pinus merkusii*) ibre demeti kılıflarını, ibrelerin şeklini, ibre ağırlığını, stoma yoğunluğunu, ibre kalınlığını ve uzunluğunu belirlemişlerdir. 6 farklı popülasyondan ve 90 ağaçtan alınan 1820 ibre örneği ile yapılan çalışmada ibre boyları ve şekil bakımından popülasyonlar arası farklılıklar bulunurken, stoma yoğunluğu bakımından herhangi bir fark görülmemiştir.

Turna ve Güney (2009), çalışmalarında, yükseklik değişiminin, morfolojik özellikler üzerine etkisi olduğunu belirtmişler ve morfolojik karakterler üzerinde yapılan küme modellemesinin, yükseklik etkisini belirlemede önemli bir faktör olduğunu ifade

etmişlerdir. Ayrıca yükselti farkının popülasyonlar arasındaki değişimin temel sebeplerinden biri olduğu kanaatine varmışlardır.

Şevik, Ayan ve Yiğit (2010), Kastamonu, Hanönü yöresinde belirledikleri 30 farklı klon Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ağaçlarının bazı morfolojik özelliklerini belirlemişler, ortalama ibre uzunluğunu 149 mm ve ortalama ibre genişliğini 1,61 mm olarak tespit etmişler ve morfolojik özelliklerin her bir bireyde farklı değerlere sahip olduğunu saptamışlardır.

Benzer şekilde Yiğit, Ayan ve Şevik (2010), Kastamonu, Taşköprü bölgesinden temin ettikleri sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaçlarının morfolojik özelliklerini incelemiş ve ortalama ibre uzunluğunu ve ibre genişliğini sırasıyla 68,13 mm ve 1,54 mm olarak saptamışlardır.

Safdari, Moinuddin, Margaret ve Bayramzadeh (2012), yapmış oldukları çalışmalarında, hava kirliliğinin çam ağaçları üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada Afgan çamı örneklerini çok kirli bir ortamdan kirli olmayan bir ortama doğru farklı bölgelerden toplamışlardır. Sonuçlar, hava kirlilik oranlarının morfolojik özelliklerden traheid çapı ve yıllık halka genişliği dışında önemli bir değişikliğe sebep olmadığını göstermiştir.

Weisberg ve Ko (2012), çalışmalarında 15 km²'lik bir alandan alınan örneklerin kök çapı, yüksekliği, en düşük dal çapı, taç alanı, yıllık halka ve kabuk dokusu indeksi vb. morfolojik özelliklerini kurak ve yarı kurak bölgelere göre incelemişlerdir.

Callaham (2013), Batı sarıçamının (*Pinus ponderosa*) genetik özelliklerini belirlemek bu ağaç türünün beş farklı türünün sürgün, ibre, kozalak vb. morfolojik özelliklerini, dağılım ve taksonlarını incelemişlerdir.

Xing vd. (2014), Çin Kızılçamı (*Pinus tabulaeformis*) ve Yunan Çamı (*Pinus yunnanensis*) ile yaptıkları çalışmalarında belirtilen türlerin yapay hibritlerinin fenotipik ve genetik farklılıklarını ortaya koymuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre yapay melez örnekler arasında 10 farklı gruptaki ibrelerin genetik kontrol altında olduğu tespit edilmiştir. Suni melez *Pinus densata*'daki ibre özellikleri, diğer iki tür

olan *Pinus tabuliformis* ve *Pinus yunnanensis*'deki özelliklere benzer bulunmuştur. Benzer şekilde *Pinus densata*'nın fizyolojik özellikleri de diğer türlerin fizyolojik özelliklerine yakın bulunmuştur.

López-Reyes, de la Rosa, Ortiz ve Gernandt (2015), *Pinus douglasiana* ve *Pinus maximinoi* türleri ile yaptıkları çalışmada türler arasındaki taksonomik sınırları belirlemek için morfolojik, moleküler ve ekolojik verileri araştırmışlardır. Elde edilen veriler ışığında (ibre uzunluğu, ibre genişliği, apofizlerin kalınlığı, kozalakların yapısı vb.) araştırmaya konu olan türler, bunlara morfolojik olarak benzeyen diğer türlerden (*Pinus pseudostrobus* ve *P. Yecorensis*) ayrıştırılabilmektedir. Huang vd. (2016), yapmış oldukları çalışmalarında Yunan çamı (*Pinus Yunnanensis*) ibrelerinin genetik yapısı ve morfolojik ve anatomik özelliklerini incelemişler, denek olarak belirledikleri ibre örneği ebatlarının enlem derecesi ile pozitif yönde, yıllık sıcaklık ortalaması ve yıllık yağış miktarı negatif yönde ilişkili olduğunu saptamışlardır.

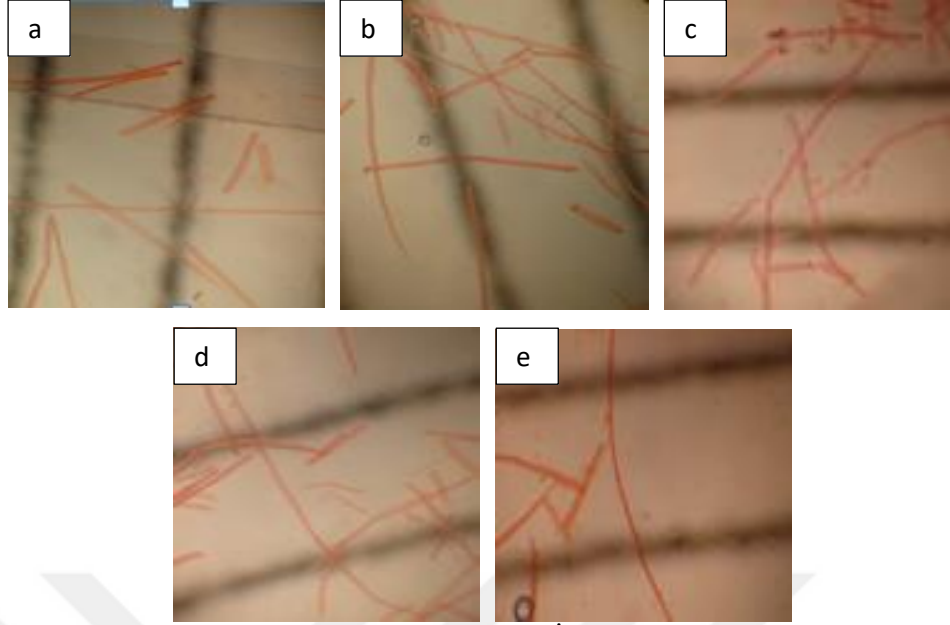
4.2. Lifsel Özelliklere Ait Bulgular ve Tartışma

Farklı bölgelerden alınan ağaç odunlarının lifsel özellikleri, bu ağaçların yetişme yeri şartlarına (sıcaklık, yükselti, nem, toprak vb.) göre değişiklik göstermektedir. Çalışmamızın bu bölümünde beş farklı bölgeden alınan odun örneklerinin lifleri bir ışık mikroskobu yardımıyla gözlenmiş ve lif özellikleri (lif boyu, lif genişliği, lümen genişliği ve hücre çeper kalınlığı) bir bilgisayar programı (Digimizer) ile saptanmıştır. Tablo 4.20'de beş farklı bölgeden alınan örneklerin lifsel özellikleri gösterilmiş ve Fotoğraf 4.1a, b, c, d ve e' de ise lif görüntüleri verilmiştir.

Tablo 4.20. Örneklerin ortalama lif boyutları

Bölge	Lif uz.(mm)	S.s	Lif gen. (µm)	S.s	Lümen gen.(µm)	S.s	Hücre çeperi ka.(µm)	S.s
Hanönü	2,05	0,86	40,57	2,51	26,93	2,71	6,74	1,16
Bozkurt	1,86	1,86	41,03	2,95	26,95	2,49	6,96	1,36
Araç	2,22	2,22	41,97	3,35	26,71	3,39	7,61	1,46
İnebolu	2,21	2,21	42,27	3,85	26,32	3,57	7,90	1,79
Tosya	3,15	3,15	41,90	3,24	27,75	4,27	7,20	1,38

Uz.:Uzunluk, Gen.:Genişlik, Ka.:Kalınlık, S.s.:Standart sapma



Fotoğraf 4.1. a) Araç b) Bozkurt c) Hanönü d) İnebolu e) Tosya bölgelerinden alınan örneklerin lif görüntüleri

Lifsel özelliklerine ait olan bulguların bölgelere göre anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını anlamak amacı ile $p < 0,05$ düzeyinde ANOVA (Tek değişkenli varyans analizi) ve Duncan testleri uygulanmıştır. Bu testler neticesinde Sig. (Significant = Önem düzeyi) $p < 0,05$ ise gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu; $p > 0,05$ ise gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca bu analizler sonucunda örneklerin ortalama değerleri standart sapma ve standart hatalar ile birlikte hesaplanmıştır.

4.2.1. Lif Uzunluğu İle İlgili Bulgular

Beş bölgeden alınan (Hanönü, Araç, Tosya, İnebolu ve Bozkurt) kızılcım lif uzunluklarının bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.21'de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin lif uzunluğu üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu bulunmuştur (Tablo 4.22). Ayrıca Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Tablo 4.23).

Tablo 4.21. *Lif uzunluğu için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları*

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	149	1,86821	0,836845	0,068557	0,990	3,500
Araç	149	2,22095	1,096483	0,089827	0,998	4,000
Hanönü	149	2,05743	0,869860	0,071262	0,990	3,500
İnebolu	149	2,21464	1,188927	0,097401	0,998	4,000
Tosya	149	3,15409	0,970907	0,079540	1,000	4,000
Toplam	745	2,30306	1,093440	0,040061	0,990	4,000

Tablo 4.22. *Lif uzunluğu için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları*

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	147,249	4	36,812	36,699	0,000
Gruplar ile	742,286	740	1,003		
Toplam	889,535	744			

Tablo 4.23. *Lif uzunluğu için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları*

Bölge	N	Subset for alpha = 0,05		
		1	2	3
Bozkurt	149	1,86821		
Hanönü	149	2,05743	2,05743	
İnebolu	149		2,21464	
Araç	149		2,22095	
Tosya	149			3,15409
Sig.		0,103	0,186	1,000

4.2.2. Lif Genişliği İle İlgili Bulgular

Farklı bölgelerden alınan kızılçam lif genişliklerinin bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.24'de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin lif genişliği üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiş (Tablo 4.25) ve Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (Tablo 4.26).

