



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



DOKTORA TEZİ

**ULUDAĞ DAĞ KÜTLESİNDE EKOLOJİK KOŞULLARIN BAZI
AĞAÇ TÜRLERİ ODUNLARININ ANATOMİK ÖZELİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Yağmur BİRİCİK

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman Botaniği Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ünal AKKEMİK**

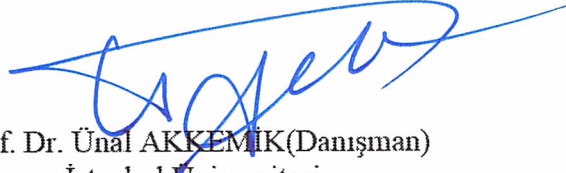
Ocak, 2018

Uygundur -
[Signature]

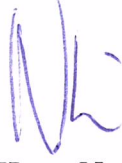
İSTANBUL

Bu çalışma, 15.01.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Botanığı Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

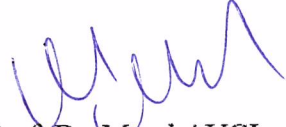
Tez Jürisi



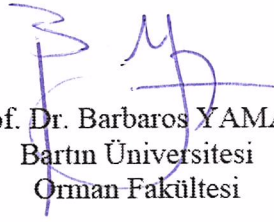
Prof. Dr. Ünal AKKEMİK(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Hasan Nüzhet DALFES
İstanbul Teknik Üniversitesi
Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü



Prof. Dr. Meral AVCI
İstanbul Üniversitesi
Edebiyat Fakültesi



Prof. Dr. Barbaros YAMAN
Bartın Üniversitesi
Orman Fakültesi



Doç. Dr. Nesibe KÖSE
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, 10.7001/2015-2018 numaralı Orman Genel Müdürlüğü projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

“Uludağ Dağ Kütlesinde Ekolojik Koşulların Bazı Ağaç Türleri Odunlarının Anatomik Özellikleri Üzerine Etkileri” adlı bu çalışma, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Botaniği Programı’nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı’nda Yıllık Halka Araştırmaları ve Odun Anatomisi Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir.

Doktora öğrenimim ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı, çalışmamın her aşamasını birlikte gerçekleştirdiğimiz çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ünal AKKEMİK’e sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Öneri ve düşüncelerinden her zaman faydalandığım, başta istatistik analizleri olmak üzere çalışmamın her aşamasında yardımlarını ve yakın ilgisini gördüğüm hocam Sayın Doç. Dr. Nesibe KÖSE’ye ve araştırmam boyunca değerli görüşlerinden faydalandığım, desteğini esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Nüzhet DALFES’e teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tezimi, 10.7001/2015-2018 no’lu araştırma projesi olarak kabul eden ve çalışmam boyunca beni destekleyen Orman Genel Müdürlüğü’ne, Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’ne, Sayın Müdürüm Dr. Mehmet ÖZDEMİR’e, çalışmamın planlanması sırasındaki katkılarından dolayı Başmühendisim Sayın Mesut TANDOĞAN’a, Sayın Abbas ŞAHİN’e ve Sayın Orhan ÇELİK’e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında lif ölçümlerindeki katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. Gülnur MERTOĞLU’na, arazi çalışmalarında örnek noktalarımı haritalandıran arkadaşım Araş. Gör. Can VATANDAŞLAR’a teşekkür ederim.

Tüm yaşamımda olduğu gibi tez çalışmamın her aşamasında da beni yürekten büyük bir özveriyle destekleyen aileme, özellikle de merhum annem Meryem BİRİCİK’e, kendisinin izinden gittiğim babam Prof. Dr. Hasan BİRİCİK’e ve ablam Pınar BİRİCİK’e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmam sırasında arazi, deney ve yazım aşamalarındaki maddi ve manevi büyük katkılarından dolayı sevgili eşim Umut YÜKSEL’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2018

Yağmur BİRİCİK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	xii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	xvi
ÖZET	xviii
SUMMARY	xx
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. ODUN ANATOMİSİ.....	3
2.2. EKOLOJİK ODUN ANATOMİSİ VE DÜNYADAKİ DURUM.....	6
2.3. TÜRKİYE’DE EKOLOJİK ODUN ANATOMİSİ ÇALIŞMALARI.....	13
2.4. ÇALIŞILAN TÜRLERİN MORFOLOJİK VE ANATOMİK ÖZELLİKLERİ.....	18
2.4.1. <i>Pinus nigra</i> Arnold. subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe – Anadolu Karaçamı.....	18
2.4.2. <i>Abies nordmanniana</i> (Stev.) Spach. subsp. <i>bornmuelleriana</i> (Mattf.) Coode&Cullen – Uludağ Göknarı	19
2.4.3. <i>Fagus orientalis</i> Lipsky – Doğu Kayını.....	20
2.4.4. <i>Quercus cerris</i> L. – Saçlı Meşe	21
2.4.5. <i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Lieb. – Sapsız Meşe.....	22
2.4.6. <i>Castanea sativa</i> Miller – Anadolu Kestanesi	23
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	25
3.1. ARAŞTIRMA ALANI.....	25
3.1.1. Coğrafi Konum.....	25
3.1.2. İklim	26
3.1.3. Toprak Yapısı ve Jeolojik Özellikler.....	30
3.1.4. Floristik Yapı.....	32
3.2. ARAŞTIRMA MALZEMELERİ.....	34
3.3. YÖNTEM.....	39
3.3.1. Örnekleme Deseni	39

3.3.2. Örnek Alınmasında Uygulanan Yöntem	40
3.3.3. Laboratuvarda Preparatların Hazırlanması ve Maserasyon Yöntemi.....	44
3.3.4. Ölçme ve Değerlendirme Yöntemi.....	46
4. BULGULAR.....	60
4.1.ULUDAĞ GÖKNARI TÜRÜNE AİT BULGULAR.....	60
4.2. KARAÇAM TÜRÜNE AİT BULGULAR.....	66
4.3. DOĞU KAYINI TÜRÜNE AİT BULGULAR	75
4.4. MEŞE TÜRLERİNE AİT BULGULAR	87
4.5. KESTANE TÜRÜNE AİT BULGULAR.....	98
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	104
5.1. ULUDAĞ GÖKNARINA İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	104
5.2.KARAÇAMA İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	108
5.3.DOĞU KAYININA İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	116
5.4.MEŞE TÜRLERİNE İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	128
5.5.KESTANEYE İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	139
5.6.SONUÇLAR	144
KAYNAKLAR.....	149
ÖZGEÇMİŞ	157

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Anatomik yapıların gözlemi için temel kesitleri gösteren iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç odunu modeli (Fengel ve Wegener, 1989).	4
Şekil 2.2: Ksilem elemanları, A:ksilem skleranşima lifi, B:traheid, C:ksilem paranşimi genel görünüşü, D:trahe (alt sırada aynı elemanların enine kesit görünüşleri gösterilmiştir.) (Eames ve MacDaniels, 1925'e atfen Vardar,1969).	5
Şekil 2.3: Türkiye'de <i>Pinus nigra</i> Arnold. subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe – Anadolu karaçamı türü yayılışı (tubives, 2017).	18
Şekil 2.4: Türkiye'de <i>Abies nordmanniana</i> (Stev.) Spach. subsp. <i>bornmuelleriana</i> (Mattf.) Coode&Cullen – Uludağ göknarı türü yayılışı (tubives, 2017).	19
Şekil 2.5: Türkiye'de <i>Fagus orientalis</i> Lipsky – Doğu kayını türünün yayılışı (tubives, 2017).	20
Şekil 2.6: Türkiye'de <i>Quercus cerris</i> L. – Saçlı meşe türü yayılışı (tubives, 2017).	21
Şekil 2.7: Türkiye'de <i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Lieb. – Sapsız meşe türü yayılışı (tubives, 2017).	22
Şekil 2.8: Türkiye'de <i>Castanea sativa</i> Miller – Anadolu kestanesi türü yayılışı (tubives, 2017).	23
Şekil 3.1: Uludağ'ın coğrafi konumu; 1-Türkiye, 2-Marmara Bölgesinde Bursa, 3-Bursa'da yer alan Uludağ'ın koordinatları, 4-Uludağ'da yöre isimleri (Google Earth, 2017).	25
Şekil 3.2: Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklığın dağılımı (Dalfes ve diğ., 2006).	26
Şekil 3.3: Türkiye'de ortalama yıllık toplam yağışın dağılımı (Dalfes ve diğ., 2006).	27
Şekil 3.4: Bursa ilinin ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin 1960-2016 dönemi ortalamaları.	28
Şekil 3.5: Uludağ'ın ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin 1968-2016 dönemi ortalamaları.	28
Şekil 3.6: Thornthwaite yöntemine göre Bursa ve Uludağ istasyonlarının su bilançoları (Öztürk, 2010).	29
Şekil 3.7: Uludağ masifinin jeolojik haritası (Topuz ve Okay, 2017'den uyarlanmıştır).	31

Şekil 3.8: Arazi çalışmasında kullanılan malzemeler.	35
Şekil 3.9: Odun örneklerinin alındığı tam kapalı meşe (1) ve göknar (2) meşcereleri.	39
Şekil 3.10: Uludağ dağ kütleğinde örneklerin alındığı noktalar.	41
Şekil 3.11: Örnek ağaçların göğüs çaplarının ölçülmesi (1) ve yaş ölçümü için artım burgusu alınması (2).	42
Şekil 3.12: Ağaçlardan göğüs yüksekliğinde odun örneklerinin alınması (Biricik ve Akkemik, 2017).	42
Şekil 3.13: Odun örneklerinin ağaçtan çıkarılması (1, 2, 3) ve yerlerinin aşı macunu ile kapatılması (4) (Biricik ve Akkemik, 2017).	43
Şekil 3.14: Örneklerin etiketlenmesi, arazi defterine kaydedilmesi (1) ve kurutulması (2).	43
Şekil 3.15: Odun örneklerindeki havanın çıkarılması için suda kaynatılması.	44
Şekil 3.16: Mikrotom bıçağı ile odun kesitlerinin alınması (1-3) ve petri kaplarına konması (4).	45
Şekil 3.17: Odun kesitlerinin kimyasal işlemleri.	45
Şekil 3.18: Hazırlanan enine, radyal, teğet yönde odun kesiti preparatları.	46
Şekil 3.19: Odun kesitlerinden mikroskopta fotoğraf çekilmesi.	47
Şekil 3.20: <i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i> türü ilkbahar (2) ve yaz (3) odunu enine kesitlerinde traheid teğet ve radyal lümen çapı ve çift çeper kalınlığı ölçümü (1).	48
Şekil 3.21: <i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i> türü odunu teğet kesitinde özışını yüksekliği (hücre sayısı) belirlenmesi (1) ve özışını yüksekliği-genişliği (2) ölçümü.	48
Şekil 3.22: Dağınık traheli <i>Fagus orientalis</i> türü odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çapı ölçümü.	50
Şekil 3.23: <i>Fagus orientalis</i> türü odunu teğet kesitinde özışını yüksekliği ve genişliği ölçümü.	50
Şekil 3.24: Halkalı traheli <i>Quercus petraea</i> türünün ilkbahar odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.	51
Şekil 3.25: Halkalı traheli <i>Quercus petraea</i> türünün yaz odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.	51
Şekil 3.26: Halkalı traheli <i>Quercus cerris</i> türünün ilkbahar odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.	52

Şekil 3.27: Halkalı traheli <i>Quercus cerris</i> türünün yaz odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.	52
Şekil 3.28: <i>Quercus cerris</i> türü odunu teğet kesitinde özışını yüksekliğinin (hücre sayısı) belirlenmesi.	52
Şekil 3.29: Halkalı traheli <i>Castanea sativa</i> türünün ilkbahar odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.	53
Şekil 3.30: Halkalı traheli <i>Castanea sativa</i> türünün yaz odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.	53
Şekil 3.31: <i>Castanea sativa</i> türü odunu teğet kesitinde özışını yüksekliği ve genişliği ölçümü.	53
Şekil 3.32: Masere edilmiş odun dokusundan yapılan lif boyu (1), lif genişliği ve lif lümen genişliği (2), ilkbahar trahe hücresi boyu (3), yaz trahe hücresi boyu (4) ölçümleri.	54
Şekil 4.1: <i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i> odunu enine (1, 2), radyal (3) ve teğet (4) kesitleri.	65
Şekil 4.2: <i>Pinus nigra</i> odunu enine (1, 2), radyal (3, 4) ve teğet (5) kesitleri.	74
Şekil 4.3: <i>Fagus orientalis</i> odunu enine (1), radyal (2, 3, 4) ve teğet (5) kesitleri.	86
Şekil 4.4: <i>Quercus petraea</i> odunu enine (1, 2, 3), radyal (4) ve teğet (5) kesitleri.	96
Şekil 4.5: <i>Quercus cerris</i> odunu enine (1, 2), radyal (3) ve teğet (4) kesitleri.	97
Şekil 4.6: <i>Castanea sativa</i> odunu enine (1), radyal (2, 3) ve teğet (4) kesitleri.	103
Şekil 5.1: Uludağ göknarı odunu yükselti ve traheid özellikleri ilişkileri.	106
Şekil 5.2: Uludağ göknarı odunu yükselti ve özışını özellikleri ilişkileri.	107
Şekil 5.3: Gökmar odunu kümeleme analizi dendrogramı.	107
Şekil 5.4: Karaçam odunu bakı, yükselti ve traheid özellikleri ilişkileri.	111
Şekil 5.5: Karaçam odunu bakı, yükselti ve özışını özellikleri ilişkileri.	112
Şekil 5.6: Karaçam odunu kümeleme analizi dendrogramı.	113
Şekil 5.7: Karaçam odunu kümeleme analizi sonuçlarına göre gruplaşmaların Uludağ profilinde yükselti ve bakıya göre yerleri.	113
Şekil 5.8: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre traheid çap ortalamaları.	115
Şekil 5.9: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre traheid çeper kalınlığı ortalamaları.	115

Şekil 5.10: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre traheid boy ve sayısı ortalamaları.....	115
Şekil 5.11: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre özışını yüksekliği (hücre sayısı), genişliği ve mm'deki sayılarının ortalamaları.	116
Şekil 5.12: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre özışını yüksekliği (μm) ortalamaları.....	116
Şekil 5.13: Kayın odunu bakı, yükselti ve trahe özellikleri ilişkileri.....	120
Şekil 5.14: Kayın odunu bakı, yükselti ve lif özellikleri ilişkileri.	121
Şekil 5.15: Kayın odunu bakı, yükselti ve özışını özellikleri ilişkileri.	122
Şekil 5.16: Kayın odunu bakı ve yükseltiye göre vulnerabilite, mezomorfi, kseromorfi oranları.....	123
Şekil 5.17: Kayın odunu kümeleme analizi dendrogramı.....	124
Şekil 5.18: Kayın odunu kümeleme analizi sonuçlarına göre gruplaşmaların Uludağ profilinde yükselti ve bakıya göre yerleri.....	124
Şekil 5.19: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe çap ortalamaları.....	125
Şekil 5.20: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe çeper kalınlığı ve trahe sayısı ortalamaları.....	126
Şekil 5.21: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe hücre, özışını ve lif boyu ortalamaları.....	126
Şekil 5.22: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre özışını genişliği ve sayısı ortalamaları.....	126
Şekil 5.23: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre lif genişliği ve lümen genişliği ortalamaları.....	127
Şekil 5.24: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre vulnerabilite oranları.....	127
Şekil 5.25: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre mezomorfi oranları.....	127
Şekil 5.26: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre kseromorfi oranları.....	128
Şekil 5.27: Meşe odunu bakı, yükselti ve trahe özellikleri ilişkileri.....	132
Şekil 5.28: Meşe odunu bakı, yükselti ve lif özellikleri ilişkileri.	133
Şekil 5.29: Meşe odunu bakı, yükselti ve özışını özellikleri ilişkileri.	134
Şekil 5.30: Meşe odunu bakı ve yükseltiye göre vulnerabilite, mezomorfi, kseromorfi oranları.....	135

Şekil 5.31: Meşe odunu kümeleme analizi dendrogramı.	136
Şekil 5.32: Meşe odunu kümeleme analizi sonuçlarına göre gruplaşmaların Uludağ profilinde yükselti ve bakıya göre yerleri.	136
Şekil 5.33: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe çap ortalamaları.	137
Şekil 5.34: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe çeper kalınlığı ortalamaları.	138
Şekil 5.35: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe hücre, özışını ve lif boyu ortalamaları.	138
Şekil 5.36: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe ve özışını sayısı ortalamaları.	138
Şekil 5.37: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına lif ve özışını genişliği ortalamaları.	138
Şekil 5.38: Kestane odunu yükselti ve trahe özellikleri ilişkileri.	141
Şekil 5.39: Kestane odunu yükselti ve özışını özellikleri ilişkileri.	142
Şekil 5.40: Kestane odunu yükselti ve lif özellikleri ilişkileri.	142
Şekil 5.41: Kestane odunu yükseltiye göre vulnerabilite, mezomorfi, kseromorfi oranları.	143

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Odundaki farklı hücre tiplerinin temel fonksiyonları (Fengel ve Wegener, 1989).....	3
Tablo 3.1: Uludağ göknarı (<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i>) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.....	35
Tablo 3.2: Karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.....	36
Tablo 3.3: Doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.....	37
Tablo 3.4: Meşe (<i>Quercus</i> spp.) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.....	38
Tablo 3.5: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.....	38
Tablo 3.6: İğne yapraklı ağaç türleri odunlarından yapılan ölçüm ve sayım miktarı.....	55
Tablo 3.7: Geniş yapraklı ağaç türleri odunlarından yapılan ölçüm ve sayım miktarı.....	56
Tablo 4.1: Uludağ göknarı (<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i>) odunu traheid lümen çapları.....	61
Tablo 4.2: Uludağ göknarı (<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i>) odunu traheid çeper kalınlıkları, mm ² 'deki sayıları ve boyları.....	62
Tablo 4.3: Uludağ göknarı (<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i>) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.....	63
Tablo 4.4: Uludağ göknarı (<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i>) odunu ortalama traheid lümen çapları.....	64
Tablo 4.5: Uludağ göknarı (<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i>) odunu ortalama traheid çeper kalınlıkları, mm ² 'deki sayıları ve boyları.....	64
Tablo 4.6: Uludağ göknarı (<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i>) odunu ortalama özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.....	64
Tablo 4.7: Kuzey bakı karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odunu traheid lümen çapları.....	66
Tablo 4.8: Güney bakı karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odunu traheid lümen çapları.....	67

Tablo 4.9: Kuzey bakı karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odunu traheid çeper kalınlıkları, mm ² 'deki sayıları ve boyları.	68
Tablo 4.10: Güney bakı karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odunu traheid çeper kalınlıkları, mm ² 'deki sayıları ve boyları.	69
Tablo 4.11: Kuzey bakı karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	70
Tablo 4.12: Güney bakı karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	71
Tablo 4.13: Karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odunu ortalama traheid lümen çapları.	72
Tablo 4.14: Karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odunu ortalama traheid çeper kalınlıkları, mm ² 'deki sayıları ve boyları.	72
Tablo 4.15: Karaçam (<i>Pinus nigra</i>) odunu ortalama özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	73
Tablo 4.16: Kuzey bakı doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu trahe çapları, mm ² 'deki sayıları ve hücre boyları.	75
Tablo 4.17: Güney bakı doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu trahe çapları, mm ² 'deki sayıları ve hücre boyları.	76
Tablo 4.18: Kuzey bakı doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	77
Tablo 4.19: Güney bakı doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	78
Tablo 4.20: Kuzey bakı doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.	79
Tablo 4.21: Güney bakı doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.	80
Tablo 4.22: Doğü kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu ortalama trahe çapları, mm ² 'deki sayıları ve hücre boyları.	81
Tablo 4.23: Doğü kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu ortalama özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	81
Tablo 4.24: Doğü kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu ortalama lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.	82
Tablo 4.25: Kuzey bakı doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.	83

Tablo 4.26: Güney bakı doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.	84
Tablo 4.27: Doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>) odunu ortalama vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.	85
Tablo 4.28: Sapsız meşe (<i>Quercus petraea</i>) odunu trahe lümen çapları.	87
Tablo 4.29: Saçlı meşe (<i>Quercus cerris</i>) odunu trahe lümen çapları.	88
Tablo 4.30: Sapsız meşe (<i>Quercus petraea</i>) odunu mm ² 'deki trahe sayıları ve hücre boyları.	88
Tablo 4.31: Saçlı meşe (<i>Quercus cerris</i>) odunu mm ² 'deki trahe sayıları ve hücre boyları.	89
Tablo 4.32: Sapsız meşe (<i>Quercus petraea</i>) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	89
Tablo 4.33: Saçlı meşe (<i>Quercus cerris</i>) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	90
Tablo 4.34: Sapsız meşe (<i>Quercus petraea</i>) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.	90
Tablo 4.35: Saçlı meşe (<i>Quercus cerris</i>) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.	91
Tablo 4.36: Meşe (<i>Quercus spp.</i>) odunu ortalama trahe lümen çapları.	91
Tablo 4.37: Meşe (<i>Quercus spp.</i>) odunu ortalama trahe mm ² 'deki trahe sayıları ve hücre boyları.	92
Tablo 4.38: Meşe (<i>Quercus spp.</i>) odunu ortalama özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	92
Tablo 4.39: Meşe (<i>Quercus spp.</i>) odunu ortalama lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.	92
Tablo 4.40: Sapsız meşe (<i>Quercus petraea</i>) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.	93
Tablo 4.41: Saçlı meşe (<i>Quercus cerris</i>) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.	94
Tablo 4.42: Meşe (<i>Quercus spp.</i>) odunu ortalama vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.	95
Tablo 4.43: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu trahe lümen çapları.	98
Tablo 4.44: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu mm ² 'deki trahe sayıları ve hücre boyları.	99

Tablo 4.45: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	99
Tablo 4.46: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.	100
Tablo 4.47: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu ortalama trahe lümen çapları.	100
Tablo 4.48: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu ortalama mm ² 'deki trahe sayıları ve hücre boyları.	100
Tablo 4.49: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu ortalama özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.	101
Tablo 4.50: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu ortalama lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.	101
Tablo 4.51: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.	101
Tablo 4.52: Kestane (<i>Castanea sativa</i>) odunu ortalama vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.	102
Tablo 5.1: Kuzey bakıda yükseltiye göre anatomik özelliklerdeki değişim.	145
Tablo 5.2: Güney bakıda yükseltiye göre anatomik özelliklerdeki değişim.	145

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
°C	: Santigrad Derece
G550KÇ	: Güney 550 m’de karaçam ağacı kodu
G750KÇ	: Güney 750 m’de karaçam ağacı kodu
G950KÇ	: Güney 950 m’de karaçam ağacı kodu
G1150KÇ	: Güney 1150 m’de karaçam ağacı kodu
G1350KÇ	: Güney 1350 m’de karaçam ağacı kodu
G1550KÇ	: Güney 1550 m’de karaçam ağacı kodu
G550KN	: Güney 550 m’de doğu kayını ağacı kodu
G750KN	: Güney 750 m’de doğu kayını ağacı kodu
G950KN	: Güney 950 m’de doğu kayını ağacı kodu
G1150KN	: Güney 1150 m’de doğu kayını ağacı kodu
G1350KN	: Güney 1350 m’de doğu kayını ağacı kodu
G1550KN	: Güney 1550 m’de doğu kayını ağacı kodu
G550M	: Güney 550 m’de saçlı meşe ağacı kodu
G750M	: Güney 750 m’de saçlı meşe ağacı kodu
G950M	: Güney 950 m’de saçlı meşe ağacı kodu
K1150G	: Kuzey 1150 m’de Uludağ göknarı ağacı kodu
K1350G	: Kuzey 1350 m’de Uludağ göknarı ağacı kodu
K1550G	: Kuzey 1550 m’de Uludağ göknarı ağacı kodu
K1750G	: Kuzey 1750 m’de Uludağ göknarı kodu
K1950G	: Kuzey 1950 m’de Uludağ göknarı kodu
K550KÇ	: Kuzey 550 m’de karaçam ağacı kodu
K750KÇ	: Kuzey 750 m’de karaçam ağacı kodu
K950KÇ	: Kuzey 950 m’de karaçam ağacı kodu
K1150KÇ	: Kuzey 1150 m’de karaçam ağacı kodu
K1350KÇ	: Kuzey 1350 m’de karaçam ağacı kodu
K1550KÇ	: Kuzey 1550 m’de karaçam ağacı kodu
K550KN	: Kuzey 550 m’de doğu kayını ağacı kodu
K750KN	: Kuzey 750 m’de doğu kayını ağacı kodu
K950KN	: Kuzey 950 m’de doğu kayını ağacı kodu

K1150KN	: Kuzey 1150 m’de doğu kayını ağacı kodu
K1350KN	: Kuzey 1350 m’de doğu kayını ağacı kodu
K1550KN	: Kuzey 1550 m’de doğu kayını ağacı kodu
K550KS	: Kuzey 550 m’de kestane ağacı kodu
K750KS	: Kuzey 750 m’de kestane ağacı kodu
K950KS	: Kuzey 950 m’de kestane ağacı kodu
K550M	: Kuzey 550 m’de sapsız meşe ağacı kodu
K750M	: Kuzey 750 m’de sapsız meşe ağacı kodu
K950M	: Kuzey 950 m’de sapsız meşe ağacı kodu
µm	: Mikrometre
pH	: Potansiyel Hidrojen

Kısaltmalar

Açıklama

IAWA	: Uluslararası Odun Anatomistleri Birliği
spp	: Alttür

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ULUDAĞ DAĞ KÜTLESİNDE EKOLOJİK KOŞULLARIN BAZI AĞAÇ TÜRLERİ ODUNLARININ ANATOMİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yağmur BİRİCİK

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Ünal AKKEMİK

Odun kalitesine etki eden faktörlerin başında odunu oluşturan elemanların özellikleri gelmektedir. Farklı yetiştirme yerlerinde oluşan aynı türe ait odunlar coğrafi konum, iklim gibi farklı faktörlerin etkisi ile farklı odun özellikleri göstermektedir. Bu özelliklerin bilinmesi, o ağacın odununun kullanım yerlerinin tespitinde belirleyici olmaktadır.

Odun anatomik özellikleri ile ekolojik koşullar arasındaki ilişkileri detaylı biçimde inceleyen ekolojik odun anatomisi, terim olarak 1970'li yıllarda kullanılmaya başlandıktan sonra dünyanın farklı ülkelerinde ve Türkiye'de önemli çalışmalar yapılmış ve konunun önemi daha da iyi anlaşılmaya başlanmıştır.

Tez kapsamında, Uludağ dağ kütleğinde yükselti ve baki faktörlerinin, farklı ağaç türlerinde odun iç yapısına ve odunun kalitesinde belirleyici olan anatomik özelliklerine etkilerini saptamak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Uludağ dağ kütleğinin kuzey ve güney bakılarında, 200 metre aralıklarla farklı yükseltilerde (550 m'den 1950 m'ye kadar) mevcut olan hâkim 6 ana ağaç türünden, 3 tekerrürlü olmak üzere toplam 114 adet odun örneğı alınmıştır. Ağaçların yetiştiğı meşcere kapallılığı 3, ağaç yaşları ise 40-70 aralığında tutulmuştur. Anatomik özelliklerin belirlenmesi amacıyla odun örnekleri, ağaç gövdelerinin 130 cm yüksekliğinde, batı yönünden, 1,5 cm³ ebatlarında; yaşın belirlenmesi amacıyla artım kalemleri ise yine 130 cm yükseklikten Pressler Artım Burgusu yardımıyla alınmıştır.

İÜ Orman Fakültesi Yıllık Halka Araştırmaları ve Odun Anatomisi Laboratuvarı'nda hazırlanan enine, radyal ve teğet olmak üzere üç yönde odun kesitlerinin ve masere edilmiş

odun dokusunun Leica ışık mikroskopunda fotoğrafları çekilmiştir. Bu fotoğraflardan Leica Applications Bilgisayar Programı ile yapılan anatomik ölçümler sonucunda, yükselti ve bakının odun özelliklerine etkileri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Odun kesitlerinde trahe/traheid radyal ve teğet çapları, çeper kalınlıkları, özışını yükseklikleri ve genişlikleri ölçülmüş, 1 mm²'deki trahe/traheid sayıları, 1 mm'deki özışını sayıları ve özışını yükseklikleri (hücre sayısı) belirlenmiştir. Schultze maserasyon yöntemi ile elemanlarına ayrılan odun dokusunda ise trahe/traheid ve lif boyları, lif genişlikleri ve lif lümen genişlikleri ölçülmüştür. Ölçüm ve sayımlar ilkbahar ve yaz odunları için ayrı ayrı yapılmıştır.

Uludağ dağ kütlesinde farklı yükselti ve bakılardan toplanan 114 odun örneğinin anatomik özelliklerinde, yükselti ve bakının etkisi olup olmadığını bulmak amacıyla hiyerarşik kümeleme (cluster) analizi, MATLAB programında kod yazılarak uygulanmıştır. Analiz dendrogramları her ağaç türü için ayrı ayrı yapılmıştır. Veri matrisi, satırlarda odun anatomik özellikleri ile sütunlarda farklı bakı ve yükseltiye göre örnek ağaçlar yer alacak şekilde düzenlenmiştir. Küme analizinde elde edilen grupların değerlendirilmesinde her bir grup ve alt grup için, her bir odun özelliğinin ortalama ve standart sapması hesaplanmış ve grafikleştirilmiştir.

Kümeleme analizleri ile yükselti ve bakı faktörlerinin odun anatomik özellikleri üzerine etkisi olduğu ortaya konmuştur. Uludağ dağ kütlesi profili boyunca odunun anatomik özellikleri üzerinde, yükseltinin bakıdan daha çok etkili olduğu, 200 metrede bir bile değişimin görüldüğü tespit edilmiştir. Bakının da çok önemli bir etken olduğu, kuzey ve güney bakı değerlerinin farklı yükseltilerde eşitlendiği görülmüştür.

Çalışılan 6 ağaç türünde de bu etkiler görülmüş, ancak yükselti ve bakıya bağlı en çok değişim iğne yapraklı türlerde, özellikle de karaçamda görülmüştür. Bu da iğne yapraklı türlerin daha çok adaptasyon yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.

Yükselti azaldıkça kuraklığın artmasıyla bir emniyet olarak kapileriteyi arttırmak amaçlı su iletim borularının lümen çaplarının azaldığı, çeperlerin kalınlaştığı tespit edilmiştir. Yine bir iletim emniyeti olarak yükselti azaldıkça su iletim borularının uzunlukları azalmış, sayıları artmıştır. Yükselti arttıkça lif boyları ve lif çeper kalınlıkları artmıştır, bu da üst yükseltilerde daha yoğun, sağlam, dirençli odunların varlığına işaret etmektedir. Karaçam ve kayın ağaçlarının odunlarının anatomik özellikleri her iki bakıda 550 - 1550 m yükselti aralığında çalışılmıştır. Her iki tür için 950-1550 m'ler arası yetişme ortamı koşulları açısından oldukça iyi şartlar ortaya koyarken özellikle kuzey bakıda 1550 m yükseltinin her iki tür için de en iyi yetişme ortamı koşulları olduğu tespit edilmiştir. Güney bakıda 550 m yükselti, kayınlar için kurak koşulların hâkim olduğu bir ortam olup bu sonuç kümeleme analizlerinde de belirgin şekilde ortaya çıkmıştır. Uludağ'da 550 m ve 950 m aralığında meşcere kurabilen, kuzey bakıda sapsız meşe ve kestane, güney bakıda saçlı meşe türü odunlarının anatomik özelliklerinin değerlendirilmesi sonucunda her üç tür için de 950 m'nin en iyi yetişme şartlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Kuzey bakıda 1150 m ile 1950 m arasında meşcere kurabilen Uludağ göknarı türünde ise 1950 m'nin en iyi yetişme yeri olduğu görülmüştür.

Ocak 2018, 179 sayfa.

Anahtar kelimeler: Odun anatomisi, ekolojik odun anatomisi, Uludağ

SUMMARY

Ph.D. THESIS

EFFECTS OF ECOLOGICAL CONDITIONS ON WOOD ANATOMICAL PROPERTIES OF SOME TREE SPECIES IN ULUDAĞ MOUNTAIN

Yağmur BİRİCİK

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Forest Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Ünal AKKEMİK

Among the factors affecting wood quality, the characteristics of wood-forming elements have first priority. Woods of the same species formed in different habitats show different wood properties due to different factors such as geographical position and climate. Knowing these properties is decisive in determining the places where the tree's wood is used.

The ecological wood anatomy, defined as a detailed study of the relationship between wood anatomical characteristics and ecological conditions, has been used in 1970s as a term, and important studies have been carried out in different countries of the world as well as in Turkey and the importance of the subject has been getting better recognition.

In this thesis, the aim was to determine the effects of altitude and aspect factors on the wood interior structure and anatomical characteristics of different tree species in the Uludağ mountain mass. For this purpose, a total of 114 wood samples were taken with 3 repetitions from the 6 main tree species present at different elevations separated by 200 meters (550 m to 1950 m), on both north and south sides of Uludağ mountain mass. Tree stand closeness was chosen to be 3 and tree ages were in the interval 40-70. In order to determine the anatomical characteristics, wood samples of 1,5 cm³ in size were taken from a height of 130 cm and west side of trees; in order to determine the tree age, increment cores were taken also height of 130 cm by a Pressler increment borer.

Wood thin sections from all three directions (transverse, radial and tangential) and the macerated wood elements were photographed on a Leica light microscope in the IU Forest Faculty Annual Ring Research and Wood Anatomy Laboratory. Anatomical measurements were carried out with the Leica Applications Computer Program; these measurements were evaluated in detail to discern the effects of the altitude and aspect on wood properties.

On these wood sections vessel/tracheid radial and tangential diameters, wall thicknesses, ray heights and widths were measured, vessel/tracheid number per mm², ray number per mm and ray heights (cell number) were determined. The vessel/tracheid and fiber length, fiber widths and fiber lumen widths were measured in the macerated wood solutions prepared with the Schultze maceration method. Measurements and counts were made separately for early wood and late woods.

An hierarchical cluster analysis was performed using a MATLAB code to find out the altitude and aspect effects on the anatomical properties of these 114 wood samples collected from different altitudes and aspects in the Uludağ mountain mass. Dendrograms were constructed for each tree species separately. The data matrix is arranged in such a way that the wood anatomical features are organized as rows and different altitudes and aspects as columns. For the evaluation of the groups obtained from the cluster analysis, the mean and standard deviation of each wood property was calculated and plotted for each group and subgroup.

Cluster analyzes revealed that elevation and aspect factors had effects on wood anatomical properties. Along the Uludağ mountain mass profile, it was found that the altitude is more effective than the aspect on the wood anatomical features and the change can be seen even at a distance of 200 meters. It is also seen that the aspect is also a very important factor, and the values for north and south aspects are matched at different altitudes.

These effects were observed in all 6 tree species studied, but the highest change due to altitude and aspect was observed in the conifer species, especially in the torch pine. This suggests that the conifer species are more prone to adaptation.

It has been found that as the drought increases with decreasing altitude, the lumen diameters of the water conduction pipes decrease and the cell walls thicken for increasing capillarity as a safety factor. Again, as a transmission safety, as the altitude decreases, water conduction pipes lengths decrease and the numbers increase. The fiber lengths and fiber wall thicknesses increases as the altitude increases, this is indicating the presence of denser, firm, resistant woods in the upper altitudes. The wood anatomy of black pine and oriental beech were studied between the 550-1550 m altitude range on the two aspects. While between 950-1550 m altitudes show best conditions in terms of growth conditions, 1550 m on the north side offers the best growth conditions for both two species. 550 m at the south side is dominated by an arid climate for the beeches, and this result becomes evident also in the clustering analyzes. Through an evaluation of anatomical characteristics of sessile oak and chestnut in the north side and the Turkey oak in the south side, it has been determined that the 950 m has the best growth conditions for all three species forming stands between 550-950 m altitude range in Uludağ. For the Turkish fir that can form stands between 1150 m and 1950 m altitudes at the north side of Uludağ, 1950 m was seen as best growth area.

January 2018, 179 pages.

Keywords: Wood anatomy, ecological wood anatomy, Uludağ

1. GİRİŞ

Odunun sanayi ve diğer kullanım yerlerinin belirlenmesinde, başta kalitesini etkileyen odun elemanlarının özellikleri gelmektedir. Odun oluşumunda coğrafi konum, ağacın içerisinde bulunduğu orman özellikleri, işletme şekli, lokal faktörler ve iklimin (özellikle yağış ve sıcaklık) etkileri çok büyüktür. Bu nedenle farklı yetiştirme yerlerinde oluşan aynı türe ait odunlar dahi, farklı faktörlerin etkisi ile farklı odun özellikleri göstermektedir. Bu özelliklerin bilinmesi, o ağacın odununun kullanım yerlerinin tespitinde belirleyici olmaktadır (Aytuğ, 1961).

Odun anatomisi; botanik, ekoloji, ormancılık, orman endüstrisi, arkeoloji, paleobotanik, mimarlık gibi pek çok disiplin için çok önemli bir bilim dalıdır ve uzun bir geçmişe sahiptir. Odun anatomik özellikleri ile ekolojik koşullar arasındaki ilişkileri detaylı biçimde inceleyen ksilolojik çalışmaların temeli Carlquist (1966), Baas (1973), Graaf ve Baas (1974)'e dayanmaktadır. Ekolojik odun anatomisi terimi, 1970'li yıllarda kullanılmaya başlandıktan sonra dünyanın farklı ülkelerinde önemli çalışmalar yapılmış ve konunun önemi daha da iyi anlaşılmaya başlanmıştır. (Akkemik ve Yaman, 2012).

Günümüzde de bu tür çalışmalar yoğunluk kazanmasına rağmen farklı ekolojik koşulların farklı türlerde odun oluşumuna etkileri konusunda hala boşluklar bulunmaktadır. Özellikle de bir dağ profili boyunca tüm orman zonlarında, ekolojik koşulların dağın hâkim türlerinin odun özelliklerine etkilerinin çalışıldığı bir araştırmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu gerekçeden yola çıkılarak bu doktora tezi, geçmiş çalışmaları dikkate alarak bu boşluğu doldurmak amacıyla hazırlanmıştır.

Uludağ, Mayr (1909)'in orman zonlarını belli yüksekliklerde karakterize etmesi açısından dünya ormancılık literatüründe bilimsel yönden özel bir öneme sahiptir. Bu zonlar; Lauretum, Castanetum, Fagetum, Abietum ve Alpinetum kuşağıdır. Bu kuşaklarda farklı iklim geçiş tipleri görülmektedir (Saatçioğlu, 1969). Uludağ, Mayr'in bu 5 iklim kuşağını da yansıttığı ve her bir zondaki geçişin gözlemlendiği bir dağ olduğu için ekolojik etkilerin gözlemlenebilmesi açısından araştırma alanı olarak seçilmiştir. Yetiştirme ortamı iklimini etkileyen en önemli iki faktör yükselti ve bakı olduğu için çalışmamızda bu faktörler değişken olarak alınmıştır.

Bu araştırma; Uludağ dağ kütlesinde yükselti ve bakı faktörlerinin, farklı ağaç türlerinde odunun iç yapısına ve odunun kalitesini belirleyici anatomik özelliklerine etkilerini saptamak amacıyla yapılmıştır.

Tez kapsamında, Uludağ dağ kütlesinin kuzey ve güney bakılarında, 200 metre aralıklarla farklı yükseltilerde hâkim 6 ana ağaç türünden toplam 114 adet odun örneği alınmıştır. İÜ Orman Fakültesi Yıllık Halka Araştırmaları ve Odun Anatomisi Laboratuvarı'nda hazırlanan odun kesitleri ve masere edilmiş odun dokusunda yapılan anatomik ölçümler sonucunda, yükselti ve bakının odun özelliklerine etkileri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.



2. GENEL KISIMLAR

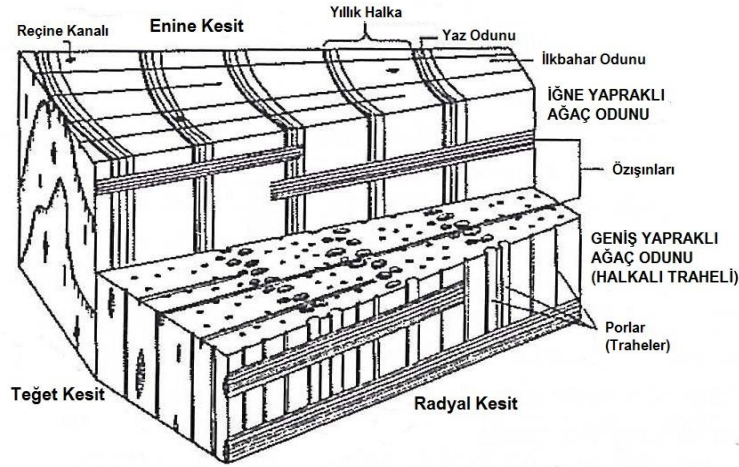
2.1. ODUN ANATOMİSİ

İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç odunlarının hücre tipleri ve fonksiyonları birbirinden farklıdır (Tablo 2.1). Bu hücrelerin işleyişi ve düzeni, Şekil 2.1’de görüldüğü gibi odun anatomik karakterizasyonu için gerekli olan enine, teğet ve radyal olmak üzere üç ana yöndeki kesitte tanımlanabilmektedir.

Tablo 2.1: Odundaki farklı hücre tiplerinin temel fonksiyonları (Fengel ve Wegener, 1989).

	Mekanik Fonksiyon	İletim Fonksiyonu	Depolama Fonksiyonu	Salgı Fonksiyonu
İğne Yapraklı Ağaç Odunu	-Yaz odunu traheidleri	-İlkbahar odunu traheidleri -Özışını traheidleri	-Özışını paranzimleri -Boyuna paranzimler -Reçine kanalları	-Epitel hücreleri
Geniş Yapraklı Ağaç Odunu	-Libriform lifleri -Lif traheidleri	-Traheler -Traheidler (vaskular ve vasisentrik)	-Özışını paranzimleri -Boyuna paranzimler	-Epitel hücreleri

İğne yapraklı ağaç odunları, % 90-95 oranında traheidlerden oluşan oldukça basit bir yapıdadırlar. Traheidler uzun ve ince, uçları kapalı, yassı ya da sivri hücreler olup ağaç eksenî yönünde uzanan odun elemanlarıdır. İlkbahar odunundan yaz odununa geçişte, hücre çapları küçülürken hücre çerperleri kalınlaşır. Büyüme periyodu başlarında büyük lümenli ve çaplı traheidler gelişirken, büyüme periyodu sonlarında çok dar lümenli ve dar radyal çaplı traheidler gelişir. Yaz odunundaki kalın çerperli traheidler, odunda mukavemet ve destek sağlarken, ilkbahar odunu traheidleri ağaçta su ve mineral iletimini sağlarlar. Bazı iğne yapraklı tür odunlarında (*Larix* spp., *Picea* spp., *Pinus* spp.) radyal yönde, özışını paranzim hücreleriyle beraber enine traheidler de bulunur (Fengel ve Wegener, 1989).



Şekil 2.1: Anatomik yapıların gözlemi için temel kesitleri gösteren iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç odunu modeli (Fengel ve Wegener, 1989).

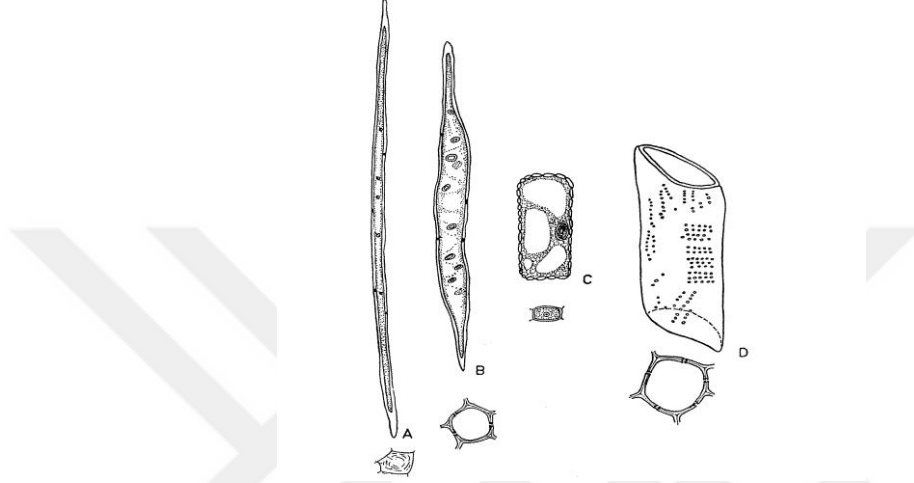
Besin depolama ve iletiminde, radyal yönde uzanan özişinlariadaki paranzim hücreleri görev alır. Salgı elemanları reçine kanallarını çevreleyen epitel hücreleridir. Reçine kanalları, bazı iğne yapraklı ağaç odunlarının (*Pinus* spp., *Picea* spp., *Larix* spp., *Pseudotsuga* spp., *Cathaya* spp.) dokularında bulunan dikey ve radyal boşluklardır (Fengel ve Wegener, 1989).