Tablo 4.24. *Lif genişliği için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları*

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	149	41,03	2,952	0,242	38	51
Araç	149	41,97	3,356	0,275	33	51
Hanönü	149	40,57	2,518	0,206	38	50
İnebolu	149	42,27	3,850	0,315	33	52
Tosya	149	41,90	3,240	0,265	37	50
Toplam	745	41,55	3,269	0,120	33	52

Tablo 4.25. *Lif genişliği için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları*

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	306,423	4	76,606	7,417	0,000
Gruplar ile	7642,720	740	10,328		
Toplam	7949,142	744			

Tablo 4.26. *Lif genişliği için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları*

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Hanönü	149	40,57	
Bozkurt	149	41,03	
Tosya	149		41,90
Araç	149		41,97
İnebolu	149		42,27
Sig.		0,221	0,357

4.2.3. Lümen Genişliği İle İlgili Bulgular

Örneklerin lümen genişliklerinin bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.27’de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin lümen genişliği üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu (Tablo 4.28) ve ayrıca Duncan testi sonucunda gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Tablo 4.29).

Tablo 4.27. Lümen genişliği için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	149	26,95	2,493	0,204	20	36
Araç	149	26,71	3,392	0,278	20	36
Hanönü	149	26,93	2,715	0,222	22	43
İnebolu	149	26,32	3,576	0,293	20	36
Tosya	149	27,75	4,273	0,350	20	44
Total	745	26,93	3,374	0,124	20	44

Tablo 4.28. Lümen genişliği için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	162,805	4	40,701	3,625	0,006
Gruplar ile	8307,839	740	11,227		
Toplam	8470,644	744			

Tablo 4.29. Lümen genişliği için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
İnebolu	149	26,32	
Araç	149	26,71	
Hanönü	149	26,93	
Bozkurt	149	26,95	
Tosya	149		27,75
Sig.		0,145	1,000

4.2.4. Hücre Çeperi Kalınlığı İle İlgili Bulgular

Örneklerin hücre çeperi kalınlığının bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.30'de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin hücre çeperi kalınlığı üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.31). Bununla birlikte Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 4.32).

Tablo 4.30. Hücre çeper kalınlığı için bölgelere göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	149	6,960	1,3600	0,1114	5,0	10,0
Araç	149	7,614	1,4683	0,1203	2,5	10,5
Hanönü	149	6,742	1,1663	0,0955	5,0	9,0
İnebolu	149	7,906	1,7956	0,1471	2,5	12,0
Tosya	149	7,201	1,3839	0,1134	5,0	10,0
Total	745	7,285	1,5068	0,0552	2,5	12,0

Tablo 4.31. Hücre çeper kalınlığı için bölgelere göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	134,407	4	33,602	15,993	0,000
Gruplar ile	1554,765	740	2,101		
Toplam	1689,172	744			

Tablo 4.32. Hücre çeper kalınlığı için bölgelere göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Hanönü	149	6,742		
Bozkurt	149	6,960	6,960	
Tosya	149		7,201	
Araç	149			7,614
İnebolu	149			7,906
Sig.		0,194	0,151	0,083

Tablo 4.33'de literatürde yapılmış olan önceki çalışmalardaki farklı çam türlerine ait lifsel özellikler görülmektedir.

Tablo 4.33. Farklı çam türlerine ait lifsel özellikler

Hammaddeler	Lif uzunluğu (mm)	Lif genişliği (µm)	Lümen genişliği (µm)	Hücre çeperi kalınlığı (µm)	Kaynaklar
<i>Pinus brutia</i> Ten.	4,27-4,70	47,85-49,11	28,14-30,34	8,99-9,77	Göksel (1981)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	3,20	25,05	15,49	4,78	Tank vd. (1990)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	4,42	40,40	25,09	7,03	Bektaş, Tutuş ve Eroğlu (1999)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	2,71-3,02	51,87-54,04	34,35-39,59	6,43-9,28	Gürboy (2007)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	4,14	42,5	28,35	14,15	Sarıusta (2007)

Tablo 4.33'ün devamı

<i>Pinus brutia</i> Ten.	4,21	39,37	-	5,59	Baharoğlu, Nemli, Sarı, Birtürk ve Bardak (2013)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	4,14	42,5	28,4	14,2	Köksal ve Pekgözlü (2016)
<i>Pinus nigra</i> var. <i>pallasiana</i> Schneid	4,06	47,0	-	10,0	Göker (1969)
<i>Pinus nigra</i> var. <i>pallasiana</i> Schneid	2,9-4,23	28,5-31,1	5,9-6,7	-	Bozkurt (1971)
<i>Pinus nigra</i>	3,47	43,45	27,75	15,2	Sarıusta (2007)
<i>Pinus nigra</i>	3,89	46,11	33,07	13,04	İstek, Eroğlu ve Gülsoy (2008)
<i>Pinus nigra</i>	1,21	36,12	26,23	4,95	Akgül ve Tozluoğlu (2009)
<i>Pinus nigra</i>	3,47	43,5	27,8	15,2	Köksal ve Pekgözlü (2016)
<i>Pinus sylvestris</i>	3,10	40,85	28,50	9,85	Sarıusta (2007)
<i>Pinus sylvestris</i>	3,10	40,9	28,5	9,9	Köksal ve Pekgözlü (2016)
<i>Pinus radiata</i>	2,02	16,28	10,15	3,06	Tank vd. (1990)
<i>Pinus maritima</i>	3,97	23,50	15,70	3,90	Tank vd. (1990)
<i>Pinus pinaster</i>	2,89	47,48	35,89	11,58	İstek, Tutuş ve Gülsoy (2009)
<i>Pinus pinea</i>	3,38	41,71	30,95	5,38	Özdemir, Tutuş, Bektaş ve Çiçekler (2015)

Çalışmanın bu bölümünde kızılçam odunu örneklerinden nitrik asit maserasyonu ile elde edilen liflerin uzunlukları, genişlikleri, liflerin lümen genişlikleri ve liflerin hücre çeper kalınlıkları incelenmiştir. Çalışmamızın sonucunda elde edilen değerler ile literatürde kızılçamlarla (*Pinus brutia* Ten.) daha önce yapılmış olan çalışmaların sonuçları benzerlik göstermekte ve örtüşmektedir. Ayrıca daha önce bahsedildiği üzere aynı ağaç türünün aynı lokasyonlarındaki örneklerinin bile farklı lifsel özelliklere sahip olabileceği tezi farklı türdeki ağaçlarla yapılan çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır. Bu durum örneklerin alındığı bölgelerin farklı ekolojik özelliklere sahip olmasına dayandırılabilir. Göksel (1981) ve Tank vd. (1990) yapmış oldukları çalışmalarında kızılçam örneklerinin lif uzunluğunu sırasıyla 4,27-4,70 mm ve 3,20 mm; lif genişliğini 47,85-49,11 μm ve 25,05 μm ; lümen genişliğini 28,14-30,34 μm ve 15,49 μm ; hücre çeperi kalınlığını ise 8,99-9,77 μm ve 4,78 μm olarak belirlemişlerdir.

Benzer şekilde Bektaş vd. (1999) kızılçam odununun lif uzunluğunu 4,42 mm, lif genişliğini 40,40 μm , lümen genişliğini 25,09 μm ve lif çeper kalınlığını 7,03 μm olarak tespit etmişlerdir.

Gürboy (2007) çalışmasında kızılçam odunu lif uzunluğunu 2,71-3,02 mm, lif genişliğini 51,87-54,04 μm , lümen genişliğini 34,35-39,59 μm ve hücre çeperi kalınlığını ise 6,43-9,28 μm olarak saptamıştır.

Sarusta (2007) kızılçam örnekleri ile yapmış olduğu çalışmasında örneklerin lif uzunluğunu 4,14 mm; lif genişliğini 42,5 μm ; lümen genişliğini 28,35 μm ve hücre çeperi kalınlığını 14,15 μm olarak tayin etmiştir.

Baharoğlu vd. (2013) kızılçam odunu örneklerinin lif uzunluğunu ortalama 4,21 mm, lif genişliğini 39,37 μm ve hücre çeper kalınlığını ise 5,59 μm olarak bulmuşlardır.

Benzer şekilde Köksal ve Pekgözlü (2016)'de kızılçam odunu örnekleri ile yapmış oldukları araştırmalarında ortalama lif uzunluğunu 4,14 mm, lif genişliğini 42,5 μm , lümen genişliğini 28,4 μm ve hücre çeperi kalınlığını 14,2 μm olarak tespit etmişlerdir. Bunlara ilave olarak farklı çam türleri (karaçam, sarıçam, monter çamı, sahil çamı ve fıstık çamı) ile yapılmış olan çalışmalarda elde edilen lif boyutları ile ilgili sonuçlar Tablo 4.33'de gösterilmiştir.

Öte yandan, ağaç içerisindeki yaşa bağlı olarak değişen bölgelerin (genç odun, geçiş safhası ve olgun odun gibi) lif genişliği ve dolayısıyla lümen genişliğini etkileyebileceği düşünülmektedir. Ağacın genç odun döneminde konikten ziyade daha silindirik bir şekle sahip olduğunu ve bunun da ağacın mekanik ve fiziksel özelliklerini değiştirerek lif yapısında farklılıklara yol açtığı görülmüştür. Ağacın lifsel özelliklerinin ağacın gelişme dönemi boyunca ilerlediği görülmektedir (Groom, Shaler ve Mott 2002). Ağacın lifsel, anatomik ve kimyasal özelliklerinden elde edilecek olan temel bilgiler, bu ağaçtan üretilen kağıt hamuru ve kağıtların fiziksel ve mekanik özelliklerinin (çekme, kopma, yırtılma direnci vb.) ve bu kağıtların kullanım yerlerinin belirlenmesinde (kaliteli kağıt, kraft kağıdı vb.) ve büyük önem arz etmektedir (Fernando, 2007).