Geniş yapraklı ağaç odunları, destek amaçlı libriform lifleri ve lif traheidlerinden oluşan temel bir yapıya sahiptir. Bu destek doku, genellikle su ve mineral iletimi görevi yapan geniş lümenli trahelerle bölünmüştür. Traheler birkaç santimetreden metrelere kadar uzanan uzun borulardır, uçları açıktır ve perforasyon tablası ile sonlanırlar (Fengel ve Wegener, 1989).

Trahelerin düzeni ve çaplarına göre geniş yapraklı ağaç odunları dağınık traheli ve halkalı traheli odun olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ilıman iklimlerde pek çok geniş yapraklı tür odunu (*Acer* spp., *Betula* spp., *Fagus* spp., *Alnus* spp., *Carpinus* spp., *Populus* spp.) dağınık trahelidir. Dağınık traheli odunlarda 1 yıllık halka boyunca trahe çapları ve sayıları hiç fark göstermez ya da çok az gösterir. Halkalı traheli odunlarda (*Quercus* spp., *Ulmus* spp., *Fraxinus* spp.) ilkbahar odunu geniş lümenli traheler içerirken, yaz odunu ani bir değişimle dar traheler içerir. Bu iki gruba ek olarak bir de yarı halkalı traheli odunlar (*Juglans* spp., *Prunus avium*) vardır. Bu türlerde geniş traheli ilkbahar odunundan, dar traheli yaz odununa geçiş yavaştır (Fengel ve Wegener, 1989).

Geniş yapraklı ağaç odunlarında temel dokuyu oluşturan liflerin boyutları, iğne yapraklı ağaç odunu traheidlerinden daha küçüktür. Daha kalın hücre çeperleri ve daha dar lümenleri vardır.

İlkbahar-yaz odunu çeper kalınlıkları ve lümen çapı farkları, iğne yapraklı ağaçların odunlarındaki gibi aşırı değildir. Paranşim hücreleri, kısa, sıkı, küt uçlu hücrelerdir. Geniş yapraklı ağaç odununda paranşim hücreleri sayısı, iğne yapraklı ağaç odunundakilerden yüksektir. Lif ve traheidlerin çeper kalınlığı, trahelerin sayısı ve çapı, paranşim hücrelerinin sayısı ile beraber odunun yoğunluğunu belirler (Fengel ve Wegener, 1989).



Şekil 2.2: Ksilem elemanları, A:ksilem skleranşima lifi, B:traheid, C:ksilem paranşimi genel görünüşü, D:trahe (alt sırada aynı elemanların enine kesit görünüşleri gösterilmiştir.) (Eames ve MacDaniels, 1925'e atfen Vardar,1969).

İğne yapraklı ağaç türü odunlarında ana eleman olan traheidlerin boyları genelde günümüz odunlarında 1-3 mm olup, fosil odunlarda (Geç Oligosen'den *Sequoiioxylan*) 9 mm'ye kadar olabilmektedir, çapları ise 80 μm 'ye kadardır. Traheidler ölü hücrelerdir ve radyal yüzeylerinde kenarlı geçitler bulunur (Akkemik ve Yaman, 2012).

Geniş yapraklı ağaç türü odunlarında ana eleman olan trahelerin çapları ve lümenleri cinsten cinse çok değişiklik gösterir; bu nedenle bu özellik teşhiste ana karakterdir. Trahe hücresi boyu genellikle $\leq 350 \mu\text{m}$, bazı türlerde ise 350-800 μm 'dir. Trahe hücresi çapları ise 15-20 μm ile 400 μm arasındadır. Trahe hücrelerinin uçlarında, birbirine bağlandıkları yerde bulunan perforasyon tablaları basit, merdivenimsi ve çok delikli olmak üzere üç çeşittir. Lifler de geniş yapraklı ağaç türü odunlarında ana temel doku elemanlarıdır. Boyları, çeper kalınlıkları ve bazı özellikleri teşhiste önemli özelliklerdir (Akkemik ve Yaman, 2012).

Özışınları genellikle sadece özışını hücrelerinden oluşmaktadır. Özışını hücrelerinin farklı tipleri ve dizilişleri teşhiste önemli özelliklerdir. Özışını hücre genişlikleri tek sıralı (*Castanea* spp., *Paliurus* spp., *Populus* spp., *Salix* spp.), iki sıralı (*Pyrus* spp., *Fraxinus* spp.); büyük

özümlerinin hücre genişlikleri 4-10 sıralı (*Rosa* spp., *Celtis* spp.), 10 sıradan büyük (*Quercus* spp., *Fagus* spp.) olabilmektedir. Bazı türlerde (*Acer monspessulanum*, *Quercus* spp.) özümleri belirgin şekilde 2 farklı boyuttadır. Özümleri yükseklikleri (1-) 2-3 hücreden pek çok sayıda hücreye kadar (5 mm'ye kadar) olabilmektedir (Akkemik ve Yaman, 2012).

2.2. EKOLOJİK ODUN ANATOMİSİ VE DÜNYADAKİ DURUM

Bitkilerin yaşamı, yetiştikleri bölgelerdeki mevsimsel iklim değişikliklerinden etkilenmektedir. Suya ulaşılabilirlik, sıcaklık, yükselti, güneyden kuzeye değişen enlemler gibi çevresel faktörler odunun anatomik özelliklerini etkilemektedir (Akkemik ve Yaman, 2012).

Ekolojik odun anatomisi çalışmaları, farklı ekolojik koşullarda oluşan odunlarda meydana gelen varyasyonların saptanmalarını kapsamaktadır. Günümüzde ekolojik koşullar ile odun anatomik özellikleri arasındaki ilişkileri detaylı biçimde inceleyen bu çalışmalar giderek artmaktadır.

Ekolojik odun anatomisi çalışmalarında en önemli özellikler trahe hücrelerinin nicel özellikleridir. Trahe hücrelerinin teğet çapı, mm²'deki trahe sayısı ve trahe hücre uzunluğunun, ekolojik faktörlerle yakın korelasyon göstermesi sebebiyle Carlquist (1988) tarafından vulnerabilite ve mezomorfi oranları geliştirilmiştir.

Ekolojik odun anatomisinin temelleri Carlquist (1966), Baas (1973), Graaf ve Baas (1974)'e dayanmaktadır. Dünyada 20. yüzyılın son çeyreğinde ve son 10 yılda pek çok ekolojik odun anatomisi çalışmaları yapılmıştır (Akkemik ve Yaman, 2012).

Carlquist ve Hoekman (1985); Güney Kaliforniya'da 207 türün odun anatomisini araştırmışlardır. İletim sistemindeki mm²'deki trahe sayısı, trahe çapları, trahe elemanlarının boyu, perforasyon tablasındaki bar sayısı, traheid, vasisentrik ve vaskular traheid varlığı, spiral kalınlaşma ve yıllık halkalar ölçülmüştür. Bu özelliklerin analizi yapılırken türler birbiriyle, ekolojik ve yapısal gruplar halinde karşılaştırılmıştır. Odun kesitleri ve maserasyon preparatları, Rancho Santa Ana Botanik Bahçesi'nde saklanmaktadır. Her bir özellik için 20 adet ölçüm yapılmıştır. Trahe lümeni, iletim fizyolojisinde daha önemli olduğu için; trahe çapları lümen esaslı ve en geniş noktalardan ölçülmüştür. Ölçülen boyutlara dayanarak mezomorfi ve vulnerabilite hesaplanmıştır. İstatistiki olarak ekolojik gruplardaki belirgin verilerin, odun özelliklerinde kseromorfinin derecesini gösterdiği; belirgin yıllık halkaların,

mm²'de çok sayıda trahe ve spiral kalınlaşma varlığının kseromorfinin göstergesi olduğu saptanmıştır.

Lindorf (1994) tarafından yapılan çalışmada; Venezuela'da ortalama sıcaklığı 26,3 °C ve toplam yıllık yağışı 558 mm olan çok kuru tropik ormanlı Mamo'da 19 türün trahe çapı, trahe sıklığı, trahe gruplanması, trahe elemanları boyu ve traheler arası geçit boyutları ölçülmüştür ve diğer habitatlarla karşılaştırılmıştır. Örnekler, ağaçların 50 cm-1,5 m yükselteleri arasından alınmıştır. Her bir özellik için 25 ölçüm değeri ortalaması alınmıştır. Hidrolik güvenliğe katkıda bulunan karakterler; küçük çaplı çok sayıda gruplaşmış traheler, kısa trahe elemanları ve küçük traheler arası geçitler olarak belirtilmiştir. Bölge florasının anatomik özellikleri; Güney Kaliforniya odunsu türleri (Carlquist & Hoekman, 1985), Batı Avustralya'daki kum fundalıkları (Carlquist, 1977), Orta Batı'nın kurak vejetasyonu (Baas et al., 1983), Meksika-Chamela'nın tropik ormanı (Barajas-Morales, 1985) ve Venezuela-Merida'daki bulut ormanında yapılan çalışmaların (Perez Mogollan, 1989) verileri ile kıyaslanmıştır. Bu alanların yıllık ortalama yağışları sırasıyla; belirtilmemiş, 650 mm, 25-200 mm, 613 mm ve 2000 mm olarak belirtilmiştir. Alanlarda yapılan çalışmalarda bulunan ortalama teğet trahe çapları sırasıyla 34 µm, 33 µm, -, 128 µm, 122 µm; dünya florasının 94 µm; bu çalışmada (Mamo'da) ise 58 µm olarak bulunmuştur. mm²'deki trahe sayılarında ise yine Avustralya kum fundalıkları ve Güney Kaliforniya florası 240 adet ve 251 adet değerleriyle en yüksek kseromorfiyi gösterdiği belirtilmiştir. Mamo'da ise bu değer 67 adet olarak bulunmuştur.

Psoras ve Sofroniou (1999); Akdeniz bitkisi olan *Capparis spinosa* L. subsp. *spinosa* türünün kök ve gövde odununu araştırmışlardır. Örnekler, güneybatı Yunanistan'da Patras Üniversitesi kampüsünde doğal yetişen 5 farklı bireyden alınmıştır. Teğet trahe çapı 73 µm, mm²'deki trahe sayısı ortalama 90 adet, trahe hücre boyu ortalama 150 µm, bazen kısa kuyruklu, perforasyon tablası basit, geçitler ufak, alternat olarak tespit edilmiştir. Odun özelliklerinin *C. spinosa* var. *aegyptiaca* ve var. *arvensis*'e benzer olduğu belirtilmiştir. Vulnerabilite indisinin 1'den düşük olmasının (0,81) bitkinin kserik şartlara uyum sağladığını; mezomorfi indisinin 121 olmasının ise kserik ve mezik bitkiler arasında ortada yer aldığını gösterdiği belirtilmiştir. Bu durum yüksek buharlaşma periyodu boyunca da bitkinin büyüebilmesi ve derin su yataklarına yeterli erişimin sağlanabilmesi ile açıklanmıştır. Kök ve gövdedeki geniş ve kısa trahe elemanlarının, basit perforasyon tablasının, trahe gruplaşmalarının kaviteasyona karşı ksilem güvenliğini sağladığı belirtilmiştir.

Alves ve Alfonso (2002), Brezilya'nın farklı coğrafi bölgelerinden 22 familyaya ait 491 ağaç türü için 686 örneğin mikroskopik analizlerini yapmışlardır. Düşük enlem derecelerinde teğet parانشimler çoğunlukla paratraheal ve çok fazla sayıda, özışınları daha ince, lif çeperleri daha kalın olarak tespit edilirken; yüksek enlem derecelerinde parانشimler çoğunlukla apotraheal ve çok daha az sayıda, özışınları daha geniş, lif çeperleri daha ince bulunmuştur. Tüm parametreler için yapılan Pearson istatistik analizinde nemli yetiştirme koşullarında lif çeperlerinin incelendiği ispatlanmış ancak özışını kompozisyonları için ekolojik bir trend bulunamamıştır. Ancak uniseri özışınları düşük enlemlerde yayginken, biseri özışınlarının daha çok sıcak yetiştirme ortamlarında yaygın olduğu tespit edilmiştir.

Khalifah ve diğ. (2006), Suudi Arabistan'da Riyadh şehrinde *Calligonum comosum* türünün diri odunu anatomisine ve fonksiyonel morfolojisine su stresinin etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla haftada 2 kere sulanmış ve sulanmamış, yan yana benzer özelliklerdeki iki alanda 5'er yetişkin bitkiden diri odun örnekleri alınmıştır. Sulanmamış alandan alınan odun örneklerinde ilkbahar ve yaz odunu traheleri daha dar, trahe çeperleri daha kalın, trahe ve lif boyları daha uzun, yıllık halkalar daha dar, odun yoğunluğu daha yüksek, klorofil içeriği daha düşük, yeşil fotosentetik sürgünlerin özgül kütlesi daha yüksek olarak bulunmuştur. Küçük yaz odunu trahelerinde daha yüksek sıklık, büyük ilkbahar odunu trahelerinde daha az sıklık tespit edilmiştir. Bu farklılıklar, sıcak yaz aylarında bitkilerin yaşamlarını sürdürebilmesinde önemli rol oynayan adaptasyonlar olarak açıklanmıştır. Sırasıyla sulanmış ve sulanmamış bitki örneklerinde ilkbahar trahe radyal çap ortalaması $53,6 (\pm 3,2) \mu\text{m}$ ve $39,0 (\pm 2,3) \mu\text{m}$; teğet çap ortalaması $50,7 (\pm 3,0) \mu\text{m}$ ve $35,9 (\pm 1,8) \mu\text{m}$; ortalama ilkbahar trahe çeper kalınlığı $2,3 (\pm 0,11) \mu\text{m}$ ve $4,0 (\pm 0,20) \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur.

Bosio ve diğ. (2010) tarafından, Brezilya'da Araucaria Ormanı (775 m yükselti, 1451 mm yıllık ortalama yağış), dağlık ormanlar (1100 m yükselti, 2008 mm yıllık ortalama yağış) ve üst dağlık ormanlarda (1370 m yükselti, 1500 mm yıllık ortalama yağış) çok geniş yayılım gösteren *Miconia sellowiana* türünün odun anatomisinin çevresel koşullardan etkilenip etkilenmediği araştırılmıştır. Bu amaçla üç farklı orman içinden 6'şar örnek alarak trahe çap, boy, lif çap, boy, çeper kalınlığı, özışını genişliği ve özışını sıklığını ölçmüşlerdir. Çalışmada üst dağlık ormanlardan alınan örneklerde sekonder ksilemin daha kısa trahe ve lifler, daha kalın lif çeperleri ve daha geniş özışınları ile karakterize olduğu tespit edilmiştir. Bu özellikler sığ neosol topraklardan dolayı bölgedeki su yetersizliğine bağlanmıştır. Ölçümler kümeleme analizi ile

değerlendirildiğinde Araucaria Ormanı ve dağlık ormanların benzer çevresel koşullar gösterdiği tespit edilmiştir. Yukarı dağlık ormanlar ise çalışılan türe göre daha fazla kserik karakter göstermiştir.

Dünisch (2010); *Podocarpus latifolius* türü için düşük gece sıcaklıklarının traheid genişlemesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla 30 adet bitkiyi serada subtropik iklim şartlarında yetiştirdikten sonra büyüme odalarına transfer etmiş ve deneylere başlamadan 10 gün boyunca 2 farklı sıcaklık koşullarında tutmuştur. Birisinde gündüz sıcaklığı yaklaşık 20°C, gece sıcaklığı 18°C, diğesinde gündüz sıcaklığı yaklaşık 20°C, gece sıcaklığı 6°C olarak ayarlanmıştır. Gece sıcaklığı 6°C’de yetişen bitkilerde traheidlerin % 21,3’ünde radyal çap 15 µm’den az; gece sıcaklığı 18°C’de yetişen bitkilerde ise traheidlerin % 3,1’inin radyal çapı 15 µm’den az olarak bulunmuştur.

Noshiro ve diğ. (2010) tarafından, *Rhododendron arboreum* türünün Nepal’de 2 farklı bölgede farklı yükseltilerden alınan toplamda 57 örneğin odun anatomik özellikleri incelenmiştir. Her iki alanda da gövde çapı ve bitki yüksekliği, odun anatomik özellikleri ile belirgin bir korelasyon göstermemiştir. Ancak yükseklik; trahe boyları, lif boyları ve özışını özellikleri ile belirgin bir korelasyon göstermiştir. Multiseri özışınları diğer özelliklerden daha çok bitki boyutları ve daha çok da yükselti ile belirgin korelasyon göstermiştir, bu da iklim sınıfları ve besin ve minerallerin taşınmasıyla ilişkilendirilmiştir.

Pourtahmasi ve diğ. (2011), Kuzey İran’da Caspian Ormanları’nda farklı yükselti basamaklarında (1260 m, 2000 m, 2200 m) yetişen *Fagus orientalis* türünün trahe özelliklerini ve yıllık halka genişliğini karşılaştırmışlardır. Yıllık halka genişlikleri ve ortalama trahe-lümen alanı yükseltiye göre azalırken, odun yoğunluğu artmış, toplam trahe-lümen alanı yükseltiden bağımsız bulunmuştur. 1260 m’de mm²’deki trahe sayısı 139±16 adet, 2000 m’de 150±16 adet, 2200 m’de 223±30 adet bulunmuştur. Yıllık halka genişlikleri ise yükselti basamaklarına göre sırasıyla 2,20±0,74 mm, 2,01±0,65 mm ve 1,13±0,55 mm olarak bulunmuştur.

Ahmed ve diğ. (2012); Kuzey Pakistan’da Karakorum Bölgesi’nde Indus havzasında 4 Gymnospermae türü odununun iklim ve büyüme ilişkilerini araştırmışlardır. *Cedrus deodora*, *Juniperus excelsa*, *Picea smithiana* ve *Pinus gerardiana* türleri için odun örnekleri, 2300-3250 m yükseltilerden toplam 129 ağaçtan alınmıştır. 4 tür içerisinde en güçlü iklimsel işaretleri gösteren tür *Pinus gerardiana* olarak bulunmuştur. İlkbahar ve yaz yağışları, ağaç büyümesi ile

pozitif korelasyon gösterirken, ilkbahar sıcaklarının ters tepki aldığı belirtilmiştir. Sıcaklık ve yağış parametrelerinden en güçlü etkiyi yağış miktarının gösterdiği tespit edilmiştir.

Fichter ve Worbes (2012), genişçe tropikal iklim sınıflarını yansıtacak şekilde Afrika ve Güney Amerika'dan 35 Angiospermae familyasına bağlı, 83 cinsten 111 türe ait 139 tropik ağaçtan alınan odun örneklerinin anatomik özelliklerini incelemişlerdir. Farklı iklim özelliklerine göre, odun anatomik özellikleri içinde en güçlü ve belirgin korelasyonu trahe çapı göstermiştir. Kurak yerlerde büyüyen ağaçların su iletim sisteminde emniyeti sağlama amacıyla daha ufak trahe çapları gösterdiği belirtilmiş ve genel yağış rejimi ile trahe çapları arasında tüm bölgelerde pozitif ilişki bulunmuştur. Trahe sıklığının, trahe çapı ve alanı ile negatif korelasyon gösterdiği, trahe çapları kıyaslandığında familyalar arasında da belirgin farklar olduğu belirtilmiştir. Malvaceae familyasının en yüksek trahe çapı değerlerine sahip olduğu, Myrtaceae ve Annonaceae familyalarının ise diğerlerine oranla çok ufak çaplara sahip olduğu belirtilmiştir. Temel bileşen analizi ile trahe değişkenlerinin ağaç morfolojisi ile yakın ilişkili olduğu, filogenetik etkinin ise daha zayıf ilişki gösterdiği tespit edilmiştir.

Villiers ve diğ. (2012), iki farklı Afrika cinsi olan *Cussonia* ve *Seemannaralia*'nın odun yapısının yıllık yağış miktarı ve enlemlerle olan ilişkisini çalışmışlardır. Odun anatomik özellikleri arasındaki farklılıkların çoğunlukla çevresel faktörlerle ilişkili olduğu, taksonomik gruplanma ve filogenetik ilişkilerin daha az etkili olduğu tespit edilmiştir. Daha ılıman iklim türlerinde trahe ve lif boylarında azalma, gruplardaki trahe sayısında artış, trahe çapında ve perforasyon tablalarındaki bar sayısında düşüş görülmüştür. Trahe gruplanmalarındaki değişimin yağışla çok belirgin bir korelasyon gösterdiği belirtilmiştir.

Izquierdo ve diğ. (2013), İspanya-Madrid'de 1550 m yükseltide soğuk ve nemli koşullarda yetişen ve İtalya-Elba'da 400 m yükseltide sıcak, deniz kenarında yetişen *Erica arborea* çalı türünün anatomik özelliklerini karşılaştırmıştır. Bitkilerin birim alanda daha çok trahe ürettiği ve büyümeyi azalttığı, soğuk ve nemli alanda düşük kış sıcaklıklarıyla ksilem gelişiminin sınırlandığı gözlenmiştir. Her iki bölgede trahe boyutları ve potansiyel iletkenlik benzer çıkmış ve iklime, trahe yoğunluğundan ve büyümeden daha az hassasiyet göstermiştir. Soğuk bölgede, ilkbaharda nemli koşulların büyüme ve trahe boyutlarını arttırdığı fakat trahe yoğunluğunu azalttığı tespit edilmiştir.

Jono ve diğ. (2013) tarafından Brezilya’da açık alan, tepelik orman ve su kenarı orman olmak üzere 3 farklı yetiştirme ortamındaki *Roupala rhombifolia* türünün odun anatomileri karşılaştırılmıştır. Odunda trahe alanı ve yoğunluğu, trahe hücre boyu, lif boyu, özışını yüksekliği ve genişliği ölçülmüştür. Su kenarı orman ve açık alandan alınan örnekler arasında belirgin farklar görülmüştür, su kenarı alanların en fazla mezik, açık alanların en fazla kserik anatomik özellikleri gösterdiği belirtilmiştir. Kümeleme analizine göre elde edilen sonuçlar, açık alan ve tepelik ormanların benzer topraklara sahip olması ve su kenarlarıyla kıyaslandığında çok düşük suya ulaşılabilirliğin olmasıyla açıklanmıştır. Sulak alanda yetişen örneklerde trahelerin daha geniş, daha seyrek ve daha uzun olduğu saptanmıştır.

Mashari (2014); Suudi Arabistan’ın güneybatısında sıcak ve kurak alanların 2 yaygın türü olan tırmanıcı odunsu, çok yıllık *Cocculus pendulus* ve *Leptadenia arborea*’nın odunlarının ekolojik olarak değerlendirilmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Trahe çapları ve sıklıkları ölçülerek geliştirilmiş Hagen-Poisseeuille eşitliği (Carlquist, 2001) kullanılarak hidrolik iletkenlik ve vulnerabilite (Carlquist, 1977) hesaplanmıştır. Ayrıca yaprak stoma yoğunluğu ve yaprak yüzeyi/hacim oranı saptanmıştır. İki türde de büyük ksilem traheleri, yüksek hidrolik iletkenlik ve vulnerabilite değerleri ölçülmüştür. Ancak *L. arborea*’nın değerleri daha yüksek bulunmuştur. *C. pendulus* yapraklarında alt yüzeyin stoma yoğunluğu üst yüzeyinden yüksek iken *L. arborea*’da her iki tarafında stoma yoğunluğu aynı bulunmuştur. *C. pendulus*’un yaprak alt yüzey stoma yoğunluğu *L. arborea*’dan daha yüksek çıkmıştır. İki türde de büyük ksilem trahelerinin yüksek hidrolik iletkenliği sağladığı tespit edilmiştir.

Hoeber ve diğ. (2014); Costa Rica Nicoya Peninsula’da, Latin Amerika’nın en çok kullanılan 8 ağaç türüyle çalışma yapmışlardır. Bölgede ortalama yıllık yağışın 1882 mm olduğu ve örnek alımının Aralık-Nisan arası kuru dönemde yapıldığı belirtilmiştir. Örneklerde yaprak fenolojisi, büyüme performansı, dal odunlarının anatomisi, dalların hidrolik özellikleri, odun anatomisi ve hidrolik özelliklerin odun yoğunluğu ile ilişkisi araştırılmıştır. Türlerin anatomileri çok farklılık göstermiş, *Tabebuia ochracea* için trahe çapı 46,1 μm ölçülürken *Bombacopsis quinata* için 108 μm ölçülmüştür. Trahe yoğunluğu ise bu türlerde sırasıyla 139,82/mm² ve 31,84/mm² olarak bulunmuştur. Trahe çapları ile yoğunlukları arasında negatif ilişki bulunmuştur. Trahe yoğunluğu ve odun yoğunluğu arasında ise pozitif ilişki bulunmuştur. Buna dayanarak trahe boyutlarına ek olarak trahe yoğunluğunun da alana özgü iletimin etkili bir belirleyicisi olduğu açıklanmıştır.

Meena ve Sangeeta (2014); Hindistan'da 22 farklı bölgede yetişen *Albizia procera* türünden 220 test örneğiyle tropik ve subtropik bölgeler arası odun anatomik özelliklerinin korelasyonunu belirlemek amacıyla çalışma yapmışlardır. Örnekler alçak alanda ve dağlık alanda yetişen 30-40 yaşındaki bireylerden alınmıştır. Mikroskopik ölçümler için kesitler 15-20 µm kalınlığında alınmıştır. Maserasyon Schultze yöntemine göre yapılmıştır. Her bir parametre için 30 ölçüm ortalaması alınmıştır. Trahe ve lif uzunluğunun sınıflanması Metcalfe ve Chalk (1950)'a göre yapılmıştır. Trahe elemanı boyu 350 µm'den az ise kısa; 800 µm'den çok ise uzun olarak adlandırılmıştır. Lifler 900 µm'den az ise kısa; 1600 µm'den çoksa uzun olarak adlandırılmıştır. Tropik ve subtropik ağaçların ekolojik adaptasyon, vulnerabilite ve mezomorfi değerleri formüllerle hesaplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; odun anatomik özelliklerindeki çeşitliliğin sadece genetik faktörlerle belirlenmediği, aynı zamanda özellikle iklim ve konum gibi dış yetiştirme şartlarından etkilendiği belirtilmiştir. En yüksek trahe hücre boyu tropik ormanlarda 1532,40 µm; en düşük trahe hücre boyu subtropik ormanlarda 988 µm olarak bulunmuştur. Maksimum trahe çapı subtropik ormanlarda 214,49 µm; minimum trahe çapı ise tropik ormanlarda 122,58 µm olarak bulunmuştur. Sonuç olarak; mezik ve kserik ortamda iklim etkinliği için *Albizia procera* bitkisinin birim alanda az sayıda büyük trahelere sahip olduğu tespit edilmiştir. Tropik ve subtropik iklimde de ağacın yüksek ekolojik adaptasyonu olduğu çünkü vulnerabilite ve mezomorfi ilişkisinin pozitif olduğu belirtilmiştir.

Ziaco ve diğ. (2014); Kuzey Amerika'da Nevada'nın doğusunda yetişen 5 iğne yapraklı türün yükseltiye bağlı anatomik özelliklerini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. *Abies concolor*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus flexilis*, *Pinus longaeva* ve *Picea engelmannii* türleri için toplam 42 ağaçtan (2810 m montan, 3350 m subalpin alçak ve 3360 m yüksek subalpin bölge yükseltilerden) örnekler toplanmıştır. Traheid lümen alanı, hücre çeperi kalınlığı, lümen çapı, çeper-hücre oranı olmak üzere odun anatomik özellikleri 2011 ve 2012 yılı halkalarında ilkbahar ve yaz odunu için ayrı ayrı ölçülmüştür. Traheid sayı ve ebatlarının yükselti ile arttığı tespit edilmiştir. 2012 yılında subalpin bölgelerdeki hücre lümenlerinin artışı, 2011'e göre daha sıcak ilkbahar, yaz aylarıyla ve ilkbahar yağışlarının daha az olmasıyla açıklanmıştır. Montan bölgede ise artan ilkbahar sıcaklığı ve su stresinin tüm türlerde traheid boyutlarında azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir.

Olivar ve diğ. (2015), İspanya'nın 3 ana çam türü olan *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* ve *Pinus sylvestris*'in iklimsel değişkenliklerden etkilenen yıllık halka genişliği ve odun

yoğunluğu arasındaki ilişkiyi anlamak için yıllık halka anatomilerini incelemişlerdir. Yağışlar, vejetasyon periyodunda farklı zamanlarda 3 türün de gövde radyal büyümesini ve odun yoğunluğunu etkilemiştir. Ortalama ve maksimum yoğunluk *P. pinaster* için zamanla azalırken, *P. sylvestris* ve *P. halepensis*'de arttığı tespit edilmiştir.

Jordan ve diğ. (2016), Kuzey ve Orta Amerika bölgesi (batı) ile Avrasya bölgesinde (doğu) yetişen 14 *Cupressus* türü odunlarının anatomik çeşitliliğini araştırmışlardır. Moleküler filogenetik çalışmalarında önerildiği gibi; aksiyal paransimlerin düzeni, morfolojileri, özışını traheidlerinin varlığı ve özışını yüksekliklerinin, *Cupressus* türlerini Amerikan grubu ve Avrasya grubu olmak üzere iki büyük gruba ayırdığı belirtilmiştir.

2.3. TÜRKİYE'DE EKOLOJİK ODUN ANATOMİSİ ÇALIŞMALARI

Türkiye'de ekolojik odun anatomisi çalışmaları 1968 yılında başlamıştır. Yaltırık (1968), akçağaç odununun anatomik ve morfolojik özelliklerinin nemlilik ile ilişkilerini araştırmıştır. Şanlı (1977), Türkiye'nin farklı bölgelerinde yetişen kayın odununun anatomik özelliklerinin yükselti ile ilişkilerini incelemiştir.

Akkemik (1998) tarafından, ülkemizde doğal olarak yetişen karaçalı (*Paliurus spina-christii* Mill.) türünün gövde ve kök odunu örnekleri Mersin (yıllık toplam yağış 458,1 mm) ve Tokat-Almus (yıllık toplam yağış 1348,4 mm) olmak üzere farklı iki yöreden alınarak anatomik özellikleri incelenmiştir. Tokat örneğinde kök odunundaki trahe çapları, gövde odunundakilere göre daha geniş iken, Mersin örneğinde ise tam tersi durum saptanmıştır. Mersin örneğinde odunun yarı halkalı, Tokat örneğinde dağınık traheli olduğu görülmüştür. Anatomik olarak gövde odunundaki trahe çaplarının, morfolojik olarak da meyve ve yaprak boyutlarının Mersin örneğinde daha büyük olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların yetişme ortamı koşullarına bağlı olabileceği belirtilmiştir.

Merev ve Yavuz (2000); Türkiye'de yetişen 5 *Rhododendron* L. türünün anatomik özellikleri ile yükselti, gövde çapı, yaş ve ortalama yıllık halka genişliği ilişkilerini araştırmışlardır. Odun örnekleri Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Artvin ve Fırtına Vadisi'nden 50 m aralıklarla 3100 m yükseltiye kadar alınmıştır. Toplamda 176 örnekle çalışılmış, her bir anatomik özellik için 50 ölçüm değeri ortalaması alınmıştır. Korelasyon ve çoğul regresyon analizleri sonucunda, türlere göre önem düzeyi değişmekle birlikte, bazı anatomik özellikler ile anatomik olmayan faktörler arasında anlamlı ilişkiler bulunduğu belirtilmiştir. Odun anatomik özelliklerinin belirgin olarak

sadece yükseklik faktörü ile ilişki gösterdiği, ancak önem derecesinin türlere göre değiştiği tespit edilmiştir. Bu derece *R. ungeronii* için 1, *R. smirnovii* için 6, *R. caucasicum* için 9, *R. ponticum* için 5 olarak bulunmuştur. *R. luteum*'da ise anatomik özellikler ile yükselti arasında belirgin bir korelasyon bulunamamıştır.

Yaman (2002) tarafından, Türkiye'nin Euro-Siberian bölgesinde doğal olarak yetişen yabani kiraz (*Cerasus avium* L.) türünün odun anatomik özellikleri farklı yükseltilere göre gösterdiği değişim doktora tezi olarak çalışılmıştır. Bu amaçla farklı yöre ve yükseltilerden toplam 25 örnek ağaçla çalışılmış, türün dış morfolojisi, yaprak anatomisi ve polen özellikleri de incelenmiştir. Ortalama 175,19 olarak bulunan mezomorfi oranının yükselti ile anlamlı negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Ülkemizde doğal olarak yetişen Salicaceae familyası taksonlarının ekolojik odun anatomileri ise Serdar (2003) tarafından doktora tezi olarak çalışılmıştır.

Akkemik (2003) tarafından, ülkemizde yetişen *Cedrus libani* türünün doğal yayılış alanlarında, Tokat-Erbaa'da (1200 m), Niksar'da dik yamaçlarda (800 m) ve vadi altlarında (600 m) olmak üzere farklı üç bölgede toplam 35 ağaçtan örnekler alınarak kronolojileri ve traheid radyal çapları, çeper kalınlıkları ile son 7 yıldaki traheid sayıları ölçülmüştür. Ağaç tepki fonksiyonları hesaplanmış ve dik yamaçlarda iklimle çok yüksek korelasyon olduğu, büyüme için düşük yağışın en önemli sınırlayıcı faktör olduğu saptanmıştır. Tüm bölgelerde radyal çapların benzer olduğu, traheid sayılarının ise vadi altlarında en çok, dik yamaçlarda en az olduğu tespit edilmiştir. Traheid sayılarının çok büyük ölçüde yıllık halka genişliğine bağlı olduğu görülmüştür. Son 7 yılda toplam traheid sayısı vadi altlarında 583 hücre, Erbaa'da 307 hücre, Niksar'da dik yamaçlarda 194 hücre olarak sayılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre erken baharda düşük sıcaklıklar, su stresi ve yazın yüksek sıcaklıklar gibi sınırlayıcı şartların sedir odununda kambiyum bölünmesini, farklılaşma ve genişlemeden daha çok azalttığı öne sürülmüştür.

Yaman ve Sarıbaş (2004); Türkiye'nin Euxin bölgesindeki doğal *Populus* L. taksonlarından *Populus tremula* L., *Populus alba* L., *Populus canescens* (Aiton) Sm. ve *Populus nigra* L. subsp. *nigra* türlerinin trahe boyutlarının yükselti ile gösterdiği değişimi incelemiştir. Örnekler 6 farklı yükseltiden, 5'er ağacın 1,30 m yüksekliğinden alınmıştır. Trahe teğet ve radyal çapları, 1 mm²'deki trahe sayısı, trahe hücre uzunluğu gibi özellikler belirlenerek vulnerabilite ve mezomorfi oranlarının yükselti ile olan ilişkisini belirlemek amacıyla korelasyon analizi

uygulanmıştır. Her özellik için 30 ölçüm ve sayım yapılmıştır. Çalışmada kavak taksonu odunları; trahe çapı, vulnerabilite ve mezomorfi oranları yükseltiyle anlamlı negatif korelasyon göstermiştir. Euxine bölgede mezomorfi oranı, *P. tremula* için 188,60; *P. alba* için 179,02; *P. canescens* için 231,13; *P. nigra* subsp. *nigra* için 215,05; tüm *Populus* taksonları için ortalama 203,45 olarak hesaplanmıştır.

Merev ve diğ. (2005); Türkiye’de doğal olarak yetişen bazı dikotil familya taksonlarının perforasyonlu özışını hücrelerini ve odun anatomisi özelliklerini tanımlamak için çalışma yapmışlardır. İncelenen türler *Berberis vulgaris* L., *Chamaecytisus hirsutus* (L.) Link., *Coronilla emerus* L., *Cytisus villosus* Pourr., *Hedera helix* L., *Paliurus spina-christii* Mill., *Pistacia lentiscus* L., *Salix triandra* L. subsp. *triandra*, *Sambucus nigra* L., *Staphylea pinnata* L., *Tamarix smyrnensis* Bunge., *Vitis silvestris* Gmelin., *Vitis vinifera* L. olmak üzere örnekler Trabzon, Artvin, Giresun, Bayburt yörelerinden alınmıştır. Perforasyonlu özışını hücrelerinin perforasyon tiplerinin genellikle trahe hücrelerinin perforasyon tablasına benzemekte olduğu belirtilmiştir.

Akkemik ve diğ. (2007); Akdeniz Bölgesi’ndeki 5 farklı endemik *Rhamnus* türünün odun anatomilerini ve ekolojik adaptasyonlarını araştırmışlardır. Her bir tür için 3 tekrarlı çalışılmış, örneklerde trahe boyları, çapları ve sayıları ölçülmüş, vulnerabilite ve mezomorfi oranları hesaplanmıştır. Türlerin anatomik özellikleri birbirine çok yakın bulunmuştur. Mezomorfi değerleri 11-23 aralığında, limit değer olan 50’den düşük çıktığı için kurak koşullara adapte olduğu tespit edilmiştir. Basit perforasyon tablaları, yüksek trahe sıklığı (277-457/mm²), spiral kalınlaşma ve dentrik desendeki trahe gruplaşmalarından dolayı *Rhamnus* türlerinin Akdeniz Bölgesi’nde kserik koşullara çok iyi adapte olduğu belirtilmiştir.

Serdar ve Gerçek (2007); *Populus* L. taksonları odunlarının ekolojik odun anatomilerini incelemişlerdir. 5 farklı kavak taksonunun odun örnekleri, 50-100 m aralıklarla farklı yükseltilerden, ağaçların 130 cm yüksekliğinden alınmıştır ve anatomik özellikleri ölçülmüştür. Yükselti ve yıllık halka sayısının trahe sayısına etkisinin olduğu, bitki boyu ve çapının ise etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bitki boyunun, trahe ve lif uzunluğuna, lif çeper kalınlığına pozitif yönde etkisi, 1 mm’deki özışını sayısına ise ters yönde etkisi olduğu saptanmıştır. Bitki çapının ve yıllık halka sayısının artmasıyla da trahe ve lif uzunluğunun, lif genişliğinin, lif çeper kalınlığının ve mezomorfi oranının da kuvvetli olarak arttığı belirtilmiştir.

Yaman (2007); Batı Karadeniz Bölgesi'nin doğal türü olan *Pinus sylvestris* ve onun varyetesi *compacta* odunlarını anatomik olarak karşılaştırmıştır. Odun örnekleri, gövdenin batı yönünde göğüs yüksekliğinden alınmıştır. Anatomik özellikleri belirlemek üzere; traheid teğet ve radyal lümen çapı (ilkbahar ve yaz odunu için), traheid uzunluğu, traheid çeper kalınlığı, mm²'deki traheid sayısı, ilkbahar odunu radyal çeperlerindeki geçit çapı, 10 mm²'deki boyuna reçine kanalı sayısı, boyuna reçine kanalı kompleksinin teğet çapı, radyal reçine kanallarının çapı, uniseri (birsıralı) özışını yüksekliği, iğimsi özışını yüksekliği ölçülmüştür. Her bir özellik için 25 ölçüm ortalaması alınmış, değerlendirme yöntemi olarak t testi kullanılmıştır. *P. sylvestris* ile *P. sylvestris* var. *compacta* odunları aynı nitel özellikleri taşıdığı halde nicel özelliklerinde istatistiksel olarak belirgin farklar tespit edilmiştir. *P. sylvestris* traheid uzunluğu 3367 µm iken, var. *compacta*'nın 2196 µm bulunmuştur. İlkbahar odununda var. *compacta*'nın traheid çeperleri daha kalın iken, yaz odununda *P. sylvestris*'in daha kalın olduğu gözlenmiştir. Varyete *compacta*'nın radyal reçine kanal çapları daha geniş, geçitleri daha ufak olarak belirtilmiştir.

Yaman (2008) tarafından, Batı Karadeniz Bölgesi'nde yetişen *Juglans regia* odunu iletim elemanlarının özelliklerindeki varyasyonlar çalışılmıştır. Bu amaçla, 12 farklı yükseltide bulunan ağaçlardan göğüs yüksekliğinde, batı yönünden örnekler alınmıştır. Örneklerde trahe teğet-radyal lümen çapı, trahe frekansı, gruplardaki trahe sayısı, vulnerabilite, kseromorfi oranları hesaplanmıştır ve 1984-2003 yılları arası yıllık halka genişlikleri ölçülmüştür. Her bir özellik için 25 ölçüm ortalaması alınmıştır. Yükselti ve yıllık halka genişlikleri bağımsız değişken olarak alınarak çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Yükselti ve halka genişlikleri ile trahe çapları ($p \leq 0,001$) ve vulnerabilite-kseromorfi oranları ($p \leq 0,01$) arasında belirgin korelasyonlar elde edilmiştir. Ancak trahe frekansı ile değişkenler arasında bir ilişki bulunamamıştır.

Serdar ve diğ. (2010); Artvin-Camili Bölgesi'nde doğal olarak yetişen bazı *Rhododendron* L. taksonu odunlarının anatomik özellikleri ile yükselti arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Örnekler 50 ve/veya 100 m aralıklarla alınmıştır (550-1800 m yükseltilerde). Her bir özellik için 25 ölçüm değeri ortalaması alınmıştır. *Rhododendron* L. cinsi için yükselti arttıkça trahe sayısı, trahe teğet çapı, trahe radyal çapı, 1 mm'deki özışını sayısı, multiseri özışını yüksekliği azalmakta iken multiseri özışını genişliğinin arttığı saptanmıştır. Yapılan çalışmalara göre, rakım artışı ile trahe çaplarının azalması ve birim alanda trahe sayısının artması beklenmektedir (Serdar, 2003; Merev, Yavuz; 2000). Ancak *Rhododendron* L. cinsinde yükselti arttıkça trahe

sayısı azalmıştır. Bunun nadir görülen bir durum olduğu belirtilmiş, sebebi ise lokal iklim özelliklerinin çok farklı oluşuna ve yükselti kademeleri oluşturulurken yöre ve bakının farklı olmasına bağlanmıştır.

Köse ve diğ. (2012); Batı Anadolu’da farklı iklim şartlarında yetişen *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* ağaç halkalarının büyümesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışma Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz flora bölgelerini kapsayacak şekilde yapılmıştır. İklim değişiklikleri ile ağaç halkaları arasındaki ilişkiyi belirlemek için tepki fonksiyon analizi kullanılmıştır. Karaçam büyümesi üzerinde yağışın sıcaklıktan çok daha önemli etkisi olduğu görülmüştür. Karaçam ağaç halkalarının genişliğini etkileyen en önemli faktörün Mayıs ayı yağışları olduğu belirtilmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda da ağaç halkası büyümesi üzerinde en önemli sınırlayıcı faktörün özellikle Mayıs ve Haziran olmak üzere vejetasyon mevsimindeki bazı aylardaki yağış olduğu belirtilmiştir (Akkemik 2000a, b, c, 2003; Akkemik et al., 2005; Akkemik ve Aras, 2005; Akkemik ve diğ., 2008; Köse ve diğ., 2005, 2011).

Cihan ve Akkemik (2013); Karadeniz ve Akdeniz Bölgesi’nde doğal olarak yetişen bazı maki türlerinin ekolojik odun anatomilerini incelemişlerdir. İki bölgeden de 5 maki türü 3’er tekrarla toplanmış ve toplam 30 odun örneği ile çalışılmıştır. Örnekler 1,30 m yükseklikten ve aynı yönden alınmıştır. Trahe teğet ve radyal çapı, trahe sıklığı, trahe hücre boyu ölçülmüş ve her bir özellik için 50 değerlerin ortalaması alınmıştır. Sonuçlardan vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları hesaplanmıştır. Sonuçlar t testi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. *Laurus nobilis* ağaç/ağaçcık formunda olduğundan mezomorfi oranları diğer 4 çalıdan yüksek çıkmıştır. *L. nobilis*’in Akdeniz Bölgesi’nde mezomorfi oranı 103 iken Karadeniz Bölgesi’nde 255 bulunmuştur. Her iki değerde de mezomorf karakteri göstermekte olup Akdeniz Bölgesi’nin daha kurakçıl olduğunu yansıttığı belirtilmiştir. Sonuç olarak her iki bölgede de çalıların kurakçıl koşulları yansıttığı, çalıların mezomorfi oranlarının ağaçlarda düşük olduğu ancak Akdeniz Bölgesi’nin iklimi nedeniyle odunların daha kurakçıl özellik gösterdiği belirtilmiştir.

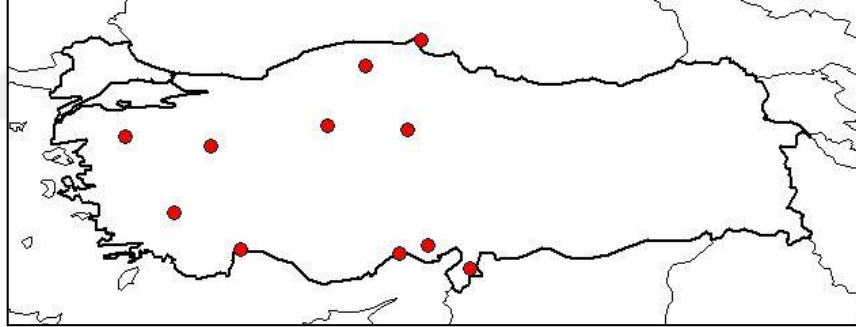
Erşen Bak ve Merev (2016); ülkemizde yetişen *Fraxinus* L. cinsinin 4 türüne ait 8 taksonunun ekolojik odun anatomilerini incelemişlerdir. Doğal yetiştirme ortamlarında farklı yükseltilerden 8 taksona ait toplam 99 bireyden örnekler alınmıştır. Trahe teğet-radyal çapları, mm²’deki sayıları, uzunlukları, çeper kalınlıkları, lif boyları, lümen çapları, özışını genişlik ve yükseklikleri ölçülmüş, mm’deki sayıları belirlenmiştir. Her özellik için 25 ölçüm ortalaması

alınmıştır. Vulnerabilite ve mezomorfi oranları hesaplanmıştır. Gövde çapı, yüksekliği ve ağaç yaşının tüm *Fraxinus* taksonlarında trahe çaplarıyla pozitif korelasyon gösterdiği, birim alandaki trahe sayısı ile ise negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Yükselti artışıyla trahe çaplarındaki artış, en belirgin olarak *Fraxinus ornus* türünde gözlenmiştir. Çalışmada *Fraxinus angustifolia* için, iletim elemanlarının çapları artarken boylarının da arttığı ve bu nedenle birim alana düşen trahe sayısının azaldığı tespit edilmiştir.

2.4. ÇALIŞILAN TÜRLERİN MORFOLOJİK VE ANATOMİK ÖZELLİKLERİ

2.4.1. *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe – Anadolu Karaçamı

Ülkemizde çok geniş bir yayılışa sahiptir (Şekil 2.3). Genel coğrafi yayılışı Balkanlar, Kırım, Karpatlar'ın güneyi, Türkiye, Kıbrıs ve Suriye'dir. İklim ekstremlerine dayanıklıdır. Kuzey Anadolu dağlarının içe bakan yamaçlarında; Batı Anadolu, Güney Anadolu'nun (Toroslar'ın) kuzeye bakan yamaçlarında karışık ve saf ormanlar kurar (Yaltırık ve Efe, 2000).



Şekil 2.3: Türkiye’de *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe – Anadolu karaçamı türü yayılışı (tubives, 2017).

Genellikle 300-1800 m yükseltilerde yayılış gösteren baskın bir ağaç türüdür. Kasatura ve Şile kıyılarında deniz seviyesine kadar iner. Güneyde genelde 1000 m altında *Pinus brutia* bulunur ve 1000-1200 m’nin üstünde *Pinus brutia*’nın yerini bu alt tür alır.

Pinaceae familyasına ait, 30 metreye kadar boylanabilen herdem yeşil, iğne yapraklı birinci sınıf orman ağaçlarıdır. Kabukları koyu gri-siyah renkli ve derin çatlaklıdır. Genç sürgünleri çıplaktır. Yaprakları 70-180 x 2 mm, koyu yeşil, sert ve sıklıkla kıvrıktır, uç kısımları batıcıdır. Tomurcukları reçineli, büyük, silindirik ve uçları sivridir. Tomurcuk pullarının kenarları kirpiklidir. Kozalaklar parlak açık sarı, saman sarısı, esmer renkte, yumurtamsı-konik, simetrik

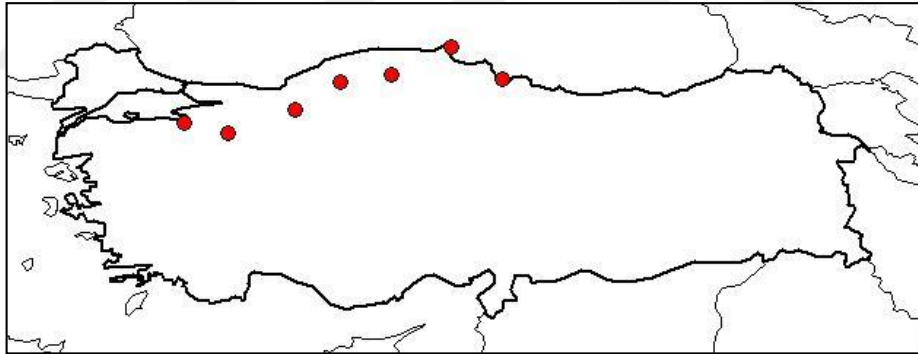
ve çok kısa saplıdır. Kozalak pulları yassıdır, göbeklerinde ufak bir diken vardır (Coode ve Cullen, 1965).

Yıllık halka sınırları belirgindir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş anidir. Geniş yıllık halkalar yapar. Enine traheid çeperleri testere dişi gibi kalınlaşmıştır. Boyuna paranşim yoktur. Karşılaşma yeri geçitleri pencere tipinde, 1 nadiren 2 adettir. Reçine kanalları yaygındır. Özışınları heterojen, uniseri, reçine kanallarıyla olanlar multiseridir. Özışını yüksekliği 1-15 hücredir (Akkemik ve Yaman, 2012).

2.4.2. *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.)

Coode&Cullen – Uludağ Göknarı

Ülkemizin endemik bir alttürüdür, başka ülkelerde doğal olarak bulunmaz. Kızılırmak (Bafra) ile Uludağ arasındaki Batı Karadeniz ve Marmara Bölgesi'nde yayılmıştır (Şekil 2.4). Bu bölgelerde saf veya *Fagus orientalis* ve *Pinus sylvestris* ile karışık meşcereler kurar. 2000 m ve yukarı orman sınırına kadar çıkar (Yaltırık ve Efe, 2000).



Şekil 2.4: Türkiye’de *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode&Cullen – Uludağ göknarı türü yayılışı (tubives, 2017).

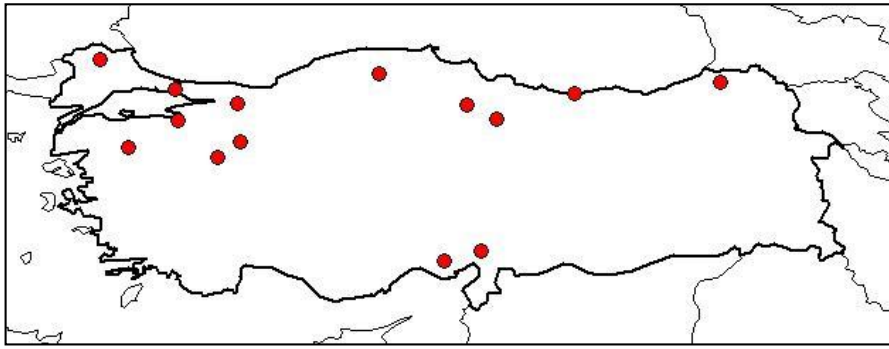
Pinaceae familyasına ait, 35 metreye kadar boylanabilen, herdem yeşil, dallanması sık, geniş piramidal formlu, iğne yapraklı birinci sınıf orman ağacıdır. Genç sürgünler grimsi olup, olgunlaşınca grimsi siyah renkli, parlak ve çıplaktır. İğne yaprakları 2-4 cm uzunlukta, 1,5-2,5 mm genişlikte olup üst yüzü parlak koyu yeşildir. Yapraklarının altında iki belirgin stoma bandı, üstünde de stoma çizgileri bulunur. Kozalakları silindirik ve reçinelidir. Brahte, karpelden uzundur ve kozalak kapalı iken brahte dışarıdan görülür, uçları geriye doğru kıvrıktır (Coode ve Cullen, 1965).

Öz odun ve diri odun arasında renk farkı yoktur. Odunu beyaz, sarımsı veya pembemsi beyazdır. Yıllık halkaların ilkbahar odunu beyaz-sarımtırak, yaz odunu ise esmer-sarımtırak renktedir. İlkbahar ve yaz odunu birbirinden kesin olarak ayrıldığı için geçiş çok hızlıdır (Merev, 2003).

Yıllık halka sınırları belirgindir. Özışınları tek sıralı ve homojen yapıda, tamamen paranzim hücrelerinden oluşmakta, genellikle 1-30 hücre yüksekliğindedirler. Karşılaşma yeri geçitleri 2-4 adet ve taxodioid tiptedir. Kenar hücrelerinde dikdörtgen kesitli kristaller vardır. Reçine kanalı bulunmaz ancak yaralanma sonucu travmatik reçine kanalları oluşabilir. Boyuna paranzimler nadiren yaz odunu sonu ve ilkbahar odunu ilk sırasındaki traheidler arasında görülebilir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

2.4.3. *Fagus orientalis* Lipsky – Doğu Kayını

Genel coğrafi yayılımı Bulgaristan, Türkiye, Kafkasya ve İran'dır. Ülkemizde en geniş yayılımını ve en iyi gelişimini Karadeniz Bölgesi'nde yapar. Demirköy'den Hopa'ya kadar uzanan Karadeniz sahiline paralel uzanan dağların orta ve yüksek kısımlarında, kuzeye yönelik yamaçlarda saf ve karışık ormanlar kurar (Şekil 2.4). Marmara Bölgesi ve Anadolu'da, Adana, Amanos Dağları ve Maraş'da lokal olarak bulunur (Yaltırık ve Efe, 2000). (30-) 700-1300 (-2000) m yükseltilerde meşe, kestane, gürgen, göknar, çam ve ladinlerle karışık ormanlar kurar (Yaltırık, 1982).



Şekil 2.5: Türkiye’de *Fagus orientalis* Lipsky – Doğu kayını türünün yayılımı (tubives, 2017).

40 metreye kadar boylanabilen, geniş yapraklı birinci sınıf orman ağacıdır. Kabuk açık gri renkli ve pürüzsüzdür. Genç sürgünleri kırmızımsı kahverengi ve tüylüdür. Yaprakları genelde yumurtamsı eliptik biçiminde, ucu sivri, dip tarafı yuvarlakça, kenarları tam veya hafif dalgalıdır, her iki yüzü de çıplak, alt yüz damarlar boyunca beyaz ipeksi tüylüdür. 8-13 çift

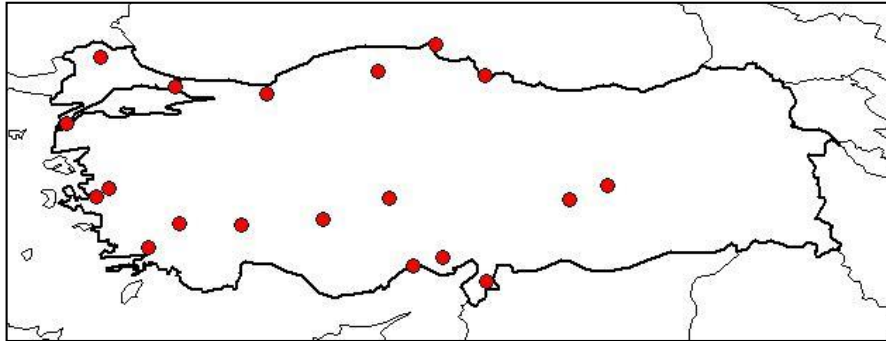
damarlı olup 6,5-15,5 x 3,5-8 cm ebatlarındadır. 4 brahtecikten oluşan kupulanın dış yüzünde, dip taraflarında yeşil ve damarlı dar-uzun yaprak pullar; uç tarafına doğru ipliksi pullar yer alır. Kupulanın iç yüzünde kırmızımsı kahverengi ve sert kabuklu 2 nuks meyve bulunur. Meyvesi 1,2-2,2 cm'dir. (Yaltırık, 1982).

Öz odun ve diri odun farkı yoktur. Odun sarımsı beyaz, beyaz-krem, pembemsi ve kırmızımsı renktedir. Bazı odunlarda taç veya daire şeklinde yalancı öz odun oluşur (Merev, 2003).

Odun dağınık trahelidir ancak alçak ve yüksek yükseltilerde yarı halkalı trahelilere de rastlanabilir (Şanlı, 1978'e atfen Akkemik ve Yaman, 2012). Yıllık halkalar belirgin, ilkbahar-yaz odunu sınırı belirgin değildir. Trahelerin enine kesitleri köşelidir. Perforasyon tablası yaz odununda merdiven şeklinde, ilkbahar odununda basittir. Basamak sayısı en fazla 20'dir. Traheler arası geçitler daire şeklinde ve almaçlı veya elips şeklinde ve karşılıklıdır. Lifler kalın duvarlı ve basit geçitlidir. Boyuna paransimler apotraheal kesik zincir şeklindedir. Özışınları üniseri ve multiseri olup 20 hücre genişliğine kadar çıkabilirler. Multiseri özışınlarının yüksekliği 1 mm'den fazladır. Özışını hücrelerinin lümeninde nadiren kristaller bulunur (Akkemik ve Yaman, 2012).

2.4.4. *Quercus cerris* L. – Saçlı Meşe

Orta ve Güneydoğu Avrupa ile Asya'da genel bir coğrafi yayılımı vardır. Ülkemizde Kuzeydoğu ve Doğu Anadolu hariç diğer bölgelerde çok geniş yayılım gösterir (Şekil 2.5). 1500 (-1900) m yükseltilere kadar diğer meşe türleri, kayın, gürgen, kestane ve çamlarla karışık ormanlar ve saf bükler kurar (Yaltırık ve Efe, 2000).



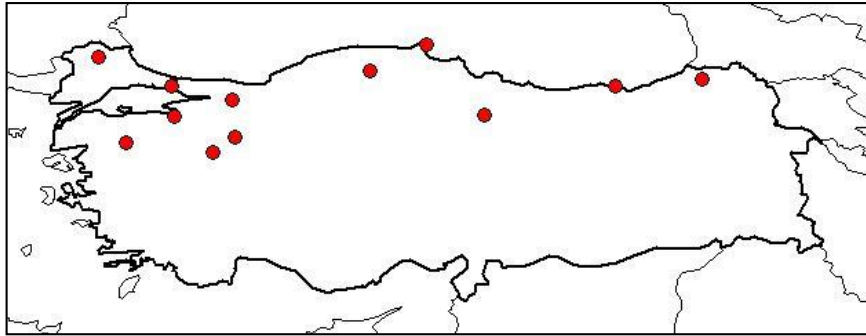
Şekil 2.6: Türkiye'de *Quercus cerris* L. – Saçlı meşe türü yayılımı (tubives, 2017).

Kışın yaprak döken, 25 m'ye kadar boylanana geniş tepeli ağaçlardır. Yaşlı ağaç kabukları gri-beyaz renkli, derin çatlaklıdır. Sürgün üzerinde eşit aralıklarla dağılmış 5,5-14(-20) cm uzunluğunda, 2,5-9 cm genişliğindeki yaprakların kenarları sık veya derin loplu, tali lopçukludur. Ayanın üst yüzü koyu yeşil ve dağınık seyrek yıldız tüylü; alt yüzü ise soluk yeşil ve üzeri sık yıldız tüylüdür. Yaprak sapı 3-20 mm uzunluğundadır. Meyve 2 yılda olgunlaşır. Kupula pulları ipliksi, dağınık, uca doğru yönelmiş veya geriye kıvrıktır (Hedge ve Yaltırık, 1982).

Diri odunu genellikle geniş, sarımsı kahverengi, öz odunu ise kırmızımsı kahverengidir (Bozkurt ve Erđin, 1997). Yıllık halka sınırı belirgindir. Odunu halkalı trahelidir. Traheler çapraz veya radyal desende dizilidir. Traheler tek tektir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş hafif hızlı ya da kademelidir. Perforasyon tablası basittir. Traheler arası geçitler almaçlıdır. Tül oluşumu vardır ancak yaygın değildir. Boyuna paranzimler apotraheal kesik zincir şeklindedir. Özışınları 2 farklı boyutta şekillenmiştir. Büyük özışınları genelde 10 seriden büyüktür. Özışını hücrelerinde prizmatik kristaller bulunur (Akkemik ve Yaman, 2012).

2.4.5. *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb. – Sapsız Meşe

Avrupa, Balkanlar, Anadolu, İran ve Kafkasya'da yayılış gösteren bu tür ülkemizde de oldukça geniş bir yayılış gösterir (Şekil 2.6).



Şekil 2.7: Türkiye'de *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb. – Sapsız meşe türü yayılışı (tubives, 2017).

Kışın yaprak döken, 30 m'ye kadar boylanana dar tepeli ağaçlardır. Kabuk açık gri-kahverengi, düzenli, dar, boyuna derin çatlaklıdır. Tomurcuklar 7 mm, çıplak, sarımtırak kahverengi, pullarının kenarı kirpiklidir. Yapraklar 6-17 cm boyunda, 3-9 cm eninde eliptik, ters yumurtamsıdır, dibe doğru daralır veya tabanı çarpık yuvarlakçadır. Aya kenarı düzenli 5-9 lopludur. Üst yüzü parlak ve çıplak, alt yüzü soluk yeşil, çıplak veya basık yıldız tüylüdür.

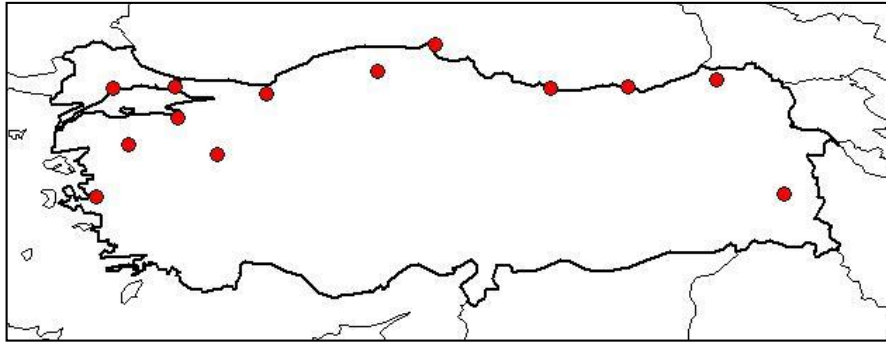
Meyve 1 yılda olgunlaşır. Kadeh sapsız veya çok kısa saplıdır, pulları birbiri üzerine sıkıca kapanmıştır (Hedge ve Yaltırık, 1982).

Diri odun açık sarımtırak veya açık kırmızımtırak renkte, öz odunu kırmızımtırak kahverengi renktedir. İlkbahar odunu traheleri, yaz odunu trahe alanları ve multiseri özışınları enine kesitte çıplak gözle görülür (Merev, 2003).

Yıllık halka sınırları belirgindir. Odunu halkalı trahelidir. İlkbahar odunu traheleri geniştir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş dar halkalarda ani, geniş halkalarda hafif kademelidir. İlkbahar odununda traheler 1-3 sıralıdır. Yaz odunundaki traheler ise radyal-çapraz desenedir. Traheler arası geçitler karşılıklı ve almaçlıdır. Perforasyon tablası basittir. Boyuna paransimler çoğunlukla apotraheal kesik zincir şeklindedir, paratraheal paransimlere de rastlanır. Özışınları 2 farklı boydadır, uniseri ve multiseridirler. Multiseri özışınları 10 seriden fazla, boyları 1 mm'den uzundur (Akkemik ve Yaman, 2012).

2.4.6. *Castanea sativa* Miller – Anadolu Kestanesi

Ülkemizde Marmara Bölgesi ve Kuzey Anadolu'da kayın, gürgen ve meşeler ile karışık ormanlar kurar (Şekil 2.7). Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nde ise lokal olarak bulunur (Yaltırık ve Efe, 2000).



Şekil 2.8: Türkiye’de *Castanea sativa* Miller – Anadolu kestanesi türü yayılışı (tubives, 2017).

30 metreye kadar boylanabilen geniş ve dağınık tepeli, geniş yapraklı bir ağaçtır. Sürgünleri kırmızımsı kahverengi ve çıplaktır, üzerlerinde gözle görülecek büyüklükte ve çok sayıda beyaz lentiseller bulunur. 27 x 7 cm boyutlarındaki yaprakları geniş mızraksı veya dar eliptik biçiminde, sivri uçlu, kenarları basit dişlidir, dişler kılçıksı ve sivri uçludur. Yaprak üst yüzü parlak yeşil, alt yüzü tüylüdür. 4 brahtecikten oluşan, sık ve batıcı dikenleri bulunan kupula içinde 3 adet nuks meyve bulunur (Yaltırık, 1982).

Öz odun ve diri odun renk farkı pek belirgin değildir. Diri odunu sarımsı beyaz renkte, öz odunu kirli sarı renktedir. Enine kesitte ilkbahar odunu traheleri, yaz odununda açık renkli trahe alanları çıplak gözle görülür. Odunda tanen kokusu vardır (Merev, 2003).

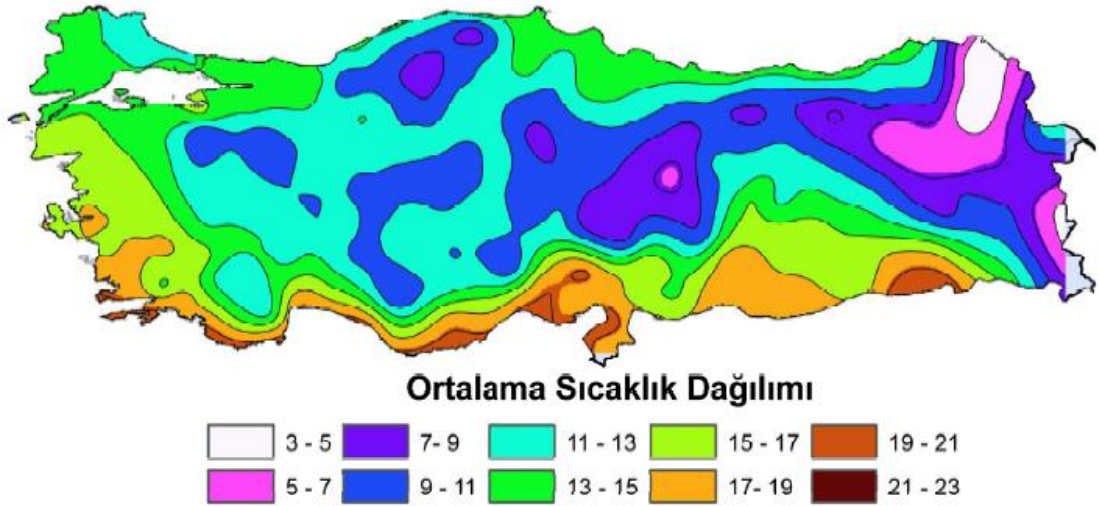
Yıllık halka sınırı belirgindir. Odunu halkalı trahelidir. İlkbahar odunu traheleri çok geniştir. Traheler tek tek ve en çok 6 sıralıdır. İlkbahardan yaz odununa geçiş anidir. Yaz odunu trahe çapları giderek küçülmekte ve dar radyal veya eğik bazen çatallı sıralar oluşturur. Perforasyon tablası basittir. Karşılaşma yeri geçitleri karşılıklı ve almalı, kısmen merdivenimsidir. İlkbahar odunu trahelerinde tül oluşumu yaygındır. Boyuna paraşimliler az sayıda, apotraheal dağınık, paratraheal kümeli düzendedir. Özışınları uniseri, çoğunlukla en fazla 30 hücre yüksekliğindedir (Akkemik ve Yaman, 2012).

3.1.2. İklim

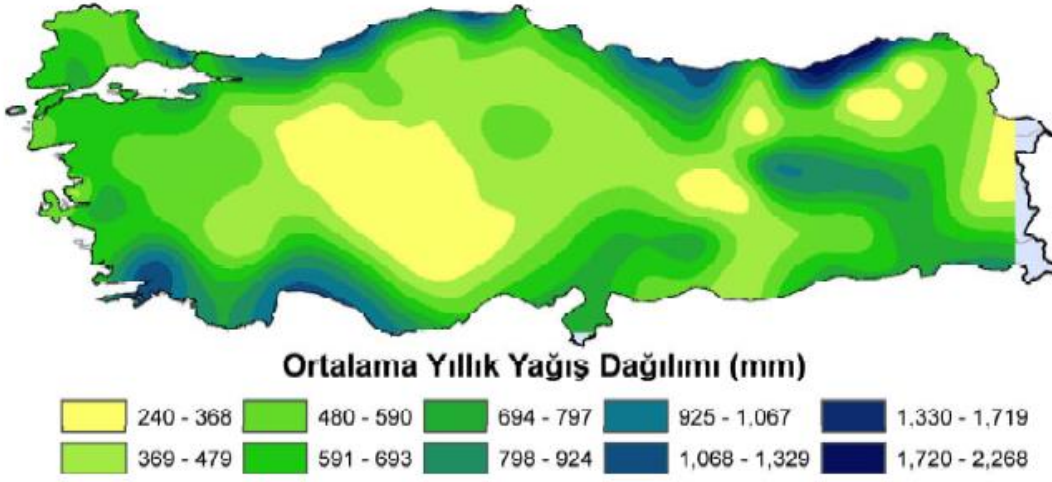
Türkiye’de yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı Akdeniz iklimi; yazları ılık, kışları serin ve hemen her mevsim yağışlı Karadeniz iklimi ve yazları sıcak, kışları soğuk ve yağışı az olan Karasal iklim olmak üzere üç önemli iklim tipi hâkimdir.

Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklık dağılışında çok önemli farklar bulunmaktadır. En yüksek ortalama sıcaklık değeri 20°C civarında iken, bazı yerlerde 5°C’nin altına inmektedir. Sıcaklığın dağılımı genel olarak güneşlenme ve yükselti ile ilişkilidir (Dalfes ve diğ., 2006). Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklığın dağılımı Şekil 3.2’de görülmektedir.

Türkiye’de yıllık ortalama yağış yaklaşık 630 mm’dir. Yağışlar genel olarak Karadeniz ve Akdeniz’e bakan kıyılarda fazla (yaklaşık 1000 mm), iç kesimlerde daha azdır (yaklaşık 300 mm). Bunun temel nedeni sıradağların bu denizlere paralel uzanmasıdır. Yağışlar kıyılardan iç kesimlere gidildikçe azalmaktadır (Dalfes ve diğ., 2006). Türkiye’nin ortalama yıllık yağış dağılımı Şekil 3.3’de görülmektedir.



Şekil 3.2: Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklığın dağılımı (Dalfes ve diğ., 2006).



Şekil 3.3: Türkiye’de ortalama yıllık toplam yağışın dağılımı (Dalfes ve diğ., 2006).

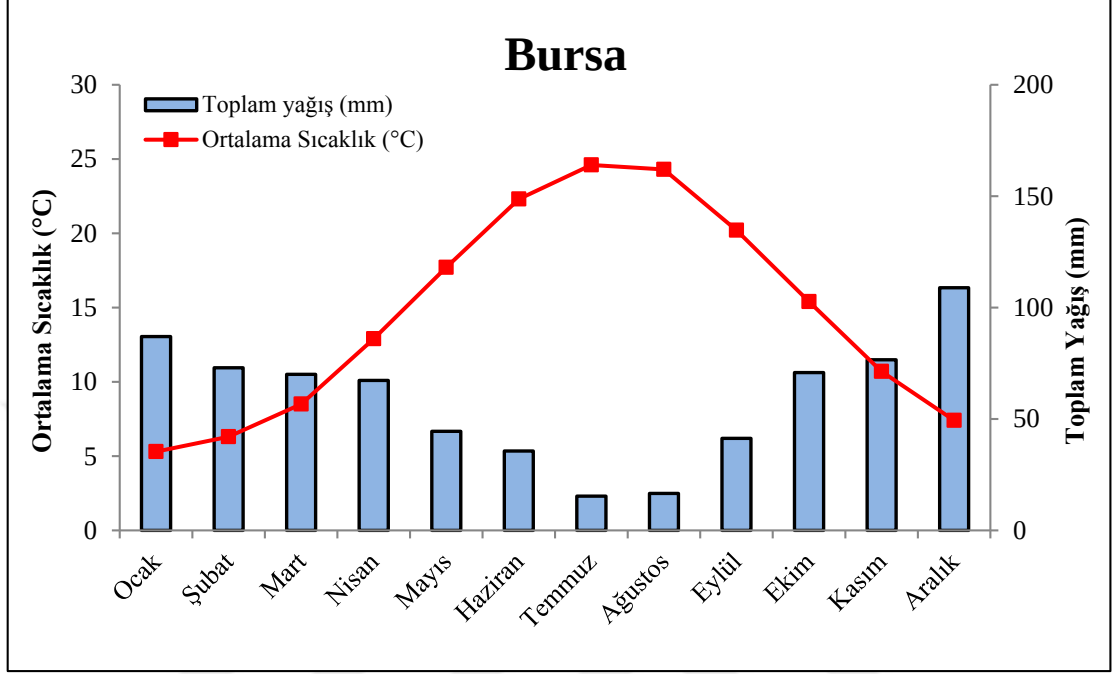
Marmara Bölgesi’nin güneydoğusunda yer alan Uludağ dağ kütleşi, ekolojik iklim sınıflandırmasında Marmara Geçiş Bölgesi’nde yer almaktadır. Marmara Geçiş İklimi, Karadeniz ve Akdeniz iklimleri arasında bir geçiş iklimidir (Atalay, 2002).

Uludağ, Küçük Asya’da buzul oluşumlarının ilk bulunduğu yerdir. Ülkemizdeki buzul devri izleri ilk olarak 1904 yılında Uludağ’da bulunmuştur. Akdeniz iklimi karakteristiklerine sahip Marmara Bölgesi’nde bulunmasına rağmen üzerine en çok kar yağan ve 5 aydan daha uzun bir süre kar örtüsü bulunan, bu bakımdan bu bölgede eşine rastlanmayan bir dağdır (Çepel, 1978).

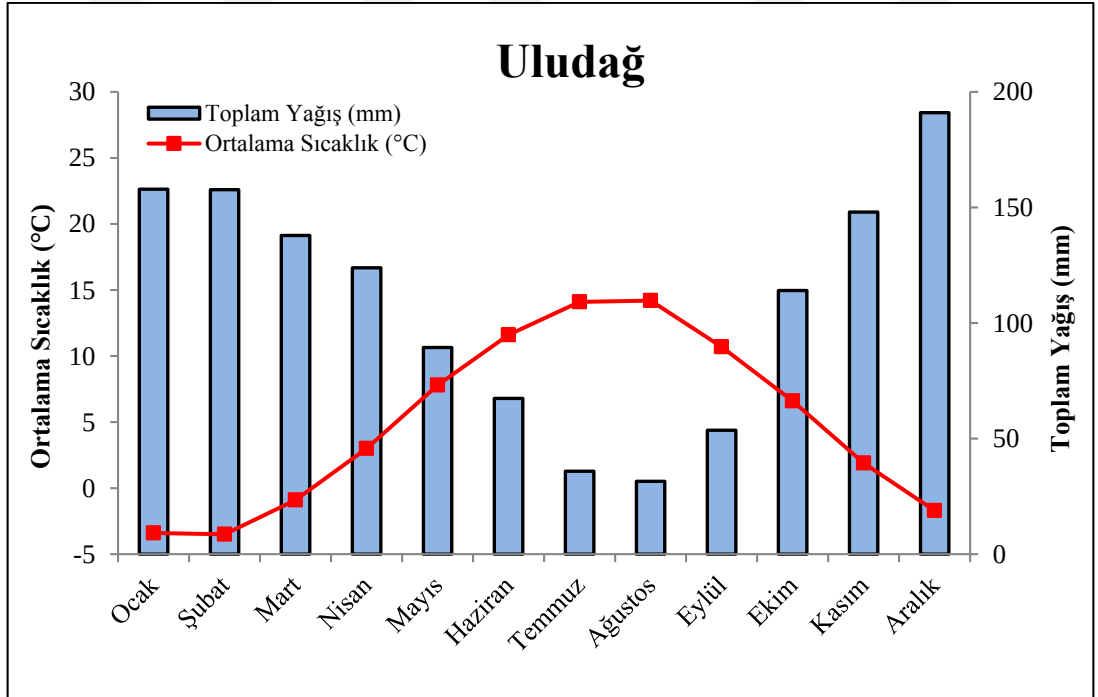
Dağlık bölgelerde yükseltinin artmasıyla yağış, rüzgâr, hava nemi ve direkt radyasyon miktarı artmakta, sıcaklık, su buharı ve hava basıncı düşmektedir. Bunlara bağlı olarak yükseklikle birlikte çeşitli vejetasyon kuşakları oluşmakta ve vejetasyon süresi kısalmaktadır (Çepel, 1994’e atfen Sarı, 2010).

Uludağ silsilesi, Küçük Asya’nın batısında iklim ve bitki örtüsü bakımından birbirinden farklı iki yetişme bölgesi meydana getirmektedir. Bu dağ silsilesinin kuzey ve güney aklanları topografik, iklimik ve geobotanik özellikleri bakımından birbirinden tamamen farklıdır. Kuzey bakılarda yetişme bölgesi bol yağışlı bir iklime ve sık bir bitki örtüsüne sahip iken güney bakılar İç Anadolu’nun ekolojik koşullarına geçit karakteri taşımaktadır (Çepel, 1978).

Örneklerin alındığı Bursa ili, Uludağ dağ kütesinin aylara göre ortalama sıcaklık ve toplam yağış dağılımlarını gösteren grafikler Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’de verilmiştir.

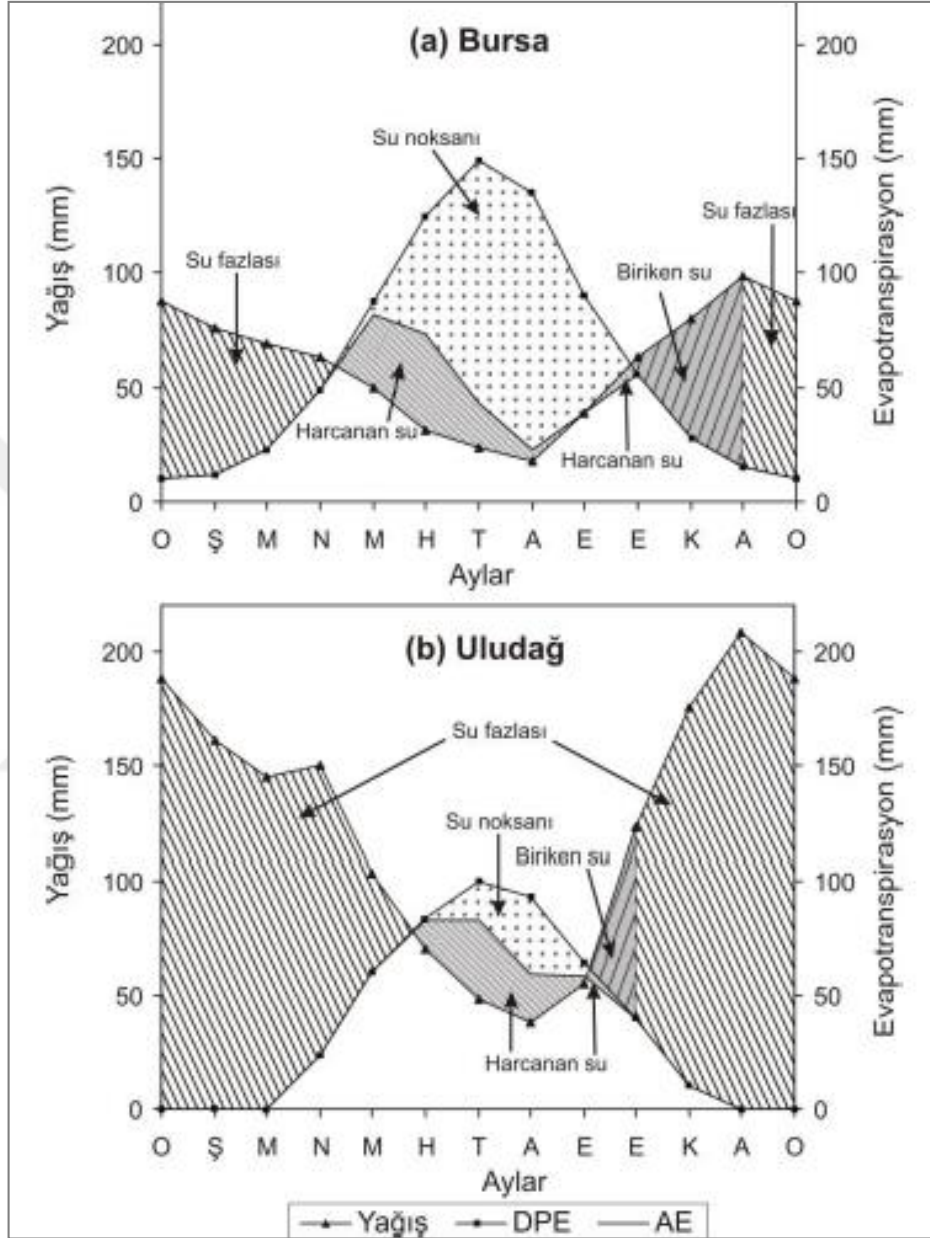


Şekil 3.4: Bursa ilinin ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin 1960-2016 dönemi ortalamaları.



Şekil 3.5: Uludağ'ın ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin 1968-2016 dönemi ortalamaları.

Bursa ve Uludağ zirve meteoroloji istasyonlarının Thornthwaite yöntemine göre su bilançolarını gösteren grafikler Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6: Thornthwaite yöntemine göre Bursa ve Uludağ istasyonlarının su bilançoları (Öztürk, 2010).

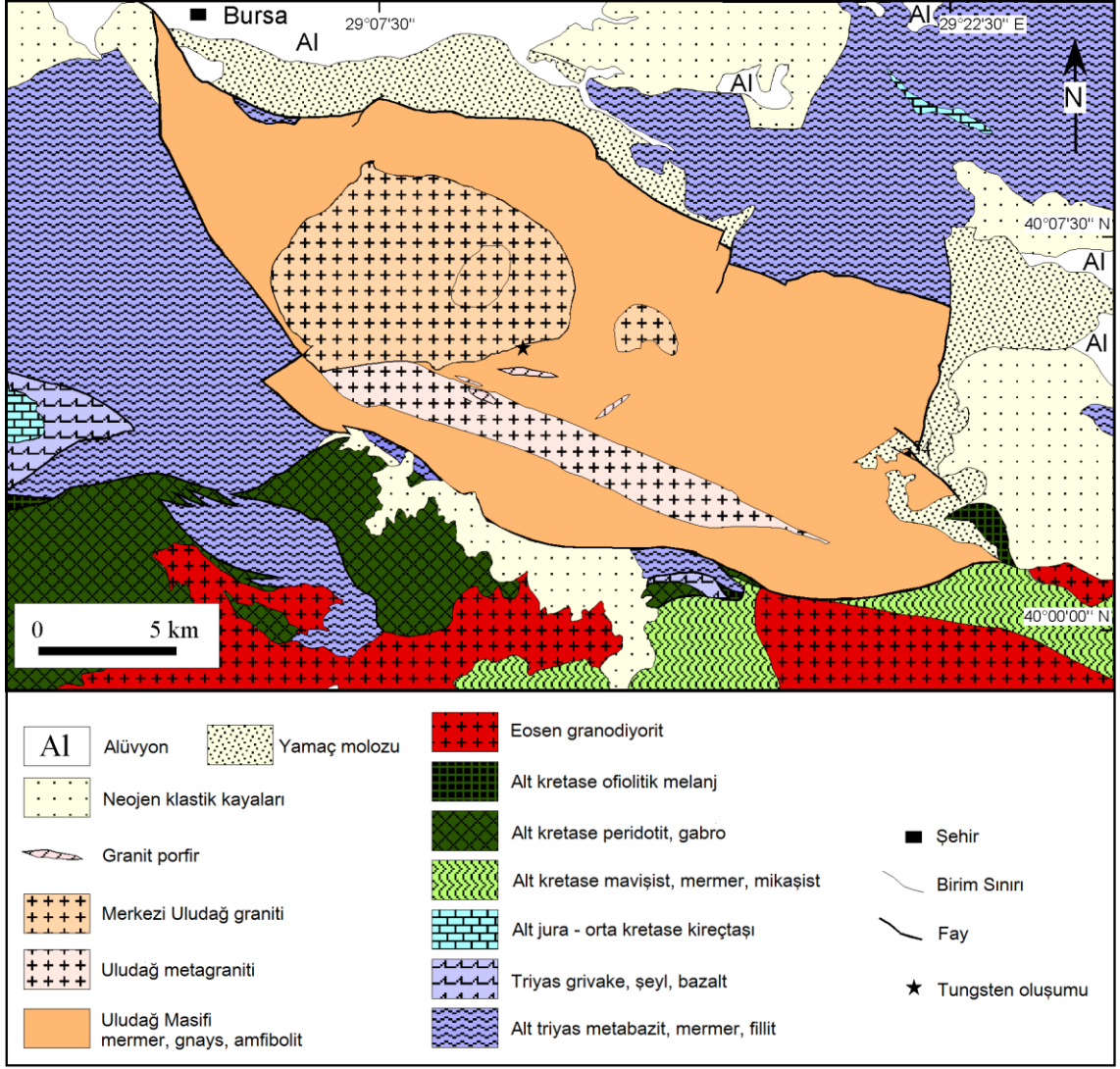
3.1.3. Toprak Yapısı ve Jeolojik Özellikler

Uludağ silsilesinin ana bölümü Orta Devon'un Hersinyen kıvrımları esnasında meydana gelmiş olup en genç orogenetik hareketler Neojen'de oluşmuştur (Ardel, 1944; Yener, 1944).

Masifin temel yapısı farklı derecelerde başkalaşım geçirmiş metamorfik seriler ile bunlar içerisine sokulmuş granodiyarit plütonlardan oluşmuştur. Bunların üzerine kuzeyde Permiyen yaşlı kırıntılı sedimenterler ile fosilli kireç taşları; doğu ve güneyde ise genç Neojen örtüsü gelmiştir. Metamorfik seriler yüksek derecelerde değişikliğe uğramış; çekirdek durumundaki çeşitli gnays, amfibolit ve yassılaştırmış (şistleşmiş) mermerler ile (A-Serisi); düşük derecelerde başkalaşım geçirmiş kılıf durumundaki şist, fillit, yarı mermer ve kristalize kireç taşlarından (B-Serisi) meydana gelmiştir. Metamorfik A- ve B- serileri, masifin merkez bölgelerinde (Zirve tepenin kuzey yamaçları) granodiyorit bileşimli bir batolit ile kesilmiştir. Masifin metamorfik olmayan Permiyen yaşlı örtü oluşumları dağın kuzeydoğu eteğinde yüzeyi kaplamakta olup ufak taneli kalker breşi, alacalı kumtaşı, şeyl ve marn gibi kırıntılı kayaçlarla bunların üzerine gelen fosilli kireç taşlarından oluşmaktadır (Ketin, 1983).

Bursa'nın kısmen üzerine kurulduğu Uludağ eteklerinde Traverten (Pınarbaşı, Muradiye, Çekirge), Neojen marnı ve kumtaşları en önemli petrografik oluşumlardır. Bu bölgeden (100-150 m) başlayarak 500-600 m'ye kadar dolomitik kalker, kireçtaşları, mermer, şisti kumtaşları, fillitler egemendir. Buralarda yer yer riyolit ve liparit tüfleri de bulunmaktadır. Denizden yüksekliğin 500-600 m'yi geçmesi ile birlikte metamorf seri (gnays, mikaşist, kil şisti, fillit, mermer ve şisti kumtaşı) başlar ve 1300 m'ye kadar devam eder. Bundan sonra en önemli derinlik kayacı olarak granit bulunmaktadır (Çepel, 1978).

Granitin yayılış bölgesi zirve yakınlarında, yaklaşık olarak 2300 m yükselti basamağında sona ermekte, buralarda granite ait iç püskürmeler ile oluşan kontakt başkalaşım zonu meydana gelmektedir. Bu zonun başlıca ana taşları gnays, mikaşist, kil şisti, granodiyorit ve mermerdir. Denizden yüksekliği 2200- 2543 m arasında olan bu zonun karakteristiklerinden biri de karstik oluşumlarının bulunmasıdır (Çepel, 1978). Uludağ masifinin jeolojik haritası Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.7: Uludağ masifinin jeolojik haritası (Topuz ve Okay, 2017'den uyarlanmıştır).

Uludağ topraklarının oluşumu üzerinde jeolojik temel, iklim ve yeryüzü şeklinin etki derecesi yüksektir. Alçak bölgelerde terrarosa, yüksek bölgelerde de podsölsü esmer orman toprakları bulunmaktadır (Zech ve Çepel, 1977'e atfen Çepel, 1978). Toprak reaksiyonu kuvvetli-mutedil asittir (pH 3,7-4,7). Bu nedenle 'esmer orman toprakları' olarak nitelendirilmektedir. (Çepel, 1978).