4.3. Kimyasal Özelliklere Ait Bulgular ve Tartışma

Odun fraksiyonlarının analizi ve bütün analitik değerleri özellikle tür, yaş ve ağacın konumu gibi numune özelliklerine, numunelerin ağaçtan nasıl temin edildiğine ve numunelerin ağacın hangi bölümüne ait olduğu gibi özelliklere bağlıdır. Ayrıca kimyasal analize tabi tutulacak odun da türü bakımından (basınç, çekme, normal odun) önemlidir. Bu kimyasal bileşenleri belirlemek için Kastamonu ilindeki beş bölgeden (Hanönü, Araç, Bozkurt, İnebolu ve Tosya) alınan kızılçam ağacı odunları kimyasal analizler için hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler etanol ekstraksiyonu, lignin, alfa selüloz, holoselüloz, %1 NaOH çözünürlüğü, soğuk su ve sıcak su çözünürlüğü ve kül tayininde kullanılmıştır. TAPPI standartları çerçevesinde yapılan kızılçam odunlarının kimyasal içeriklerinin belirlendiği analizlerin sonuçları Tablo 4.34'da gösterilmiştir.

Tablo 4.34. Beş farklı bölgeden alınan kızılçam örneklerinin kimyasal bileşenleri

Analizler (%)	Tosya	Hanönü	İnebolu	Bozkurt	Araç
Etanol ekstraksiyonu	2,54	2,38	2,44	3,08	3,41
Lignin	26,89	26,47	27,09	27,86	26,04
Holoselüloz	71,94	72,38	71,81	70,37	70,44
Alfa selüloz	47,30	42,62	43,76	47,19	46,38
% 1NaOH Çözünürlüğü	12,38	12,47	13,05	13,14	12,53
Soğuk su çözünürlüğü	3,27	2,49	2,32	3,11	2,29
Sıcak su çözünürlüğü	3,83	3,44	2,93	2,86	3,10
Kül içeriği	0,36	0,40	0,28	0,37	0,26

Tablo 4.34'e bakıldığı zaman beş farklı bölgeden alınan örneklerin ortalama değerleri arasındaki en yüksek farklar sırasıyla ekstraktif madde içeriği bakımından Araç ve Hanönü (%3,41 ve %2,38), lignin içeriği bakımından Bozkurt ve Araç (%27,86 ve %26,04), holoselüloz içeriği bakımından Hanönü ve Bozkurt (%72,38 ve %70,37), alfa selüloz içeriği bakımından Tosya ve Hanönü (%47,30 ve %42,62), %1 NaOH çözünürlüğü bakımından Bozkurt ve Tosya (%13,14 ve %12,38), soğuk su çözünürlüğü bakımından Tosya ve Araç (%3,27 ve %2,29), sıcak su çözünürlüğü bakımından Tosya ve Bozkurt (%3,83 ve %2,86) ve kül içeriği bakımından Hanönü ve Araç (%0,40 ve %0,26) bölgelerinden alınan örneklerde tespit edilmiştir.

Tablo 4.35’de bazı çam türlerinin kimyasal içerikleri görülmektedir. Yapmış olduğumuz çalışma kapsamında elde ettiğimiz sonuçlar literatürdeki çalışmalarla paralellik arz etmektedir.

Tablo 4.35. Bazı çam türlerine ait kimyasal bileşenler

Hammadde	H.Sel.	Sel.	Al. Se.	Lig.	Kül	Silis	Çözünürlükler			Kaynak
							S.S.	%1Na OH	Al. Be.	
<i>Pinus brutia</i> Ten. (Marm. Bölgesi)	66,13	-	43,92	27,18	0,5	-	3,65	17,44	5,04	Göksel, (1981)
<i>Pinus brutia</i> Ten. (Ege Bölgesi)	64,52	-	42,53	27,38	0,4	-	9,36	8,40	9,27	Göksel, (1981)
<i>Pinus brutia</i> Ten. (Akd. Bölgesi)	65,45	-	41,21	27,86	0,5	-	2,10	9,30	9,05	Göksel, (1981)
<i>Pinus brutia</i> Ten	65,46	-	42,55	27,47	0,47	-	-	11,70	7,92	Tank vd. (1990)
<i>Pinus brutia</i> Ten	70,8	54,1	-	27,4	0,37	-	5,0	8,5	5,8	Kırcı, (1991)
<i>Pinus brutia</i> Ten (öz odun)	-	52,6	45,2	28	-	-	6,5	10,2	7,6	Hafizoğlu ve Usta (2005)
<i>Pinus brutia</i> Ten (diri odun)	-	57,9	50,2	29	-	-	5,1	9,1	5,7	Hafizoğlu ve Usta (2005)
<i>Pinus brutia</i> Ten (200 m)	75,77	-	48,56	27,60	0,48	-	2,19	14,48	1,99	Gürboy, (2007)
<i>Pinus brutia</i> Ten (450 m)	71,89	-	46,14	27,51	0,44	-	1,84	11,71	1,17	Gürboy, (2007)
<i>Pinus brutia</i> Ten (800 m)	76,76	-	49,94	27,13	0,45	-	2,29	13,07	1,80	Gürboy, (2007)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	71,68	52,64	45,68	25,98	-	-	5,62	16,05	5,18	Baharoğlu vd. (2013)
<i>Pinus nigra</i>	72,3	51,9	-	26,4	0,18	-	3,2	13,1	3,5	Kırcı, Ateş ve Boran, (2002)
<i>Pinus sylve.</i>	71,6	54,8	-	26,7	0,40	-	4,4	19,4	3,7	Usta, (1989)
<i>Pinus radiata</i>	64,06	-	42,75	28,47	0,20	-	-	9,27	1,67	Tank vd. (1990)
<i>Pinus pinaster</i>	72,07	-	42,28	28,30	0,46	-	-	10,31	9,50	Tank vd. (1990)

H.sel.:Holoselüloz, Sel.:Selüloz, Al. Se.:Alfa selüloz, Lig.:Lignin, S.S.:Sıcak su, Al. Be.:Alkol benzen

Kızıldağ ağaçlarının kimyasal özelliklerini belirlenirken, farklı bölge ve lokasyonlar, bu lokasyonların iklimi, habitatu ve ekolojik çevresi ile ilgili değişkenler de göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışma kapsamında farklı bölgelerden alınan örneklerin sonuçları da farklı olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni, örneklerin alındığı bölgelerin farklı iklim, toprak, yağış vb. ekolojik özelliklere sahip olması olarak düşünülebilir. Elde etmiş olduğumuz bu sonuçlar literatürde daha önce

kızılçam ile yapılmış olan çalışmalarla da örtüşmektedir. Göksel (1981) Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinden almış olduğu kızılçam odunlarının kimyasal bileşenlerini incelemiş ve sonuçları % olarak sırasıyla Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi için lignin içeriğini 27,18; 27,38; 27,86 olarak, holoselüloz içeriğini 66,13; 64,52; 65,45 olarak, alfaselüloz içeriğini 43,92; 42,53; 41;21 olarak, pentozan içeriğini 10,29; 10,47; 9,23 olarak, kül içeriğini 0,5; 0,4; 0,5 olarak, sıcak su çözünürlüğü 3,65; 9,36; 2,10 olarak, %1 NaOH çözünürlüğü 17,44; 8,40; 9,30 olarak, alkol-benzen çözünürlüğü 5,04; 9,27; 9,05 olarak ve eterde çözünürlüğü 4,59; 5,46; 5,25 olarak tayin etmiştir.

Tank vd. (1990), yapmış oldukları çalışmanın sonuçlarına göre kızılçam odununun holoselüloz oranını %65,46; lignin oranını %27,47; alfaselüloz oranını %42,55; sıcak su çözünürlüğünü %5,04; %1'lik NaOH çözünürlüğünü %11,70; alkol-benzen çözünürlüğünü %7,92; eter çözünürlüğünü %5,10; pentozanları %10,00 ve kül içeriğini %0,47 olarak belirlemişlerdir.

Kırcı (1991), kızılçam odunu ile yapmış olduğu çalışmada holoselüloz miktarını %70,8; selüloz miktarını %54,1; lignin miktarını %27,4; sıcak su çözünürlüğünü %5,0; %1 NaOH çözünürlüğünü %8,5; alkol-benzen çözünürlüğünü %5,8 ve kül içeriğini %0,37 olarak belirlemiştir.

Hafizoğlu ve Usta (2005), kızılçamın lignin oranını öz odunda % 28, diri odunda % 29, selüloz oranını öz odunda % 52,6, diri odunda % 57,9 ve alfaselüloz oranını öz odunda % 45,2, diri odunda % 50,2 olarak tespit etmişlerdir. Buna ilaveten soğuk su, sıcak su, alkol-benzen ve % 1'lik NaOH çözünürlüğü değerlerini sırasıyla öz odun ve diri odun için % 3,1–2,4, % 6,5–5,1, % 7,6–5,7 ve % 10,2–9,1 olarak bulmuşlardır.

Gürboy (2007), kızılçam odununun kimyasal bileşenlerinin yükseltiye göre değişimi konusunda yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarına göre 200 m, 450 m ve 800 m için sırasıyla kimyasal bileşenleri belirlemiş ve % olarak kül içeriğini 0,485; 0,446; 0,450, %1 NaOH çözünürlüğünü 14.485; 11.710; 13.070, sıcak su çözünürlüğünü 2.190; 1.840; 2.290, alkol çözünürlüğünü 1.995; 1.170; 1.800, alfa selüloz içeriğini

48.565; 46.140; 49.949, holoselüloz içeriğini 75.774; 71.891; 76.764 ve lignin içeriğini 27.600; 27.510; 27.130 olarak tayin etmiştir.

Baharoğlu vd. (2013), çalışmalarında kullandıkları kızılçam örneklerinin kimyasal bileşenlerini holoselüloz içeriği %71,68; selüloz içeriği %52,64; alfa selüloz %45,68; lignin %25,98; sıcak su çözünürlüğü %5,62; %1 NaOH çözünürlüğü %16,05 ve alkol-benzen çözünürlüğü %5,18 olacak şekilde bulmuşlardır.

Literatürde farklı çam türlerinin kimyasal bileşenlerinin tespiti ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.35'te görülmektedir. Buna göre Usta (1989) sarıçam ve Kırıcı vd. (2002) karaçam ile yapmış oldukları çalışmalarında sırasıyla holoselülozu %71,6 ve %72,3; selülozu %54,8 ve %51,9; lignini %26,7 ve %26,4; kül içeriğini %0,40 ve %0,18; sıcak su çözünürlüğünü %4,4 ve %3,2; %1 NaOH çözünürlüğünü %19,4 ve %13,1 ve alkol-benzen çözünürlüğünü %3,7 ve %3,5 olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde Tank vd. (1990) yapmış oldukları araştırmalarında Monteri çamının ve sahil çamının kimyasal bileşenlerini sırasıyla holoselüloz için %64,06 ve %72,07; alfa selüloz için %42,75 ve %42,28; lignin için %28,47 ve %28,30; %1 NaOH çözünürlükleri için %9,27 ve %10,31; alkol-benzen çözünürlükleri için %1,67 ve %9,50; kül içeriği için %0,20 ve %0,46 olarak bulmuşlardır.

Bu çalışmalara ilaveten farklı çam türlerinin kimyasal bileşenlerindeki değişimleri ortaya koyan literatürdeki diğer çalışmalara bakıldığında da benzer sonuçlara rastlanmıştır. McMillin ve La (1968), *Pinus taeda* türünün diri odundan alınan numunelere yapılan kimyasal analizlerin (holoselüloz, lignin, ekstraktifler vb.) öz odundan alınan numunelere yapılan kimyasal analizlere göre daha farklı sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir. Nanayakkara (2007), farklı çam türlerinin basınç odunlarının kimyasal içeriklerini araştırmış ve normal oduna göre lignin miktarında önemli bir artış tespit etmiştir. Araştırmaya tabi tutulan çam ağaçlarının yaşına bakılmaksızın alınan örneklerin özodunundaki lignin miktarının, diri odundaki lignin miktarından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Waliszewska vd. (2015), çalışmalarında farklı yaşlardaki sarıçam odunlarının kimyasal bileşimini incelemişlerdir. Ağaç yaşının artmasıyla odun selüloz içeriğinin arttığı, ancak

holoselüloz içeriğinin azaldığı görülmektedir. Ağaç yaşına dikkat edilmeksizin lignin miktarının öz odunda diri oduna göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde Yiğit, Şevik, Çetin ve Gül (2016), Kastamonu Hanönü ilçesinde temin ettikleri 10 farklı karaçam klonu odun örneklerinin kimyasal bileşenlerini incelemişler ve herbir klon arasında büyük farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir.

4.4. Anatomik özelliklere Ait Bulgular ve Tartışma

Ağaçların anatomik özelliklerinin belirlenmesinde numunelerin alındığı bölgenin iklim, toprak, yağış vb. özellikleri ile hazırlanan preparatların odunun hangi bölgesinden (gövde, dal, öz odun, diri odun vb.) alındığı oldukça büyük önem arz etmektedir. Çalışmamızın bu bölümünde Kastamonu ilinin rakım, bakı ve silvikültürel bakımdan eşdeğer özelliklere sahip bölgelerinden (Hanönü, Bozkurt, Araç, Tosya ve İnebolu) alınan örneklerin anatomik özellikleri belirlenmiş ve bölgeler arasındaki farklılıklar saptanmıştır.

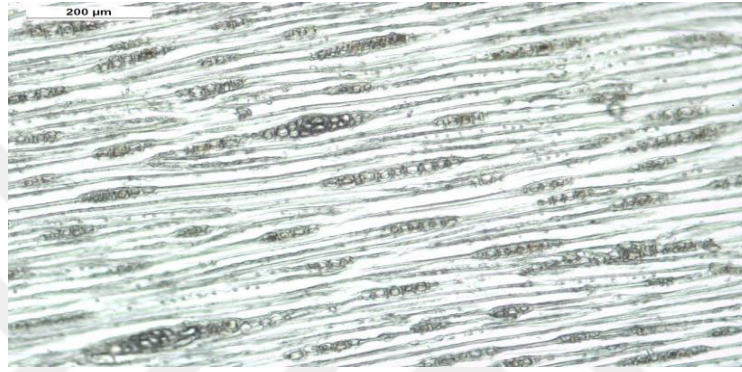
Anatomik özelliklere ait olan bulguların bölgelere göre anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını anlamak amacı ile $p < 0,05$ düzeyinde ANOVA (Tek yönlü varyans analizi) ve Duncan testleri uygulanmıştır. Bu testler neticesinde Sig. (Significant = Önem düzeyi) $p < 0,05$ için gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu; $p > 0,05$ için gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmaktadır. Anatomik özelliklere ait olan her bir alt özelliğin istatistiksel sonuçları o başlık altındaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.36'da beş farklı bölgeden alınan örneklerin birim alandaki öz ışını yükseklikleri, traheid genişlikleri, ilkbahar ve yaz odunu genişlikleri görülmektedir. Fotoğraf 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10'da farklı bölgelere ait olan odunların farklı kesitlerine ait mikroskopik resimleri görülmektedir.

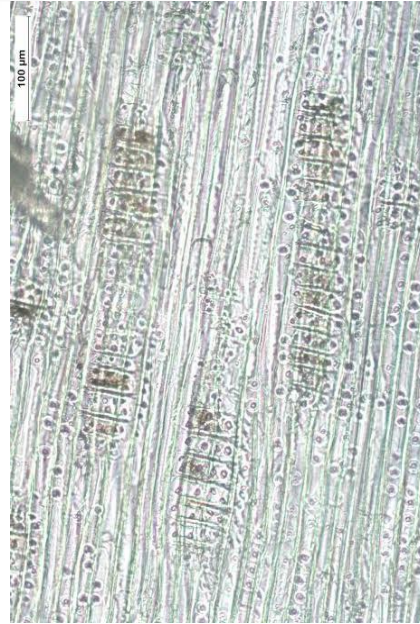
Tablo 4.36. Farklı bölgelerden alınan örneklerin birim alandaki öz ışını sayıları, traheid genişlikleri, ilkbahar ve yaz odunu genişlikleri

Bölge	Öz ışını sayıları (Ort.)	Traheid genişliği (μm)	S.s	İlkbahar odunu genişliği (mm)	S.s	Yaz odunu genişliği (mm)	S.s
Araç	4-9 (6,5)	1,29	0,18	0,32	0,10	1,21	0,17
Tosya	3-10 (6,5)	1,30	0,13	0,19	0,22	1,18	0,11
Bozkurt	2-8 (5)	1,31	0,12	0,47	0,07	1,15	0,12
Hanönü	3-11 (7)	1,29	0,20	0,35	0,14	1,31	0,19
İnebolu	5-8 (6,5)	1,31	0,18	0,40	0,09	1,21	0,17

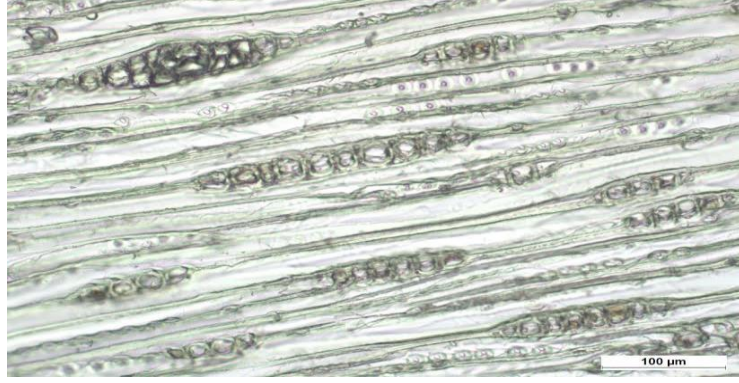
Ort.:Ortalama, S.s.:Standart sapma



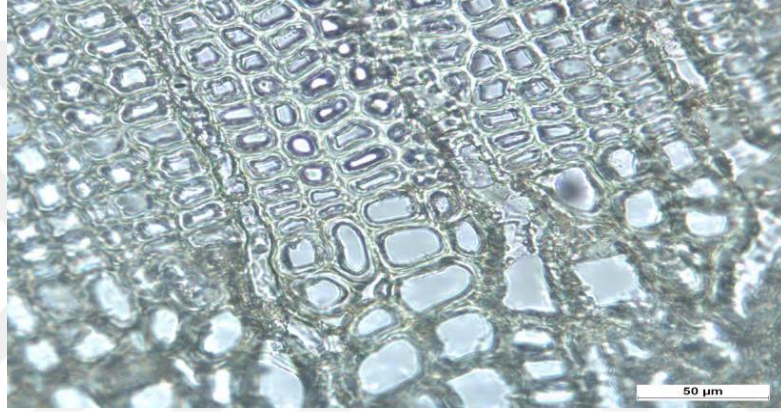
Fotoğraf 4.2. Teğet kesitte reçine kanallarının ve öz ışınlarının görüntüsü (100X).