Toprak profillerinde A horizonu ıslak halde çok koyu boz esmer ile koyu esmer, kuru halde daha açık esmer veya boz esmer renktedir. A horizonundan B horizonuna geçişte renk açılmaktadır ancak B horizonunda da esmer renk hâkimdir. B horizonundan C horizonuna geçişte sarı renk artmakta ve topraklar açık esmer ve soluk esmer renk almaktadır. Esmer rengin bütün profil boyunca gözlenmesi, hafif bir tekstüre sahip olan bu topraklarda az miktarda da

olsa humusun etkisinin derin tabakalara kadar devam edebilmesi ile ilgilidir (Irmak ve Gülçur, 1964).

Hâkim olan toprak tekstürü balçıklı kum toprağıdır. Anataşına doğru tekstür daha kumlu olmaya meyil etmektedir. Adi hallerde çakıl ve taş boyutlarındaki granit parçaları da bulunmaktadır. Su tutma kapasiteleri iyidir; rutubet ekivalam % 20-25'dir. Organik maddece ve humusça zengin olan A horizonları ve özellikle bu horizonun üst zonları ince ve orta granular bir strüktüre sahiptir ve gevşek şekilde istiflenmiştir. Humus miktarının toprak yüzeyinden derinlere doğru azalmasına paralel olarak kırıntılilik kaybolmakta ve topraklar daha sıkı istiflenme eğilimi göstermektedir. Toprakların geçirgenliği iyidir ve drenaj herhangi bir engelle uğramamaktadır (Irmak ve Gülçur, 1964).

3.1.4. Floristik Yapı

Dağlık alanlarda yükselti, iklim, toprak ve vejetasyon karakteristikleri kısa mesafelerde değişmektedir. İklim, yatay doğrultuda enlem derecelerine, düşey doğrultuda ise yükseltiye bağlı olarak farklılaşmaktadır. Matematiksel konum ve bölgesel özellikler ile ortaya çıkan farklı iklimsel şartlar, bitki örtüsünün şekillenmesinde, floristik kompozisyonu oluşturan taksonların bir arada bulunmasında en baskın faktördür. Geniş dağlık araziler, iklimsel farklılıklara, toprak şartlarında değişikliklere neden olmaktadır, bu da bitki örtüsünde zenginliğe yol açmaktadır (Duran, 2013).

Farklı iklimsel ve yapısal özelliklere sahip Uludağ dağ kütlesi pek çok bitki türü için yaşam alanıdır. 30'u Uludağ, yaklaşık 107'si Türkiye'ye endemik olmak üzere toplam 137 endemik tür barındırmaktadır (Kaynak ve diğ., 2005).

Uludağ'ın kuzeye bakan yamaçları, ekolojik açıdan Marmara Geçiş Bölgesi'nde, Marmara Nemli Orman Bölümü'nde yer almaktadır. Alt kuşakta psödomakilerle başlayan örtü, yükseklerle doğru kayın, göknar toplulukları ile dağ çayır kuşağına kadar devam etmektedir. Dağın kuzeye bakan yamaçlarında nemli ormanların bulunması, direkt güneş radyasyonunun yatık olarak gelmesi, kuzeye bakan yamaçlara fazla yağış düşmesi ve yaz mevsiminde kuzeyden gelen nemli havanın yükselmesi sonucu sis oluşumu ile ilgilidir. Kuzeye bakan yamaçların nemli olması ve genellikle su açığının olmaması, nemli koşullarda yetişen bitki örtüsünün yaygınlaşmasını sağlamaktadır (Atalay, 2002).

Uludağ'ın güneye bakan yamaçları, ekolojik açıdan Marmara Yarı Nemli Orman (meşe-karaçam) Bölümü'nde yer almaktadır. Güney yamaçlar dik ve dike yakın doğrudan güneş radyasyonu aldığı ve buna bağlı olarak fazla buharlaşma olduğu için kuzey yamaçlara göre yarı nemli-yarı kurak ortamlar oluştururlar. Bu nedenle ormanlar, kuraklığa dayanıklı ağaçlardan oluşur. Yarı nemli ormanlar, Uludağ'ın güneydoğusunda çoğunlukla göknar ve kayınlarla temsil edilen nemli ormanların altında 1400-1500 m'den başlayarak batı ve güneye doğru devam eder. Bu ormanların hâkim elemanını karaçam (*Pinus nigra*), kızılçam (*Pinus brutia*), mazı meşesi (*Quercus infectoria*) ve saçlı meşe (*Quercus cerris*) oluşturur (Atalay, 2002).

Coğrafi enlemler ve yükselti ile azalan sıcaklık, yatay ve dikey yönde zonların meydana gelmesine sebep olur. Dağlarda dikey zonlara, yükselti basamakları denilmektedir. Mayr, dünyanın orman durumu için bir zon şeması oluşturmuştur. Bu şema, her ağaç türünün yetişebilmesi için vejetasyon süresi içinde gereksinim duyduğu ısı konstantına dayanır. Mayr, bu zonlara ormancılık literatürüne yerleşmiş ve tanınmış kısa adlar vermiştir. Bunlar; palmetum (tropik orman zonu-Türkiye'de temsil edilmez), lauretum (herdem yeşil meşe ve defne ağaçlarının subtropik orman zonu), castanetum (kışın yaprak döken ormanın mutedil sıcak zonu, sıcak yarısı), fagetum (kışın yaprak döken ormanın mutedil sıcak zonu, serin yarısı), picetum-abietum-laricetum (mutedil soğuk zon, ladin-göknar-melez zonu), polaretum-alpinetum (orman sınırlarında bulunan bodur, yamuk ağaçların ve çalı şekillerinin yer aldığı zon) olmak üzere 6 farklı zondur (Mayr, 1909'a atfen Saatçioğlu, 1969). Uludağ, botanikçi Mayr'in belirlediği 5 vejetasyon kuşağını yansıtmaktadır.

Lauretum kuşağı (0-350 m); meşe (*Quercus* spp.), defne (*Laurus nobilis*), funda (*Erica arborea*), zeytin (*Olea europea*), kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*), kocayemiş (*Arbutus unedo*), Girit Ladeni (*Cistus creticus*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), fındık (*Corylus avellana*) gibi psödomaki ile iç içe bulunan bir çalı formasyonundan oluşmaktadır.

Castanetum kuşağı (350-700 m); kestane (*Castanea sativa*), meşe (*Quercus* spp.), ardıç (*Juniperus oxycedrus*), erguvan (*Cercis siliquastrum*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), katırtırnağı (*Spartium junceum*), alıç (*Crataegus monogyna*), Girit ladeni (*Cistus creticus*), kızılçık (*Cornus mas*) ve yabani gül (*Rosa canina*) gibi türlerden oluşmaktadır.

Fagetum kuşığı (700-1500 m); kayın (*Fagus orientalis*), karaçam (*Pinus nigra*), meşe (*Quercus* spp.), kestane (*Castanea sativa*), gürgen (*Carpinus betulus*), titrek kavak (*Populus tremula*) gibi türlerden meydana gelen karışık ya da saf kayın meşcerelerinden oluşmaktadır.

Abietum kuşığı (1500-2100 m); saf göknar (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) meşcerelerinden ve karaçam (*Pinus nigra*), gürgen (*Carpinus betulus*), bodur ardıç (*Juniperus communis*), ayı üzümü (*Vaccinium myrtillus*), üvez (*Sorbus aucuparia*) gibi türlerle karışık göknar meşcerelerinden oluşmaktadır.

Alpinetum kuşığı (1900-2543 m); bodur ardıç (*Juniperus communis*) ve ayı üzümü (*Vaccinium myrtillus*) toplulukları ile bunlara katılan geven (*Astragalus* spp.), kar dikenini (*Acantholimon ulucinum*), yem verici (*Festuca* spp.), Altay menekşesi (*Viola althaiica*) gibi bitkilerden oluşmaktadır. Zirveye kadar uzanan bu alpin kuşağında obrizya (*Aubrieta olympica*), kaz teresi (*Arabis drabiformis*), kanarya otu (*Senecio olympicus*), keten (*Linum olympicum*), kekik (*Thymus bornmuelleri*), dönbaba (*Erodium olympicum*) gibi önemli endemik türler barınmaktadır (Kaynak ve diğ., 2005).

3.2. ARAŞTIRMA MALZEMELERİ

Çalışma materyalini, Uludağ dağ kütleğinde kuzey ve güney bakıda 550 m, 750 m, 950 m, 1150 m, 1350 m ve 1550 m yükselti seviyelerinde mevcut bulunan *Fagus orientalis*, *Castanea sativa*, *Quercus petraea*, *Quercus cerris*, *Pinus nigra* ve *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* olmak üzere 6 farklı hâkim ağaç türünden alınan odun örnekleri oluşturmaktadır.

Örnekler her bir yükseltide 3 tekrarlı olarak birbirine en yakın, düzgün gövdeli, galip ağaçların 1,30 m yüksekliğinde ve batı yönünden (Yaman, 2007) alınmıştır. Çalışma kapsamında 114 odun örneği toplanmıştır. Odun örnekleri 1,5 cm³ boyutlarında olup mikroskop ölçümleri, bu örneklerden hazırlanan 30 mikron kalınlığındaki enine, radyal ve teğet kesitlerde yapılmıştır.

Arazi çalışmasında; odun örnekleri almak için matkap ve panç uçları, matkap kullanımında koruyucu ekipman (gözlük, eldiven, ağızlık), ağaç yaşı ölçümü için artım burgusu, ağaç kabuklarını sıyırmak amaçlı balta, ağaç çap ölçer, odun örneklerini ağaçtan çıkarabilmek için tornavida, GPS, pusula, fotoğraf makinesi, örnekleri koymak için kilitli poşet ve etiket, gövdede örnek aldığımız yerleri kapamak üzere ağaç aş macunu malzemeleri (Şekil 3.8) kullanılmıştır.



Şekil 3.8: Arazi çalışmasında kullanılan malzemeler.

Araştırma materyalini oluşturan örneklerin alındığı noktalara ait bilgiler ağaç türlerine göre Tablo 3.1, Tablo 3.2, Tablo 3.3, Tablo 3.4, Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.

Örnek Kodu	Meşcere Tipi	Bakı	Yükselti (m)	Çap (cm)	Yaş	Koordinatlar
K1150G1	KnGbc3	Kuzey	1150	52	51	40,127167 29,058917
K1150G2	KnGbc3	Kuzey	1150	52		
K1150G3	KnGbc3	Kuzey	1150	49		
K1350G1	ÇkGcd3	Kuzey	1350	50	41	40,113333 29,072778
K1350G2	ÇkGcd3	Kuzey	1350	49		
K1350G3	ÇkGcd3	Kuzey	1350	50		
K1550G1	GKnÇk3	Kuzey	1550	50	65	40,113222 29,096528
K1550G2	GKnÇk3	Kuzey	1550	50		
K1550G3	GKnÇk3	Kuzey	1550	49		
K1750G1	GKnc3	Kuzey	1750	29	50	40,109028 29,106278
K1750G2	GKnc3	Kuzey	1750	31		
K1750G3	GKnc3	Kuzey	1750	37		
K1950G1	Gc3	Kuzey	1950	28	50	40,102889 29,128000
K1950G2	Gc3	Kuzey	1950	31		
K1950G3	Gc3	Kuzey	1950	30		

Tablo 3.2: Karaçam (*Pinus nigra*) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.

Örnek Kodu	Meşcere Tipi	Bakı	Yükselti (m)	Çap (cm)	Yaş	Koordinatlar
K550KÇ1	Çkc3	Kuzey	550	39	62	40,166389 29,197139
K550KÇ2	Çkc3	Kuzey	550	47		
K550KÇ3	Çkc3	Kuzey	550	43		
K750KÇ1	KsÇkd3	Kuzey	750	46	51	40,152444 29,019944
K750KÇ2	KsÇkd3	Kuzey	750	44		
K750KÇ3	KsÇkd3	Kuzey	750	36		
K950KÇ1	Knbc3	Kuzey	950	43	40	40,136944 29,030278
K950KÇ2	Knbc3	Kuzey	950	44		
K950KÇ3	Knbc3	Kuzey	950	39		
K1150KÇ1	KnGbc3	Kuzey	1150	45	44	40,136667 29,058889
K1150KÇ2	KnGbc3	Kuzey	1150	46		
K1150KÇ3	KnGbc3	Kuzey	1150	41		
K1350KÇ1	ÇkKnbc3	Kuzey	1350	41	47	40,115278 29,072222
K1350KÇ2	ÇkKnbc3	Kuzey	1350	41		
K1350KÇ3	ÇkKnbc3	Kuzey	1350	40		
K1550KÇ1	GKnÇk3	Kuzey	1550	42	43	40,115278 29,093333
K1550KÇ2	GKnÇk3	Kuzey	1550	42		
K1550KÇ3	GKnÇk3	Kuzey	1550	44		
G550KÇ1	Çkc3	Güney	550	42	61	40,089444 29,006667
G550KÇ2	Çkc3	Güney	550	42		
G550KÇ3	Çkc3	Güney	550	36		
G750KÇ1	Ma3	Güney	750	35	60	40,018611 29,113333
G750KÇ2	Ma3	Güney	750	35		
G750KÇ3	Ma3	Güney	750	39		
G950KÇ1	Çkc3	Güney	950	31	46	40,030278 29,116667
G950KÇ2	Çkc3	Güney	950	35		
G950KÇ3	Çkc3	Güney	950	32		
G1150KÇ1	Çkd3	Güney	1150	37	49	40,078333 29,090000
G1150KÇ2	Çkd3	Güney	1150	37		
G1150KÇ3	Çkd3	Güney	1150	40		
G1350KÇ1	Çkd3	Güney	1350	38	55	40,109444 29,075556
G1350KÇ2	Çkd3	Güney	1350	38		
G1350KÇ3	Çkd3	Güney	1350	35		
G1550KÇ1	Çkc3	Güney	1550	33	46	40,065000 29,165131
G1550KÇ2	Çkc3	Güney	1550	30		
G1550KÇ3	Çkc3	Güney	1550	25		

Tablo 3.3: Doğu kayını (*Fagus orientalis*) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.

Örnek Kodu	Meşcere Tipi	Bakı	Yükselti (m)	Çap (cm)	Yaş	Koordinatlar
K550KN1	KnÇkbc3	Kuzey	550	36	42	40,169444 29,178889
K550KN2	KnÇkbc3	Kuzey	550	30		
K550KN3	KnÇkbc3	Kuzey	550	35		
K750KN1	KnKsc3	Kuzey	750	35	40	40,169444 29,178889
K750KN2	KnKsc3	Kuzey	750	35		
K750KN3	KnKsc3	Kuzey	750	22		
K950KN1	Knbc3	Kuzey	950	40	42	40,139444 29,030833
K950KN2	Knbc3	Kuzey	950	41		
K950KN3	Knbc3	Kuzey	950	40		
K1150KN1	KnGbc3	Kuzey	1150	41	41	40,136667 29,059444
K1150KN2	KnGbc3	Kuzey	1150	36		
K1150KN3	KnGbc3	Kuzey	1150	37		
K1350KN1	ÇkGcd3	Kuzey	1350	42	48	40,114444 29,073889
K1350KN2	ÇkGcd3	Kuzey	1350	40		
K1350KN3	ÇkGcd3	Kuzey	1350	38		
K1550KN1	GKnÇk3	Kuzey	1550	33	48	40,115000 29,093889
K1550KN2	GKnÇk3	Kuzey	1550	31		
K1550KN3	GKnÇk3	Kuzey	1550	30		
G550KN1	Çkcd3	Güney	550	22	40	40,144167 28,991111
G550KN2	Çkcd3	Güney	550	24		
G550KN3	Çkcd3	Güney	550	22		
G750KN1	Knbc3	Güney	750	28	48	40,110000 29,013333
G750KN2	Knbc3	Güney	750	30		
G750KN3	Knbc3	Güney	750	26		
G950KN1	KnGnDycd3	Güney	950	52	57	40,063889 29,118333
G950KN2	KnGnDycd3	Güney	950	47		
G950KN3	KnGnDycd3	Güney	950	51		
G1150KN1	ÇkKnd3	Güney	1150	36	50	40,084167 29,094444
G1150KN2	ÇkKnd3	Güney	1150	35		
G1150KN3	ÇkKnd3	Güney	1150	34		
G1350KN1	Knbc3	Güney	1350	30	45	40,111667 29,073611
G1350KN2	Knbc3	Güney	1350	34		
G1350KN3	Knbc3	Güney	1350	30		
G1550KN1	Knab3	Güney	1550	19	45	40,065119 29,165461
G1550KN2	Knab3	Güney	1550	23		
G1550KN3	Knab3	Güney	1550	21		

Tablo 3.4: Meşe (*Quercus* spp.) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.

Örnek Kodu	Meşcere Tipi	Bakı	Yükselti (m)	Çap (cm)	Yaş	Koordinatlar
K550M1	ÇkÇzc3	Kuzey	550	31	43	40,185278 29,025000
K550M2	ÇkÇzc3	Kuzey	550	37		
K550M3	ÇkÇzc3	Kuzey	550	27		
K750M1	Çkbc3	Kuzey	750	31	45	40,151111 29,018889
K750M2	Çkbc3	Kuzey	750	25		
K750M3	Çkbc3	Kuzey	750	34		
K950M1	Mbc3	Kuzey	950	37	54	40,136389 29,025000
K950M2	Mbc3	Kuzey	950	31		
K950M3	Mbc3	Kuzey	950	37		
G550M1	Mab3	Güney	550	31	45	40,055000 29,044722
G550M2	Mab3	Güney	550	30		
G550M3	Mab3	Güney	550	32		
G750M1	BÇkM	Güney	750	28	47	40,020278 29,118333
G750M2	BÇkM	Güney	750	28		
G750M3	BÇkM	Güney	750	41		
G950M1	z (3kapalı)	Güney	950	32	50	40,050833 29,123056
G950M2	z (3kapalı)	Güney	950	31		
G950M3	z (3kapalı)	Güney	950	31		

Tablo 3.5: Kestane (*Castanea sativa*) odun örneklerinin alındığı noktalar ve ağaçların özellikleri.

Örnek Kodu	Meşcere Tipi	Bakı	Yükselti (m)	Çap (cm)	Yaş	Koordinatlar
K550KS1	KsÇkc3	Kuzey	550	39	40	40,191389 29,028056
K550KS2	KsÇkc3	Kuzey	550	33		
K550KS3	KsÇkc3	Kuzey	550	31		
K750KS1	KsÇkd3	Kuzey	750	45	50	40,152222 29,019722
K750KS2	KsÇkd3	Kuzey	750	43		
K750KS3	KsÇkd3	Kuzey	750	40		
K950KS1	KnMc3	Kuzey	950	49	52	40,136111 29,033056
K950KS2	KnMc3	Kuzey	950	55		
K950KS3	KnMc3	Kuzey	950	35		

3.3.YÖNTEM

3.3.1. Örnekleme Deseni

Uludağ'ın meşcere haritasında 200 m aralıklarla (Sevgi ve Akkemik, 2007; Topaloğlu, 2016); 550 m, 750 m, 950 m, 1150 m, 1350 m, 1550 m, 1750 m ve 1950 m yükseltilerde, kuzey ve güney bakıda çam, göknar, kayın, kestane ve meşe ağaçlarının bulunduğu meşcereler belirlenmiştir. Meşcere kapalılığı 3, ağaç yaşları ise 40-70 yaş aralığında tutulmuştur.

Arazi çalışmaları, Orman Genel Müdürlüğü orman amenajman planları veri tabanından yararlanılarak Şahin (2014) tarafından hazırlanan Uludağ'ın yükseltilere göre ağaç türleri yayılımı (meşcere tipinin asli ağaç türüne göre) haritası üzerinden planlanmıştır. Belirlenen tam kapalı meşcerelere ait örnek fotoğraflar Şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.9: Odun örneklerinin alındığı tam kapalı meşe (1) ve göknar (2) meşcereleri.

Yapılan arazi çalışmasında kuzey ve güney bakıda 550 m, 750 m, 950 m, 1150 m, 1350 m, 1550 m, 1750 m, 1950 m yükseltilerinde mevcut 6 ana ağaç türünden, 3 tekerrürlü olarak 1,5 cm³ ebatında örnekler alınmıştır.

Çalışma tür bazlı yapılmış olup Fagaceae (kayıngiller) familyasından *Fagus orientalis*, *Castanea sativa*, *Quercus petraea* ve *Quercus cerris*; Pinaceae (çamgiller) familyasından *Pinus nigra* ve *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* türlerinden odun örnekleri alınmıştır.

Pinus nigra ve *Fagus orientalis* türlerine ait odun örnekleri kuzey ve güney bakıda, 550 m, 750 m, 950 m, 1150 m, 1350 m ve 1550 m yükseltilerden alınmıştır. Dağın kuzey ve güney bakısında farklı meşe türleri yetiştiği için kuzey bakıdan *Quercus petraea*, güney bakıdan *Quercus cerris* odun örnekleri alınmıştır. *Quercus petraea*, *Quercus cerris* ve *Castanea sativa*

türleri 950 metreden sonra meşcere kurmadığı için odun örnekleri 550 m, 750 m ve 950 m'den alınmıştır. *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* türü odun örnekleri, doğal olarak yetişerek meşcere kurduğu 1150 m, 1350 m, 1550 m, 1750 m ve 1950 m'den alınmıştır. Dağın güneyinde *Castanea sativa* ve *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* türü bulunamamıştır.

Kuzey ve güneyde 550 m, 750 m, 950 m, 1150 m, 1350 m ve 1550 m yükseltilerde bulunan karaçam ve doğu kayını için, 2 ağaç türü x 2 bakı x 6 yükselti x 3 tekrar olmak üzere 72 adet örnek ağaç seçilmiştir.

Kuzey ve güneyde 550 m, 750 m ve 950 m yükseltilerde bulunan meşe türleri için, 1 ağaç cinsi x 2 bakı x 3 yükselti x 3 tekrar olmak üzere 18 adet örnek ağaç seçilmiştir.

Kuzeyde 550 m, 750 m ve 950 m yükseltilerde bulunan kestane için, 1 ağaç türü x 1 bakı x 3 yükselti x 3 tekrar olmak üzere 9 adet örnek ağaç seçilmiştir.

Kuzeyde 1150 m, 1350 m, 1550 m, 1750 m ve 1950 m yükseltilerde bulunan göknar için, 1 ağaç türü x 1 bakı x 5 yükselti x 3 tekrar olmak üzere 15 adet örnek ağaç seçilmiştir.

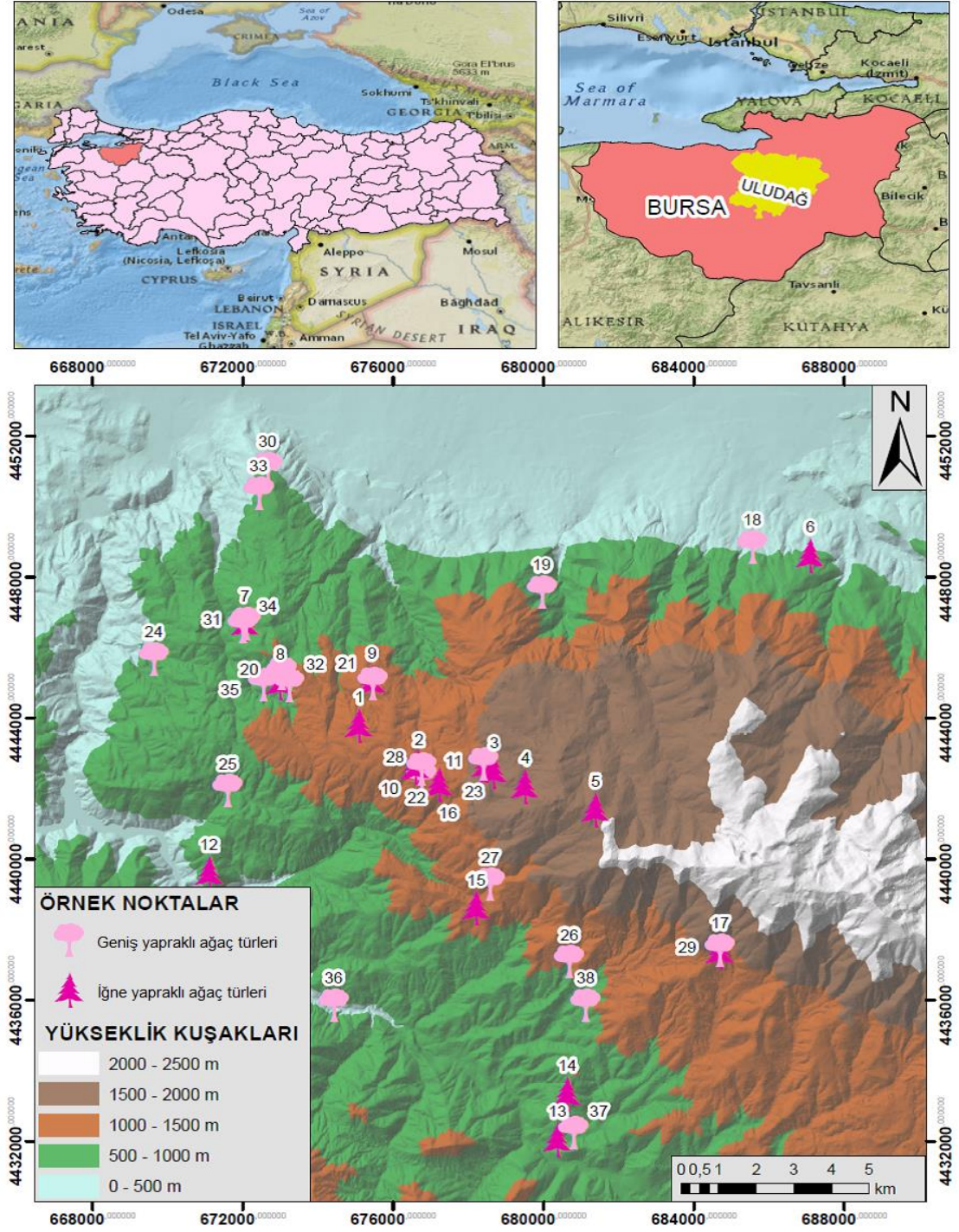
Tez kapsamında Uludağ dağ kütleğinde 114 ağaçtan odun örnekleri alınmıştır. Örnek alınan noktalar yükselti basamakları ve bakıya göre Şekil 3.10'da verilmiştir.

3.3.2. Örnek Alınmasında Uygulanan Yöntem

Çalışma alanında doğal olarak yetişen ağaç türlerine ait örnekler, yetiştirme alanında iyi ve düzgün gövdeye sahip, meşcere içerisinde galip ağaçların 1,30 m göğüs yüksekliğinden alınmıştır. Odun örnekleri, ağaç gövdesinin batı yönünden alınmıştır.

Ağaç türlerinin teşhis ve tanınmasında Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları (Akkemik, 2014) adlı kitaptan yararlanılmıştır.

Örnek alınacak ağaçların 1,30 m yüksekliğinden çap ölçer ile çapları ölçülmüş, 30 cm'lik Pressler Artım Burgusu yardımıyla artım kalemleri alınarak yaşları sayılmıştır (Şekil 3.11).



1:K1150G	2:K1350G	3:K1550G	4:K1750G	5:K1950G	6:K550KÇ	7:K750KÇ	8:K950KÇ	9:K1150KÇ
10:K1350KÇ	11:K1550KÇ	12:G550KÇ	13:G750KÇ	14:G950KÇ	15:G1150KÇ	16:G1350KÇ	17:G1550KÇ	18:K550KN
19:K750KN	20:K950KN	21:K1150KN	22:K1350KN	23:K1550KN	24:G550KN	25:G750KN	26:G950KN	27:G1150KN
28:G1350KN	29:G1550KN	30:K550KS	31:K750KS	32:K950KS	33:K550M	34:K750M	35:K950M	36:G550M
37:G750M	38:G950M							

Şekil 3.10: Uludağ dağ kütesinde örneklerin alındığı noktalar.



Şekil 3.11: Örnek ağaçların göğüs çaplarının ölçülmesi (1) ve yaş ölçümü için artım burgusu alınması (2).

Örnek ağaçlardan 1,30 m yüksekliğinde, batı yönünde 1,5 cm çaplı silindir halinde odun örnekleri şarjlı matkap panç uçlarıyla alınmış ve tornavida yardımıyla ağaçtan çıkarılmıştır (Şekil 3.12 ve Şekil 3.13). Örnek alınan yerler aşı macunu ile kapatılmıştır (Biricik ve Akkemik, 2017).



Şekil 3.12: Ağaçlardan göğüs yüksekliğinde odun örneklerinin alınması (Biricik ve Akkemik, 2017).



Şekil 3.13: Odun örneklerinin ağaçtan çıkarılması (1, 2, 3) ve yerlerinin aşı macunu ile kapatılması (4) (Biricik ve Akkemik, 2017).

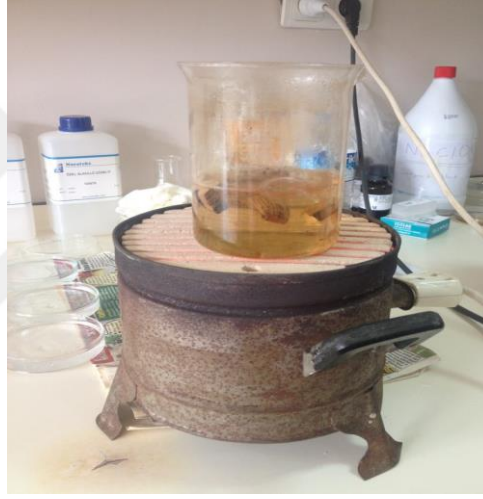
Uludağ dağ kütesinden toplanan örnekler kilitli poşetlere konmuş ve etiketlenmiştir (Şekil 3.14). Arazi defterine örnek numarası, örneğin kodu, meşcere tipi, kapalılık, koordinatlar, yükselti, ağacın çapı, yaşı ve toprak durumu yazılmıştır. Örnek kodlaması sırasıyla bakı, yükselti, ağaç türü ve örnek tekrar numarası olarak yapılmıştır. Örneğin K550Kn1 kodu kuzey bakıda 550 m yükseltiden alınan kayın örneğinin birincisidir.



Şekil 3.14: Örneklerin etiketlenmesi, arazi defterine kaydedilmesi (1) ve kurutulması (2).

3.3.3. Laboratuvarda Preparatların Hazırlanması ve Maserasyon Yöntemi

Uludağ dağ kütlesinden toplanan 114 adet odun örneği, laboratuvarda 1,5x1,5x1,5 cm boyutlarında küpler haline getirilmiştir. Elde edilen küpler, üzerine örnek ağaçları belirten kodlar yazıldıktan sonra damıtılmış su bulunan bir beher içerisinde kaynatılmıştır (Şekil 3.15). Böylece odunun yumuşaması ve odun dokusu içerisindeki havanın dışarıya çıkartılması sağlanmıştır. Beher içerisine soğuk damıtık su eklenerek küplerin dibe çöktüğü görüldükten sonra kaynatma işlemine son verilmiştir. Örnekler, kesit alınıncaya kadar eşit ölçüdeki % 96'lık etil alkol, gliserin ve saf su karışımında bekletilmiştir. Karışıma, odun örneklerini mantarlara karşı korumak için % 0,5'lik fenol eklenmiştir.



Şekil 3.15: Odun örneklerindeki havanın çıkarılması için suda kaynatılması.

Odun örneklerinden kesit almada amaç olabildiğince ince kesitler almak gibi görülse de, ince kesitler bazı detayları çok iyi gösterirken ve çok net fotoğraflar verirken; kalın kesitler hücre çeperi ve perforasyon tablası gibi bazı özellikleri daha iyi gösterirler. Genelde pek çok amaç için 30 mikron kalınlığında alınan kesitler uygundur (Carlquist, 1988). Bu nedenle odun örneklerinden Leica kızaklı mikrotomu ile 30 mikron kalınlığında enine (transversal), radyal (boyuna ışınsal) ve teğet (tanjansiyal) yönde kesitler alınarak içerisinde saf su bulunan petri kaplarına konulmuştur (Şekil 3.16).



Şekil 3.16: Mikrotom bıçağı ile odun kesitlerinin alınması (1-3) ve petri kaplarına konması (4). Mikrotom ile üç yönde alınan odun kesitleri, mikroskopta daha net görülebilmesi için bir dizi kimyasal işlemden (Şekil 3.17) geçirilmiştir. Kesitlerin aklaştırılması ve saydamlaştırılması için % 20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 15-20 dakika bekletilmiştir. Ardından kesitler, saf suda yıkanmış ve nötrleşmeleri için % 5'lik asetik asit çözeltisinde 5 dakika bekletilmiştir. Bu işlem sonrasında saf suda yıkanarak boyanmaya hazır hale getirilmiştir. Seyreltilmiş safranin ile boyanan kesitler saf suya atılmış ve fazla boyadan arındırmak için % 50 etil alkolde 5 dakika bekletilerek saf su dolu petri kaplarına konmuştur (Gartner ve Schweingruber, 2013).



Şekil 3.17: Odun kesitlerinin kimyasal işlemleri.

Hazırlanan kesitlerden en iyi olanları seçilerek bir lam üzerinde sırasıyla enine, radyal ve teğet olmak üzere eritilmiş renksiz gliserin-jelatin içerisinde sıralanarak üzerleri lamelle kapatılmıştır. Preparatlar 3 tekrarlı olarak hazırlanmıştır. Üzerlerine örneklerin kodu ve tarihler yazılmıştır. Hazırlanan 3 tekrarlı preparat örnekleri Şekil 3.18’de verilmiştir.



Şekil 3.18: Hazırlanan enine, radyal, teğet yönde odun kesiti preparatları.

Karşılaştırma amacıyla, trahe ve traheid boylarının ölçümünde en kesin nicel verilere ulaşabilmek için maserasyon temel şarttır (Carlquist, 1988).

Bir dokuyu bireysel olarak hücrelerine ayırabilmek için farklı çözeltiler kullanılmaktadır. Bu çözeltiler orta lameli çözer ya da zayıflatırlar, böylece hücreler kolaylıkla birbirinden ayrılır. Schultze, bu amaçla kuvvetli nitrik asit ve potasyum klorat kullanmıştır. Bu çalışmada da odun elemanlarının boylarını ölçebilmek için liflerin serbest hale getirilmesinde kullanılan Schultze maserasyon metodu uygulanmıştır. Bu yöntemle göre, her bir odun örneğinden kibrit çöpü kalınlığında parçalar kesilmiş ve ayrı ayrı cam deney tüplerine konmuştur. Tüpler içerisine odun örneklerini örtecek kadar nitrik asit (HNO_3) ve birkaç kristal potasyum klorat (KClO_3) eklenmiştir. Kabarcıklar oluşana kadar, tüpler yavaşça ısıtılmıştır ve materyal beyazlaşana kadar reaksiyon sürdürülmüştür. Bunun için 4-5 dakika yeterlidir. İşlem bitince tüp içindeki materyal, saf su içerisinde yıkanmış ve elemanlar serbest hale gelene dek şişe içerisinde çalkalanmıştır. Safranin ile boyanan lifler, lam ve lamel arasında gliserin-jelatin ile sabitlenerek preparatlar hazırlanmıştır (Chamberlain, 1932).

3.3.4. Ölçme ve Değerlendirme Yöntemi

Ölçüm ve sayımlar, hazırlanan preparatlardan mikroskopta çekilen enine, teğet ve radyal kesit fotoğrafları üzerinden yapılmıştır. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı, Yıllık Halka Araştırmaları ve Odun Anatomisi Laboratuvarı’nda Leica ışık

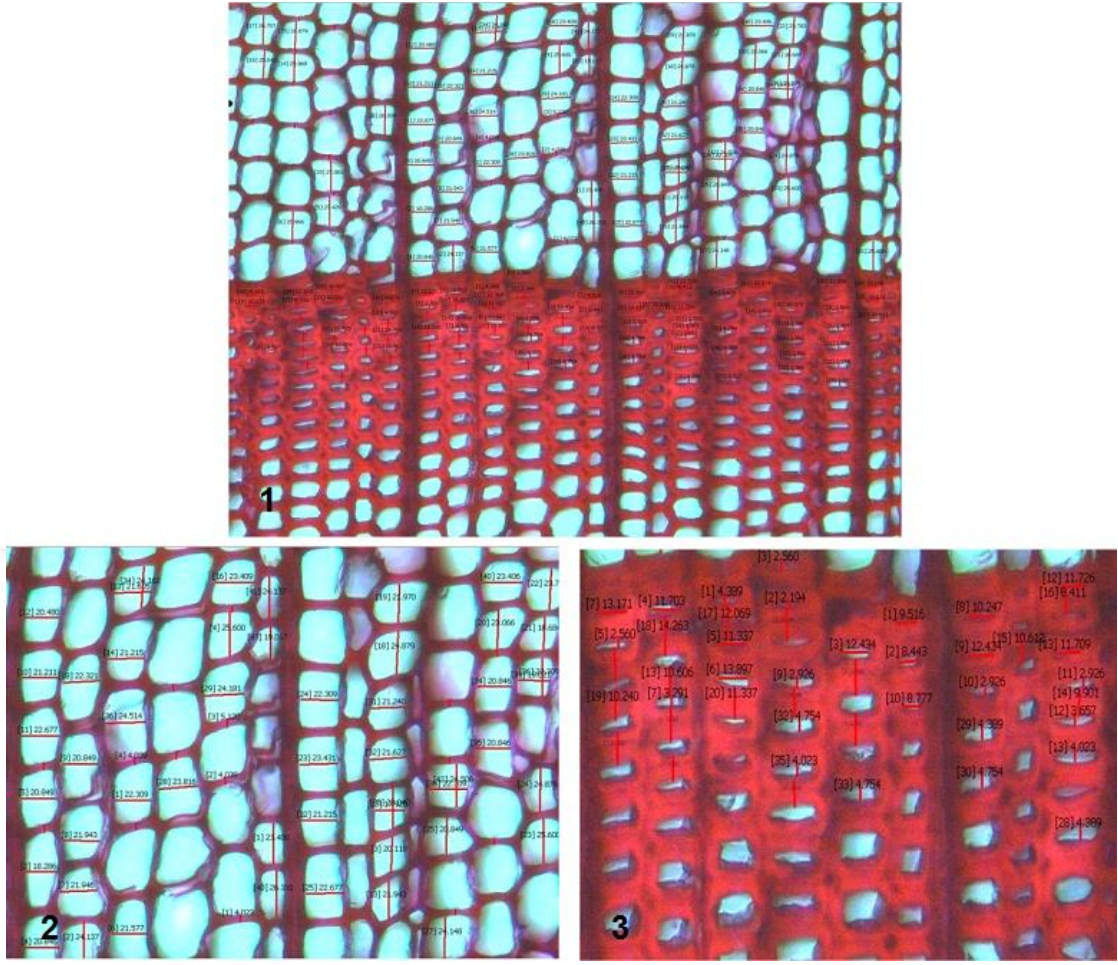
mikroskobunda çekilen fotoğraflardan ölçüm ve sayımlar, Leica Applications bilgisayar programında yapılmıştır (Şekil 3.19).



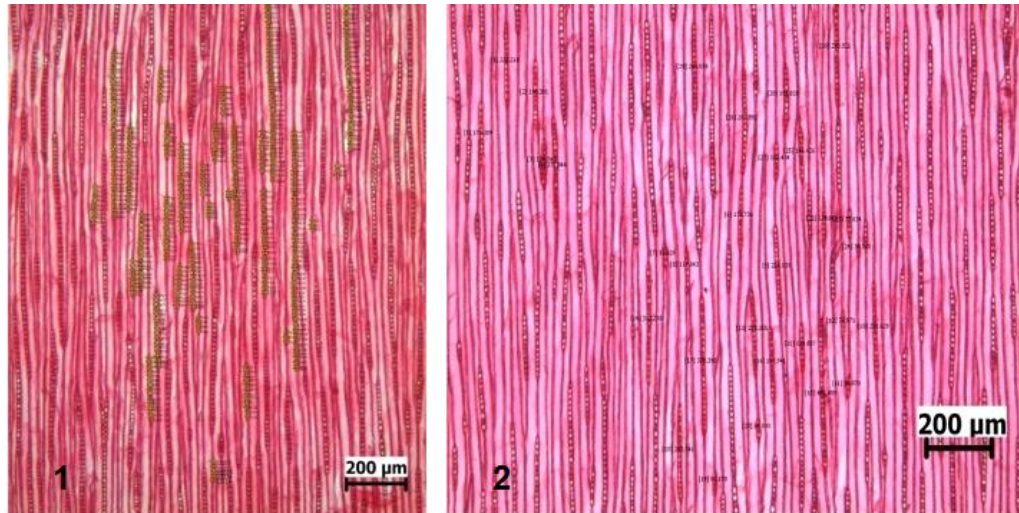
Şekil 3.19: Odun kesitlerinden mikroskopta fotoğraf çekilmesi.

Hazırlanan mikroskop preparatları üzerinde tezin amacına uygun olarak iğne yapraklı olan çam ve göknar örnekleri için traheid radyal çapı, traheid teğet çapı, traheid çift çeper kalınlığı, 1 mm²'deki traheid sayısı, özışını yüksekliği, özışını genişliği, 1 mm'deki özışını sayısı belirlenmiştir. Traheid ölçümleri ilkbahar ve yaz odununda ayrı ayrı yapılmıştır. Maserasyon ile serbest hale getirilen odun elemanlarında traheid hücre boyları ölçülmüştür.

İğne yapraklı ağaç türlerinin odun kesitlerinden çekilen fotoğraflardan Leica Applications programı ile yapılan ölçümlere ait örnekler Şekil 3.20 ve Şekil 3.21'de verilmiştir.



Şekil 3.20: *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* türü ilkbahar (2) ve yaz (3) odunu enine kesitlerinde traheid teğet ve radyal lümen çapı ve çift çeper kalınlığı ölçümü (1).



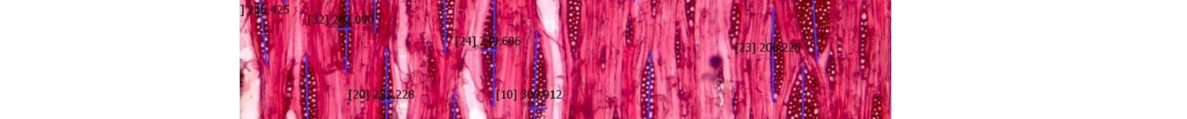
Şekil 3.21: *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* türü odunu teğet kesitinde özışını yüksekliği (hücre sayısı) belirlenmesi (1) ve özışını yüksekliği-genişliği (2) ölçümü.

Geniş yapraklı olan kayın, meşe ve kestane örnekleri için trahe radyal çapı, trahe teğet çapı, trahe çeper kalınlığı, 1 mm²'deki trahe sayısı, özışını yüksekliği, özışını genişliği ve 1 mm'deki özışını sayısı belirlenmiştir. Halkalı traheli olan kestane ve meşe örneklerinde trahe ölçüm ve sayımları ilkbahar ve yaz odunu için ayrı ayrı yapılmıştır. Dağınık traheli olan kayın örneklerinde ise 1 yıllık halka içerisinde trahe ölçüm ve sayımları yapılmıştır. Maserasyon ile serbest hale getirilen odun elemanlarında ilkbahar odunu trahe hücre boyu, yaz odunu trahe hücre boyu, lif boyu, lif lümen genişliği ve lif genişliği ölçülmüştür.

Geniş yapraklı ağaç türleri odun kesitlerinden çekilen fotoğraflardan Leica Applications programı ile yapılan ölçümlere ait örnekler, dağınık traheli odun yapısına sahip olan *Fagus orientalis* türü için Şekil 3.22 ve 3.23'de; halkalı traheli odun yapısına sahip olan *Quercus petraea*, *Quercus cerris* ve *Castanea sativa* için Şekil 3.24 - Şekil 3.31'de verilmiştir. Lif boyu, lif genişliği, lif lümen genişliği, ilkbahar ve yaz trahe hücreleri boy ölçümü gibi masere edilmiş odun dokusundan yapılan ölçüm örnekleri ise Şekil 3.32'de verilmiştir.

Traheid ve trahe elemanlarının ölçüm ve sayımları odun enine kesitlerinde, özışını hücrelerinin ölçüm ve sayımları odun teğet kesitlerinde gerçekleştirilmiştir. Odun elemanlarının boy ölçümleri ise masere edilmiş odun dokusu çözeltilerinde yapılmıştır.

Odunun ve odundaki hücrelerin fizyolojik fonksiyonu birkaç ekstrem hücrenin dışında işlevsel olan hücreler tarafından belirlendiği için ölçümlerde, her nicel özelliğin ortalama değerlerinin kullanılması en uygun yoldur (Carlquist, 1988). Her bir özellik için, Carlquist (1988)'e göre rastgele seçilmiş 25 ölçümün; IAWA Committee (2004)'e göre en az 25 ölçümün ortalama, standart sapma ve değer aralığı hesaplanmalıdır. Bu çalışmada n=30 olarak kabul edilmiştir. 1 mm²'deki trahe sayıları belirlenirken IAWA Committee (1989)'e göre en az 5, tercihen 10 alanda sayım yapılmalıdır, bu nedenle trahe sayımlarında n=10 olarak alınmıştır. Ölçüm ve sayımların ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri hesaplanmıştır.