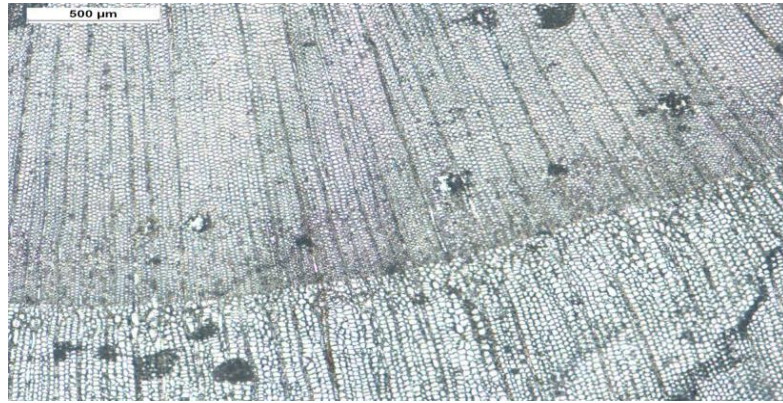
Fotoğraf 4.3. Radyal kesitte paranzim hücrelerinin ve traheidlerin görüntüsü (100X)



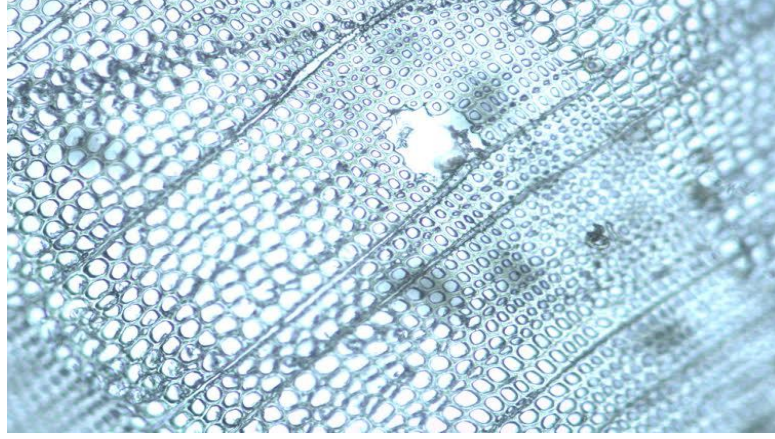
Fotoğraf 4.4. Teğet kesitte reçine kanalları, öz ışını traheidleri ve öz ışınlarının görüntüsü (200X)



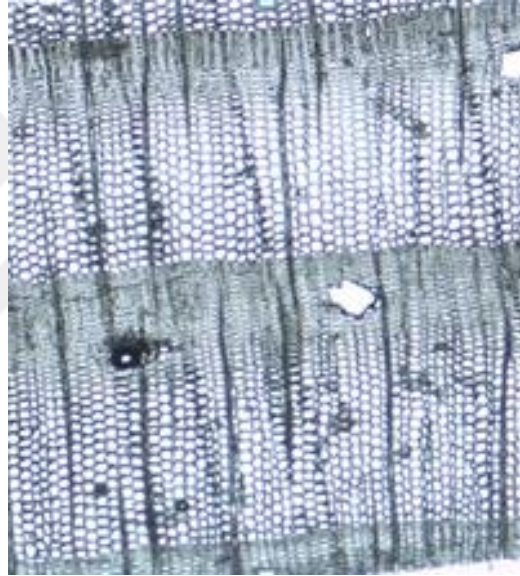
Fotoğraf 4.5. Enine kesitte traheidlerin ve reçine kanallarının görüntüsü (200X)



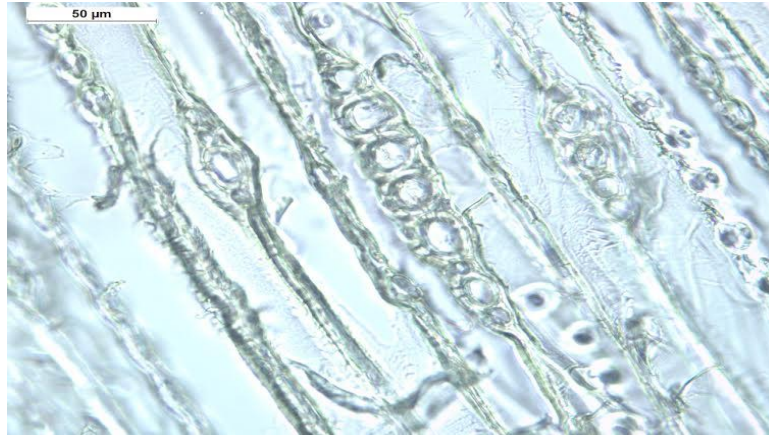
Fotoğraf 4.6. Enine kesitte yaz odunu ve ilkbahar odunu tabakaları ile reçine kanallarının görüntüsü (100X)



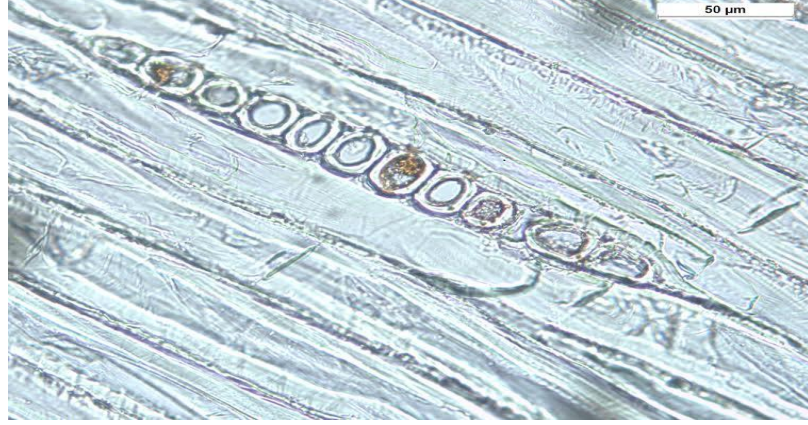
Fotoğraf 4.7. Enine kesitte ilkbahar odunu, yaz odunu, öz ışınları ve reçine kanallarının görüntüsü (100X)



Fotoğraf 4.8. Enine kesitte ilkbahar odunu, yaz odunu, öz ışını ve reçine kanallarının görüntüsü (100X)



Fotoğraf 4.9. Teğet kesitte öz ışınlarının ve reçine kanallarının görüntüsü (400X)



Fotoğraf 4.10. Teğet kesitte öz ışınlarının görüntüsü (400X)

4.4.1. Öz Işını Sayıları İle İlgili Bulgular

Kastamonu'nun beş bölgesinden (Hanönü, Araç, Tosya, İnebolu ve Bozkurt) alınan örneklerin öz ışını sayılarının 2-10 hücre arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Yapılan mikroskobik ölçümler sonucunda Tablo 4.36'ya göre Hanönü bölgesinden alınan örneklerin en büyük öz ışını değerlerine (ortalama 7 (3-11)) sahip olduğu görülmüştür. Araç bölgesi için bu değerler 6,5 (4-9); Tosya için 6,5 (3-10); Bozkurt için 5 (2-8) ve İnebolu için 6,5 (5-8) olarak saptanmıştır.

4.4.2. Traheid Genişlikleri İle İlgili Bulgular

Beş bölgeden alınan (Hanönü, Araç, Tosya, İnebolu ve Bozkurt) kızılçam traheid genişliklerinin bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.37'de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p > 0,05$ için farklı bölgelerin traheid genişlikleri üzerine etkisinin anlamlı olmadığı (Tablo 4.38) ve bunun yanında Duncan testi sonucunda gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (Tablo 4.39).

Tablo 4.37. *Traheid genişliklerine göre yapılan istatistik analiz sonuçları*

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	50	1,3100	0,12288	0,05495	1,16	1,42
Araç	50	1,2940	0,18836	0,08424	1,05	1,56
Hanönü	50	1,2900	0,20261	0,09061	1,04	1,53
İnebolu	50	1,3140	0,18796	0,08406	1,05	1,54
Tosya	50	1,3000	0,13172	0,05891	1,13	1,44
Toplam	250	1,3016	0,15537	0,03107	1,04	1,56

Tablo 4.38. *Traheid genişliklerine göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları*

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	0,002	4	0,001	0,018	0,999
Gruplar ile	0,577	20	0,029		
Toplam	0,579	24			

Tablo 4.39. *Traheid genişliklerine göre yapılan Duncan analizi sonuçları*

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Hanönü	50	1,2900
Araç	50	1,2940
Tosya	50	1,3000
Bozkurt	50	1,3100
İnebolu	50	1,3140
Sig.		0,843

4.4.3. İlkbahar ve Yaz Odunu Tabakaları Genişliği İle İlgili Bulgular

Farklı bölgelerden alınan kızılçam örneklerinin ilkbahar odunu zonu genişliğinin bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.40'de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p < 0,05$ için farklı bölgelerin ilkbahar odunu zonu genişlikleri üzerine etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür (Tablo 4.41). Duncan testi sonucunda gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.42).

Tablo 4.40. İlkbahar odunu zonu genişliğine göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	50	0,4740	0,07987	0,03572	0,36	0,56
Araç	50	0,3260	0,10310	0,04611	0,21	0,43
Hanönü	50	0,3560	0,14276	0,06384	0,22	0,55
İnebolu	50	0,4080	0,09884	0,04420	0,30	0,54
Tosya	50	0,1960	0,22854	0,10221	0,02	0,53
Toplam	250	0,3520	0,15979	0,03196	0,02	0,56

Tablo 4.41. İlkbahar odunu zonu genişliğine göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	0,215	4	0,054	2,707	0,006
Gruplar ile	0,398	20	0,020		
Toplam	0,613	24			

Tablo 4.42. İlkbahar odunu zonu genişliğine göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Tosya	50	0,1960	
Araç	50	0,3260	0,3260
Hanönü	50	0,3560	0,3560
İnebolu	50		0,4080
Bozkurt	50		0,4740
Sig.		0,104	0,143

Örneklerin yaz odunu zonu genişliğinin bölgelere göre olan değerleri Tablo 4.43'de gösterilmiştir. Yapılan ANOVA testinde önem düzeyi $p > 0,05$ için farklı bölgelerin yaz odunu zonu genişlikleri üzerine etkisinin anlamlı olmadığı (Tablo 4.44) ve bununla birlikte Duncan testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın da olmadığı görülmüştür (Tablo 4.45).

Tablo 4.43. Yaz odunu zonu genişliğine göre yapılan istatistik analiz sonuçları

Bölgeler	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Min.	Max.
Bozkurt	50	1,1500	0,12470	0,05577	1,01	1,27
Araç	50	1,2180	0,17768	0,07946	1,03	1,45
Hanönü	50	1,3120	0,19305	0,08634	1,04	1,53
İnebolu	50	1,2120	0,17669	0,07902	1,02	1,43
Tosya	50	1,1800	0,11726	0,05244	1,03	1,34
Total	250	1,2144	0,15703	0,03141	1,01	1,53

Tablo 4.44. Yaz odunu zonu genişliğine göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	0,074	4	0,019	0,719	0,589
Gruplar ile	0,517	20	0,026		
Toplam	0,592	24			

Tablo 4.45. Yaz odunu zonu genişliğine göre yapılan Duncan analizi sonuçları

Bölge	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Bozkurt	50	1,1500
Tosya	50	1,1800
İnebolu	50	1,2120
Araç	50	1,2180
Hanönü	50	1,3120
Sig.		0,167

Çalışmamıza konu olan kızılçam örneklerinin anatomik özellikleri incelenirken, bu örneklerin temin edildiği bölgelerin iklim koşulları, ekolojik özellikleri, toprak özellikleri vb. faktörler göz önüne alınmıştır ve elde edilen sonuçlar neticesinde farklı bölgelerden alınan aynı ağaç türlerinin anatomik özelliklerinin farklı olabileceği görülmüştür. Literatürde kızılçamın anatomik özelliklerinin belirlendiği çalışmalarda elde edilen sonuçların, çalışmamızda elde etmiş olduğumuz sonuçlarla benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Ay (1993) incelediği kızılçam odunu örneklerinin ilkbahar odununun traheit çaplarını; teğet kesitte 37.5 µm, radyal kesitte

25.53 μm , 1 mm^2 'deki traheit sayısını ilkbahar odununda 273 adet, yaz odununda 482 adet, traheit uzunluğunu; ilkbahar odununda 3.23 mm, yaz odununda 3.8 mm, traheit genişliğini; ilkbahar odununda 45.16 μm , yaz odununda 40.05 μm , çeper kalınlığını; ilkbahar odununda 4.70 μm , yaz odununda 7.52 μm , lümen genişliğini ise 35.56 μm olarak tespit etmiştir.

Bozkurt vd. (1993) kızılçam örnekleri ile yaptıkları çalışmalarında diri odun genişliğini 14,2 cm olarak bulmuşlar ve 47 adet yıllık halka içerdiğini belirlemişlerdir. Örneklerin ortalama traheit boyunun 3.09 mm ve traheit çapının 40 μm olduğunu, teğet kesitte 1- 26 adet öz ışını olduğunu tespit etmişlerdir. Öktem vd. (1993) çalışmalarında kızılçam odununun yıllık halka genişliğini 2,734 mm ve yaz odunu katılım oranını %25 olarak saptamışlardır.

Sarıusta (2007) kızılçam odunu örnekleri ile yapmış olduğu bir çalışmada normal ve reaksiyon odunlarının anatomik yapısı ve kimyasal bileşimindeki farklılıkları ortaya koymuştur. Sonuç olarak basınç odununda normal oduna kıyasla traheidlerin kısaldığı, traheid ve lümen genişliklerinin değişmediği, 1 mm^2 'deki traheid sayısının ve özışını hücre sayısının arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte kenarlı geçit ve porus çapının ise azaldığı gözlemlenmiştir.

Güller (2010), kızılçam odunlarının yoğunluklarını x ışınları yardımıyla tespit ederek, ortalama odun yoğunluğunu 488 kgm^{-3} , ilkbahar odunu yoğunluğunu 380 kgm^{-3} ve yaz odunu yoğunluğunu 622 kgm^{-3} olarak bulmuştur.

Köksal ve Kılıç Pekgözlü (2016) kızılçam basınç odunu örneklerinin traheid hücrelerinin normal oduna göre yaklaşık %10 daha kısa olduğunu, 1 mm^2 'deki traheid miktarının arttığını, traheid hücre ve lümen genişliklerinin ise aynı kaldığını görmüşlerdir. Ayrıca kenarlı geçit ve porus çapının azaldığını gözlemlemişlerdir.

Farklı çam türleri ile yapılan anatomik çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sass-Klaassen vd. (2007), sarıçamın sert hava koşullarında ve kurak geçen yaz mevsimlerinde yetiştirilen türlerindeki su varlığının anatomik özelliklerde (diri odun ve öz odun tabakaları, ilkbahar ve yaz odunu tabakaları, yoğunluk, hidrofobik

özellikler, traheid ve özışını sayıları vb.) çok büyük farklar meydana getirdiğini ortaya koymuşlardır.

Safdari vd. (2012) hava kirliliğinin yüksek olduğu bölgelerden aldıkları Afgan Çamı (*Pinus Eldarica*) örneklerinin anatomik özelliklerini incelemişler ve yaz odunu ile ilkbahar odunu arasındaki geçişlerin, yıllık halka genişliklerinin, enine kesitteki anatomik özelliklerin, teğetsel kalınlıkların, öz ışınlarının sıklıklarının, reçine kanallarının normal oduna göre bazı farklar içerdiklerini görmüşlerdir. Ayrıca kirli bölgelerden alınan örneklerin özışınlarının daha sık olduğunu, yalancı yıllık halkalara rastladıklarını ve hücre çeperi kalınlığının da daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Literatürdeki araştırmalar iğne yapraklı ağaç odunlarının ksilemlerinin, toplam odun hücrelerinin yaklaşık %90-95'lik kısmını boyuna traheitlerin, geri kalan %5-10'lık kısmı ise öz ışını paransimlerinin, öz ışınlarının ve reçine kanallarının oluşturduğunu göstermektedir (Sjöström, 1993). Yaz odunu hücreleri, ağaca mekanik destek ve mukavemet sağlarken, ilkbahar odunu hücreleri esas olarak sıvı iletilmesini sağlamaktadır. Benzer özelliklere sahip olmakla birlikte yapraklı ağaçların anatomileri, daha gelişmiş ve karmaşıktır. Yapraklı ağaç odunları, lifleri (örneğin libriform lifleri), trahe, traheid ve paransim hücrelerini (öz ışını paransimleri ve boyuna paransimler) içermektedir (Back ve Allen, 2000).

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Kastamonu'nun beş farklı bölgesinden (Hanönü, Tosya, İnebolu, Bozkurt ve Araç) temin edilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağacı örneklerinin morfolojik, lifsel, kimyasal ve mikroskopik özellikleri farklı analiz yöntemleri ile belirlenmiştir. Yapılan bütün çalışmaların bulguları "BULGULAR VE TARTIŞMA" kısmında literatürde belirtilen önceden yapılmış çalışma ve araştırmalarla desteklenmiştir.

Morfolojik özellikler incelendiğinde ortalama ibre uzunlukları bakımından en yüksek değere 119,21 mm ile Tosya; en düşük değere 93,08 mm ile Hanönü bölgesinden alınan örneklerde, ortalama en yüksek ibre genişliğine 0,69 mm ile Hanönü; ortalama en düşük ibre genişliğine 0,36 mm ile İnebolu bölgesinden alınan örneklerde, ortalama en yüksek ibre yoğunluğu değerine 14,73 ile Araç; en düşük ibre yoğunluğu değerine 8,40 ile Bozkurt bölgesinden alınan örneklerde, cm²'de ortalama stoma sayısının en yüksek olduğu değere 47,55 ile Bozkurt; en düşük olduğu değere 35,10 ile İnebolu bölgesinden alınan örneklerde, ortalama en yüksek sürgün uzunluğuna 6,65 cm ile Araç; en düşük sürgün uzunluğuna 4,39 cm ile Hanönü bölgesinden alınan örneklerde ve ortalama en yüksek hücre tabaka sayısı değerine 8,70 ile Hanönü; en düşük hücre tabaka sayısı değerine 6,20 ile İnebolu bölgesinden alınan örneklerden elde edilmiştir.

Lifsel özellikler incelendiği zaman ortalama lif uzunluğu en yüksek 3,15 mm ile Tosya, en düşük 1,86 mm ile Bozkurt; lif genişliği en yüksek 42,27 µm ile İnebolu, en düşük 40,57 µm ile Hanönü; lümen genişliği en yüksek 27,75 µm ile Tosya, en düşük 26,32 µm ile İnebolu ve hücre çeper kalınlığı en yüksek 7,90 µm ile İnebolu, en düşük 6,74 µm ile Hanönü bölgelerinden alınan örneklerde tespit edilmiştir.

Örneklerin kimyasal bileşenlerine bakıldığında, en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla ekstraktif madde miktarı için % 3,41 ile Araç, % 2,38 ile Hanönü; lignin miktarı için % 27,86 ile Bozkurt, % 26,04 ile Araç; holoselüloz miktarı için %72,38 ile Hanönü, % 70,37 ile Bozkurt; alfa-selüloz miktarı için % 47,30 ile Tosya, % 42,62 ile Hanönü; %1 NaOH çözünürlüğü miktarı için %13,14 ile Bozkurt, % 12,38

ile Tosya; soğuk su çözünürlüğü miktarı için %3,27 ile Tosya, % 2,29 ile Araç; sıcak su çözünürlüğü miktarı için %3,83 ile Tosya, % 2,86 ile Bozkurt ve kül miktarı için %0,40 ile Hanönü, % 0,26 ile Araç bölgelerinden alınan örneklerde tespit edildiği görülmektedir.