Şekil 3.24: Halkalı traheli *Quercus petraea* türünün ilkbahar odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.



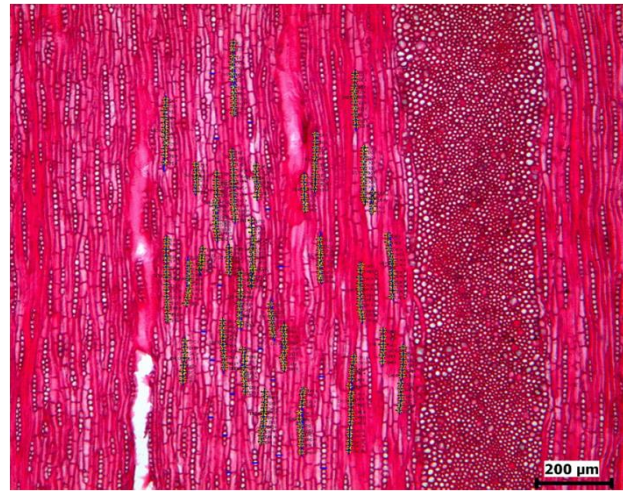
Şekil 3.25: Halkalı traheli *Quercus petraea* türünün yaz odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.



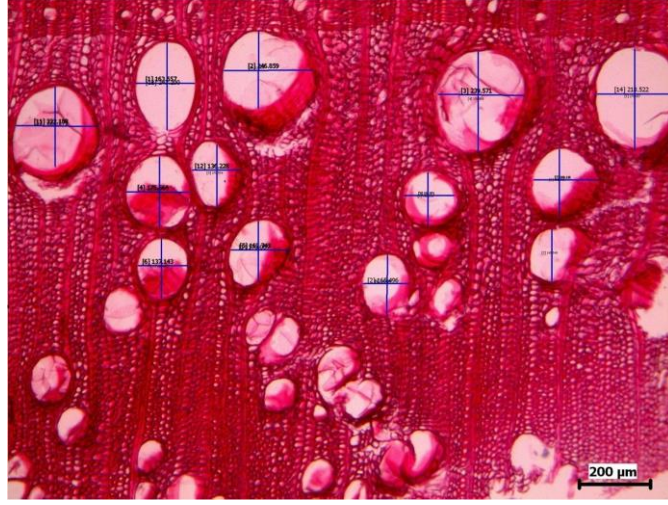
Şekil 3.26: Halkalı traheli *Quercus cerris* türünün ilkbahar odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.



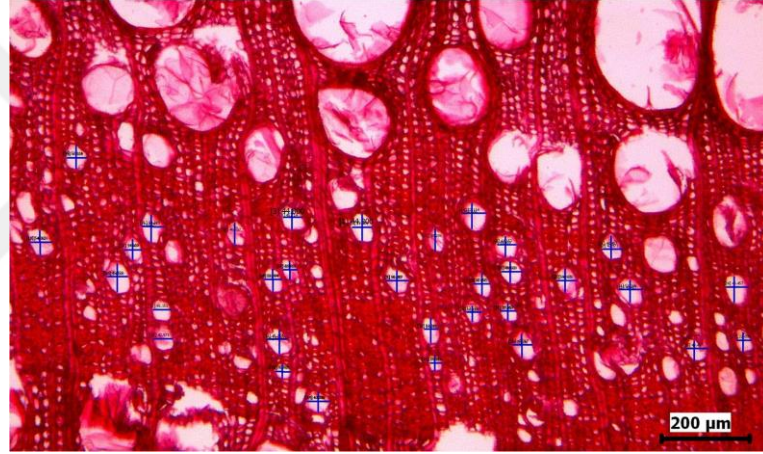
Şekil 3.27: Halkalı traheli *Quercus cerris* türünün yaz odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.



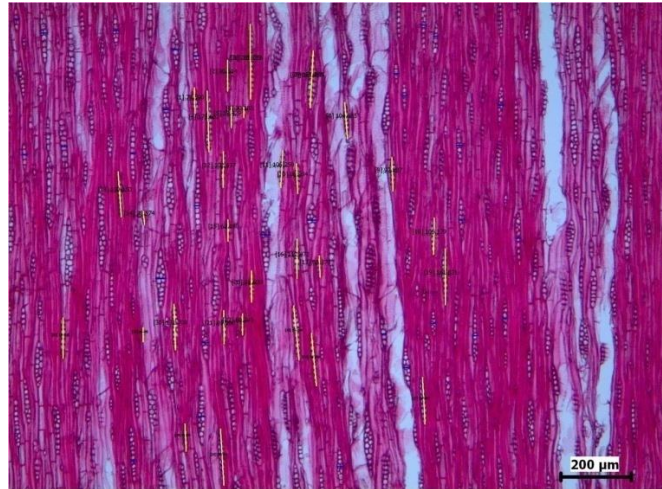
Şekil 3.28: *Quercus cerris* türü odunu teğet kesitinde özışını yüksekliğinin (hücre sayısı) belirlenmesi.



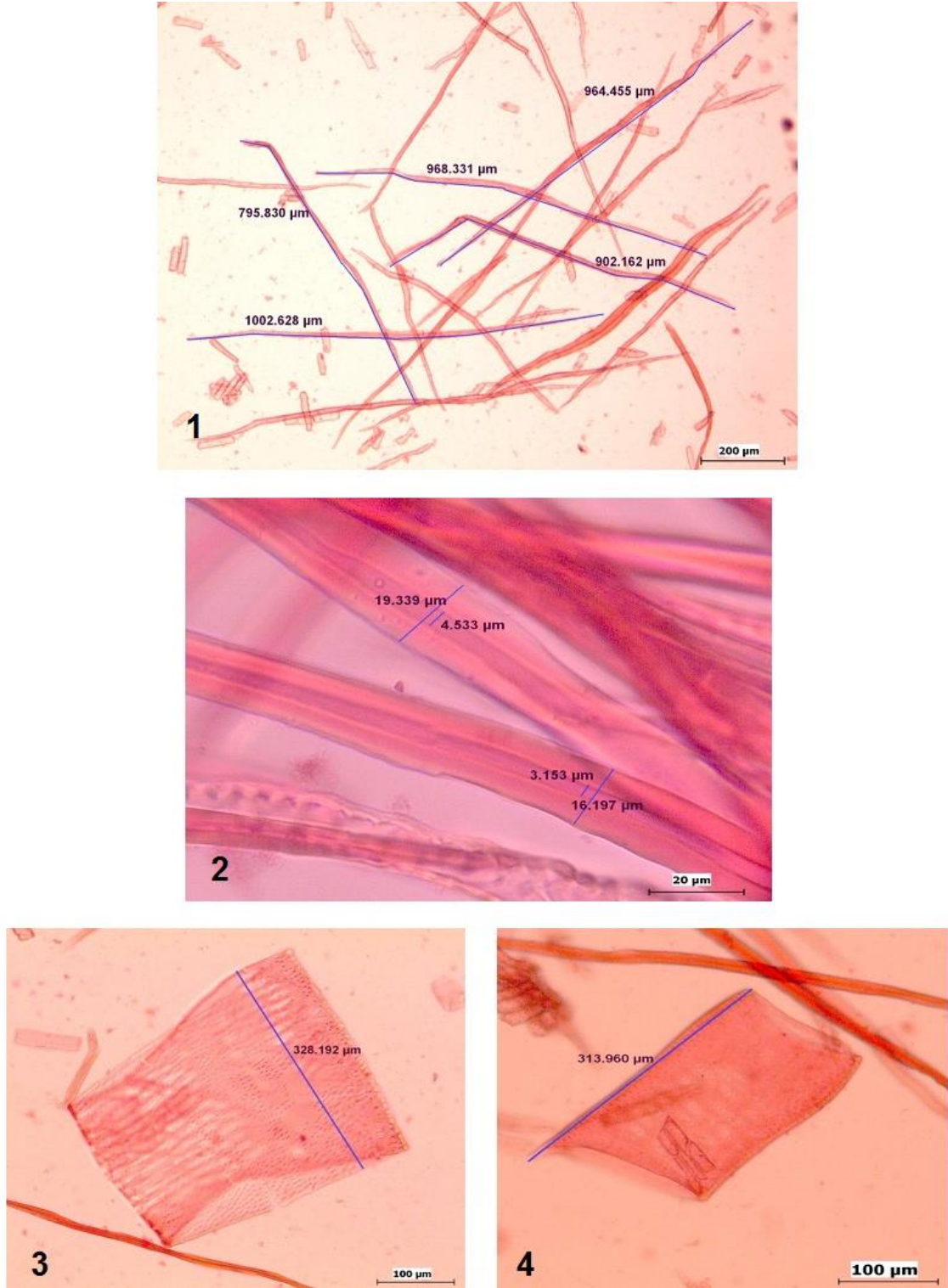
Şekil 3.29: Halkalı traheli *Castanea sativa* türünün ilkbahar odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.



Şekil 3.30: Halkalı traheli *Castanea sativa* türünün yaz odunu enine kesitinde trahe teğet ve radyal lümen çaplarının ölçümü.



Şekil 3.31: *Castanea sativa* türü odunu teğet kesitinde özışını yüksekliği ve genişliği ölçümü.



Şekil 3.32: Masere edilmiş odun dokusundan yapılan lif boyu (1), lif genişliği ve lif lümen genişliği (2), ilkbahar trahe hücresi boyu (3), yaz trahe hücresi boyu (4) ölçümleri.

İğne yapraklı türler için ortalama özışını yüksekliği (hücre sayısı) 4 hücreden az ise, çok kısa, 5-15 hücre ise orta, 16-30 hücre ise yüksek, 30 hücreden fazla ise çok yüksek olarak nitelendirilmiştir. Özışını hücre genişliği 1 ise uniseri (tek sıralı), 2 ise biseri (çift sıralı), 2’den çok ise multiseri (çok sıralı) denilmiştir. Ortalama traheid uzunluğu 3000 mikrondan azsa kısa, 3000-5000 mikron ise orta, 5000 mikron üzeri ise uzun traheid olarak sınıflanmıştır. Traheid çeper kalınlıkları genel standarda göre çift çeper kalınlığı olarak radyal yönde, traheid çapları ise lümen çapı olarak teğet ve radyal yönde ölçülmüştür. Yaz odunu traheidlerinde çift çeper kalınlığı, radyal lümen çapından az ise ince çeperli; çok ise kalın çeperli traheid olarak sınıflandırılmıştır (IAWA Committee, 2004).

Geniş yapraklı türler için trahe lümen çapları, açıklığın en geniş yerinden radyal ve teğet yönlerde ölçülmüştür. Trahe hücre boyları 350 mikrondan büyük olanlar, 350-800 mikron olanlar ve 800 mikrondan büyük olanlar olarak sınıflandırılmıştır. 1 mm’deki özışını sayısı 4’den az olanlar, 4-12 adet olanlar ve 12’den çok olanlar olarak sınıflandırılmıştır (IAWA Committee, 1986).

İğne yapraklı ağaç türleri için odun örneklerinden yapılan ölçüm ve sayımların toplam adedi 17.340, geniş yapraklı ağaç türleri için odun örneklerinden yapılan ölçüm ve sayımların toplam adedi ise 23.130 olup bu tez çalışması kapsamında toplam 40.470 adet ölçüm ve sayım yapılmıştır (Tablo 3.6 ve Tablo 3.7).

Tablo 3.6: İğne yapraklı ağaç türleri odunlarından yapılan ölçüm ve sayım miktarı.

Anatomik Özellikler	Ağaç Türlerine Göre Yapılan Ölçüm ve Sayım Miktarı (Adet)		
	Çam	Gökmar	Toplam
Traheid Teğet Lümen Çapı	2.160	900	3.060
Traheid Radyal Lümen Çapı	2.160	900	3.060
Traheid Çift Çeper Kalınlığı	2.160	900	3.060
1 mm ² ’deki traheid sayısı	360	150	510
Özışını Yüksekliği	1.080	450	1.530
Özışını Genişliği	1.080	450	1.530
Özışını Yüksekliği (hücre sayısı)	1.080	450	1.530
1 mm’deki Özışını Sayısı	1.080	450	1.530
Traheid Boyu	1.080	450	1.530
Toplam	12.240	5.100	17.340

Tablo 3.7: Geniş yapraklı ağaç türleri odunlarından yapılan ölçüm ve sayım miktarı.

Anatomik Özellikler	Ağaç Türlerine Göre Yapılan Ölçüm Miktarı (Adet)			
	Kayın	Meşe	Kestane	Toplam
Trahe Teğet Lümen Çapı	1.080	1.080	540	2.700
Trahe Radyal Lümen Çapı	1.080	1.080	540	2.700
Trahe Çeper Kalınlığı	360	360	180	900
1 mm ² 'deki Trahe Sayısı	360	360	180	900
Özışımı Yüksekliği	1.080	540	270	1.890
Özışımı Genişliği	1.080	540	270	1.890
Özışımı Yüksekliği (hücre sayısı)	1.080	540	270	1.890
1 mm'deki Özışımı Sayısı	1.080	540	270	1.890
Trahe Hücre Boyu	1.080	1.080	540	2.700
Lif uzunluğu	1.080	540	270	1.890
Lif Lümen Genişliği	1.080	540	270	1.890
Lif Genişliği	1.080	540	270	1.890
Toplam	11.520	7.740	3.870	23.130

Trahe çapları, trahe sayıları ve trahe hücre uzunluklarının ekolojik faktörlerle yakın korelasyon göstermesi nedeniyle Carlquist (1977) tarafından iki oran geliştirilmiştir. Bunlar 'vulnerabilite' ve 'mezomorfi' oranıdır (Carlquist, 1988).

$$Vulnerabilite = \frac{\text{Trahe Teğet Çapı}}{\text{mm}^2\text{'deki Trahe Sayısı}} \quad (3.1)$$

$$Mezomorfi = \frac{\text{Trahe Teğet Çapı}}{\text{mm}^2\text{'deki Trahe Sayısı}} \times \text{Trahe Hücre uzunluğu} \quad (3.2)$$

Ekolojik odun anatomisi çalışmalarında, trahe özellikleri ile hesaplanan vulnerabilite ve mezomorfi değerleri tür, cins, familya düzeyinde veya bir bölge florasının tümü için kullanılmaktadır.

Vulnerabilite değeri, su iletiminde alınan emniyetin kapasitesini göstermektedir. Bu oranın az olması; düşük su basıncı nedeniyle trahelerin birim alanda fazla sayıda olduğunu, trahe çaplarının daraldığını ve daha büyük bir su iletim emniyeti olduğunu göstermektedir. Bu değerin 1'den küçük olması kseromorf (kurakçıl) karakterliliği, 1-2,5 arasında olması mezomorf karakterliliği ve orta derecede sucul bitki olduğunu göstermektedir (Carlquist 1977, 1988).

Vulnerabilite ile trahe hücre uzunluğunun çarpılmasıyla bulunan mezomorfi değeri arttıkça nemcil ekolojik koşulları, azaldıkça kurakçıl ekolojik koşulları temsil etmektedir. Çünkü trahe hücre boylarının kısa olması iletimde yüksek emniyeti ifade etmektedir. Trahe uzunluğu boyunca en dirençli yerler, trahe hücrelerinin uçlarındaki geçitsiz yapıdaki çeperlerdir, bu nedenle kısa trahe hücrelerinden oluşan traheler çökme ve bozunmalara daha dayanıklıdır. Carlquist (1977) tarafından mezomorfi oranında sınır değeri 75 olarak kabul edilmiştir.

Bu formüllerle beraber Yaman (2008) tarafından geliştirilen ‘kseromorfi oranı’ da hesaplanmış ve karşılaştırmalarda kullanılmıştır. Koşullar kuraklaştıkça kseromorfi değerleri artış gösterir.

$$Kseromorfi = 2x \frac{\sqrt{(a^2+b^2)/2}}{axb} xf \quad (3.3)$$

(a: trahe teğet çapı/2, b: traheradyal çapı/2, f: mm²'deki trahe sayısı)

Uludağ dağ kütlesinde farklı yükselti ve bakılardan toplanan 114 odun örneğinin anatomik özelliklerinde, yükselti ve bakının etkisi olup olmadığını bulmak amacıyla hiyerarşik kümeleme (cluster) analizi uygulanmıştır. Dünya literatüründe bu tür çok değişkenli ve veri matrisli botanik çalışmalarında (Bosio ve diğ., 2010; Jono ve diğ., 2013) kümeleme analizi kullanılmaktadır.

Kümeleme analizi, temel amacı objeleri sahip oldukları özelliklere göre gruplara ayırmak olan bir grup çok değişkenli istatistiksel teknik olarak tanımlanmaktadır. Kümeleme analizi, seçilen özellikler açısından birbirlerine diğerlerinden daha çok benzeyen bireyleri ya da objeleri bir kümede toplar. Böylece küme içi homojenlikler, kümeler arası ise heterojenlikler maksimum kılınır. Geometrik gösterimde küme içinde yer alan nesneler birbirine yakın iken, farklı kümelerde yer alan nesneler birbirinden uzak olacaktırlar. Analizin genel amacı, belirli özelliklerine göre birimlerin benzerliklerini ortaya koymak ve bu benzerlikleri esas alarak birimleri doğru kategorilere sınıflandırmaktır (Hair ve diğ., 2006'a atfen Çokluk ve diğ., 2016).

Kümeleme analizinin kullanım amaçları;

- ❖ n sayıda bireyi p değişkene ilişkin özelliklerine göre, kendi içinde olabildiğince homojen ve kendi aralarında da heterojen alt kümelere ayırmak,
- ❖ p sayıda değişkeni, n sayıda bireyde saptanan değerlere göre ortak özellikleri açıkladığı varsayılan alt kümelere ayırmak ve ortak faktör yapıları ortaya koymak,

- ❖ Hem bireyleri, hem de değişkenleri birlikte ele alarak n bireyi p değişkene göre ortak özellikli alt kümelere ayırmak,
- ❖ p değişkene göre saptanan değerler bakımından bireylerin biyolojik ve taksonomik sınıflamasını ortaya koymaktır (Özdamar, 2004'e atfen Çokluk ve diğ., 2016).

Kümeleme yöntemleri, hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan yöntemler olarak iki temel algoritma altında toplanır. Hiyerarşik kümeleme yöntemleri, özellikle küçük örneklemeler (tipik olarak $n < 250$) için uygundur (Hair ve diğ., 2006'a atfen Çokluk ve diğ., 2016).

Hiyerarşik küme analizi ile çeşitli mesafe ölçekleri üzerinde bir küme ağacı yaratılır ve verilerdeki gruplaşma incelenir. Dendrogram denen bu ağaç, çok seviyeli bir hiyerarşidir ve bir seviyedeki kümeler birleşerek bir üst seviyedeki kümelere katılırlar.

Bu çalışmada hiyerarşik küme analizi, MATLAB programında kod yazarak hesaplanmıştır. Bir veri seti üzerinde MATLAB İstatistik Toolbox fonksiyonlarını kullanarak hiyerarşik küme analizi oluşturmak için aşağıdaki sıra izlenmektedir (MATLAB 6.5.1, 2006'e atfen Köse, 2007).

- ❖ Veri setindeki her bir obje çifti arasındaki benzerlik ve farklılıkları bulmak: 'pdist' fonksiyonu ile objeler arasındaki mesafe hesaplanır. Fonksiyon, bu mesafe bilgilerini bir Y vektörüne dönüştürür ve Y vektörünün her elemanı, obje çiftleri arasındaki mesafeyi vermektedir.
- ❖ Objeler arasındaki bağların tanımlanması: 'linkage' fonksiyonu, 'pdist' fonksiyonunun ürettiği mesafe bilgisini alarak iki objeden oluşmuş birbirine en yakın obje çiftlerini bağlar. Yeni oluşan objeleri diğer objelerle bağlayarak daha büyük kümeler oluşturur. Bu işlem veri setindeki tüm objeler hiyerarşik ağaçta birbiriyle bağlanana dek devam eder. Fonksiyon, m obje sayısı olmak üzere, $m-1 \times 3$ boyutunda bir Z matrisi oluşturur. Bu matrisin her bir satırı bir bağ tanımlar. İlk iki sütunda birbiriyle ilişkili obje (küme) çiftleri, üçüncü sütunda ise bunlar arasındaki mesafe yer almaktadır.
- ❖ Küme ağacının (dendrogram) çizimi: 'linkage' fonksiyonu tarafından yaratılan dendrogram, hiyerarşik küme bilgilerini grafik olarak çizmektedir. Dendrogram, objeleri bir hiyerarşik ağaçta çok sayıda U şeklinde çizgiyle birbirine bağlar ve her bir U 'nun yüksekliği, bağlı olan iki obje arasındaki mesafeyi temsil etmektedir.

Hiyerarşik küme analizi, her ağaç türü için ayrı ayrı yapılmıştır. Veri matrisi, satırlarda odun anatomik özellikleri ile sütunlarda farklı bakı ve yükseltiye göre örnek ağaçlar yer alacak şekilde düzenlenmiştir.

Küme analizinde elde edilen grupların değerlendirilmesinde her bir grup ve alt grup için, her bir odun özelliğinin ortalama ve standart sapması hesaplanmış ve grafiklendirilmiştir.

Çalışmada kümeleme analizine ek olarak k-means testi de yapılmış olup, kümeleme analizi ile birebir aynı sonuçlar bulunmuştur.



4. BULGULAR

Uludağ dağ kütlesinin kuzey ve güney bakısındaki farklı yükseltelerde 6 ağaç türünden toplanan toplam 114 adet odun örneğinin anatomik özelliklerine ilişkin sonuçlar her tür için ayrı ayrı verilmiştir.

4.1. ULUDAĞ GÖKNARI TÜRÜNE AİT BULGULAR

Bu türe ait traheid özelliklerinden ilkbahar ve yaz odunlarındaki traheidlerin lümen teğet ve radyal çaplarına ilişkin bulgular Tablo 4.1’de, traheidlerin çift çeper kalınlıkları, 1 mm²’deki sayıları ve boyları ise Tablo 4.2’de verilmiştir. Türe ait özışını özelliklerinden özışını yükseklik ve genişlikleri, 1 mm’deki özışını sayılarına ilişkin bulgular Tablo 4.3’de verilmiştir.

Uludağ dağ kütlesinde her yükseltiden alınan 3 tekrarlı örneklerin traheid ve özışını özelliklerine ilişkin bulguların ortalama değerleri Tablo 4.4, Tablo 4.5 ve Tablo 4.6’da verilmiştir.

Türün anatomik yapısını gösteren odun enine, radyal ve teğet kesitlerinin mikroskopta çekilmiş fotoğrafları Şekil 4.1’de görsel olarak verilmiştir.

Tablo 4.1: Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) odunu traheid lümen çapları.

Örnek Kodu	İlkbahar Traheid Teğet Çapı (µm)	Yaz Traheid Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Traheid Radyal Çapı (µm)	Yaz Traheid Radyal Çapı (µm)
K1150G1	19,25 (±2,38)	6,72 (±1,72)	21,87 (±2,09)	1,86 (±0,45)
K1150G2	19,23 (±2,40)	7,32 (±1,73)	21,20 (±2,42)	1,52 (±0,54)
K1150G3	18,40 (±2,61)	6,80 (±1,76)	22,48 (±2,35)	1,56 (±0,56)
K1350G1	21,10 (±1,37)	10,04 (±1,56)	23,21 (±2,11)	3,10 (±0,58)
K1350G2	21,70 (±1,53)	11,10 (±1,35)	24,07 (±2,25)	3,38 (±0,87)
K1350G3	21,80 (±1,95)	10,88 (±1,30)	24,58 (±1,29)	3,34 (±0,73)
K1550G1	22,35 (±1,98)	12,12 (±1,84)	26,15 (±2,56)	3,41 (±0,65)
K1550G2	23,85 (±2,06)	13,83 (±1,68)	26,86 (±3,15)	4,53 (±0,91)
K1550G3	24,94 (±3,66)	13,90 (±1,48)	26,82 (±2,80)	5,07 (±1,12)
K1750G1	26,30 (±1,34)	14,23 (±0,88)	26,04 (±1,84)	5,33 (±0,53)
K1750G2	26,37 (±2,21)	14,29 (±1,35)	27,61 (±2,31)	5,52 (±0,68)
K1750G3	28,26 (±3,11)	14,92 (±1,17)	28,59 (±1,88)	5,38 (±0,62)
K1950G1	30,64 (±1,93)	16,21 (±1,47)	30,62 (±2,89)	5,08 (±0,90)
K1950G2	31,04 (±2,94)	16,65 (±2,59)	31,89 (±2,68)	6,03 (±1,05)
K1950G3	29,64 (±1,63)	16,71 (±1,26)	30,78 (±3,21)	5,36 (±0,93)

Tablo 4.2: Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) odunu traheid çeper kalınlıkları, mm²'deki sayıları ve boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Traheid Çift Çeper Kalınlığı (µm)	Yaz Traheid Çift Çeper Kalınlığı (µm)	1 mm ² 'deki Traheid Sayısı (adet)	Traheid Boyu (µm)
K1150G1	3,56 (±0,40)	11,61 (±1,50)	1071,00 (±47,24)	2762,12 (±948,32)
K1150G2	4,19 (±0,45)	11,79 (±2,15)	1080,90 (±59,16)	2924,85 (±861,30)
K1150G3	3,73 (±0,54)	11,00 (±1,53)	1147,50 (±97,42)	2846,86 (±689,58)
K1350G1	3,34 (±0,52)	9,52 (±0,95)	1032,30 (±57,87)	3288,04 (±916,56)
K1350G2	3,99 (±0,51)	10,54 (±1,33)	1005,30 (±79,04)	3120,84 (±883,67)
K1350G3	3,17 (±0,60)	9,95 (±1,08)	1024,20 (±86,72)	3283,26 (±885,98)
K1550G1	3,09 (±0,46)	9,36 (±1,41)	1021,50 (±87,18)	3142,37 (±856,85)
K1550G2	2,67 (±0,59)	10,54 (±1,05)	990,00 (±65,73)	3419,63 (±925,14)
K1550G3	2,79 (±0,32)	9,25 (±1,32)	990,00 (±83,68)	3433,99 (±822,82)
K1750G1	2,98 (±0,41)	9,07 (±0,94)	948,60 (±43,31)	3571,70 (±1116,98)
K1750G2	2,95 (±0,35)	10,10 (±0,95)	945,90 (±70,29)	3232,20 (±692,10)
K1750G3	2,98 (±0,48)	9,90 (±0,96)	916,20 (±52,44)	3146,29 (±644,21)
K1950G1	2,83 (±0,37)	9,68 (±1,22)	921,60 (±72,89)	3644,63 (±709,44)
K1950G2	2,83 (±0,42)	8,62 (±1,52)	954,90 (±54,07)	3861,93 (±703,91)
K1950G3	2,91 (±0,40)	8,70 (±1,56)	929,70 (±65,73)	3649,16 (±633,26)

Tablo 4.3: Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
K1150G1	12,60 (±7,80)	181,55 (±95,53)	13,51 (±1,39)	8,33 (±1,71)
K1150G2	13,10 (±9,44)	203,47 (±129,90)	14,46 (±1,79)	7,60 (±1,71)
K1150G3	15,37 (±13,09)	249,96 (±168,39)	13,78 (±1,31)	9,47 (±1,61)
K1350G1	17,87 (±9,84)	215,87 (±123,76)	13,20 (±1,56)	6,20 (±1,03)
K1350G2	14,93 (±7,34)	211,56 (±93,78)	12,23 (±2,08)	6,33 (±1,12)
K1350G3	16,00 (±10,16)	205,56 (±130,10)	12,98 (±1,32)	7,37 (±1,38)
K1550G1	14,30 (±8,92)	216,25 (±97,93)	11,87 (±1,33)	11,70 (±1,49)
K1550G2	14,13 (±6,58)	226,50 (±78,94)	10,97 (±1,21)	8,63 (±1,00)
K1550G3	15,17 (±8,08)	206,67 (±89,64)	10,85 (±1,57)	9,03 (±1,40)
K1750G1	13,10 (±6,33)	246,94 (±104,72)	10,28 (±1,07)	8,57 (±1,41)
K1750G2	12,33 (±5,92)	201,97 (±75,55)	10,55 (±1,24)	8,53 (±1,14)
K1750G3	12,17 (±5,48)	201,40 (±108,99)	10,05 (±1,10)	7,47 (±1,17)
K1950G1	10,00 (±4,15)	210,88 (±53,66)	10,65 (±1,22)	8,20 (±1,69)
K1950G2	13,73 (±6,11)	218,67 (±85,21)	10,25 (±1,33)	9,07 (±1,62)
K1950G3	12,53 (±5,77)	232,10 (±107,97)	10,57 (±1,21)	8,47 (±1,22)

Tablo 4.4: Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) odunu ortalama traheid lümen çapları.

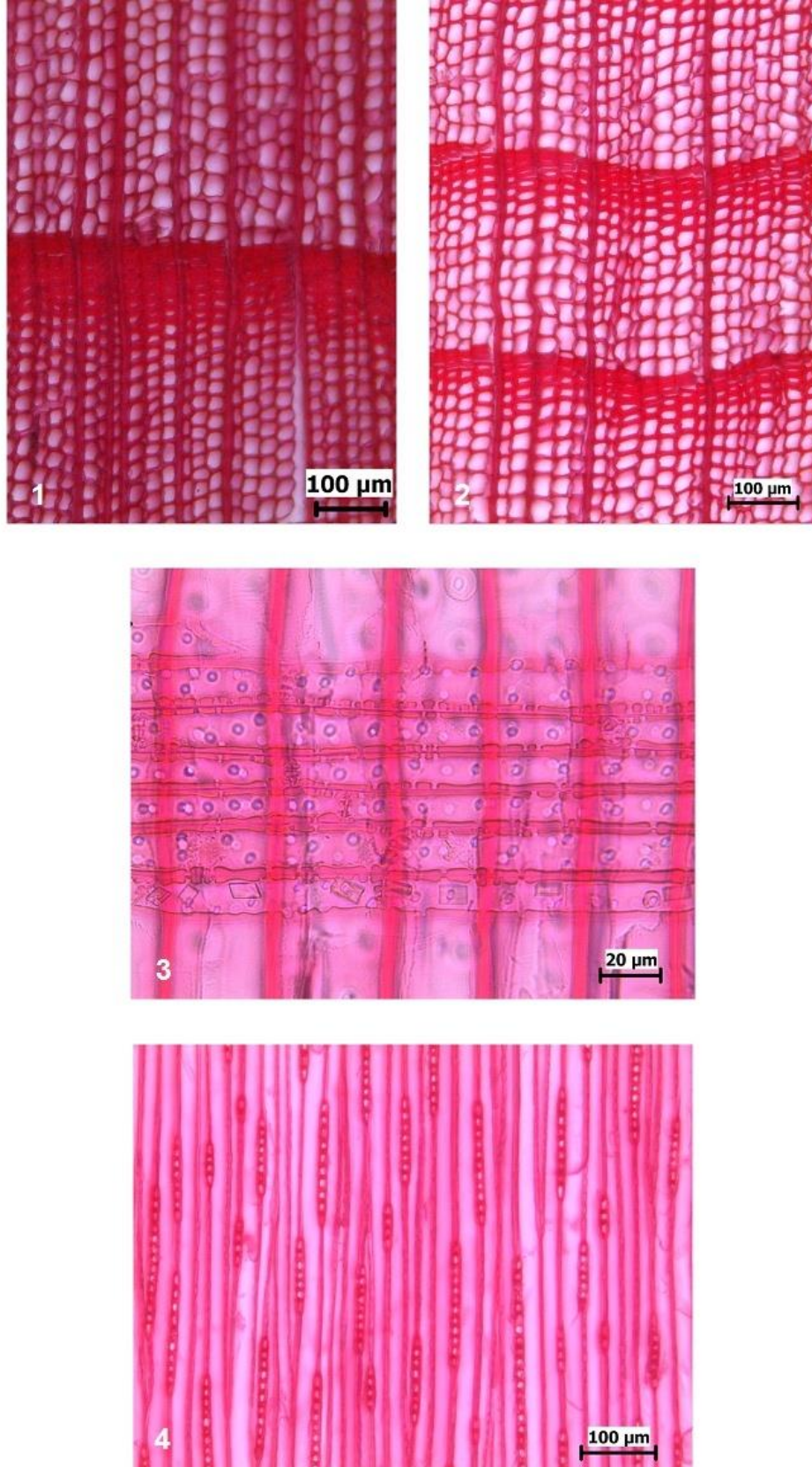
Örnek Kodu	İlkbahar Traheid Teğet Çapı (µm)	Yaz Traheid Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Traheid Radyal Çapı (µm)	Yaz Traheid Radyal Çapı (µm)
K1150G	18,96 (±2,51)	6,95 (±1,76)	21,85 (±2,36)	1,64 (±0,54)
K1350G	21,53 (±1,67)	10,67 (±1,49)	23,95 (±2,02)	3,27 (±0,75)
K1550G	23,71 (±2,90)	13,28 (±1,87)	26,61 (±2,88)	4,34 (±1,15)
K1750G	26,98 (±2,52)	14,48 (±1,20)	27,41 (±2,29)	5,41 (±0,62)
K1950G	30,44 (±2,33)	16,52 (±1,89)	31,10 (±3,01)	5,49 (±1,05)

Tablo 4.5: Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) odunu ortalama traheid çeper kalınlıkları, mm²'deki sayıları ve boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Traheid Çift Çeper Kalınlığı (µm)	Yaz Traheid Çift Çeper Kalınlığı (µm)	1 mm ² 'deki Traheid Sayısı (adet)	Traheid Boyu (µm)
K1150G	3,83 (±0,54)	11,47 (±1,81)	1099,80 (±76,93)	2844,61 (±833,17)
K1350G	3,50 (±0,65)	10,00 (±1,21)	1020,60 (±73,79)	3230,72 (±888,85)
K1550G	2,85 (±0,50)	9,72 (±1,40)	1000,50 (±78,11)	3332,00 (±870,02)
K1750G	2,97 (±0,42)	9,69 (±1,05)	936,90 (±56,49)	3316,73 (±855,54)
K1950G	2,86 (±0,40)	9,00 (±1,53)	935,40 (±64,07)	3718,57 (±683,02)

Tablo 4.6: Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) odunu ortalama özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
K1150G	13,69 (10,47)	211,66 (±138,36)	13,92 (±1,57)	8,47 (±1,70)
K1350G	16,27 (9,33)	211,00 (±116,97)	12,80 (±1,74)	6,63 (±1,28)
K1550G	14,53 (±7,98)	216,47 (±90,05)	11,23 (±1,46)	9,79 (±1,89)
K1750G	12,53 (±5,97)	216,77 (±100,42)	10,29 (±1,16)	8,19 (±1,33)
K1950G	12,09 (±5,66)	220,55 (±85,98)	10,49 (±1,27)	8,58 (±1,55)



Şekil 4.1: *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* odunu enine (1, 2), radyal (3) ve teğet (4) kesitleri.

4.2. KARAÇAM TÜRÜNE AİT BULGULAR

Bu türe ait traheid lümen teğet ve radyal çaplarına ilişkin bulgular Tablo 4.7 ve Tablo 4.8’de, traheidlerin çift çeper kalınlıkları, 1 mm²’deki sayıları ve boyları ise Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’da verilmiştir. Türe ait özışını özelliklerine ilişkin bulgular Tablo 4.11 ve Tablo 4.12’de verilmiştir. Uludağ’da her yükseltiden alınan 3 tekrarlı örneklerin traheid ve özışını özelliklerine ilişkin bulguların ortalama değerleri Tablo 4.13, Tablo 4.14 ve Tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.7: Kuzey bakı karaçam (*Pinus nigra*) odunu traheid lümen çapları.

Örnek Kodu	İlkbahar Traheid Teğet Çapı (µm)	Yaz Traheid Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Traheid Radyal Çapı (µm)	Yaz Traheid Radyal Çapı (µm)
K550ÇK1	20,53 (±1,49)	7,76 (±1,10)	20,75 (±1,74)	2,28 (±0,54)
K550ÇK2	19,39 (±1,92)	8,94 (±1,65)	21,47 (±1,76)	2,83 (±0,42)
K550ÇK3	19,94 (±1,39)	8,48 (±1,27)	20,64 (±1,82)	2,54 (±0,46)
K750ÇK1	21,24 (±2,17)	10,55 (±1,13)	22,57 (±1,55)	3,85 (±0,73)
K750ÇK2	21,27 (±1,81)	10,81 (±1,56)	22,80 (±2,23)	3,83 (±0,65)
K750ÇK3	20,40 (±2,11)	10,03 (±1,60)	22,14 (±1,52)	3,37 (±0,52)
K950ÇK1	20,63 (±1,72)	12,50 (±1,46)	23,20 (±2,06)	5,75 (±0,71)
K950ÇK2	21,70 (±2,37)	12,79 (±1,41)	23,48 (±2,59)	5,74 (±0,71)
K950ÇK3	21,41 (±1,85)	12,78 (±1,40)	23,05 (±1,84)	5,85 (±0,76)
K1150ÇK1	23,35 (±2,05)	13,89 (±1,68)	28,48 (±2,88)	5,95 (±1,07)
K1150ÇK2	23,02 (±2,05)	14,05 (±1,22)	28,56 (±2,36)	6,86 (±0,96)
K1150ÇK3	23,94 (±2,20)	13,58 (±1,49)	27,76 (±1,91)	5,99 (±1,01)
K1350ÇK1	25,46 (±2,63)	16,17 (±1,49)	30,01 (±2,43)	7,23 (±1,10)
K1350ÇK2	25,71 (±2,54)	16,04 (±1,35)	28,08 (±1,90)	6,71 (±1,47)
K1350ÇK3	26,87 (±1,72)	16,64 (±1,32)	30,28 (±2,55)	7,82 (±0,84)
K1550ÇK1	28,36 (±2,29)	15,37 (±1,39)	34,76 (±3,24)	6,93 (±1,27)
K1550ÇK2	30,61 (±3,00)	18,18 (±1,64)	32,43 (±2,15)	8,41 (±1,17)
K1550ÇK3	30,36 (±2,67)	18,08 (±1,52)	33,96 (±2,92)	8,82 (±1,69)

Tablo 4.8: Güney bakı karaçam (*Pinus nigra*) odunu traheid lümen çapları.

Örnek Kodu	İlkbahar Traheid Teğet Çapı (µm)	Yaz Traheid Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Traheid Radyal Çapı (µm)	Yaz Traheid Radyal Çapı (µm)
G550ÇK1	19,78 (±2,61)	8,94 (±1,28)	21,23 (±2,23)	2,91 (±0,45)
G550ÇK2	20,88 (±1,86)	8,44 (±0,92)	22,09 (±2,33)	2,66 (±0,43)
G550ÇK3	20,66 (±2,00)	8,92 (±1,01)	21,15 (±1,71)	2,61 (±0,32)
G750ÇK1	21,61 (±1,47)	10,54 (±1,41)	21,69 (±1,44)	2,82 (±0,34)
G750ÇK2	21,62 (±2,26)	9,42 (±1,05)	21,49 (±1,78)	2,86 (±0,33)
G750ÇK3	21,58 (±1,90)	10,69 (±1,22)	22,41 (±2,51)	3,04 (±0,38)
G950ÇK1	21,47 (±2,03)	12,09 (±1,07)	22,83 (±2,13)	3,27 (±0,60)
G950ÇK2	22,69 (±2,14)	12,15 (±1,43)	23,94 (±2,33)	3,75 (±0,54)
G950ÇK3	21,85 (±1,59)	12,05 (±0,97)	23,48 (±2,26)	3,48 (±0,81)
G1150ÇK1	22,32 (±1,89)	13,85 (±1,10)	24,28 (±2,53)	4,28 (±1,23)
G1150ÇK2	22,46 (±1,47)	13,18 (±1,32)	24,48 (±2,08)	4,91 (±0,67)
G1150ÇK3	22,90 (±1,69)	13,49 (±1,16)	25,04 (±2,31)	4,99 (±0,76)
G1350ÇK1	23,18 (±1,48)	14,29 (±1,49)	26,22 (±2,46)	6,05 (±0,58)
G1350ÇK2	23,14 (±1,73)	13,82 (±0,92)	26,00 (±2,53)	6,48 (±0,74)
G1350ÇK3	23,67 (±1,95)	14,05 (±1,33)	26,63 (±2,66)	6,59 (±0,69)
G1550ÇK1	24,05 (±1,77)	14,31 (±1,24)	26,02 (±1,65)	6,89 (±0,99)
G1550ÇK2	24,25 (±2,18)	14,34 (±1,03)	27,39 (±2,63)	6,81 (±1,05)
G1550ÇK3	24,54 (±1,67)	14,37 (±0,75)	27,65 (±3,16)	6,82 (±0,95)

Tablo 4.9: Kuzey bakı karaçam (*Pinus nigra*) odunu traheid çeper kalınlıkları, mm²'deki sayıları ve boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Çift Çeper Kalınlığı (μm)	Yaz Çift Çeper Kalınlığı (μm)	1 mm ² 'deki Traheid Sayısı (adet)	Traheid Boyu (μm)
K550ÇK1	5,97 (±0,58)	12,43 (±1,13)	1099,80 (±52,96)	3640,77 (±907,73)
K550ÇK2	6,29 (±0,81)	12,31 (±1,34)	1108,80 (±47,77)	3971,93 (±771,54)
K550ÇK3	6,89 (±0,61)	12,14 (±1,39)	1143,90 (±50,99)	3650,28 (±814,32)
K750ÇK1	6,39 (±0,82)	12,11 (±1,44)	1064,70 (±50,74)	3803,49 (±609,74)
K750ÇK2	6,07 (±0,84)	12,06 (±1,74)	1059,30 (±36,26)	3739,26 (±729,10)
K750ÇK3	6,23 (±0,85)	12,28 (±1,56)	1058,40 (±33,46)	3826,89 (±699,18)
K950ÇK1	5,35 (±0,72)	10,33 (±1,35)	1034,10 (±34,06)	3904,25 (±844,21)
K950ÇK2	4,98 (±0,52)	10,89 (±1,36)	1030,50 (±27,25)	4124,39 (±622,33)
K950ÇK3	4,66 (±4,75)	9,97 (±10,06)	1032,30 (±34,48)	4066,64 (±659,11)
K1150ÇK1	4,57 (±0,54)	8,50 (±1,17)	1013,40 (±30,65)	4086,49 (±653,17)
K1150ÇK2	4,79 (±0,69)	8,44 (±1,21)	1015,20 (±36,45)	4005,31 (±624,53)
K1150ÇK3	4,80 (±0,71)	9,17 (±0,92)	1005,30 (±45,70)	3883,54 (±832,13)
K1350ÇK1	4,70 (±0,53)	7,80 (±1,12)	924,30 (±27,51)	4271,34 (±603,94)
K1350ÇK2	4,38 (±0,46)	7,23 (±1,40)	940,50 (±35,56)	4088,02 (±532,81)
K1350ÇK3	4,05 (±0,09)	7,36 (±0,22)	883,80 (±40,20)	4410,81 (±700,38)
K1550ÇK1	4,00 (±0,58)	6,33 (±0,71)	862,20 (±30,83)	4204,20 (±672,66)
K1550ÇK2	3,70 (±0,44)	5,52 (±1,05)	831,60 (±24,81)	4263,49 (±507,12)
K1550ÇK3	3,95 (±0,42)	6,53 (±0,96)	819,00 (±22,45)	4166,35 (±626,61)

Tablo 4.10: Güney bakı karaçam (*Pinus nigra*) odunu traheid çeper kalınlıkları, mm²'deki sayıları ve boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Çift Çeper Kalınlığı (µm)	Yaz Çift Çeper Kalınlığı (µm)	1 mm ² 'deki Traheid Sayısı (adet)	Traheid Boyu (µm)
G550ÇK1	5,22 (±0,80)	14,84 (±1,55)	1048,50 (±46,33)	3150,30 (±657,03)
G550ÇK2	5,79 (±0,73)	14,37 (±1,00)	1070,10 (±45,78)	3081,86 (±484,39)
G550ÇK3	6,32 (±0,64)	14,91 (±1,25)	1097,10 (±48,46)	3133,19 (±465,86)
G750ÇK1	5,79 (±0,45)	14,81 (±1,57)	1055,70 (±30,01)	3158,33 (±480,07)
G750ÇK2	5,32 (±0,63)	13,63 (±0,89)	1050,30 (±46,49)	3140,99 (±505,00)
G750ÇK3	5,18 (±0,54)	14,12 (±1,41)	1040,40 (±33,46)	3339,55 (±503,44)
G950ÇK1	5,39 (±0,57)	12,33 (±0,95)	1013,40 (±28,84)	3305,52 (±673,01)
G950ÇK2	5,12 (±0,49)	12,96 (±1,47)	1007,10 (±34,06)	3613,04 (±552,65)
G950ÇK3	4,88 (±0,37)	12,38 (±0,89)	1003,50 (±25,19)	3498,07 (±471,92)
G1150ÇK1	4,49 (±0,35)	10,49 (±0,82)	957,60 (±36,79)	3809,31 (±670,89)
G1150ÇK2	4,66 (±0,50)	11,06 (±1,30)	964,80 (±30,83)	3849,68 (±742,58)
G1150ÇK3	4,77 (±0,59)	11,68 (±1,29)	953,10 (±31,31)	3779,99 (±520,72)
G1350ÇK1	4,41 (±0,54)	10,57 (±1,24)	922,50 (±27,25)	4537,61 (±654,72)
G1350ÇK2	4,18 (±0,51)	10,10 (±1,59)	925,20 (±31,97)	4525,85 (±691,08)
G1350ÇK3	4,21 (±0,56)	10,39 (±0,95)	903,60 (±31,23)	4387,54 (±597,50)
G1550ÇK1	4,14 (±0,37)	9,40 (±1,19)	891,90 (±36,61)	4682,44 (±555,90)
G1550ÇK2	3,97 (±0,45)	9,61 (±1,29)	888,30 (±44,10)	4712,95 (±527,40)
G1550ÇK3	4,13 (±0,46)	9,66 (±1,36)	841,50 (±34,27)	4605,05 (±579,48)

Tablo 4.11: Kuzey bakı karaçam (*Pinus nigra*) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
K550ÇK1	5,13 (±2,45)	131,09 (±39,68)	17,72 (±1,68)	4,00 (±1,05)
K550ÇK2	5,13 (±2,29)	126,47 (±35,93)	16,83 (±1,87)	6,50 (±1,18)
K550ÇK3	4,83 (±1,88)	137,04 (±37,92)	15,79 (±2,29)	6,00 (±1,16)
K750ÇK1	5,20 (±2,01)	137,13 (±58,11)	18,77 (±2,15)	7,50 (±1,22)
K750ÇK2	5,17 (±2,35)	139,43 (±40,18)	17,60 (±2,13)	6,50 (±1,25)
K750ÇK3	5,73 (±2,42)	138,74 (±50,28)	15,25 (±1,50)	5,00 (±1,01)
K950ÇK1	6,90 (±3,31)	146,04 (±59,82)	17,33 (±1,93)	6,50 (±1,00)
K950ÇK2	6,50 (±2,45)	145,72 (±45,36)	16,51 (±1,49)	7,00 (±1,30)
K950ÇK3	6,07 (±2,45)	141,62 (±47,78)	16,87 (±2,33)	5,50 (±1,30)
K1150ÇK1	6,63 (±3,41)	145,70 (±57,52)	16,02 (±1,53)	4,50 (±1,29)
K1150ÇK2	7,00 (±2,27)	157,68 (±40,99)	16,17 (±1,76)	5,00 (±1,14)
K1150ÇK3	8,70 (±2,60)	169,67 (±49,58)	16,71 (±1,77)	8,00 (±1,29)
K1350ÇK1	7,63 (±2,96)	176,21 (±54,17)	16,41 (±1,11)	4,50 (±1,03)
K1350ÇK2	6,43 (±2,16)	152,46 (±32,45)	16,16 (±1,57)	5,00 (±1,11)
K1350ÇK3	7,07 (±2,58)	164,30 (±51,99)	15,89 (±1,47)	5,50 (±0,93)
K1550ÇK1	8,67 (±2,12)	183,17 (±38,79)	16,28 (±1,68)	4,50 (±1,08)
K1550ÇK2	8,23 (±2,79)	175,81 (±44,86)	15,03 (±1,35)	3,50 (±1,14)
K1550ÇK3	8,27 (±2,76)	182,20 (±56,17)	16,53 (±1,50)	7,00 (±1,01)

Tablo 4.12: Güney bakı karaçam (*Pinus nigra*) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
G550ÇK1	5,97 (±3,08)	146,78 (±62,95)	18,11 (±1,09)	6,00 (±1,17)
G550ÇK2	6,50 (±2,79)	133,92 (±47,73)	17,68 (±1,62)	4,50 (±1,05)
G550ÇK3	5,93 (±1,98)	128,47 (±40,20)	18,72 (±1,45)	5,00 (±1,19)
G750ÇK1	5,83 (±3,10)	124,87 (±63,79)	17,36 (±2,33)	5,00 (±0,97)
G750ÇK2	6,10 (±2,07)	126,11 (±42,69)	17,99 (±1,56)	5,00 (±1,18)
G750ÇK3	6,30 (±2,12)	132,20 (±46,29)	18,78 (±1,65)	5,50 (±1,14)
G950ÇK1	7,17 (±2,85)	137,52 (±44,29)	16,78 (±1,52)	6,00 (±1,19)
G950ÇK2	6,70 (±2,18)	133,53 (±37,86)	15,94 (±2,15)	5,50 (±1,1)
G950ÇK3	7,53 (±2,32)	147,58 (±38,29)	16,95 (±1,64)	7,50 (±1,27)
G1150ÇK1	7,00 (±2,25)	139,22 (±36,93)	16,77 (±1,70)	5,50 (±0,99)
G1150ÇK2	7,93 (±1,95)	159,81 (±33,85)	16,32 (±1,49)	6,00 (±0,97)
G1150ÇK3	6,90 (±2,29)	151,00 (±40,38)	16,59 (±1,11)	6,50 (±1,23)
G1350ÇK1	8,07 (±2,63)	175,36 (±49,75)	15,01 (±1,49)	6,50 (±1,08)
G1350ÇK2	8,67 (±2,97)	164,18 (±49,97)	14,77 (±1,23)	5,50 (±0,88)
G1350ÇK3	7,00 (±2,92)	146,97 (±53,38)	16,60 (±1,62)	6,50 (±1,14)
G1550ÇK1	7,67 (±2,94)	167,88 (±56,41)	13,72 (±1,38)	6,00 (±1,33)
G1550ÇK2	7,13 (±3,00)	160,98 (±51,73)	14,27 (±1,48)	5,00 (±1,27)
G1550ÇK3	7,10 (±2,15)	161,91 (±53,36)	12,69 (±1,61)	6,50 (±1,22)

Tablo 4.13: Karaçam (*Pinus nigra*) odunu ortalama traheid lümen çapları.