Mikroskopik sonuçlar incelendiğinde en yüksek ortalama öz ışını sayısına sahip olan örneklerin 7 ile Hanönü bölgesinden, en düşük ortalama öz ışını sayısına sahip olan örneklerin ise 5 ile Bozkurt bölgesinden temin edildikleri görülmektedir. Aynı şekilde en yüksek traheid genişliğine 1,314 μm ile İnebolu, en düşük traheid genişliğine 1,290 μm ile Hanönü; en yüksek ilkbahar odunu ve yaz odunu genişliğine sırasıyla 0,47 mm ile Bozkurt ve 1,31 mm ile Hanönü, en düşük ilkbahar odunu ve yaz odunu genişliğine ise 0,19 mm ile Tosya ve 1,15 mm ile Bozkurt bölgelerinden alınan örneklerde rastlanmıştır.

Morfolojik, lifsel, kimyasal ve anatomik analizler sonucunda farklı bölgelerden alınan aynı ağaç türlerine ait özelliklerinde farklı olabileceği kanıtlanmıştır. Benzer şekilde bütün bu özellikler aynı ağacın farklı bölgelerinde dahi (dal, gövde, kök vb.) değişiklikler gösterebilmektedir.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmanın neticesinde Kastamonu'nun farklı bölgelerinden alınmış olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunlarının morfolojik, lifsel, kimyasal ve anatomik özellikleri çeşitli analizlerle belirlenmiş ve bölgeler arasındaki farklılıklar saptanmıştır. Elde edilen bu veriler ışığında kızılçam türünün dikim yerleri, meşçere oluşturma alanları ve odununun kullanım alanları tespit edilebilir.

Farklı bölgelerden alınan örneklerin belirlenen morfolojik özellikleri ile bu türün en iyi yetiştirme koşullarının belirlenmesi ve hangi ağaç türleri ile en iyi ve en sağlıklı meşçerelerin oluşturabileceği gibi konularda orman mühendisleri ve ormancılıkla uğraşan diğer uzmanlara yardımcı olabileceği düşünülebilir. Elde edilen morfolojik özelliklerin değerleri, kızılçamın toprak, su, hava vb. ihtiyaçlarının belirlenmesi konusunda da araştırmacılara yol gösterebilir ve çorak arazilerin ağaçlandırılmasında veya yangın sonrası yeniden ağaçlandırma durumlarında kızılçam türünden yararlanılabilir. Ayrıca elde edilen bu sonuçlar iklim ve toprak verileri ile ilişkilendirilerek bu sahada yeni çalışmaların yapılması sağlanabilir.

Bu örneklerin belirlenen lifsel ve kimyasal özellikleri bilhassa kağıt ve kağıt hamuru sanayinde bu türün değerlendirilmesinde bir referans olabilmektedir. Kızılçam odunu sahip olduğu uzun lifleri ile mekanik ve fiziksel özellikleri yüksek kağıt üretiminde değerlendirilmelidir. Ayrıca kızılçam odununun sahip olduğu ekstraktif maddeler tanen, reçine, flavanoid vb. ürünlerin eldesinde değerlendirilip, odun dışı orman ürünleri sektöründe yeni bir pazarın açılmasına öncülük edilebilir.

Tespit edilen anatomik özellikler bilhassa traheid çapları, ilkbahar ve yaz odunu zonu büyüklükleri odunun emprenye edilebilme özelliklerini etkilemekte ve bu da odunun kullanım yerlerinin belirlenmesinde araştırmacılara yarar sağlamaktadır.

Çalışmamız sonucunda elde edilen verilerin hem endüstri alanında, hem de akademik camiada araştırmacılara bir literatür kaynağı oluşturması amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abido, M. S. (1986). Morpho-physiological evaluations of Aleppo and Brutia Pine, PhD Thesis, *The University of Arizona*.
- Akgül, M., & Tozluoğlu, A. (2009). Some chemical and morphological properties of juvenile woods from beech (*Fagus Orientalis* L.) and Pine (*Pinus Nigra* A.) plantations, *Trends in Applied Sciences Research*, 4(2), 116-125.
- Anders, O., & Kettaneh, M. S. (1969). Forest trees in Iraq. *Mosul University, Press*, Ninevah, Iraq.
- Anşin, R., & Özkan, Z.C. (2006). Tohumlu bitkiler (*Spermatophyta*) odunsu taksonlar, Yayın No: 19/167, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi*, Trabzon.
- Arslan, M., Aytar, F., Okutan, H. & Akgün, Y. (2011). Adana ve Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü *Pinus brutia* Ten. ormanlarında orman ekosistemleri izleme programı üç yıllık sonuçları, *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş.
- Ay, N. (1993). Alanya yöresi kızılçamlarının iç morfolojik özelliklerinin incelenmesi, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 662-669.
- Back, E. L. & Allen, L. H. (2000). Pitch control, wood resin and deresination. *Tappi Press*. Atlanta, USA.
- Baharoğlu, M., Nemli, G., Sarı, B., Birtürk, T. & Bardak, S. (2013). Effects of anatomical and chemical properties of wood on the quality of particleboard, *Composites: Part B*, 52, 282–285.
- Bektaş, İ., Tutuş, A., & Eroğlu, H. (1999). A study of the suitability of Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) for pulp and paper manufacture. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. Ek sayı 3(23), 589-597.
- Boomsma, C. D. (1979). Tree planting guide for South Australia, Bull. 12, D.J. Woolman. *Government Printer*, South Australia.
- Bozkurt, Y. (1971). Doğu ladini (*Picea orientalis* link. et carr.) ile Toros karaçamı (*Pinus nigra* var *caramanica* (loud) rehd.) dan birer ağaçta lif morfolojisi üzerine denemeler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Sayı 2.
- Bozkurt, Y. (1971). Önemli bazı ağaç türlerinin tanımı, teknolojik özellikleri ve kullanılış yerleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 177. İstanbul.

- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., & As, N. (1993). Datça kızılçamında anatomik ve teknolojik özellikler, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 628-635.
- Bozkurt, A.Y. & Erdin, N. (2000). Odun anatomisi (İğne yapraklı odunlarda tanıma özellikleri), Yayın No: 6/3907, *İstanbul Üniversitesi Basımevi*, İstanbul.
- Calamassi, R., Puglisi, S. R., & Vendramin, G. G. (1987). Genetic variation in morphological and anatomical needle characteristics in *Pinus brutia* Ten. *Silvae Genetica*, 5(6), 199-206.
- Callaham, R. Z. (2013). *Pinus ponderosa*: Geographic races and subspecies based on morphological variation, *Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station*, 53 p.
- Chambel, M. R., Climent, J., Pichot, C., & Ducci, F. (2013). Forest tree breeding in Europe, *Managing Forest Ecosystems*, 25, 229–265.
- Dallimore, W. & Jackson, A. B. (1954). *A Handbook of Coniferae*, Edward Arnold (Publ.) Ltd., London.
- Dangasuk, O. G., & Panetsos, K. P. (2004). Altitudinal and longitudinal variations in *Pinus brutia* (Ten.) of Crete Island, Greece: some needle, cone and seed traits under natural habitats. *New Forest*, 27, 269-284.
- Dounavi, K. D., Koutsias, N. & Panetsos, K. P. (2001). Natural interspecific hybridization between *Pinus brutia* (Ten.) and *Pinus halepensis* (Mill.), verified by using the logistic regression modeling on morphological characters. *Forest Genetics*, 8(2), 151-158.
- Dutkuner, İ., & Koparan, İ. (2016). Kızılçam ve karaçam kabuk miktarı ve kullanım olanakları. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, Aralık.
- Erten, P., & Taskın, O. (1985). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kabuklarında tanen miktarının saptanmasına ilişkin araştırmalar. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*. Teknik Bülten Serisi No. 147.
- Fady, B., Semerci, H., & Vendramin, G. G. (2003). Euforgen technical guidelines for genetic conservation and use for Aleppo pine (*Pinus halepensis*) and Brutia pine (*Pinus brutia*), 1-6.
- Farjon, A. (2010). *A handbook of the world's conifers* (Leiden, Boston, Brill), Volume 2.
- Fernando, D. (2007). Ultrastructural characterization (Morphological and topochemical) of wood pulp fibers; Effects of mechanical and kraft processes, Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences, *Faculty of Forest Sciences Department of Forest Products/Wood Science*, Uppsala.

- Frankis, I. (1993). Morphology and affinities of *Pinus brutia* Ten. *Proceedings of the International Symposium of Pinus brutia* Ten. Marmaris, Turkey, 11-18, Publication of Ministry of Forestry, Ankara
- Göker, Y. (1969). Dursunbey ve Elekdağ karaçamlarının (*Pinus nigra* var. *Pallasiana*) fiziksel, mekanik özellikleri ve kullanım yerleri hakkında araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Sayı 2.
- Göksel E. (1981). Kızılçamın lif morfolojisi ve odunundan sülfat selülozu elde etme olanakları üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 31(1), 203-216.
- Göksel, E., & Özden, Ö. (1993). Kağıt endüstrisinde kızılçam, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Orman Bakanlığı Yayını, Ankara, 648-654.
- Gökşin, A. (2001). Kızılçamın Botanik Özellikleri, *Kızılçam El Kitabı* 2, 13-14.
- Groom, L., Shaler, S., & Mott, L. (2002). Mechanical properties of individual southern pine fibers. Part III: Global relationships between fiber properties and fiber location within an individual tree. *Wood and Fiber Science*, 34(2), 238-250.
- Güler, C., Şahin, H. İ., & Çiçek, E. (2012). Farklı dikim aralıklarında yetişen dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) odunlarının bazı anatomik ve morfolojik özellikleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13, 35-40.
- Güller, B. (2010). Kızılçamda (*Pinus Brutia* Ten.) odun yoğunluğunun x-ray yoğunluk ölçer ile belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 2, 97-109.
- Gürboy, B. (2007). Kuzey Kıbrıs'ta doğal olarak yetişen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'in lif morfolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 2, 119-127.
- Hafizoğlu, H., & Usta, M. (2005). Chemical composition of coniferous wood species occurring in Turkey. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 63, 83-85.
- Hafizoğlu, H., & Deniz, İ. (2011). Odun Kimyası Ders Kitabı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.
- Huang, Y., Mao, J., Chen, Z., Meng, J., Xu, Y., Duan, A., & Li, Y. (2016). Genetic structure of needle morphological and anatomical traits of *Pinus yunnanensis*, *Journal of Forestry Research*, 27(1), 13-25.
- İstek, A., Eroğlu, H., & Gülsoy, S.K. (2008). Karaçamın yaşına bağlı olarak lif ve kağıt özelliklerinin değişimi, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 8(19), 61-66.