Örnek Kodu	İlkbahar Traheid Teğet Çapı (µm)	Yaz Traheid Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Traheid Radyal Çapı (µm)	Yaz Traheid Radyal Çapı (µm)
K550KÇ	19,96 (±1,69)	8,39 (±1,45)	20,95 (±1,82)	2,55 (±0,53)
K750KÇ	20,97 (±2,09)	10,46 (±1,49)	22,50 (±1,83)	3,69 (±0,68)
K950KÇ	21,25 (±2,06)	12,69 (±1,44)	23,24 (±2,20)	5,78 (±0,74)
K1150KÇ	23,44 (±2,15)	13,84 (±1,50)	28,27 (±2,46)	6,26 (±1,11)
K1350KÇ	26,01 (±2,42)	16,28 (±1,42)	29,46 (±2,52)	7,25 (±1,26)
K1550KÇ	29,78 (±2,87)	17,21 (±2,01)	33,72 (±2,99)	8,05 (±1,62)
G550KÇ	20,44 (±2,25)	8,77 (±1,11)	21,49 (±2,16)	2,72 (±0,43)
G750KÇ	21,60 (±1,91)	10,22 (±1,37)	21,86 (±2,01)	2,90 (±0,37)
G950KÇ	22,00 (±2,01)	12,09 (±1,18)	23,42 (±2,30)	3,50 (±0,69)
G1150KÇ	22,56 (±1,72)	13,51 (±1,23)	24,60 (±2,35)	4,73 (±0,98)
G1350KÇ	23,33 (±1,76)	14,05 (±1,29)	26,28 (±2,58)	6,37 (±0,72)
G1550KÇ	24,28 (±1,96)	14,34 (±1,03)	27,02 (±2,67)	6,84 (±1,00)

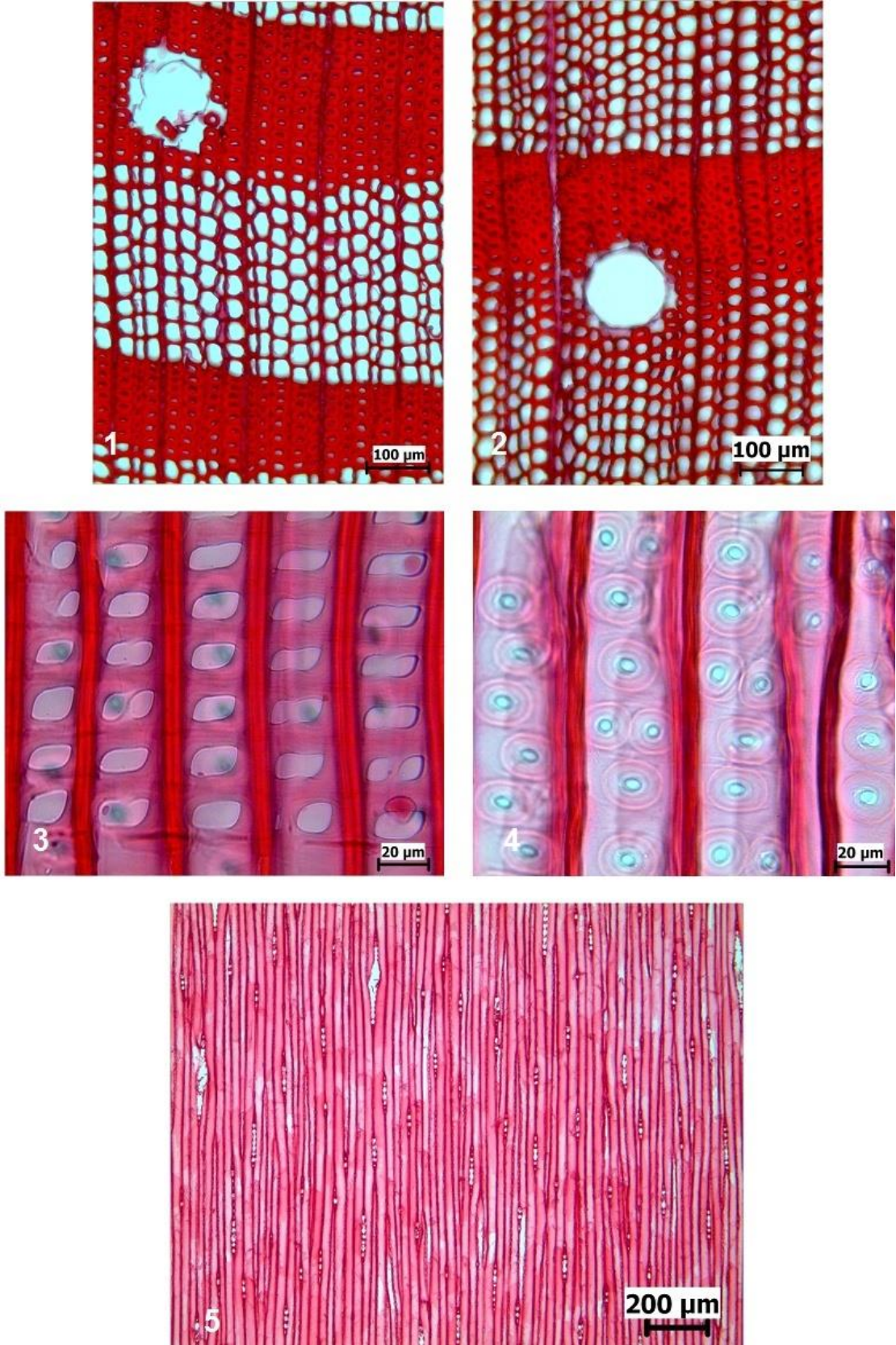
Tablo 4.14: Karaçam (*Pinus nigra*) odunu ortalama traheid çeper kalınlıkları, mm²'deki sayıları ve boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Çift Çeper Kalınlığı (µm)	Yaz Çift Çeper Kalınlığı (µm)	1 mm ² 'deki Traheid Sayısı (adet)	Traheid Boyu (µm)
K550KÇ	6,38 (±0,77)	12,29 (±1,30)	1117,50 (±52,54)	3754,33 (±838,14)
K750KÇ	6,23 (±0,85)	12,15 (±1,60)	1060,80 (±39,53)	3789,88 (±674,56)
K950KÇ	5,00 (±0,65)	10,40 (±1,30)	1032,30 (±31,01)	4031,76 (±713,27)
K1150KÇ	4,72 (±0,66)	8,70 (±1,16)	1011,30 (±37,03)	3991,78 (±706,23)
K1350KÇ	4,38 (±0,57)	7,46 (±1,27)	916,20 (±41,44)	4256,72 (±623,58)
K1550KÇ	3,89 (±0,50)	6,12 (±1,02)	837,60 (±31,35)	4211,34 (±600,65)
G550KÇ	5,78 (±0,86)	14,71 (±1,31)	1071,90 (±49,54)	3121,78 (±537,30)
G750KÇ	5,43 (±0,61)	14,19 (±1,42)	1048,80 (±36,60)	3212,96 (±498,93)
G950KÇ	5,13 (±0,53)	12,55 (±1,18)	1008,00 (±28,85)	3472,21 (±579,619)
G1150KÇ	4,64 (±0,51)	11,07 (±1,26)	958,50 (±32,30)	3812,99 (±644,60)
G1350KÇ	4,26 (±0,55)	10,35 (±1,30)	917,10 (±30,76)	4483,67 (±645,23)
G1550KÇ	4,08 (±0,44)	9,56 (±1,29)	873,90 (±43,92)	4666,81 (±550,30)

Tablo 4.15: Karaçam (*Pinus nigra*) odunu ortalama özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
K550KÇ	5,03 (±2,24)	131,53 (±38,33)	16,78 (±2,13)	5,50 (±1,19)
K750KÇ	5,37 (±2,30)	138,43 (±50,35)	17,21 (±2,45)	6,33 (±1,16)
K950KÇ	6,49 (±2,78)	144,46 (±51,70)	16,90 (±1,98)	6,33 (±1,34)
K1150KÇ	6,82 (±2,96)	151,69 (±51,05)	16,09 (±1,72)	5,83 (±1,47)
K1350KÇ	7,59 (±2,65)	166,11 (±48,47)	16,43 (±1,42)	5,00 (±1,02)
K1550KÇ	7,99 (±2,60)	174,43 (±47,53)	15,73 (±1,66)	5,00 (±1,09)
G550KÇ	6,13 (±2,69)	136,39 (±52,03)	18,17 (±1,48)	5,17 (±1,14)
G750KÇ	6,08 (±2,50)	127,73 (±52,14)	18,04 (±1,98)	5,17 (±1,13)
G950KÇ	7,13 (±2,50)	139,54 (±40,91)	16,56 (±1,85)	6,33 (±1,35)
G1150KÇ	7,28 (±2,23)	150,01 (±38,31)	16,56 (±1,47)	6,00 (±1,21)
G1350KÇ	7,91 (±2,65)	162,17 (±48,47)	15,46 (±1,42)	6,17 (±1,03)
G1550KÇ	7,30 (±2,75)	163,59 (±54,26)	13,56 (±1,64)	5,83 (±1,28)

Türün anatomik yapısını gösteren odun enine, teğet ve radyal kesitlerinin mikroskopta çekilmiş fotoğrafları Şekil 4.2’de görsel olarak verilmiştir.



Şekil 4.2: *Pinus nigra* odunu enine (1, 2), radyal (3, 4) ve teğet (5) kesitleri.

4.3. DOĞU KAYINI TÜRÜNE AİT BULGULAR

Bu türe ait trahe, özışını ve lif özelliklerine ilişkin bulgular Tablo 4.16, Tablo 4.17, Tablo 4.18, Tablo 4.19, Tablo 4.20 ve Tablo 4.21’de verilmiştir. Uludağ’da her yükseltiden alınan 3 tekrarlı örneklerin trahe, özışını ve lif özelliklerine ilişkin bulguların ortalama değerleri Tablo 4.22, Tablo 4.23 ve Tablo 4.24’de verilmiştir.

Tablo 4.16: Kuzey bakı doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu trahe çapları, mm²’deki sayıları ve hücre boyları.

Örnek Kodu	Trahe Teğet Çapı (µm)	Trahe Radyal Çapı (µm)	1 mm ² ’deki Trahe Sayısı (adet)	Trahe Hücre Boyu (µm)
K550KN1	34,93 (±4,26)	38,29 (±4,83)	141,60 (±12,17)	510,19 (±42,44)
K550KN2	34,32 (±3,13)	37,71 (±4,28)	154,20 (±9,73)	495,31 (±40,72)
K550KN3	34,68 (±3,86)	37,61 (±4,52)	137,00 (±10,90)	490,10 (±29,96)
K750KN1	37,10 (±4,17)	39,94 (±4,10)	144,10 (±11,17)	509,02 (±31,89)
K750KN2	37,57 (±4,48)	39,94 (±5,17)	125,20 (±6,68)	499,18 (±34,29)
K750KN3	36,17 (±3,47)	39,39 (±4,22)	143,90 (±15,53)	503,77 (±38,54)
K950KN1	40,00 (±3,68)	41,69 (±3,98)	133,70 (±12,21)	520,34 (±29,26)
K950KN2	39,66 (±4,50)	41,76 (±5,33)	121,20 (±5,22)	525,06 (±34,83)
K950KN3	40,98 (±5,11)	42,62 (±3,87)	124,70 (±6,27)	514,60 (±25,45)
K1150KN1	42,71 (±2,80)	44,03 (±4,82)	120,50 (±35,69)	533,60 (±26,93)
K1150KN2	42,82 (±4,19)	44,62 (±4,84)	123,00 (±6,27)	529,53 (±24,51)
K1150KN3	42,61 (±5,50)	44,36 (±4,13)	113,70 (±7,51)	528,60 (±23,80)
K1350KN1	45,81 (±4,28)	49,54 (±4,68)	124,00 (±7,51)	559,16 (±26,84)
K1350KN2	46,74 (±3,66)	48,85 (±6,90)	109,80 (±5,07)	573,64 (±26,04)
K1350KN3	46,78 (±3,62)	49,62 (±5,29)	123,30 (±9,20)	557,25 (±25,37)
K1550KN1	48,85 (±4,37)	53,70 (±4,32)	110,30 (±9,39)	578,12 (±22,93)
K1550KN2	48,61 (±4,19)	53,39 (±5,27)	105,00 (±7,57)	582,08 (±25,27)
K1550KN3	47,29 (±3,54)	53,50 (±6,07)	104,80 (±9,81)	589,85 (±20,84)

Tablo 4.17: Güney bakı doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu trahe çapları, mm²'deki sayıları ve hücre boyları.

Örnek Kodu	Trahe Teğet Çapı (µm)	Trahe Radyal Çapı (µm)	1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Trahe Hücre Boyu (µm)
G550KN1	32,00 (±3,06)	35,99 (±4,81)	140,30 (±14,16)	439,77 (±30,64)
G550KN2	31,77 (±3,05)	34,25 (±4,36)	152,70 (±15,59)	441,05 (±28,94)
G550KN3	31,08 (±3,26)	34,49 (±2,61)	170,00 (±12,45)	439,01 (±18,62)
G750KN1	34,61 (±3,17)	37,38 (±4,83)	140,40 (±10,32)	463,61 (±30,29)
G750KN2	35,22 (±2,44)	38,04 (±2,78)	140,40 (±16,48)	485,33 (±24,51)
G750KN3	35,34 (±3,31)	37,15 (±2,64)	143,40 (±12,04)	493,93 (±19,46)
G950KN1	36,54 (±4,23)	41,17 (±4,30)	125,50 (±11,95)	506,18 (±15,87)
G950KN2	36,38 (±2,70)	40,87 (±3,96)	135,40 (±9,50)	513,20 (±15,54)
G950KN3	36,43 (±2,81)	41,74 (±3,35)	131,80 (±12,13)	514,30 (±14,48)
G1150KN1	41,22 (±3,20)	46,01 (±4,65)	123,70 (±6,88)	532,55 (±11,86)
G1150KN2	41,56 (±3,34)	45,02 (±4,67)	124,80 (±12,48)	522,57 (±17,45)
G1150KN3	40,74 (±3,05)	45,80 (±4,66)	111,70 (±10,31)	519,89 (±23,92)
G1350KN1	44,89 (±3,89)	47,26 (±4,07)	122,20 (±8,07)	548,37 (±16,32)
G1350KN2	44,86 (±3,86)	48,05 (±3,39)	114,80 (±13,88)	538,07 (±23,02)
G1350KN3	45,29 (±3,07)	47,93 (±3,97)	127,40 (±7,15)	533,27 (±21,75)
G1550KN1	47,85 (±4,45)	49,70 (±4,92)	94,90 (±8,72)	551,65 (±19,90)
G1550KN2	46,98 (±4,17)	49,40 (±5,08)	93,20 (±8,88)	547,42 (±22,33)
G1550KN3	47,24 (±4,26)	49,87 (±4,62)	89,80 (±9,19)	548,64 (±23,69)

Tablo 4.18: Kuzey bakı doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
K550KN1	211,28 (±131,90)	30,18 (±18,18)	6,17 (±1,62)
K550KN2	207,18 (±117,83)	30,77 (±13,74)	5,63 (±1,03)
K550KN3	195,76 (±108,12)	35,33 (±24,47)	6,23 (±1,01)
K750KN1	227,76 (±138,08)	28,56 (±14,25)	6,57 (±1,14)
K750KN2	233,26 (±139,19)	30,54 (±16,42)	5,80 (±1,16)
K750KN3	228,68 (±127,86)	28,23 (±12,71)	6,93 (±1,28)
K950KN1	244,78 (±120,37)	28,65 (±10,90)	6,50 (±1,57)
K950KN2	251,77 (±154,42)	28,99 (±14,23)	8,23 (±1,30)
K950KN3	256,44 (±140,95)	30,03 (±16,38)	7,40 (±1,25)
K1150KN1	278,67 (±115,46)	28,05 (±9,03)	7,50 (±1,38)
K1150KN2	268,76 (±121,88)	29,39 (±10,75)	7,47 (±1,17)
K1150KN3	272,12 (±160,10)	28,93 (±10,76)	8,10 (±1,30)
K1350KN1	288,22 (±166,44)	29,17 (±16,56)	7,70 (±1,18)
K1350KN2	299,03 (±153,85)	28,74 (±13,35)	7,67 (±1,27)
K1350KN3	281,49 (±146,38)	26,85 (±7,58)	8,03 (±1,35)
K1550KN1	312,05 (±157,94)	28,87 (±11,15)	8,20 (±1,32)
K1550KN2	305,02 (±151,71)	28,20 (±10,86)	8,80 (±1,27)
K1550KN3	297,65 (±141,32)	27,74 (±14,02)	8,73 (±1,28)

Tablo 4.19: Güney bakı doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
G550KN1	194,85 (±81,14)	31,25 (±10,85)	5,67 (±1,35)
G550KN2	190,40 (±105,81)	31,10 (±16,93)	5,43 (±0,97)
G550KN3	206,84 (±111,01)	30,45 (±7,89)	5,97 (±1,35)
G750KN1	239,47 (±101,03)	30,70 (±13,93)	6,37 (±1,27)
G750KN2	235,58 (±97,89)	30,06 (±14,77)	7,67 (±1,30)
G750KN3	236,75 (±108,99)	28,20 (±12,12)	7,67 (±1,24)
G950KN1	248,73 (±144,82)	30,05 (±12,15)	7,07 (±1,28)
G950KN2	244,79 (±136,29)	29,90 (±12,90)	8,07 (±1,11)
G950KN3	253,71 (±138,46)	29,96 (±14,42)	7,70 (±1,26)
G1150KN1	269,45 (±156,54)	29,32 (±12,20)	7,73 (±1,36)
G1150KN2	272,62 (±145,46)	28,81 (±13,62)	7,70 (±1,26)
G1150KN3	270,88 (±135,34)	30,82 (±12,76)	7,87 (±1,14)
G1350KN1	288,38 (±136,18)	28,29 (±14,97)	8,10 (±1,18)
G1350KN2	293,36 (±152,96)	28,29 (±13,96)	8,33 (±1,30)
G1350KN3	295,06 (±141,50)	29,61 (±14,47)	7,80 (±1,24)
G1550KN1	304,45 (±158,81)	27,52 (±13,12)	8,50 (±1,31)
G1550KN2	306,16 (±188,86)	29,58 (±16,39)	8,50 (±1,28)
G1550KN3	299,68 (±114,35)	28,54 (±14,18)	9,10 (±1,37)

Tablo 4.20: Kuzey bakı doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.

Örnek Kodu	Lif Uzunluğu (µm)	Lif Genişliği (µm)	Lif Lümen Genişliği (µm)	Lif Çeper Kalınlığı (µm)
K550KN1	979,07 (±94,32)	13,63 (±1,67)	3,78 (±0,70)	4,93 (±0,67)
K550KN2	962,12 (±70,25)	14,25 (±1,03)	4,06 (±0,63)	5,10 (±0,45)
K550KN3	950,56 (±56,68)	13,70 (±1,08)	3,41 (±0,67)	5,15 (±0,52)
K750KN1	991,07 (±69,75)	14,41 1,51)	4,19 (±0,56)	5,11 (±0,78)
K750KN2	996,07 (±63,18)	14,19 (±1,07)	3,57 (±0,69)	5,31 (±0,56)
K750KN3	990,69 (±49,14)	14,37 (±1,18)	4,05 (±0,81)	5,16 (±0,60)
K950KN1	1069,31 (±82,71)	14,43 (±0,85)	3,38 (±0,80)	5,53 (±0,50)
K950KN2	1054,67 (±90,14)	15,57 (±0,93)	4,38 (±0,63)	5,59 (±0,49)
K950KN3	1078,09 (±83,14)	15,26 (±1,15)	4,41 (±0,87)	5,43 (±0,70)
K1150KN1	1093,55 (±82,95)	15,85 (±1,43)	3,98 (±0,71)	5,93 (±0,74)
K1150KN2	1084,59 (±76,77)	16,31 (±0,90)	3,82 (±0,60)	6,24 (±0,58)
K1150KN3	1069,53 (±59,28)	16,10 (±1,05)	3,80 (±0,70)	6,15 (±0,51)
K1350KN1	1146,50 (±94,69)	16,71 (±1,27)	4,31 (±0,57)	6,20 (±0,67)
K1350KN2	1139,56 (±73,93)	16,86 (±1,11)	4,37 (±0,63)	6,25 (±0,64)
K1350KN3	1135,41 (±74,39)	17,16 (±0,89)	4,38 (±0,55)	6,39 (±0,44)
K1550KN1	1111,33 (±72,50)	17,67 (±1,04)	4,43 (±0,90)	6,62 (±0,53)
K1550KN2	1104,99 (±93,22)	17,61 (±0,75)	4,56 (±0,61)	6,52 (±0,41)
K1550KN3	1107,92 (±84,30)	17,26 (±0,91)	4,25 (±0,56)	6,51 (±0,47)

Tablo 4.21: Güney bakı doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.

Örnek Kodu	Lif Uzunluğu (µm)	Lif Genişliği (µm)	Lif Lümen Genişliği (µm)	Lif Çeper Kalınlığı (µm)
G550KN1	923,02 (±71,13)	13,24 (±1,24)	3,38 (±0,57)	4,93 (±0,76)
G550KN2	945,13 (±82,46)	13,19 (±1,52)	4,11 (±0,51)	4,54 (±0,77)
G550KN3	958,97 (±70,93)	13,32 (±1,24)	4,29 (±0,75)	4,51 (±0,67)
G750KN1	986,03 (±65,52)	13,53 (±1,17)	3,33 (±0,55)	5,10 (±0,60)
G750KN2	981,02 (±76,42)	14,48 (±1,05)	4,46 (±0,75)	5,01 (±0,63)
G750KN3	1009,11 (±91,99)	13,23 (±1,16)	4,25 (±0,78)	4,49 (±0,65)
G950KN1	1014,28 (±81,82)	14,65 (±1,28)	4,56 (±0,70)	5,05 (±0,81)
G950KN2	1008,00 (±73,95)	14,31 (±0,87)	4,41 (±0,49)	4,95 (±0,49)
G950KN3	991,07 (±65,15)	13,95 (±0,99)	4,14 (±0,56)	4,91 (±0,66)
G1150KN1	1114,41 (±74,03)	15,57 (±0,92)	3,51 (±0,78)	6,03 (±0,46)
G1150KN2	1092,45 (±77,21)	14,89 (±1,01)	4,03 (±0,78)	5,43 (±0,62)
G1150KN3	1125,07 (±98,31)	15,13 (±0,98)	4,18 (±0,79)	5,48 (±0,70)
G1350KN1	1142,38 (±76,66)	16,57 (±0,60)	4,08 (±0,80)	6,25 (±0,38)
G1350KN2	1095,23 (±88,41)	16,17 (±0,87)	4,39 (±0,64)	5,89 (±0,49)
G1350KN3	1070,88 (±72,12)	16,56 (±0,91)	4,42 (±0,67)	6,07 (±0,60)
G1550KN1	1129,65 (±89,55)	16,60 (±0,89)	4,63 (±0,79)	5,98 (±0,44)
G1550KN2	1123,72 (±93,24)	16,33 (±1,18)	4,57 (±0,78)	5,88 (±0,63)
G1550KN3	1064,93 (±76,35)	16,31 (±1,36)	4,44 (±0,73)	5,94 (±0,88)

Tablo 4.22: Doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu ortalama trahe çapları, mm²'deki sayıları ve hücre boyları.

Örnek Kodu	Trahe Teğet Çapı (µm)	Trahe Radyal Çapı (µm)	1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Trahe Hücre Boyu (µm)
K550KN	34,64 (±3,81)	37,87 (±4,59)	144,27 (±12,92)	498,53 (±38,55)
K750KN	36,95 (±4,12)	39,75 (±4,56)	137,73 (±14,45)	503,99 (±34,77)
K950KN	40,21 (±4,53)	42,02 (±4,49)	126,53 (±9,78)	520,00 (±30,00)
K1150KN	42,71 (±4,33)	44,34 (±4,64)	119,07 (±21,00)	530,58 (±24,87)
K1350KN	46,44 (±3,91)	49,34 (±5,74)	119,03 (±9,80)	563,35 (±26,77)
K1550KN	48,25 (±4,13)	53,53 (±5,30)	106,70 (±9,04)	583,35 (±23,39)
G550KN	31,62 (±3,17)	34,91 (±4,13)	154,33 (±18,42)	439,94 (±26,26)
G750KN	35,06 (±3,03)	37,52 (±3,60)	141,40 (±12,82)	480,96 (±27,93)
G950KN	36,45 (±3,34)	41,26 (±3,93)	130,90 (±11,63)	511,22 (±15,53)
G1150KN	41,17 (±3,24)	45,61 (±4,71)	120,07 (±11,51)	525,00 (±18,97)
G1350KN	45,01 (±3,65)	47,75 (±3,86)	121,47 (±11,11)	539,90 (±21,26)
G1550KN	47,36 (±4,33)	49,65 (±4,91)	92,63 (±8,88)	549,24 (±21,80)

Tablo 4.23: Doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu ortalama özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
K550KN	204,74 (±120,53)	32,09 (±19,55)	6,01 (±1,27)
K750KN	229,90 (±135,92)	29,11 (±14,66)	6,43 (±1,27)
K950KN	251,00 (±140,15)	29,22 (±14,11)	7,38 (±1,54)
K1150KN	273,18 (±134,75)	28,79 (±10,28)	7,69 (±1,30)
K1350KN	289,58 (±156,82)	28,26 (±13,15)	7,80 (±1,26)
K1550KN	304,90 (±151,44)	28,27 (±12,17)	8,58 (±1,31)
G550KN	197,36 (±100,97)	30,93 (±12,55)	5,69 (±1,24)
G750KN	237,27 (±103,33)	29,65 (±13,77)	7,23 (±1,40)
G950KN	249,07 (±140,73)	29,97 (±13,26)	7,61 (±1,28)
G1150KN	270,98 (±146,86)	29,65 (±12,97)	7,77 (±1,25)
G1350KN	292,27 (±144,55)	28,73 (±14,57)	8,08 (±1,25)
G1550KN	303,43 (±157,92)	28,55 (±14,73)	8,70 (±1,34)

Tablo 4.24: Doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu ortalama lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.

Örnek Kodu	Lif Uzunluğu (μm)	Lif Genişliği (μm)	Lif Lümen Genişliği (μm)	Lif Çeper Kalınlığı (μm)
K550KN	963,92 (±75,28)	13,86 (±1,31)	3,75 (±0,71)	5,06 (±0,56)
K750KN	992,61 (±60,51)	14,32 (±1,25)	3,94 (±0,75)	5,19 (±0,65)
K950KN	1067,36 (±84,80)	15,09 (±1,08)	4,06 (±0,91)	5,51 (±0,57)
K1150KN	1082,55 (±73,36)	16,09 (±1,15)	3,87 (±0,67)	6,11 (±0,61)
K1350KN	1140,41 (±80,39)	16,91 (±1,10)	4,35 (±0,58)	6,28 (±0,59)
K1550KN	1108,08 (±82,67)	17,51 (±0,92)	4,41 (±0,64)	6,55 (±0,47)
G550KN	942,37 (±75,50)	13,25 (±1,32)	3,93 (±0,73)	4,66 (±0,75)
G750KN	992,05 (±78,63)	13,75 (±1,23)	4,01 (±0,85)	4,87 (±0,67)
G950KN	1004,45 (±73,61)	14,31 (±1,09)	4,37 (±0,61)	4,97 (±0,66)
G1150KN	1110,64 (±83,86)	15,20 (±1,00)	3,90 (±0,83)	5,65 (±0,66)
G1350KN	1102,83 (±83,79)	16,43 (±0,82)	4,29 (±0,71)	6,07 (±0,51)
G1550KN	1106,10 (±90,42)	16,42 (±1,15)	4,55 (±0,76)	5,93 (±0,66)

Doğu kayını türünün yükselti ve bakıya göre vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranlarına ait bulgular Tablo 4.25, Tablo 4.26 ve Tablo 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.25: Kuzey bakı doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.

Örnek Kodu	Vulnerabilite	Mezomorfi	Kseromorfi
K550KN1	0,25	125,84	15,52
K550KN2	0,22	110,24	17,18
K550KN3	0,25	124,07	15,20
K750KN1	0,26	131,05	15,00
K750KN2	0,30	149,80	12,94
K750KN3	0,25	126,63	15,28
K950KN1	0,30	155,66	13,10
K950KN2	0,33	171,80	11,92
K950KN3	0,33	169,11	11,94
K1150KN1	0,35	189,12	11,12
K1150KN2	0,35	184,32	11,26
K1150KN3	0,37	198,09	10,46
K1350KN1	0,37	206,59	10,43
K1350KN2	0,43	244,20	9,20
K1350KN3	0,38	211,40	10,25
K1550KN1	0,44	256,03	8,63
K1550KN2	0,46	269,46	8,26
K1550KN3	0,45	266,16	8,37

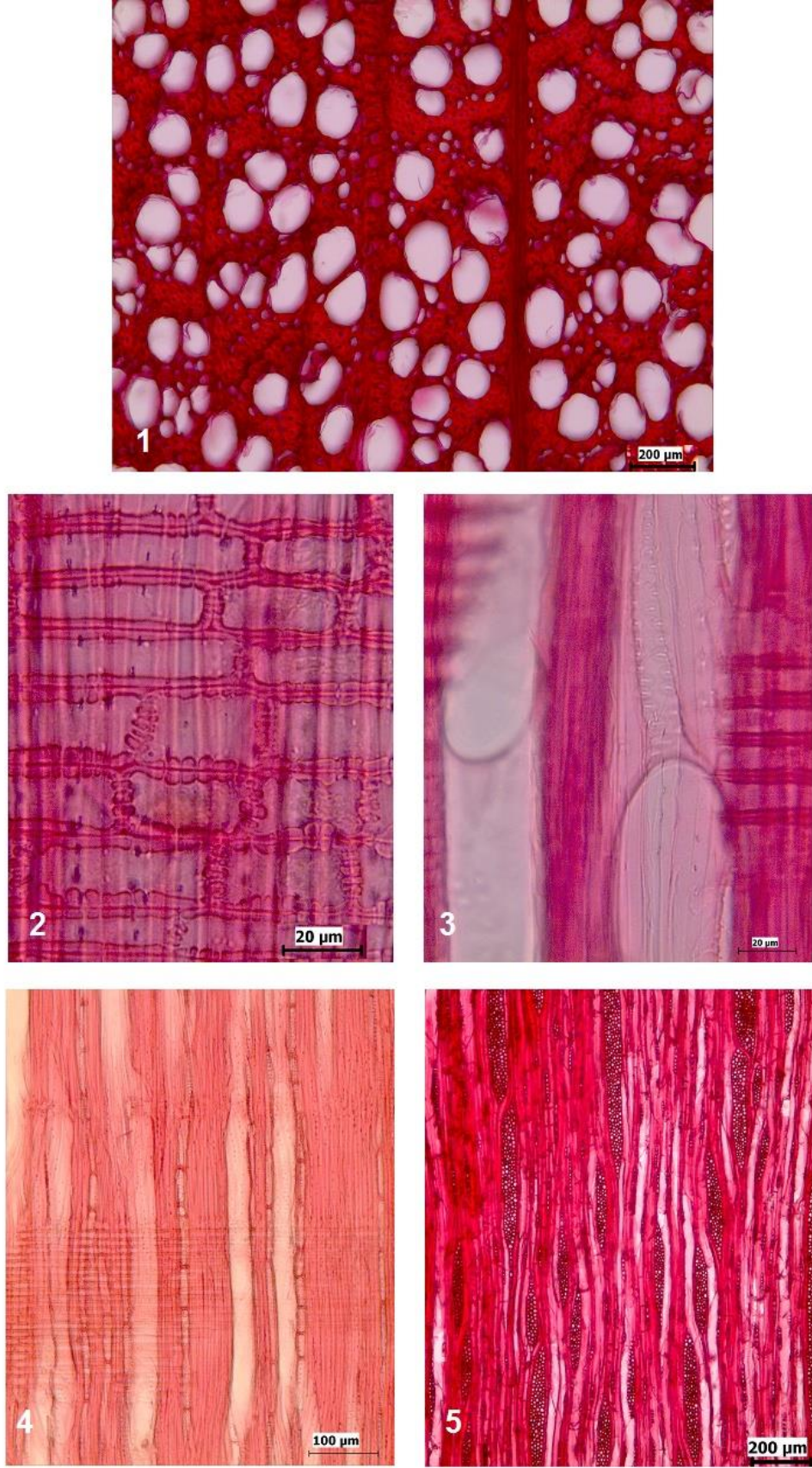
Tablo 4.26: Güney bakı doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.

Örnek Kodu	Vulnerabilite	Mezomorfi	Kseromorfi
G550KN1	0,23	100,31	16,59
G550KN2	0,21	91,76	18,54
G550KN3	0,18	80,25	20,83
G750KN1	0,25	114,28	15,64
G750KN2	0,25	121,75	15,37
G750KN3	0,25	121,73	15,84
G950KN1	0,29	147,36	12,99
G950KN2	0,27	137,88	14,09
G950KN3	0,28	142,14	13,58
G1150KN1	0,33	177,45	11,40
G1150KN2	0,33	174,03	11,56
G1150KN3	0,36	189,64	10,38
G1350KN1	0,37	201,43	10,62
G1350KN2	0,39	210,27	9,90
G1350KN3	0,36	189,57	10,95
G1550KN1	0,50	278,17	7,79
G1550KN2	0,50	275,96	7,74
G1550KN3	0,53	288,62	7,41

Tablo 4.27: Doğu kayını (*Fagus orientalis*) odunu ortalama vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.

Örnek Kodu	Vulnerabilite	Mezomorfi	Kseromorfi
K550KN	0,24	119,71	15,96
K750KN	0,27	135,20	14,39
K950KN	0,32	165,25	12,32
K1150KN	0,36	190,32	10,95
K1350KN	0,39	219,81	9,96
K1550KN	0,45	263,78	8,42
G550KN	0,20	90,12	18,63
G750KN	0,25	119,24	15,61
G950KN	0,28	142,34	13,55
G1150KN	0,34	180,04	11,11
G1350KN	0,37	200,07	10,49
G1550KN	0,51	280,80	7,65

Doğu kayını türünün anatomik yapısının enine, radyal ve teğet kesit fotoğrafları Şekil 4.3’de görsel olarak verilmiştir.



Şekil 4.3: *Fagus orientalis* odunu enine (1), radyal (2, 3, 4) ve teğet (5) kesitleri.

4.4. MEŞE TÜRLERİNE AİT BULGULAR

Sapsız meşe (*Quercus petraea*) türüne ait trahe, özışını ve lif özelliklerine ilişkin bulgular Tablo 4.28, Tablo 4.30, Tablo 4.32 ve Tablo 4.34’de, saçlı meşe (*Quercus cerris*) türüne ait trahe, özışını ve lif özelliklerine ilişkin bulgular ise Tablo 4.29, Tablo 4.31, Tablo 4.33 ve Tablo 4.35’de verilmiştir.

Uludağ dağ kütlesinde her yükseltiden alınan 3 tekrarlı örneklerin trahe, özışını ve lif özelliklerine ilişkin bulguların ortalama değerleri Tablo 4.36, Tablo 4.37, Tablo 4.38 ve Tablo 4.39’da verilmiştir. Meşe türlerinin odunlarına ait vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları Tablo 4.40, Tablo 4.41 ve Tablo 4.42’de verilmiştir.

Türlerin anatomik yapılarını gösteren odun enine, teğet ve radyal kesitlerinin mikroskopta çekilmiş fotoğrafları Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de görsel olarak verilmiştir.

Tablo 4.28: Sapsız meşe (*Quercus petraea*) odunu trahe lümen çapları.

Örnek Kodu	İlkbahar Trahe Teğet Çapı (µm)	Yaz Trahe Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Trahe Radyal Çapı (µm)	Yaz Trahe Radyal Çapı (µm)
K550M1	140,46 (±31,94)	26,09 (±5,12)	147,40 (±29,16)	24,45 (±5,14)
K550M2	149,93 (±35,60)	24,94 (±3,77)	161,79 (±37,58)	29,60 (±6,78)
K550M3	143,07 (±35,71)	24,42 (±2,58)	150,27 (±34,44)	27,68 (±5,11)
K750M1	166,62 (±20,64)	27,53 (±3,61)	204,56 (±27,47)	31,21 (±4,67)
K750M2	184,75 (±24,69)	27,62 (±3,60)	223,08 (±37,30)	31,67 (±4,65)
K750M3	188,73 (±30,35)	27,52 (±3,90)	215,12 (±33,14)	31,64 (±4,63)
K950M1	209,10 (±29,24)	30,94 (±3,74)	234,49 (±34,63)	35,17 (±4,19)
K950M2	215,39 (±36,91)	31,97 (±5,57)	245,57 (±44,39)	35,51 (±5,16)
K950M3	219,56 (±38,48)	30,81 (±3,50)	262,15 (±44,87)	34,53 (±3,79)

Tablo 4.29: Saçlı meşe (*Quercus cerris*) odunu trahe lümen çapları.