- İstek, A., Tutuş, A., & Gülsoy, S.K. (2009). Sahil çamı odununun lif morfolojisi ve kağıt özellikleri üzerine ağaç yaşının etkisi. *Kahramanmaraş Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 1-5.
- Kayacık, H. & Yaltirik, F. (1971). General aspect of Turkish forestry. In plant life of south-west Asia, Davis, P.H., Harper, P.C. & Hedge, I.C. (eds.), 284-291.
- Kayacık, H. (1980). Orman ve park ağaçlarının özel sistematiği, Gymnospermae (Açık Tohumlular), *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt I, Yayın No. 281. İstanbul.
- Kılıç, A., Sarıusta, S. E., & Hafizoğlu, H. (2010). Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç odununun kimyasal yapısı. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(18), 33-39.
- Kırcı, H. (1991). Alkali sülfite antrakinin etanol (ASAE) yöntemiyle kızılçam (*Pinus brutia* ten.) odunundan kağıt hamuru üretim koşullarının belirlenmesi, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Kırcı, H., Ateş, S., & Boran S. (2002). Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *Pallasiana*) odunlarının asli hücre çeperi bileşenlerinin belirlenmesi ve kağıt hamuru üretimine uygunluğunun araştırılması, II. *Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 3, 1057-1063.
- Köksal, S. E., & Kılıç Pekgözlü, A. (2016). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) basınç odununun mikroskobik yapısı, *Ormancılık Dergisi*, 12(1), 72-82.
- López-Reyes, A., de la Rosa, J. P., Ortiz, E., & Gernandt D. S. (2015). Morphological, molecular, and ecological divergence in *Pinus douglasiana* and *P. Maximinoi*, *Systematic Botany*, 40(3), 658–670.
- Mahesh, S., Kumar, P., Ansari, S. A. (2015). A rapid and economical method for the maceration of wood fibers in *Boswellia serrata* Roxb., *Tropical Plant Research*, 2(2), 108–111.
- McMillin, C. W., & La, A. (1968). Chemical composition of loblolly pine wood as related to specific gravity, growth rate, and distance from pith, *Wood Science and Technology*, 2, 233-240.
- Merev, N. (2003). Odun Anatomisi ve Odun Tanımı, Yayın No: 32/210, *KTÜ Basımevi*, Trabzon.
- Nahal, I. (1981). The mediterranean climate from a biological view point. *Ecosystems of the world*, 11, mediterraneantype shrublands, 63-86.
- Nanayakkara, B. (2007). Chemical characterization of compression wood in plantation grown *Pinus radiata*, PhD Thesis, University of Waikato.

- Neyişçi, T. (2001). Kızılçam ormanlarında yangından korunma ve mücadele, *Kızılçam El Kitabı 2*, 125-131.
- Öktem, E., Sözen, M., & Erten, A.P. (1993). Yatağan yöresi mevcut çevre kirliliği şartlarında kızılçam odununun fiziksel ve mekaniksel özellikleri, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 636-647.
- Özdemir, F., Tutuş, A., Bektaş, İ., & Çiçekler, M. (2015). Fıstıkçamı ve yalancı akasya türlerinde öz odun - diri odun kısımlarında hücreler arasındaki morfolojik farklılıkların belirlenmesi, *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 16(1), 60-64.
- Papajoannou, J. (1936). Eine new varietat von *Pinus brutia* Ten., *Pinus brutia* Ten. var. *agrophyottii*. *Extrait des Praktika de l'Académie d'Athenes*, 11, 14-24.
- Poulos, H. M., & Berlyn, G. P. (2007). Variability in needle morphology and water status of *Pinus cembroides* across an elevational gradient in the Davis mountains of west Texas, USA, *Journal of the Torrey Botanical Society*, 134(2), 281-288.
- Praciak, A. (2013). The CABI encyclopedia of forest trees.
- Rajendra, K. C., & Finkeldey, R. (2009). Needle morphological variation within and among population of *Pinus merkusii*, Tropentag, University of Hohenheim, October 7-9, *Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development*, Jungh & De Vriesin Central Aceh, Indonesia.
- Safdari ,V., Moinuddin, A., Margaret, S. D., & Bayramzadeh, V. (2012). Effects of air pollution on morphological and anatomical characterization of *Pinus eldarica* wood, *FUUAST Journal of Biology*, 2(2) 5-12.
- Sarıusta, S. E. (2007). Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.), karaçam (*Pinus Nigra* Arnold.) ve kızılçam (*Pinus Brutia* Ten.) reaksiyon odununun anatomik yapısı ve kimyasal bileşimi üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak.
- Sass-Klaassen, U., Chowdhury, Q., Sterck, F.J., & Zweifel, R. (2007). Effects of water availability on the growth and tree morphology of *Quercus pubescens* Willd. and *Pinus sylvestris* L. in the Valais, Switzerland. TRACE – Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, vol. 5, *Proceedings of Dendrosymposium*, April, 20–22, 2006, Tervuren, Belgium.
- Schreuder, M. D. J., & Brewer, C. A. (2001). Effects of short-term, high exposure to chlorine gas on morphology and physiology of *Pinus ponderosa* and *Pseudotsuga menziesii*, *Annals of Botany*, 88(2), 187-195.

- Selik, M. (1962). Eine neue Varietät von *Pinus brutia* Ten. (*Pinus brutia* Ten. var. *pyramidalis* Selik var. nov.) Sonderdruck aus Mitteilungen der Deutschen Dendrologischer Gesellschaft, *Jahrbuch*, 1961/62, Nr.2.
- Sjöström, E. (1993). Wood chemistry: Fundamentals and applications, 2 Ed. Academic Press Inc. San Diego, CA, USA. 293.
- Şevik, H., Ayan, S., & Yiğit, N. 2010. Genetic variation in Hanönü (Kastamonu)-Günlüburun Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) clonal seed orchard according to some needles characters, *BIORARE-2010, International symposium on biology of rare and endemic plant species*, p.78, 26-29 May 2010, Fethiye, Turkey.
- Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M., & Gürboy, B. (1990). Hızlı gelişen bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin lif ve kağıt teknolojisi yönünden incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 40(1), 40-54.
- Turna, İ., & Güney, D. (2009). Altitudinal variation of some morphological characters of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey, *African Journal of Biotechnology*, 8(2), 202-208.
- URL-1. 19.01.2017 tarihinde <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2015.pdf> adresinden alınmıştır.
- URL-2. 20.01.2017 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Pinus_brutia adresinden alınmıştır.
- URL-3. 20.01.2017 tarihinde <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Atlasi.pdf> adresinden alınmıştır.
- Usta, M. (1989). Sülfat pişirmesinde açığa çıkan toplam indirgenmiş kükürt (TRS) bileşiklerinin oksijenle yükseltgenmesi, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Wahid, N., Gonzalez-Martinez, S. C., El Hadrami, I., Boulli, A. (2006). Variation of morphological traits in natural populations of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Morocco, *Annals of Forest Science*, 63, 83–92.
- Waliszewska, B., Prączyński, W., Zborowska, M., Stachowiak-wencek, A., Waliszewska, H., & Spek-dźwigała, A. (2015). The diversification of chemical composition of pine wood depending on the tree age, *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology*, 91, 182-187.
- Webb, D. B. (1974). The trial of exotic species in the semi-arid zone of Iran. *Oxford University Press*, Oxford.

- Weisberg, P. J., & Ko, D. W. (2012). Old tree morphology in single leaf pinyon pine (*Pinus monophylla*), *Forest Ecology and Management*, 263, 67–73.
- Xing, F., Mao, J. F., Meng, J., Dai, J., Zhao, W., Liu, H., Xing, Z., Zhang, H., Wang, X. R., & Li, Y. (2014). Needle morphological evidence of the homoploid hybrid origin of *Pinus densata* based on analysis of artificial hybrids and the putative parents, *Pinus tabuliformis* and *Pinus yunnanensis*, *Ecology and Evolution*, 4(10), 1890–1902.
- Yaltrık, F., & Boydak, M. (2000). A new variety of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten) from Anatolia. *Karaca Arboretum Magazine (TEMA)*, 5(5), 173-180.
- Yaltrık, F. & Efe, A. (2000). Dendroloji Ders Kitabı (Gymnospermae-Angiospermae), 2.Baskı, Yayın No: 465/4265, İstanbul.
- Yılmaz, H., & Akkemik, Ü. (2011). Bazı doğal çam (*Pinus* L.) türlerinde anormal sürgün ve yaprak oluşumu, *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 61(2): 95-104.
- Yiğit, N., Şevik, H., Çetin, M. & Gül, L. (2016). Clonal variation in chemical wood characteristics in Hanönü (Kastamonu) Günlüburun black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe) seed orchard, *Journal of sustainable forestry*, 35(7), 515-526.
- Yiğit, N., Ayan, S., & Sevik, H. 2010. Genetic variation in Taşköprü-tekçam scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) clonal seed orchard according to some needles characters, *BIORARE-2010, International Symposium on Biology of Rare And Endemic Plant Species*, p.83, 26-29 May 2010, Fethiye, Turkey.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mabrouka Mohamed
Doğum Yeri ve Yılı : SIRT, 1986
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : mabrok427@gmail.com



Eğitim Durumu

Lisans : Sirt Üniversitesi

Mesleki Deneyim

İş Yeri: Sirt Üniversitesi