Örnek Kodu	İlkbahar Trahe Teğet Çapı (µm)	Yaz Trahe Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Trahe Radyal Çapı (µm)	Yaz Trahe Radyal Çapı (µm)
G550M1	217,97 (±35,29)	51,63 (±8,14)	231,08 (±41,88)	57,15 (±9,09)
G550M2	195,34 (±26,10)	48,49 (±9,17)	220,75 (±36,90)	48,03 (±8,09)
G550M3	201,74 (±26,26)	50,78 (±7,56)	233,60 (±41,77)	57,91 (±9,70)
G750M1	208,69 (±24,07)	50,17 (±10,83)	236,28 (±30,27)	57,91 (±12,39)
G750M2	198,08 (±17,90)	51,54 (±7,56)	267,65 (±22,31)	57,80 (±14,28)
G750M3	216,08 (±28,26)	52,76 (±11,91)	246,16 (±31,29)	58,25 (±12,89)
G950M1	230,44 (±26,28)	60,65 (±11,17)	249,95 (±29,59)	62,33 (±14,34)
G950M2	226,98 (±23,58)	61,38 (±9,10)	261,34 (±26,63)	61,82 (±11,70)
G950M3	230,87 (±21,46)	55,90 (±10,64)	287,50 (±26,94)	59,01 (±14,19)

Tablo 4.30: Sapsız meşe (*Quercus petraea*) odunu mm²'deki trahe sayıları ve hücre boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Yaz Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Trahe Hücre Boyu (µm)
K550M1	7,00 (±1,42)	87,30 (±9,53)	256,32 (±64,08)
K550M2	6,30 (±1,06)	86,30 (±23,94)	241,04 (±43,38)
K550M3	5,30 (±0,67)	89,70 (±18,22)	225,15 (±30,79)
K750M1	7,00 (±1,15)	77,30 (±9,51)	260,24 (±42,12)
K750M2	6,20 (±1,32)	84,40 (±11,28)	257,67 (±45,20)
K750M3	6,20 (±1,03)	94,30 (±21,53)	236,34 (±38,91)
K950M1	5,40 (±1,07)	82,10 (±17,60)	256,55 (±47,43)
K950M2	4,80 (±0,92)	80,30 (±20,72)	263,60 (±51,24)
K950M3	5,50 (±0,85)	89,90 (±12,05)	245,98 (±44,05)

Tablo 4.31: Saçlı meşe (*Quercus cerris*) odunu mm²'deki trahe sayıları ve hücre boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Yaz Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Trahe Hücre Boyu (µm)
G550M1	5,50 (±1,27)	18,40 (±2,07)	239,36 (±46,45)
G550M2	5,70 (±1,34)	20,40 (±3,95)	225,64 (±27,04)
G550M3	5,90 (±0,74)	20,00 (±2,58)	229,93 (±32,98)
G750M1	5,00 (±1,15)	19,10 (±3,21)	235,42 (±31,56)
G750M2	5,70 (±0,82)	17,50 (±2,17)	236,38 (±28,13)
G750M3	6,30 (±0,82)	20,00 (±2,11)	234,34 (±33,43)
G950M1	5,60 (±0,84)	16,20 (±1,69)	247,47 (±37,32)
G950M2	5,70 (±0,95)	16,70 (±2,16)	261,37 (±29,25)
G950M3	4,60 (±0,52)	15,90 (±1,73)	254,91 (±35,32)

Tablo 4.32: Sapsız meşe (*Quercus petraea*) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
K550M1	10,40 (±4,08)	170,97 (±64,44)	15,28 (±1,16)	9,50 (±1,28)
K550M2	10,70 (±3,91)	174,12 (±61,75)	14,64 (±0,88)	11,00 (±1,05)
K550M3	10,53 (±4,43)	171,40 (±67,73)	14,76 (±1,18)	10,00 (±1,53)
K750M1	12,43 (±7,48)	204,24 (±126,15)	14,61 (±1,66)	12,50 (±2,24)
K750M2	13,37 (±4,10)	198,80 (±60,87)	13,29 (±1,43)	12,00 (±1,54)
K750M3	13,07 (±4,39)	195,81 (±63,54)	13,66 (±1,18)	14,50 (±1,95)
K950M1	14,97 (±4,98)	222,32 (±73,70)	13,02 (±1,45)	16,00 (±1,94)
K950M2	14,07 (±4,58)	227,30 (±78,12)	13,72 (±1,00)	12,00 (±2,27)
K950M3	13,60 (±4,02)	234,58 (±66,21)	13,93 (±1,10)	17,00 (±1,61)

Tablo 4.33: Saçlı meşe (*Quercus cerris*) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
G550M1	10,10 (±4,71)	170,13 (±72,84)	14,15 (±1,72)	10,00 (±1,42)
G550M2	10,07 (±3,07)	164,59 (±50,59)	14,67 (±1,54)	10,50 (±1,68)
G550M3	10,97 (±3,62)	170,59 (±52,63)	14,33 (±1,44)	9,00 (±1,88)
G750M1	13,73 (±8,00)	234,33 (±138,07)	13,72 (±1,78)	13,50 (±1,89)
G750M2	14,73 (±7,35)	230,02 (±102,28)	13,90 (±1,55)	13,50 (±1,51)
G750M3	14,63 (±3,60)	224,61 (±49,92)	13,38 (±0,96)	13,50 (±1,75)
G950M1	14,17 (±5,18)	240,16 (±83,20)	13,23 (±1,10)	15,00 (±1,68)
G950M2	14,83 (±5,44)	247,93 (±88,30)	13,08 (±1,47)	16,50 (±1,88)
G950M3	14,80 (±5,46)	241,06 (±88,52)	13,14 (±1,39)	17,00 (±2,14)

Tablo 4.34: Sapsız meşe (*Quercus petraea*) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.

Örnek Kodu	Lif Uzunluğu (µm)	Lif Genişliği (µm)	Lif Lümen Genişliği (µm)	Lif Çeper Kalınlığı (µm)
K550M1	965,21 (±109,18)	13,20 (±1,94)	5,28 (±1,47)	3,96 (±0,74)
K550M2	924,28 (±103,12)	12,84 (±1,29)	4,91 (±0,85)	3,97 (±0,58)
K550M3	935,97 (±93,38)	12,40 (±1,15)	5,05 (±0,88)	3,67 (±0,54)
K750M1	925,73 (±116,42)	12,87 (±1,65)	4,74 (±0,79)	4,07 (±0,83)
K750M2	932,25 (±100,24)	13,40 (±1,40)	4,46 (±0,83)	4,47 (±0,48)
K750M3	980,46 (±98,92)	13,37 (±1,78)	3,81 (±0,78)	4,78 (±0,68)
K950M1	1095,65 (±129,68)	14,21 (±2,12)	5,17 (±1,04)	4,52 (±0,73)
K950M2	1120,78 (±84,39)	14,67 (±1,24)	4,67 (±1,16)	5,00 (±0,47)
K950M3	1071,04 (±97,32)	14,25 (±1,74)	3,80 (±0,85)	5,22 (±0,76)

Tablo 4.35: Saçlı meşe (*Quercus cerris*) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.

Örnek Kodu	Lif Uzunluğu (µm)	Lif Genişliği (µm)	Lif Lümen Genişliği (µm)	Lif Çeper Kalınlığı (µm)
G550M1	874,24 (±93,19)	13,17 (±1,69)	3,74 (±0,73)	4,72 (±0,58)
G550M2	861,06 (±87,55)	13,77 (±0,99)	3,75 (±0,59)	5,01 (±0,50)
G550M3	889,89 (±77,60)	13,61 (±1,18)	3,81 (±0,69)	4,90 (±0,73)
G750M1	954,84 (±58,58)	13,74 (±1,77)	3,77 (±0,67)	4,99 (±0,73)
G750M2	922,17 (±43,19)	13,92 (±1,12)	4,15 (±0,57)	4,89 (±0,65)
G750M3	937,70 (±53,91)	13,84 (±1,17)	4,09 (±0,56)	4,88 (±0,63)
G950M1	988,70 (±68,70)	13,99 (±1,61)	3,55 (±0,85)	5,22 (±0,85)
G950M2	972,50 (±55,80)	14,19 (±1,08)	4,40 (±0,57)	4,89 (±0,69)
G950M3	969,69 (±78,77)	14,04 (±1,11)	4,26 (±0,53)	4,89 (±0,65)

Tablo 4.36: Meşe (*Quercus* spp.) odunu ortalama trahe lümen çapları.

Örnek Kodu	İlkbahar Trahe Teğet Çapı (µm)	Yaz Trahe Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Trahe Radyal Çapı (µm)	Yaz Trahe Radyal Çapı (µm)
K550M	144,48 (±34,31)	25,15 (±4,04)	153,15 (±34,10)	27,24 (±6,15)
K750M	180,03 (±27,04)	27,56 (±3,72)	214,26 (±33,40)	31,50 (±4,68)
K950M	214,68 (±34,98)	31,24 (±4,42)	247,40 (±42,66)	35,07 (±4,46)
G550M	205,02 (±30,73)	50,30 (±8,47)	228,48 (±40,19)	54,36 (±10,10)
G750M	207,62 (±24,67)	51,49 (±10,38)	250,03 (±30,87)	57,98 (±13,28)
G950M	229,43 (±23,65)	59,31 (±10,68)	266,26 (±31,67)	61,05 (±13,62)

Tablo 4.37: Meşe (*Quercus* spp.) odunu ortalama trahe mm²'deki trahe sayıları ve hücre boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Yaz Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Trahe Hücre Boyu (µm)
K550M	6,20 (±1,27)	87,77 (±17,64)	240,83 (±49,13)
K750M	6,47 (±1,20)	85,33 (±16,17)	251,42 (±42,96)
K950M	5,23 (±0,97)	84,10 (±17,09)	255,38 (±47,58)
G550M	5,70 (±1,12)	19,60 (±3,00)	231,64 (±36,37)
G750M	5,67 (±1,06)	18,87 (±2,48)	235,38 (±30,70)
G950M	5,30 (±0,92)	16,27 (±1,84)	254,59 (±34,15)

Tablo 4.38: Meşe (*Quercus* spp.) odunu ortalama özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
K550M	10,54 (±4,17)	172,16 (±65,07)	14,89 (±1,12)	10,17 (±1,31)
K750M	12,96 (±5,58)	199,62 (±89,37)	13,85 (±1,55)	13,00 (±1,94)
K950M	14,21 (±4,60)	228,07 (±73,42)	13,56 (±1,27)	15,00 (±2,00)
G550M	10,38 (±3,90)	168,44 (±59,93)	14,38 (±1,59)	9,83 (±1,69)
G750M	14,37 (±6,66)	229,65 (±103,96)	13,67 (±1,50)	13,50 (±1,84)
G950M	14,60 (±5,40)	243,05 (±87,26)	13,15 (±1,34)	16,17 (±1,93)

Tablo 4.39: Meşe (*Quercus* spp.) odunu ortalama lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.

Örnek Kodu	Lif Uzunluğu (µm)	Lif Genişliği (µm)	Lif Lümen Genişliği (µm)	Lif Çeper Kalınlığı (µm)
K550M	941,82 (±102,19)	12,81 (±1,52)	5,08 (±1,10)	3,87 (±0,63)
K750M	946,15 (±106,92)	13,21 (±1,61)	4,34 (±0,88)	4,44 (±0,73)
K950M	1095,83 (±106,08)	14,38 (±1,73)	4,55 (±1,16)	4,91 (±0,72)
G550M	875,06 (±86,00)	13,52 (±1,33)	3,77 (±0,66)	4,88 (±0,61)
G750M	938,23 (±53,30)	13,83 (±1,37)	4,00 (±0,61)	4,92 (±0,67)
G950M	976,96 (±68,00)	14,07 (±1,27)	4,07 (±0,76)	5,00 (±0,74)

Tablo 4.40: Sapsız meşe (*Quercus petraea*) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.

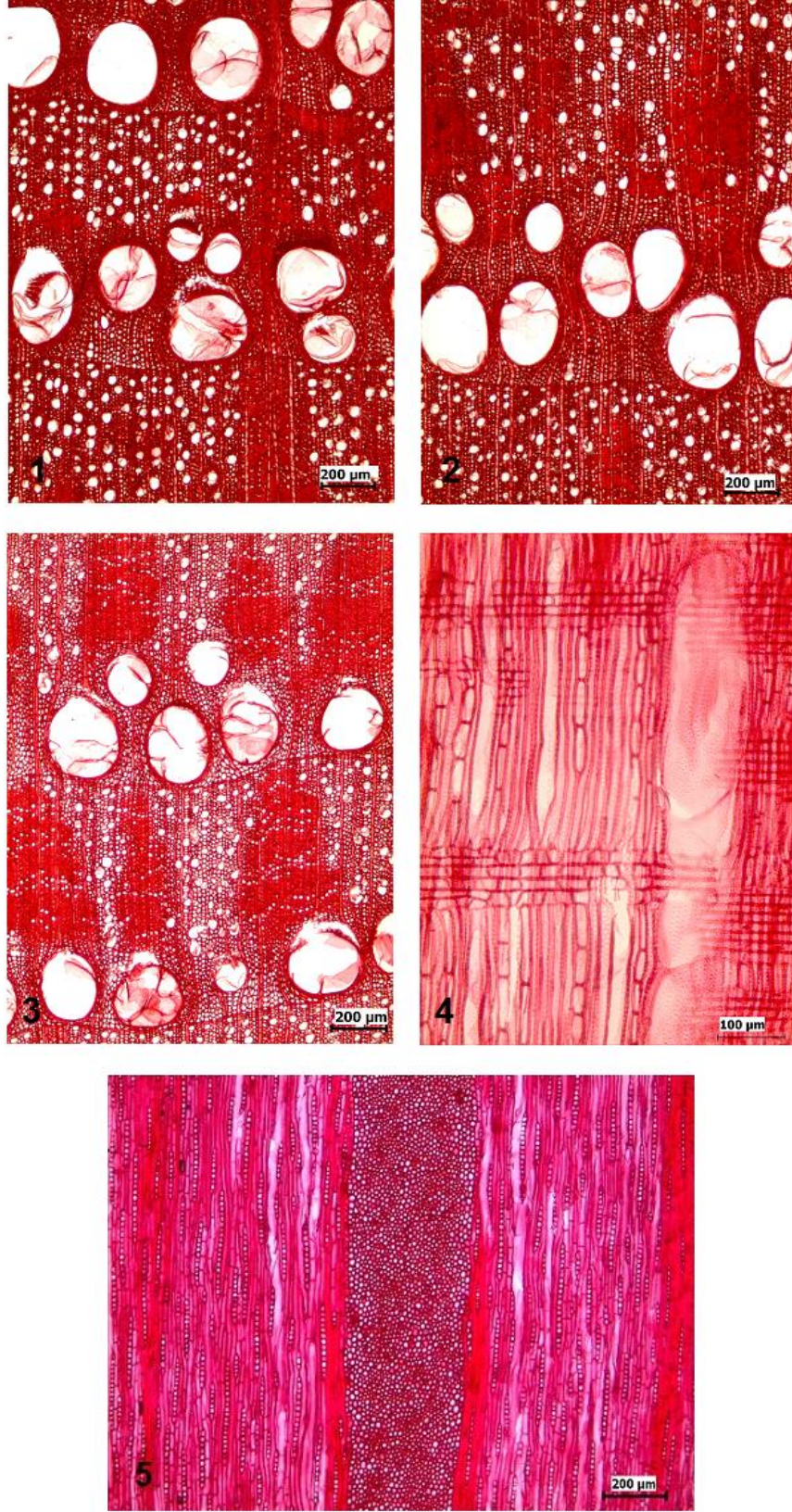
Örnek Kodu	İlkbahar/Yaz Odunu	Vulnerabilite	Ort. Vulnerabilite	Mezomorfi	Ort. Mezomorfi	Kseromorfi	Ort. Kseromorfi
K550M1	İ. Odunu	20,07	10,18	5143,05	2635,78	0,19	7,02
	Y. Odunu	0,30		128,51		13,84	
K550M2	İ. Odunu	23,80	12,04	5736,19	2922,67	0,16	6,48
	Y. Odunu	0,29		109,14		12,80	
K550M3	İ. Odunu	26,99	13,63	6077,54	3082,89	0,14	7,00
	Y. Odunu	0,27		88,24		13,86	
K750M1	İ. Odunu	23,80	12,08	6194,55	3172,85	0,15	5,37
	Y. Odunu	0,36		151,14		10,59	
K750M2	İ. Odunu	29,80	15,06	7678,04	3905,66	0,12	5,80
	Y. Odunu	0,33		133,28		11,47	
K750M3	İ. Odunu	30,44	15,37	7194,38	3660,78	0,12	6,48
	Y. Odunu	0,29		127,19		12,84	
K950M1	İ. Odunu	38,72	19,55	9934,24	5051,52	0,10	5,05
	Y. Odunu	0,38		168,81		10,00	
K950M2	İ. Odunu	44,87	22,64	11828,78	6003,94	0,08	4,82
	Y. Odunu	0,40		179,11		9,56	
K950M3	İ. Odunu	39,92	20,13	9819,51	4987,73	0,09	5,58
	Y. Odunu	0,34		155,96		11,06	

Tablo 4.41: Saçlı meşe (*Quercus cerris*) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.

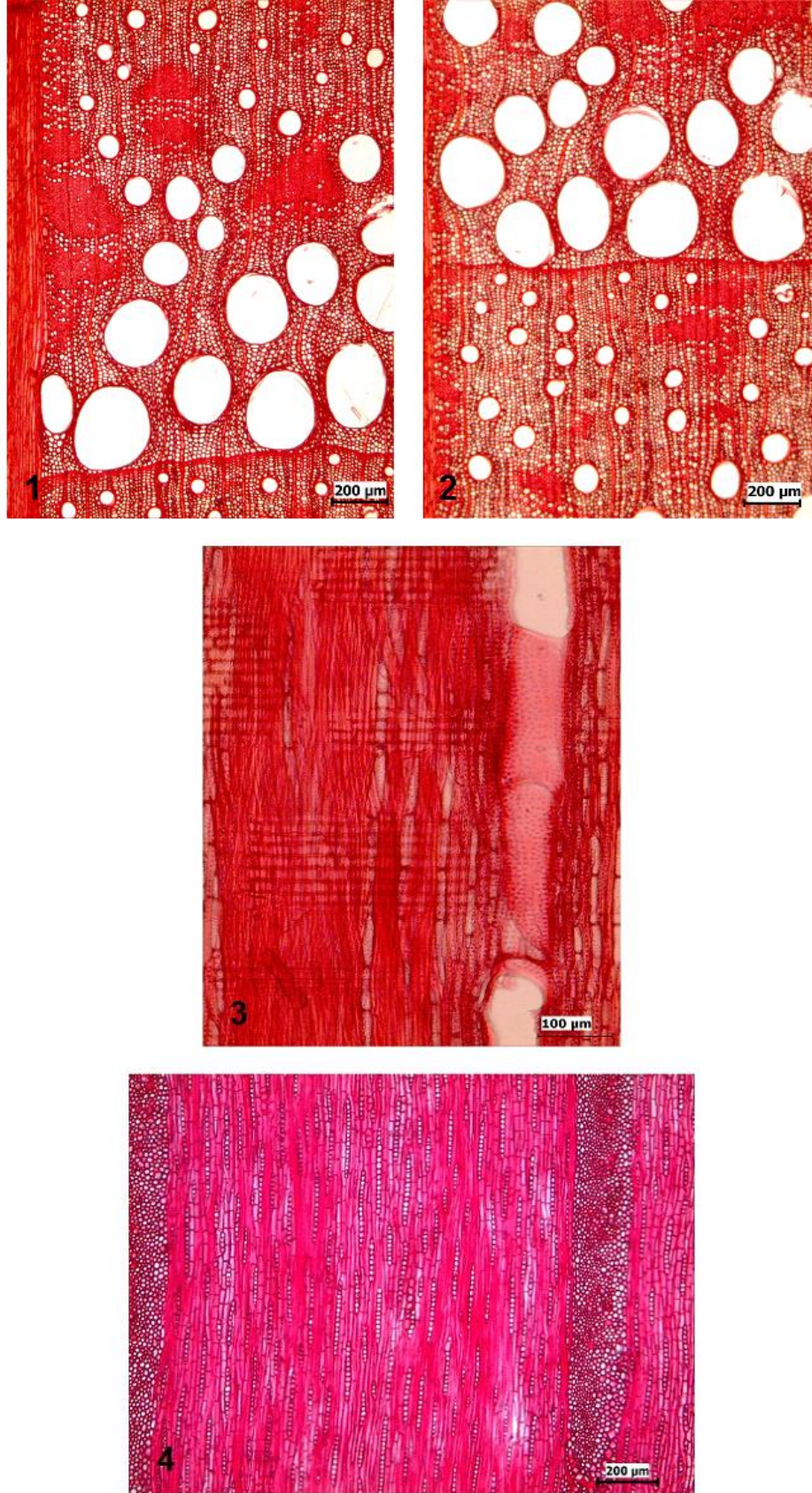
Örnek Kodu	İlkbahar/Yaz Odunu	Vulnerabilite	Ort. Vulnerabilite	Mezomorfi	Ort. Mezomorfi	Kseromorfi	Ort. Kseromorfi
G550M1	İ. Odunu	39,63	21,22	9486,05	5289,50	0,10	0,73
	Y. Odunu	2,81		1092,95		1,36	
G550M2	İ. Odunu	34,27	18,32	7732,86	4330,81	0,11	0,90
	Y. Odunu	2,38		928,75		1,69	
G550M3	İ. Odunu	34,19	18,37	7861,82	4399,54	0,11	0,80
	Y. Odunu	2,54		937,26		1,48	
G750M1	İ. Odunu	41,74	22,18	9826,17	5458,00	0,09	0,76
	Y. Odunu	2,63		1089,82		1,42	
G750M2	İ. Odunu	34,75	18,85	8214,05	4734,03	0,10	0,69
	Y. Odunu	2,94		1254,01		1,29	
G750M3	İ. Odunu	34,30	18,47	8037,65	4586,02	0,11	0,78
	Y. Odunu	2,64		1134,39		1,45	
G950M1	İ. Odunu	41,15	22,45	10183,33	5911,63	0,09	0,57
	Y. Odunu	3,74		1639,92		1,05	
G950M2	İ. Odunu	39,82	21,75	10408,35	6007,40	0,09	0,59
	Y. Odunu	3,68		1606,45		1,08	
G950M3	İ. Odunu	50,19	26,85	12793,74	7159,71	0,07	0,59
	Y. Odunu	3,52		1525,68		1,11	

Tablo 4.42: Meşe (*Quercus* spp.) odunu ortalama vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.

Örnek Kodu	İlkbahar/Yaz Odunu	Vulnerabilite	Ort. Vulnerabilite	Mezomorfi	Ort. Mezomorfi	Kseromorfi	Ort. Kseromorfi
K550M	İ. Odunu	23,30	11,80	5612,33	2860,22	0,17	6,80
	Y. Odunu	0,29		108,11		13,43	
K750M	İ. Odunu	27,84	14,08	6999,52	3567,98	0,13	5,88
	Y. Odunu	0,32		136,44		11,64	
K950M	İ. Odunu	41,02	20,70	10476,23	5321,87	0,09	5,14
	Y. Odunu	0,37		167,52		10,20	
G550M	İ. Odunu	35,97	19,27	8331,68	4657,45	0,11	0,80
	Y. Odunu	2,57		983,23		1,50	
G750M	İ. Odunu	36,64	19,68	8623,90	4889,95	0,10	0,74
	Y. Odunu	2,73		1155,99		1,39	
G950M	İ. Odunu	43,29	23,47	11020,68	6305,84	0,09	0,58
	Y. Odunu	3,65		1591,00		1,08	



Şekil 4.4: *Quercus petraea* odunu enine (1, 2, 3), radyal (4) ve teğet (5) kesitleri.



Şekil 4.5: *Quercus cerris* odunu enine (1, 2), radyal (3) ve teğet (4) kesitleri.

4.5. KESTANE TÜRÜNE AİT BULGULAR

Bu türe ait trahe, özışını ve lif özelliklerine ilişkin bulgular Tablo 4.43, Tablo 4.44, Tablo 45 ve Tablo 4.46’da verilmiştir.

Uludağ dağ kütlesinde her yükseltiden alınan 3 tekrarlı örneklerin trahe, özışını ve lif özelliklerine ilişkin bulguların ortalama değerleri Tablo 4.47, Tablo 4.48, Tablo 4.49 ve Tablo 50’de verilmiştir.

Kestane türünün yükselti ve bakıya göre değişen vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranlarına ait bulgular Tablo 4.51 ve Tablo 4.52’de verilmiştir.

Türün anatomik yapısını gösteren odun enine, teğet ve radyal kesitlerinin mikroskopta çekilmiş fotoğrafları Şekil 4.6’da görsel olarak verilmiştir.

Tablo 4.43: Kestane (*Castanea sativa*) odunu trahe lümen çapları.

Örnek Kodu	İlkbahar Trahe Teğet Çapı (µm)	Yaz Trahe Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Trahe Radyal Çapı (µm)	Yaz Trahe Radyal Çapı (µm)
K550KS1	179,36 (±45,33)	38,07 (±9,36)	186,67 (±43,93)	45,99 (±9,38)
K550KS2	181,64 (±40,38)	39,57 (±12,82)	192,37 (±41,68)	45,90 (±17,23)
K550KS3	186,71 (±26,39)	38,19 (±11,34)	202,77 (±50,05)	44,86 (±9,39)
K750KS1	189,97 (±27,28)	42,03 (±6,98)	225,21 (±37,93)	48,43 (±7,86)
K750KS2	187,27 (±33,09)	44,02 (±9,67)	225,83 (±47,03)	53,74 (±47,03)
K750KS3	190,74 (±29,15)	43,50 (±9,63)	218,46 (±37,98)	52,09 (±9,80)
K950KS1	193,85 (±24,46)	49,72 (±14,04)	229,86 (±28,87)	57,27 (±15,01)
K950KS2	197,15 (±28,73)	50,38 (±7,17)	222,17 (±26,26)	58,74 (±11,82)
K950KS3	202,24 (±22,25)	47,88 (±6,98)	219,67 (±19,17)	56,24 (±8,00)

Tablo 4.44: Kestane (*Castanea sativa*) odunu mm²'deki trahe sayıları ve hücre boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Yaz Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Trahe Hücre Boyu (µm)
K550KS1	9,30 (±1,49)	55,20 (±9,78)	252,59 (±42,11)
K550KS2	7,30 (±0,67)	68,50 (±7,58)	267,36 (±22,47)
K550KS3	7,60 (±0,97)	68,30 (±7,57)	260,41 (±20,51)
K750KS1	7,40 (±1,17)	47,60 (±6,28)	258,96 (±39,93)
K750KS2	8,30 (±0,95)	48,20 (±8,82)	286,01 (±27,43)
K750KS3	6,30 (±0,95)	49,80 (±8,42)	272,72 (±27,63)
K950KS1	6,30 (±0,95)	49,90 (±8,54)	303,29 (±26,21)
K950KS2	7,40 (±0,84)	39,70 (±4,62)	276,69 (±28,64)
K950KS3	5,60 (±0,97)	42,70 (±5,85)	272,72 (±20,10)

Tablo 4.45: Kestane (*Castanea sativa*) odunu özışını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özışını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özışını Yüksekliği (µm)	Özışını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özışını Sayısı (adet)
K550KS1	6,60 (±3,00)	106,80 (±44,32)	18,69 (±3,97)	9,10 (±1,67)
K550KS2	7,17 (±2,57)	115,02 (±42,55)	17,77 (±3,06)	9,30 (±1,56)
K550KS3	6,93 (±2,78)	116,11 (±44,53)	18,01 (±3,38)	9,47 (±1,98)
K750KS1	8,77 (±3,63)	153,84 (±56,60)	18,01 (±2,82)	10,33 (±2,07)
K750KS2	8,27 (±3,33)	148,43 (±57,38)	18,17 (±3,81)	12,53 (±1,76)
K750KS3	8,20 (±3,33)	150,16 (±60,15)	18,01 (±2,54)	10,87 (±1,63)
K950KS1	9,73 (±2,72)	168,03 (±47,36)	17,53 (±4,00)	12,90 (±1,92)
K950KS2	8,37 (±2,04)	161,30 (±38,41)	17,71 (±2,93)	10,63 (±1,40)
K950KS3	10,03 (±2,50)	163,02 (±37,18)	16,49 (±2,04)	11,60 (±1,59)

Tablo 4.46: Kestane (*Castanea sativa*) odunu lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.

Örnek Kodu	Lif Uzunluğu (µm)	Lif Genişliği (µm)	Lif Lümen Genişliği (µm)	Lif Çeper Kalınlığı (µm)
K550KS1	872,32 (±92,66)	12,85 (±0,79)	4,96 (±0,93)	3,95 (±0,47)
K550KS2	878,35 (±72,12)	13,25 (±0,94)	5,35 (±0,81)	3,95 (±0,52)
K550KS3	864,35 (±79,53)	12,49 (±0,88)	4,28 (±0,80)	4,11 (±0,62)
K750KS1	884,18 (±76,54)	13,90 (±1,22)	5,27 (±1,14)	4,32 (±0,75)
K750KS2	903,17 (±82,76)	14,94 (±1,10)	5,15 (±0,96)	4,90 (±0,42)
K750KS3	913,64 (±68,72)	15,24 (±1,14)	5,93 (±0,80)	4,66 (±0,68)
K950KS1	940,41 (±73,12)	15,89 (±1,39)	6,21 (±1,24)	4,84 (±0,72)
K950KS2	948,29 (±74,44)	16,09 (±1,56)	7,99 (±1,08)	4,05 (±0,67)
K950KS3	945,03 (±69,79)	16,16 (±1,25)	7,04 (±1,19)	4,56 (±0,90)

Tablo 4.47: Kestane (*Castanea sativa*) odunu ortalama trahe lümen çapları.

Örnek Kodu	İlkbahar Traheid Teğet Çapı (µm)	Yaz Traheid Teğet Çapı (µm)	İlkbahar Traheid Radyal Çapı (µm)	Yaz Traheid Radyal Çapı (µm)
K550KS	182,57 (±37,91)	38,61 (±11,35)	193,94 (±45,34)	45,59 (±12,64)
K750KS	189,33 (±29,64)	43,18 (±8,94)	223,17 (±40,87)	51,42 (±11,86)
K950KS	197,75 (±25,25)	49,33 (±10,06)	223,90 (±25,20)	57,42 (±12,07)

Tablo 4.48: Kestane (*Castanea sativa*) odunu ortalama mm²'deki trahe sayıları ve hücre boyları.

Örnek Kodu	İlkbahar Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Yaz Odunu 1 mm ² 'deki Trahe Sayısı (adet)	Trahe Hücre Boyu (µm)
K550KS	8,07 (±1,39)	64,00 (±10,27)	260,12 (±30,20)
K750KS	7,33 (±1,30)	48,53 (±7,70)	272,56 (±33,29)
K950KS	6,43 (±1,17)	44,10 (±7,67)	284,23 (±26,14)

Tablo 4.49: Kestane (*Castanea sativa*) odunu ortalama özişını yükseklikleri, genişlikleri ve mm'deki sayıları.

Örnek Kodu	Özişını Yüksekliği (Hücre Sayısı)	Özişını Yüksekliği (µm)	Özişını Genişliği (µm)	1 mm'deki Özişını Sayısı (adet)
K550KS	6,90 (±2,81)	112,64 (±44,25)	18,16 (±3,53)	9,29 (±1,73)
K750KS	8,41 (±3,46)	150,81 (±58,43)	18,06 (±3,12)	11,24 (±2,04)
K950KS	9,38 (±2,56)	164,11 (±41,56)	17,24 (±3,16)	11,71 (±1,88)

Tablo 4.50: Kestane (*Castanea sativa*) odunu ortalama lif uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri ve çeper kalınlıkları.

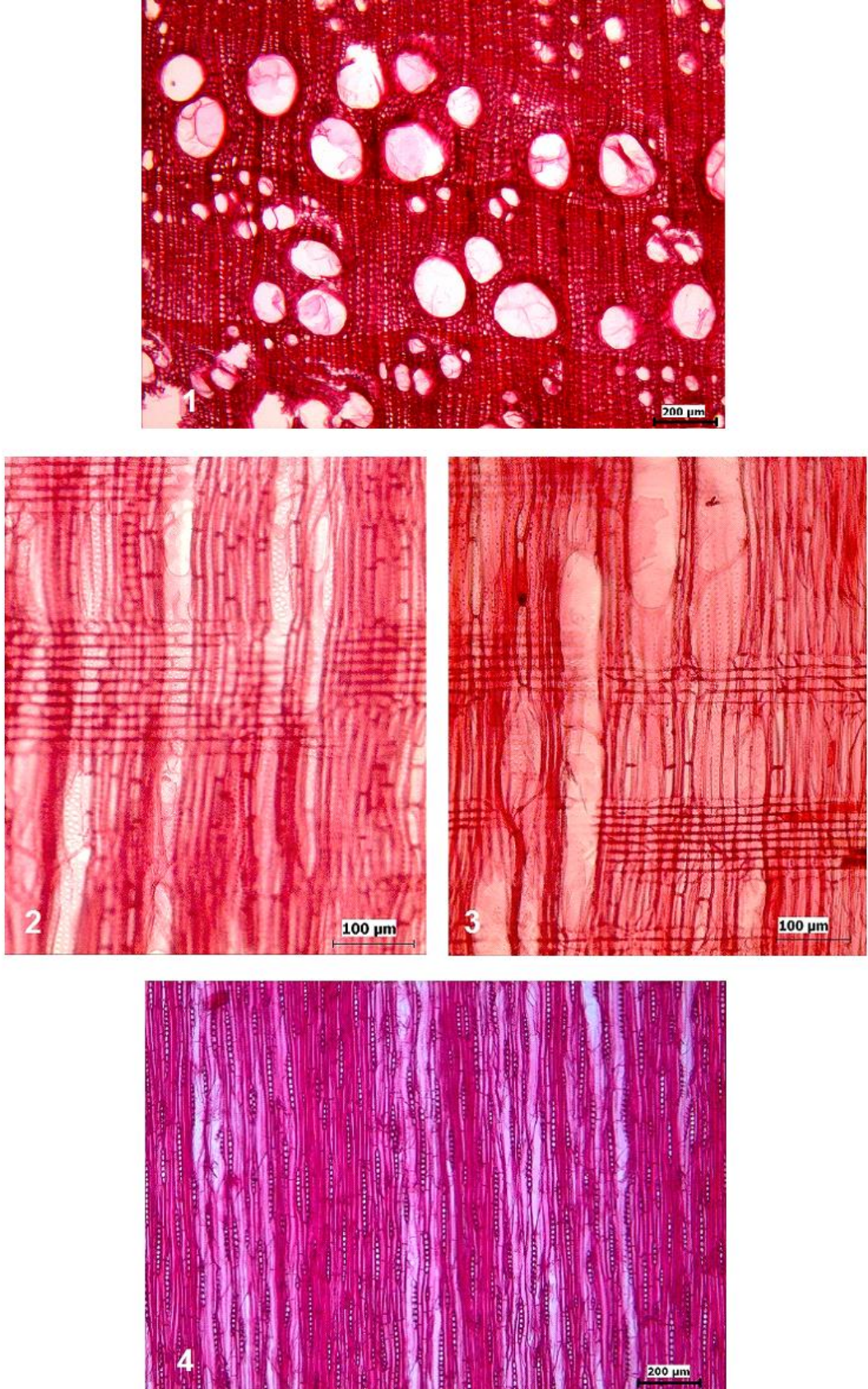
Örnek Kodu	Lif Uzunluğu (µm)	Lif Genişliği (µm)	Lif Lümen Genişliği (µm)	Lif Çeper Kalınlığı (µm)
K550KS	871,67 (±80,97)	12,87 (±0,91)	4,86 (±0,95)	4,00 (±0,54)
K750KS	900,33 (±76,18)	14,69 (±1,28)	5,45 (±1,02)	4,62 (±0,67)
K950KS	944,58 (±71,56)	16,05 (±1,39)	7,08 (±1,37)	4,48 (±0,83)

Tablo 4.51: Kestane (*Castanea sativa*) odunu vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.

Örnek Kodu	İlkbahar/Yaz Odunu	Vulnerabilite	Ort. Vulnerabilite	Mezomorfi	Ort. Mezomorfi	Kseromorfi	Ort. Kseromorfi
K550KS1	İ. Odunu	19,29	9,99	4871,30	2588,90	0,20	2,76
	Y. Odunu	0,69		306,50		5,32	
K550KS2	İ. Odunu	24,88	12,73	6652,65	3456,00	0,16	3,31
	Y. Odunu	0,58		259,35		6,46	
K550KS3	İ. Odunu	24,57	12,56	6397,53	3323,88	0,16	3,40
	Y. Odunu	0,56		250,22		6,64	
K750KS1	İ. Odunu	25,67	13,28	6648,10	3533,43	0,14	2,19
	Y. Odunu	0,88		418,75		4,24	
K750KS2	İ. Odunu	22,56	11,74	6453,16	3438,30	0,16	2,08
	Y. Odunu	0,91		423,43		4,00	
K750KS3	İ. Odunu	30,28	15,57	8256,74	4332,56	0,12	2,17
	Y. Odunu	0,87		408,31		4,22	
K950KS1	İ. Odunu	30,77	15,88	9331,94	4906,12	0,12	1,94
	Y. Odunu	1,00		480,31		3,76	
K950KS2	İ. Odunu	26,64	13,96	7371,32	3991,49	0,14	1,54
	Y. Odunu	1,27		611,67		2,94	
K950KS3	İ. Odunu	36,12	18,62	9849,27	5195,98	0,11	1,71
	Y. Odunu	1,12		542,70		3,31	

Tablo 4.52: Kestane (*Castanea sativa*) odunu ortalama vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları.

Örnek Kodu	İlkbahar/Yaz Odunu	Vulnerabilite	Ort. Vulnerabilite	Mezomorfi	Ort. Mezomorfi	Kseromorfi	Ort. Kseromorfi
K550KS	İ. Odunu	22,63	11,62	5887,19	3078,42	0,17	3,16
	Y. Odunu	0,60		269,64		6,14	
K750KS	İ. Odunu	25,82	13,35	7036,86	3726,84	0,14	2,15
	Y. Odunu	0,89		416,82		4,15	
K950KS	İ. Odunu	30,74	15,93	8736,60	4638,25	0,12	1,73
	Y. Odunu	1,12		539,89		3,33	



Şekil 4.6: *Castanea sativa* odunu enine (1), radyal (2, 3) ve teğet (4) kesitleri.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tez kapsamında, Uludağ dağ kütlesinin kuzey ve güney bakılarında, 200 metre aralıklarla farklı yükseltilerde hâkim 6 ana ağaç türünden toplam 114 adet odun örneği toplanmış ve bu örneklerden hazırlanan odun kesitleri ile masere edilmiş odun dokusunda yapılan anatomik ölçümler sonucunda, yükselti ve bakının odun özelliklerine etkileri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Türlerle bağlı olarak elde edilen bulguların değerlendirilmesi ve ulaşılan sonuçlar aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

5.1. ULUDAĞ GÖKNARINA İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uludağ göknarı odun örneklerinde yapılan anatomik ölçümler sonucu, ilkbahar ve yaz odunu traheidlerinin teğet ve radyal lümen çaplarının 800 metrelik yükselti artışında her 200 metrede bir arttığı, bu artışın teğet çaplarda daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. İlkbahar odununda 1750 m'den sonra teğet ve radyal çapların eşitlendiği ve traheidlerin kare biçimli hücrelere dönüştüğü gözlenmiştir. Yükselti arttıkça traheidlerin çeper kalınlıkları ilkbahar ve yaz odununda da aynı oranda azalmıştır. Traheid boyları her 200 m'de artış gösterirken 1 mm²'deki traheid sayıları belirgin şekilde azalmıştır (Şekil 5.1).

Özışını yükseklikleri, hücre yükseklikleri, mm'deki sayıları için yükselti değişimiyle bir trend saptanamamıştır ancak Uludağ göknarı odunu özışınları tek sıralı olduğu halde özışını genişlikleri yükselti arttıkça azalmıştır (Şekil 5.2).

Uludağ göknarında 800 metre yükselti artışıyla (1150 m – 1950 m), ilkbahar odunları için radyal çapta % 42, teğet çapta % 60'lık artış; yaz odunları için radyal çapta % 235, teğet çapta % 138'lik artış görülmektedir (Şekil 5.1).

800 metre yükselti artışıyla traheid çift çeper kalınlığında, ilkbahar odununda % 25, yaz odununda % 22'lik azalma; traheid uzunluğunda % 31'lik artış; traheid sayısında % 15'lik azalma görülmektedir (Şekil 5.1).

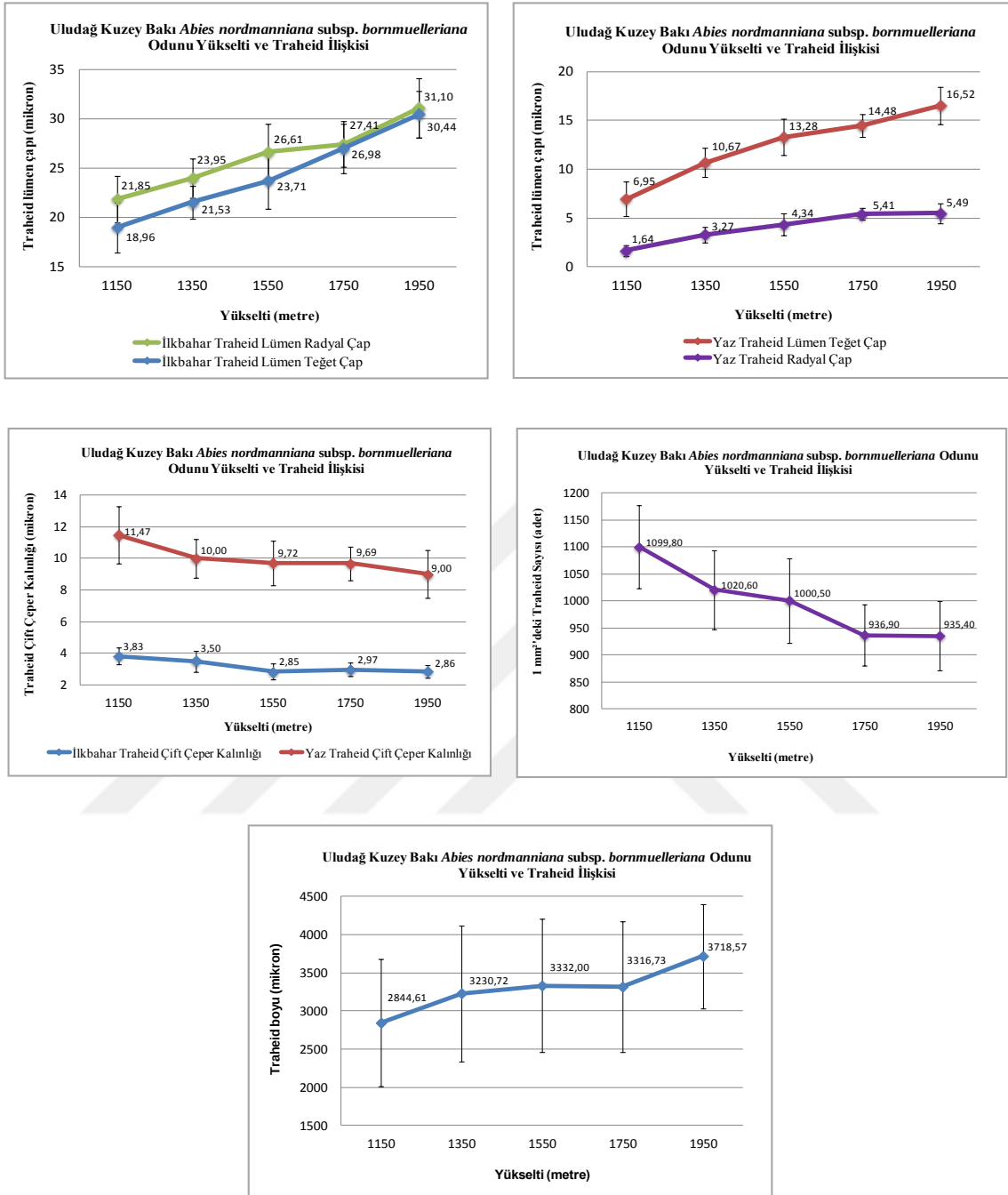
800 metre yükselti artışıyla özışını yüksekliğinde % 4'lük artış, özışını genişliğinde % 25'lik azalma görülmektedir (Şekil 5.2).

Aytuğ (1959); ortalama traheid boyu ve genişliğini *Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana* için 2875 µm ve 43 µm; *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* için 3347 µm ve 38,9 µm; *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* için ise 3335 µm ve 40,5 µm olarak bulmuştur.

Esteban ve diğ. (2009); Akdeniz ülkelerinde yetişen göknar türlerinin odun anatomilerini karşılaştırmıştır. Bu türlerden *Abies alba*, *Abies borisii regis*, *Abies cephalonica*, *Abies nebrodensis*, *Abies nordmanniana* ve *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* dünyanın kuzey bölgelerinde yetişirken; *Abies pinsapo*, *Abies numidica*, *Abies cilicica* dünyanın güney bölgelerinde yetişmektedir. Bunlardan *Abies nordmanniana* alttürleri ülkemizin kuzeyinde, *Abies cilicica* ise güneyinde yetişmektedir. Çalışmada traheid lümen çapları dünyanın kuzeyinden güneyine doğru sırayla *A. alba* için $22,1 \pm 2,3$ µm; *A. nordmanniana* için $18,0 \pm 1,1$ µm; *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* için $17,5 \pm 1,4$ µm; *Abies cilicica* için ise $15,7 \pm 1,1$ µm olarak bulunmuştur. Çalışmada kuzeyden güneye doğru enlem derecelerinin değişmesiyle traheid çaplarının azaldığı görülmektedir. Ülkemizde Uludağ'da yetişen *A. nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* için ise ilkbahar odunu traheid lümen teget çapı 1150 m'de $18,9 \pm 2,5$ µm; 1950 m'de ise $30,4 \pm 2,3$ µm olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.1). Esteban ve diğ. (2009)'nin *A. nordmanniana* türü için buldukları değerin Uludağ'da 1150 m'de bulunan değere yaklaşık olduğu ancak yükselti artışıyla traheid çaplarının arttığı görülmektedir.

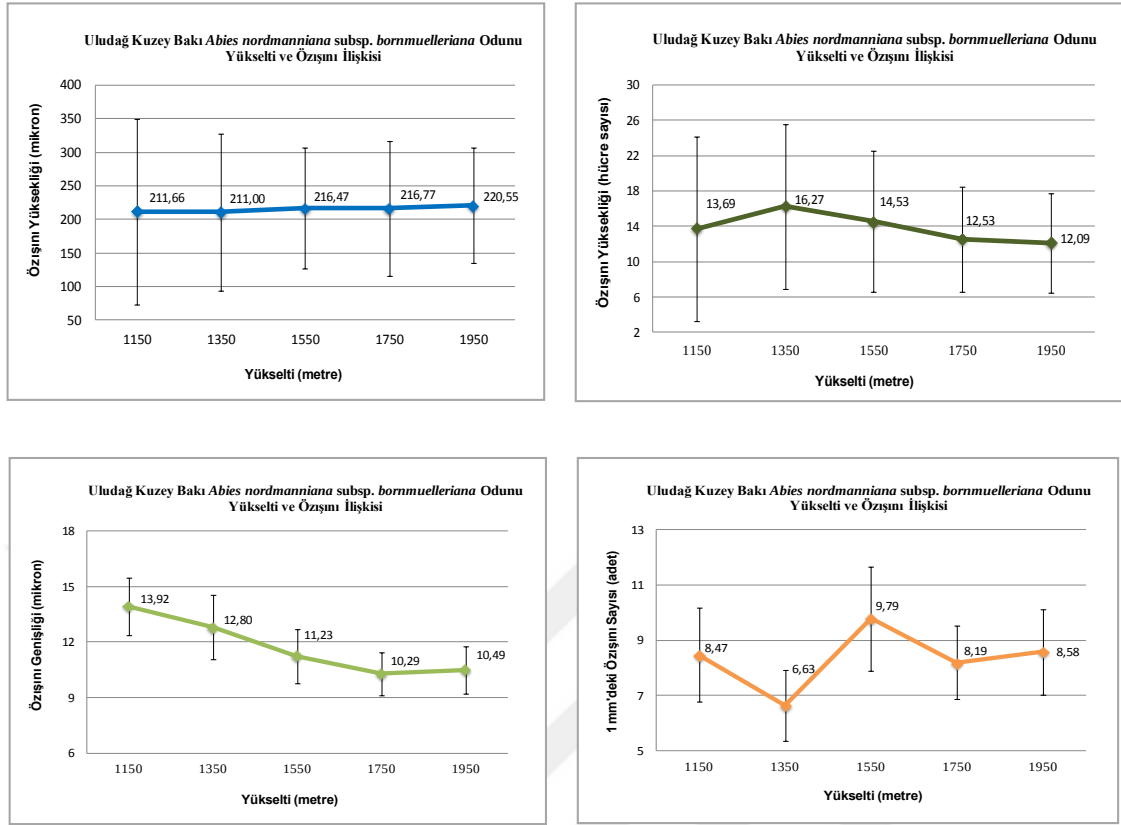
Esteban ve diğ. (2009); traheid boylarını dünyanın kuzeyinden güneyine doğru sırayla *A. alba* için 2813 ± 721 µm; *A. nordmanniana* için 3032 ± 744 µm; *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* için 3474 ± 660 µm; *A. cilicica* için ise 3377 ± 972 µm olarak bulmuşlardır. Ülkemizde Uludağ'da yetişen *A. nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* için ise traheid boyu 1150 m'de 2844 ± 833 µm; 1950 m'de ise 3718 ± 683 µm olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.1).

Esteban ve diğ. (2009); özışını yüksekliklerini dünyanın kuzeyinden güneyine doğru sırayla *A. alba* için $158,9 \pm 14,1$ µm; *A. nordmanniana* için $142,6 \pm 6,3$ µm; *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* için $107,7 \pm 7,7$ µm; *A. cilicica* için ise $169,1 \pm 10,3$ µm olarak bulmuştur. Ülkemizin kuzeyinde Uludağ'da yetişen *A. nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* için ise özışını yüksekliği 1150 m'de $211,6 \pm 138,3$ µm; 1950 m'de ise $220,5 \pm 85,9$ µm olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.2).

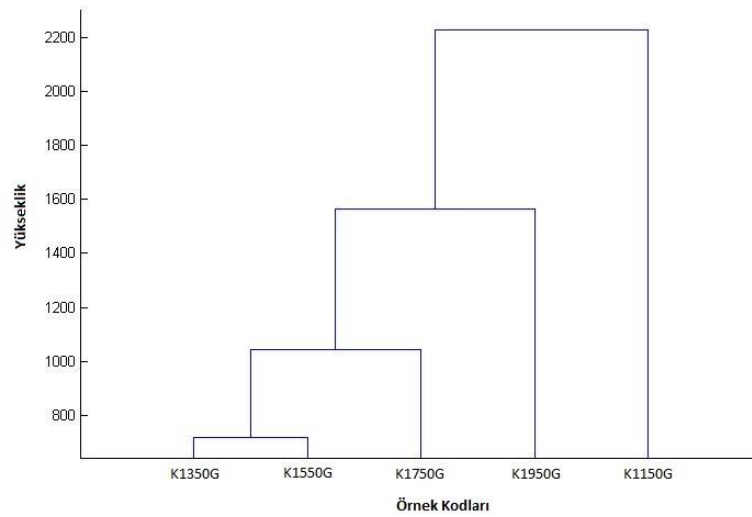


Şekil 5.1: Uludağ göknarı odunu yükselti ve traheid özellikleri ilişkileri.

Göknarlarla ilgili verilen sonuçlarla Uludağ dağ kütleindeki sonuçlar değerlendirildiğinde kuzey enlemlerden güney enlemlere doğru olan değişim, dağ kütleinin yüksek kesimlerimlerinden alt kesimlerine doğru olan değişimle büyük benzerlik göstermektedir. Bu durumda kuzey enlemlerle dağların yüksek kesimlerinin daha nemli ve ılıman güney enlemlerle alt yükseltilerin daha sıcak olduğunu göstermiştir. Bu sonuç küresel iklim değişimi etkisiyle sıcaklığın artması sonucunda yayılış alt sınırlarının daha fazla risk altına gireceğini ve yükseklerle doğru çekilebileceğine işaret etmektedir.



Şekil 5.2: Uludağ göknarı odunu yükselti ve özşımı özellikleri ilişkileri.



Şekil 5.3: Göknar odunu kümeleme analizi dendrogramı.

Uludağ göknarı örnekleri için yapılan kümeleme analizi sonuçlarına göre her yükselti basamağı bir alt grup oluşturmuştur. 1150 m'deki bulgular en belirgin farklılığı göstermiş olup 1350 m ve 1550 m birbirine daha benzer bulunmuştur (Şekil 5.3). Uludağ göknarı odunu en iyi yetiştirme koşullarının 1950 m olduğu görülmektedir.

5.2.KARAÇAMA İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Karaçam odun örneklerinde yapılan anatomik ölçümler sonucu kuzey ve güney bakıda da her 200 metrede bir yükselti artışıyla traheid çaplarının arttığı tespit edilmiştir. Kuzey bakıda traheid lümen çapı değerlerinin güney bakıya göre daha yüksek olduğu ve artışların 950 m’den sonra daha belirgin olduğu görülmüştür (Şekil 5.4).

Traheid çeper kalınlıkları değerlerinin güney bakıda kuzeye göre daha yüksek olduğu, her iki bakıda da yükselti arttıkça azalma olduğu ve bu azalmanın 750 m’den sonra daha belirgin olduğu saptanmıştır (Şekil 5.4).

Traheid boyları için kuzey bakıda değerler daha yüksek olmasına rağmen, güney bakıda yükseltiye bağlı 200 m’de bir daha belirgin artış olup 1350 m ve 1550 m’lerde kuzey bakıya göre daha yüksek değerlere ulaşılmıştır. 1 mm^2 ’deki trahe sayısı değerleri de kuzey bakıda daha yüksek olup, yükseltiye bağlı olarak her iki bakıda da birbirine paralel azalma görülmüştür. Kuzey ve güney bakı değerleri 1350 m’de eşitlenmiş ve 1550 m’de güney bakıda ortalama traheid sayısı daha yüksek çıkmıştır (Şekil 5.4).

Özışını yükseklikleri kuzey ve güney bakıda da yükseltiye bağlı olarak 200 metrede bir benzer şekilde artış göstermiştir. Buna paralel olarak özışını hücre yükseklikleri de yükseltinin artmasıyla artmıştır. Gökmar da olduğu gibi karaçam odunu özışınları da tek sıralı olmasına rağmen özışını genişlikleri yükseltiye bağlı azalmış olup özışını sayılarında bir trend yakalanamamıştır (Şekil 5.5).

Karaçam odun örneklerinde 1000 metre yükselti artışında (550 m - 1550 m) ilkbahar odunları için kuzey bakıda radyal çapta % 61, teğet çapta % 49’luk artış; güney bakıda radyal çapta % 27, teğet çapta % 19’luk artış görülmektedir. 1000 metre yükselti artışında yaz odunları için kuzey bakıda radyal çapta % 216, teğet çapta % 105’lik artış; güney bakıda radyal çapta % 151, teğet çapta % 64’lük artış görülmektedir (Şekil 5.4).

1000 metre yükselti artışında ilkbahar odunu için, kuzey bakıda çeper kalınlığında % 39, güney bakıda % 29’luk azalma; yaz odunu için kuzey bakıda % 50, güney bakıda % 35’lik azalma görülmektedir (Şekil 5.4).

1000 metre yükselti artışında kuzey bakı traheid boyunda % 12, güney bakı traheid boyunda % 50'lik artış; kuzey bakı traheid sayısında % 25, güney bakı traheid sayısında % 18'lik azalma görülmektedir (Şekil 5.4).

1000 metre yükselti artışında özışını genişliğinde kuzey bakıda % 6, güney bakıda % 25'lik azalma; özışını yüksekliğinde kuzey bakıda % 33, güney bakıda % 20'lik artış; özışını yüksekliğinde (hücre sayısı) kuzey bakıda % 59, güney bakıda % 19'luk artış görülmektedir (Şekil 5.5).

Göker (1969); Elekdağ ve Dursunbey'de *Pinus nigra* için mm²'deki ortalama traheid sayısını 998 adet (685-1576 adet), ortalama traheid boyunu 4200 µm (1720-8140 µm), traheidlerin çapını 48 µm (22-78 µm), çeper kalınlığını 9 µm (4-22 µm) olarak bulmuştur. Uludağ'da ise ortalama traheid sayıları kuzey bakıda 550 m'de 1118 adet, 1550 m'de 838 adet; güney bakıda 550 m'de 1072 adet, 1550 m'de 874 adet olarak bulunmuştur. Ortalama traheid boyları kuzey bakıda 550 m'de 3754 µm, 1550 m'de 4211 µm; güney bakıda 550 m'de 3122 µm, 1550 m'de 4667 µm olarak bulunmuştur (Şekil 5.4).

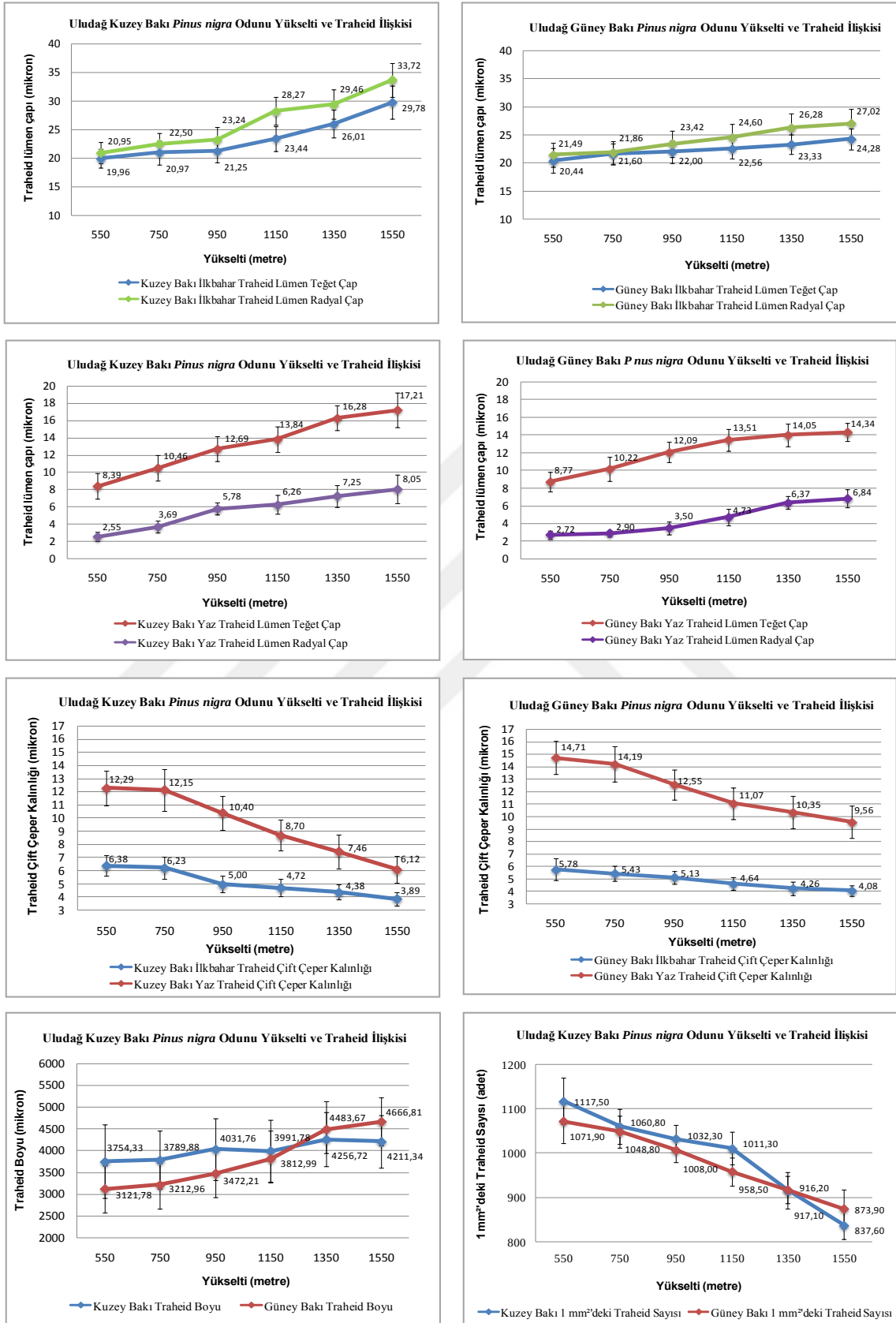
Martin-Benito ve diğ. (2013); Akdeniz ormanlarından olan İspanya'nın doğusundaki İber Dağları'nda yağış ve sıcaklığın *Pinus nigra* ve *Pinus sylvestris*'in traheid özellikleri üzerine etkilerini çalışmışlardır. İklim değişikliklerinin *Pinus sylvestris*'de daha belirgin etkilere neden olduğunu tespit etmişlerdir. 1460 metre yükseltide yetişen *Pinus nigra* için traheid lümen radyal çaplarını ilkbahar odununda 34,45 µm, yaz odununda 8,02 µm; *Pinus sylvestris* için ilkbahar odununda 30,55 µm, yaz odununda 8,10 µm olarak bulmuşlardır. Traheid çeper kalınlıklarını *Pinus nigra* için ilkbahar odununda 3,77 µm, yaz odununda 6,08 µm; *Pinus sylvestris* için ilkbahar odununda 3,19 µm, yaz odununda 4,58 µm olarak bulmuşlardır. Uludağ'da ise kuzey bakıda 1550 m yükseltiden alınan örneklerde ölçülen 33,72 µm ilkbahar traheid lümen radyal çapı ve 8,05 µm yaz traheid lümen radyal çapı ile, İber Dağları'nda 1460 m yükseltide yetişen *Pinus nigra* için elde edilen değerlere yaklaşılmıştır.

Esteban ve diğ. (2012); yetiştirme yeri ve iklim faktörlerinin *Pinus nigra* odununun anatomik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla İspanya'da 8 farklı bölgeden olmak üzere sırasıyla 1200 m yükseltide 864 mm yağış alan, 1050 m yükseltide 646 mm yağış alan, 1300 m yükseltide 533 mm yağış alan, 1400 m yükseltide 1133 mm yağış alan, 1500 m yükseltide 548 mm yağış alan, 1600 m yükseltide 506 mm yağış alan, 1375 m yükseltide 391 mm yağış alan

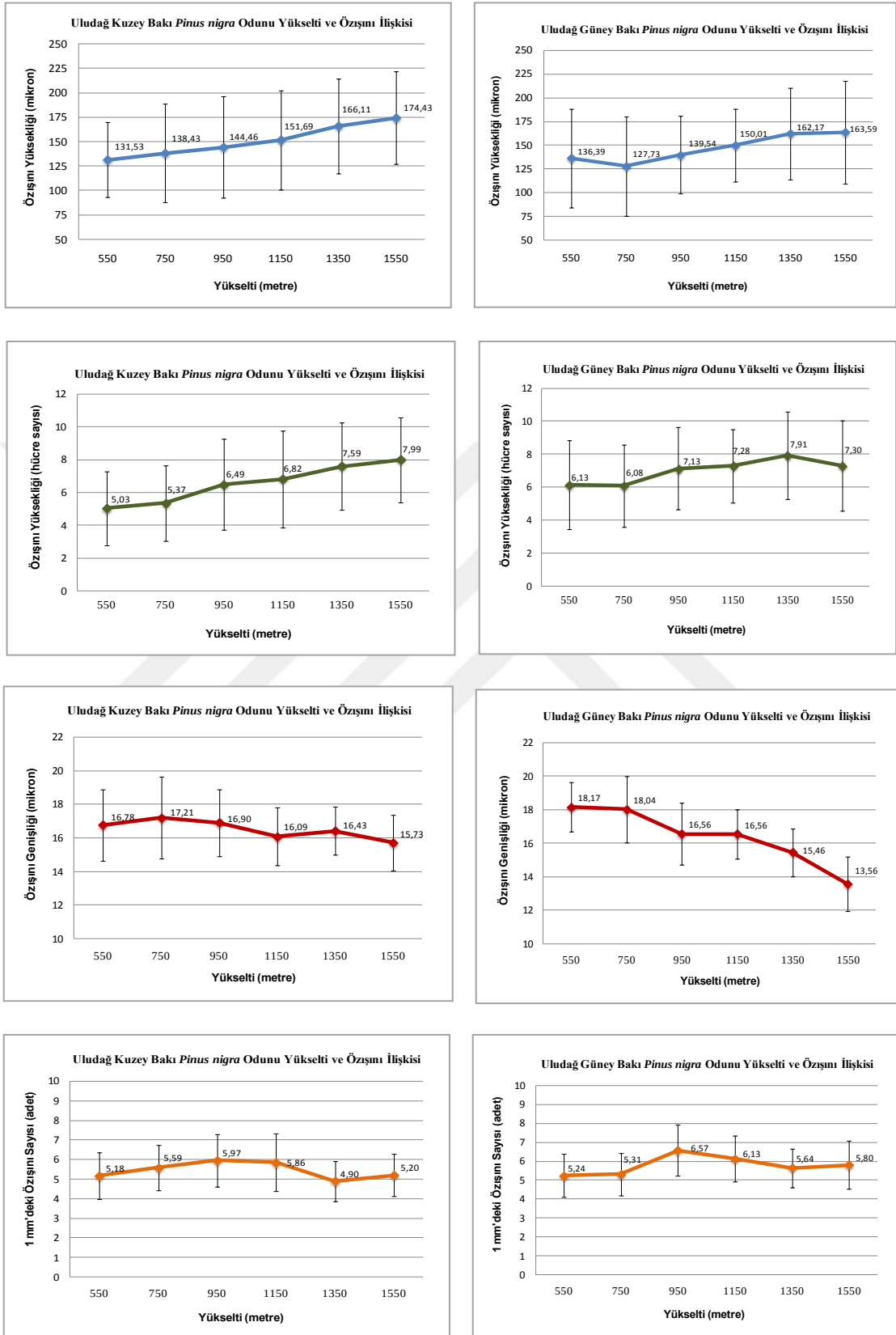
ve 1100 m yükseltide 613 mm yağış alan yörelerden örnekler toplanmıştır. Yetiştirme yeri ve iklimin ilkbahar odunu anatomisini çok yüksek oranda etkilediğini saptamışlardır. Odun kalitesi ve büyümesi en iyi populasyonun, İber Dağları'nın güneyindeki nemli yetiştirme şartlarında olduğu saptanmıştır. Traheid lümen çapları yukarıda verilen yöre sırasıyla $34,5 \pm 0,7 \mu\text{m}$, $36,0 \pm 0,9 \mu\text{m}$, $31,0 \pm 0,7 \mu\text{m}$, $34,5 \pm 0,9 \mu\text{m}$, $33,6 \pm 0,7 \mu\text{m}$, $39,1 \pm 1,2 \mu\text{m}$, $33,5 \pm 0,5 \mu\text{m}$, $35,1 \pm 0,8 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. Traheid çeper kalınlıkları sırasıyla $3,6 \pm 0,1 \mu\text{m}$, $3,5 \pm 0,1 \mu\text{m}$, $4,0 \pm 0,1 \mu\text{m}$, $3,2 \pm 0,1 \mu\text{m}$, $3,9 \pm 0,1 \mu\text{m}$, $4,0 \pm 0,1 \mu\text{m}$, $3,4 \pm 0,1 \mu\text{m}$, $3,6 \pm 0,1 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. Traheid boyları $2,83 \pm 0,6 \text{ mm}$, $3,3 \pm 0,7 \text{ mm}$, $2,8 \pm 0,5 \text{ mm}$, $2,6 \pm 0,5 \text{ mm}$, $2,4 \pm 0,4 \text{ mm}$, $2,5 \pm 0,5 \text{ mm}$, $2,7 \pm 0,4 \text{ mm}$, $3,1 \pm 0,6 \text{ mm}$ olarak bulunmuştur. Özışını yükseklikleri sırasıyla $140,2 \pm 4,8 \mu\text{m}$, $152,9 \pm 7,1 \mu\text{m}$, $133,3 \pm 5,1 \mu\text{m}$, $144,8 \pm 6,3 \mu\text{m}$, $115,7 \pm 5,6 \mu\text{m}$, $113,6 \pm 3,9 \mu\text{m}$, $158,4 \pm 6,1 \mu\text{m}$, $161,6 \pm 7,8 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur.

Ülkemizde Uludağ'da yetişen *Pinus nigra* için ise ilkbahar odunu traheid lümen radyal çapı kuzey bakı 550 m'de $20,95 \pm 1,82 \mu\text{m}$; 1550 m'de $33,72 \pm 2,99 \mu\text{m}$, güney bakı 550 m'de $21,49 \pm 2,16 \mu\text{m}$; 1550 m'de ise $27,02 \pm 2,67 \mu\text{m}$ olarak tespit edilmiştir. İlkbahar odunu traheid çift çeper kalınlıkları kuzey bakı 550 m'de $6,38 \pm 0,77 \mu\text{m}$; 1550 m'de $3,89 \pm 0,50 \mu\text{m}$, güney bakı 550 m'de $5,78 \pm 0,86 \mu\text{m}$; 1550 m'de ise $4,08 \pm 0,44 \mu\text{m}$ olarak tespit edilmiştir. Traheid boyu kuzey bakı 550 m'de $3754 \pm 838 \mu\text{m}$; 1550 m'de $4211 \pm 600 \mu\text{m}$, güney bakı 550 m'de $3121 \pm 537 \mu\text{m}$; 1550 m'de ise $4666 \pm 550 \mu\text{m}$ olarak tespit edilmiştir. Özışını yüksekliği kuzey bakı 550 m'de $131,53 \pm 38,33 \mu\text{m}$; 1550 m'de $174,43 \pm 47,53 \mu\text{m}$, güney bakı 550 m'de $136,39 \pm 52,03 \mu\text{m}$; 1550 m'de ise $163,59 \pm 54,26 \mu\text{m}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.4, Şekil 5.5).

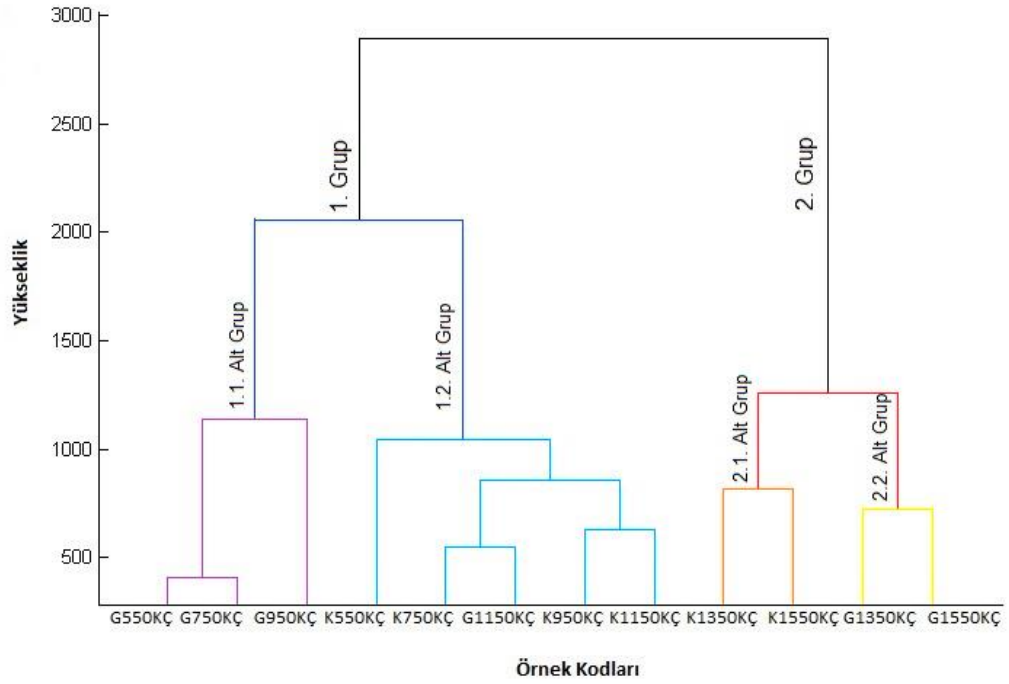
Bu bulgulara dayanarak İber Dağları'nda ve Uludağ'da *Pinus nigra* için yapılan bu çalışmalarda yükselti ve yağış artışıyla beraber traheid özelliklerinin birbirine paralel olarak değiştiği ve nem artışı nedeniyle üst yükseltilerin en uygun yetiştirme ortamı olduğu söylenebilmektedir.



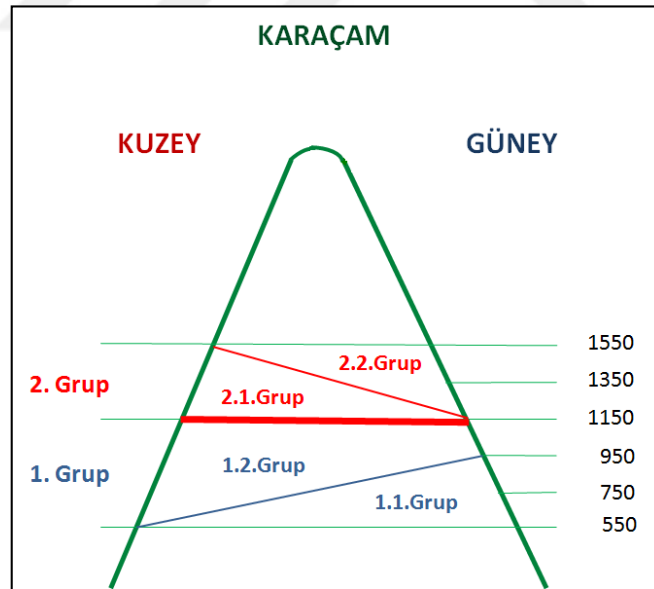
Şekil 5.4: Karaçam odunu bakı, yükselti ve traheid özellikleri ilişkileri.



Şekil 5.5: Karaçam odunu bakı, yükselti ve özışımı özellikleri ilişkileri.



Şekil 5.6: Karaçam odunu kümeleme analizi dendrogramı.



Şekil 5.7: Karaçam odunu kümeleme analizi sonuçlarına göre gruplaşmaların Uludağ profilinde yükselti ve bakıya göre yerleri.

Karaçam odunu kümeleme analizi sonuçlarına göre elde edilen dendrogramda yükselti basamaklarına göre örneklerin 2 gruba ayrıldığı görülmektedir. Burada 1150 m sınır noktası olarak 550 m, 750 m, 950 m ve 1150 m yükseltideki örnekler 1. grubu, 1350 m ve 1550 m yükseltideki örnekler 2. grubu oluşturmaktadır (Şekil 5.6).

Bu 2 grup da kendi içlerinde 2 alt gruba ayrılmaktadır ve alt grupların oluşmasına neden olan etkenin bakı olduğu görülmektedir. 1. grubun 1. alt grubu güney bakı örneklerinden, 2. alt grubu kuzey bakı örneklerinden; 2. grubun 1. alt grubu kuzey bakı örneklerinden, 2. alt grubu güney bakı örneklerinden oluşmaktadır (Şekil 5.6).

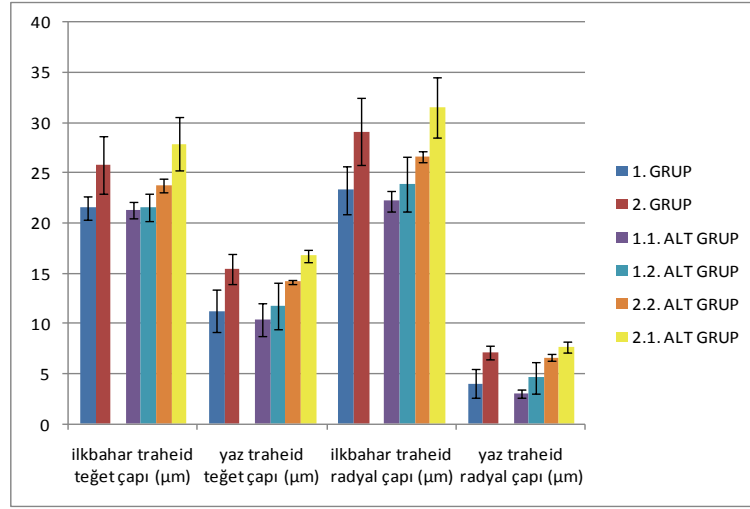
Elde edilen dendrogram grupları Şekil 5.7’de dağ profili üzerinde de gösterilmiştir. Kümeleme analizi sonuçlarına göre karaçam odununda anatomik özellikler üzerinde yükselti ve bakının da belirgin biçimde etkili olduğu, ancak öncelikle yükseltinin daha büyük etkisi olduğu görülmektedir.

Grupların değerlendirilmesinde her grup ve alt grup için, odun özelliklerinin ayrı ayrı ortalama ve standart sapmaları hesaplanmış ve grafiklendirilmiştir (Şekil 5.8 - Şekil 5.12). Grafiklerde gruplar güneyden kuzeye alt yükseltilerden üst yükseltilere doğru sırasıyla 1.1. (güney alt yükselti grubu), 1.2. (kuzey alt yükselti grubu), 2.2. (güney üst yükselti grubu) ve 2.1. alt grubu (kuzey üst yükselti grubu) olarak verilmiştir.

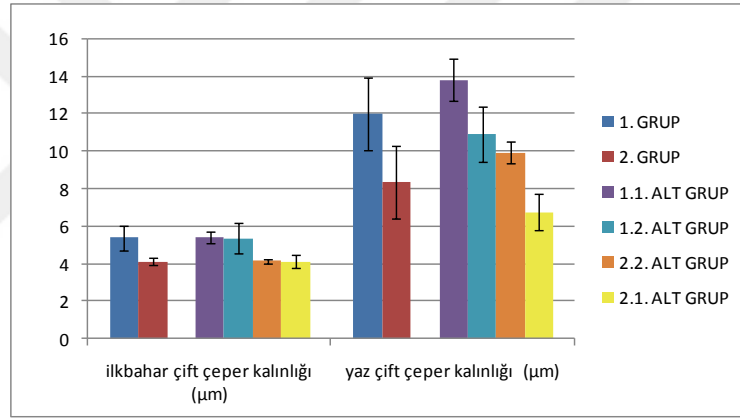
Karaçam odunu için kümeleme analizi gruplarına göre güneyden kuzeye doğru alt yükseltilerden üst yükseltilere doğru traheid çapları ve boylarının arttığı, traheid çeper kalınlıkları ve sayılarının azaldığı görülmektedir (Şekil 5.8 – Şekil 5.10).

Değerler Şekil 5.7’de de görülen dağ profili boyunca bir helezon şeklinde, önce güney alt yükseltilerden başlayarak kuzey alt yükselti, güney üst yükselti ve sonra kuzey üst yükseltilere doğru giderek artış/azalış göstermiştir.

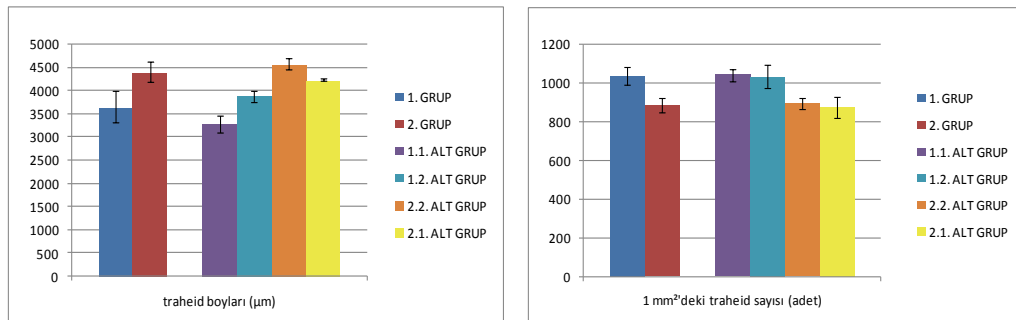
Özışını özelliklerinin yükselti ve bakıya göre değişiminde bir trend yakalanamadığı için bu sonuçlar grupların grafiklerine de aynı şekilde yansımıştır (Şekil 5.11 ve Şekil 5.12).



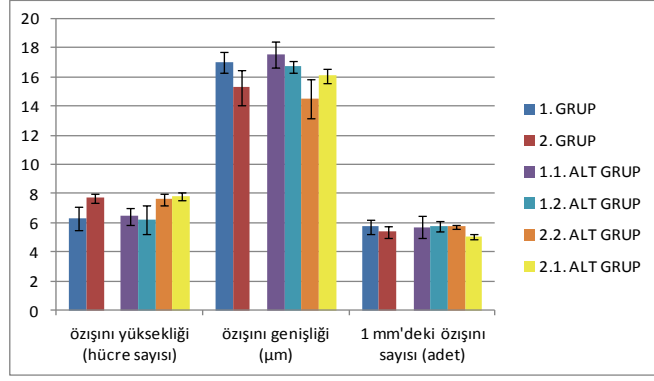
Şekil 5.8: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre traheid çap ortalamaları.



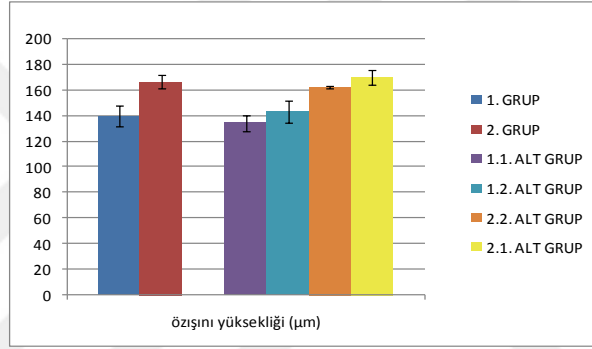
Şekil 5.9: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre traheid çeper kalınlığı ortalamaları.



Şekil 5.10: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre traheid boy ve sayısı ortalamaları.



Şekil 5.11: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre özişini yüksekliği (hücre sayısı), genişliği ve mm'deki sayılarının ortalamaları.



Şekil 5.12: Karaçam odunu kümeleme analizi gruplarına göre özişini yüksekliği (μm) ortalamaları.

5.3.DOĞU KAYININA İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doğu kayını odunu örneklerinde yapılan anatomik ölçümler sonucu, yükselti arttıkça her 200 metrede bir trahe lümen çaplarının belirgin biçimde her iki bakıda da genişlediği, ancak kuzey bakıda değerlerin daha yüksek olduğu görülmüştür. Trahe çapları artarken, çeper kalınlıkları ters orantılı olarak yükseltiye bağlı azalmıştır (Şekil 5.13).

Trahe sayıları, her iki bakıda da 550 m'den 1150 m'ye kadar azalmış, 1150 m ve 1350 m'de değişim olmamış ve 1550 m'de azalmaya devam etmiştir. Kuzey bakıda ortalama trahe sayısı değerleri, güney bakıya göre daha düşük bulunmuştur. trahe boyları ise her iki bakıda da artış göstermiş ancak 1150 m'den sonra daha belirgin artışa geçmiştir. Yine kuzey bakıda değerler daha yüksek bulunmuştur (Şekil 5.13).

Ortalama lif boyu değerleri her iki bakıda da birbirine yakın bulunmuş, yükseltiye bağlı olarak artış göstermiştir. Güney bakıda 950 m ve 1150 m arasında çok dik bir artıştan sonra 1550 m'ye

kadar bu değerde değişim görülmemiştir (şekil 5.14). Yükselti artışıyla  zısını yükseklik ve sayılarında artış gözlenmiş,  zısını genişliklerinde belirgin bir değişim saptanamıştır (şekil 5.15).

Kayın odununda 1000 metre yükselti artışıında (550 m – 1550 m), kuzey bakıda trahe radyal çapta % 41, teğet çapta % 39’luk artış; güney bakıda trahe radyal çapta % 42, teğet çapta % 50’lik artış görülmektedir (şekil 5.13).

1000 metre yükselti artışıında trahe çeper kalınlığında kuzey bakıda % 32, güney bakıda % 27’lik azalma görülmektedir. Trahe hücre uzunluğunda, kuzey bakıda % 17, güney bakıda % 25’lik artış; 1 mm²’deki trahe sayısında, kuzey bakıda % 26, güney bakıda % 40’lık azalma görülmektedir (şekil 5.13).

1000 metrede lif uzunluğunda kuzey bakıda % 15, güney bakıda % 17’lik artış; lif genişliğinde kuzey bakıda % 26, güney bakıda % 24’l k artış; lif lümen genişliğinde kuzey bakıda % 18, güney bakıda % 16’lık artış görülmektedir (şekil 5.14).

 zısını yüksekliğinde 1000 m yükselti artışıyla kuzey bakıda % 49, güney bakıda % 54’l k artış;  zısını genişliğinde kuzey bakıda % 12, güney bakıda % 8’lik azalma; 1 mm’deki  zısını sayısında kuzey bakıda % 43, güney bakıda % 53’l k artış görülmektedir (şekil 5.15).

şanlı (1977); *Fagus orientalis* için ortalama trahe çaplarını genel olarak 48,5-54,1  m aralığında, ortalama trahe hücre boyunu 430-545  m, lif uzunluğunu 1165  m, mm²’deki trahe sayısını 136-265 adet olarak saptamıştır. İlkbahar odununda 1 mm²’deki trahe sayısını Batı Karadeniz Bölgesi’nde 138-350 adet, Doğu Karadeniz Bölgesi’nde 136-386 adet, Ege Bölgesi’nde 136-264 adet, Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde 216-306 adet olarak bulmuştur.

şanlı (1977); Doğu Karadeniz Bölgesi’nde ilkbahar odunu için trahe teğet ve radyal çaplarını sırasıyla 910 metrede 36,43  m ve 48,52  m; 1250 metrede 39,86  m ve 48,91  m; 1510 metrede 43,88  m ve 58,58  m; 1860 metrede 40,09  m ve 54,09  m; 2074 metrede 35,18  m ve 35,88  m olarak tespit etmiştir. 1510 metre yükseltinin optimal koşulların bulunduğu yetişme alanı olması sebebiyle bu seviyede çapların en geniş olduğunu, al aklarda ise dar olduğunu belirtmiştir. Yapılan bu çalışmada ise Uludağ’da kuzey ve güney bakıda da trahe radyal ve teğet lümen çapları 550 m yükseltiden 1550 m yükseltiye kadar her 200 metrede bir benzer şekilde artış göstermiştir. Kuzey bakıda 1550 m’de trahe teğet ve radyal lümen çapları

48,25 μm ve 53,53 μm , güney bakıda ise 47,36 μm ve 49,65 μm 'ye ulaşmıştır (Şekil 5.13). Benzer şekilde 1550 m yükseltinin doğu kayını türü odunu için yetiştirme optimumu olduğu söylenebilmektedir.

Şanlı (1977); Batı Karadeniz Bölgesi'nde ortalama trahe hücre boylarını 400 metrede 431 μm ; 900 metrede 485 μm ; 1100 metrede 543 μm , 1300 metrede 501 μm olarak saptamış ve orman sınırları ile alçak yörelerde trahe hücre boylarının kısa olduğunu belirtmiştir. Yapılan bu çalışmada da Uludağ'da kayın odunu trahe boylarının kuzey ve güney bakıda da 550 m yükseltiden 1550 m'ye kadar 200 metrede bir arttığı görülmektedir. En kısa trahe hücresi boyu güney bakıda 550 m yükseltide 439,94 μm , en yüksek değer ise kuzey bakıda 1550 m'de 583,35 μm olarak bulunmuştur. Trahe hücre boylarının yükseltiyle artışına ek olarak kuzey bakıda boyların güney bakıdan daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.13). Bu da güneşli güney bakıya göre kuzey bakıda yağış ve nemin daha bol olmasına bağlanmıştır.

Merev (1998b); Trabzon'da 900 m yükseltiden aldığı *Fagus orientalis* odun örnekleri için ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen teğet çaplarını sırasıyla 59,84 μm , 50,17 μm ; ilkbahar ve yaz trahe lümen radyal çaplarını sırasıyla 79,11 μm , 58,53 μm ; trahe hücre boyunu 544,69 μm ; 1 mm^2 'deki ortalama trahe sayısını 116,11 adet; lif uzunluğunu 1372,80 μm olarak bulmuştur. Yapılan bu çalışmada ise Uludağ'da kuzey ve güney bakıda da 950 m yükseltide ölçülen ortalama trahe teğet, radyal çapı, trahe ve lif boyu değerlerinin, Trabzon'da 900 m yükseltide ölçülen değerlere göre daha düşük, ortalama trahe sayılarının daha yüksek bulunduğu görülmektedir. Bu da Doğu Karadeniz'in daha nemli, yağışlı yetiştirme koşullarına bağlanmaktadır.

Topaloğlu ve diğ. (2016); Sinop'da farklı 5 yükseltide (0-200 m, 200-400 m, 400-600 m, 600-800 m, 800-1000 m) ve farklı 2 bakıda toplam 20 ağacın anatomik ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Trahe teğet çapı kuzey bakı için yükseltilere göre (400-600 m, 600-800 m, 800-1000 m basamakları için) sırasıyla 48,77 $\pm$ 9,31 μm , 44,41 $\pm$ 9,07 μm , 44,41 $\pm$ 8,95 μm ; güney bakı için 43,34 $\pm$ 6,08 μm , 49,62 $\pm$ 7,67 μm , 41,20 $\pm$ 9,24 μm olarak bulunmuştur. Trahe radyal çapı kuzey bakı için yükseltilere göre sırasıyla 57,19 $\pm$ 12,22 μm , 50,98 $\pm$ 10,79 μm , 53,83 $\pm$ 9,61 μm ; güney bakı için 48,62 $\pm$ 8,97 μm , 55,33 $\pm$ 9,65 μm , 49,76 $\pm$ 11,92 μm olarak bulunmuştur. Uludağ'da trahe teğet çapı kuzey bakı için yükseltilere göre (550m, 750 m, 950 m ve en üst nokta olan 1550 m için) sırasıyla 34,64 $\pm$ 3,81 μm , 36,95 $\pm$ 4,12 μm , 40,21 $\pm$ 4,53 μm , 48,25 $\pm$ 4,13 μm ; güney bakı için 31,62 $\pm$ 3,17 μm , 35,06 $\pm$ 3,03 μm , 36,45 $\pm$ 3,34 μm , 47,36 $\pm$ 4,33 μm olarak

bulunmuştur. Trahe radyal çapı kuzey bakı için $37,87 \pm 4,59 \mu\text{m}$, $39,75 \pm 4,56 \mu\text{m}$, $42,02 \pm 4,49 \mu\text{m}$; güney bakı için $34,91 \pm 4,13 \mu\text{m}$, $37,52 \pm 3,60 \mu\text{m}$, $41,26 \pm 3,93 \mu\text{m}$, $49,65 \pm 4,91 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur (Şekil 5.13).

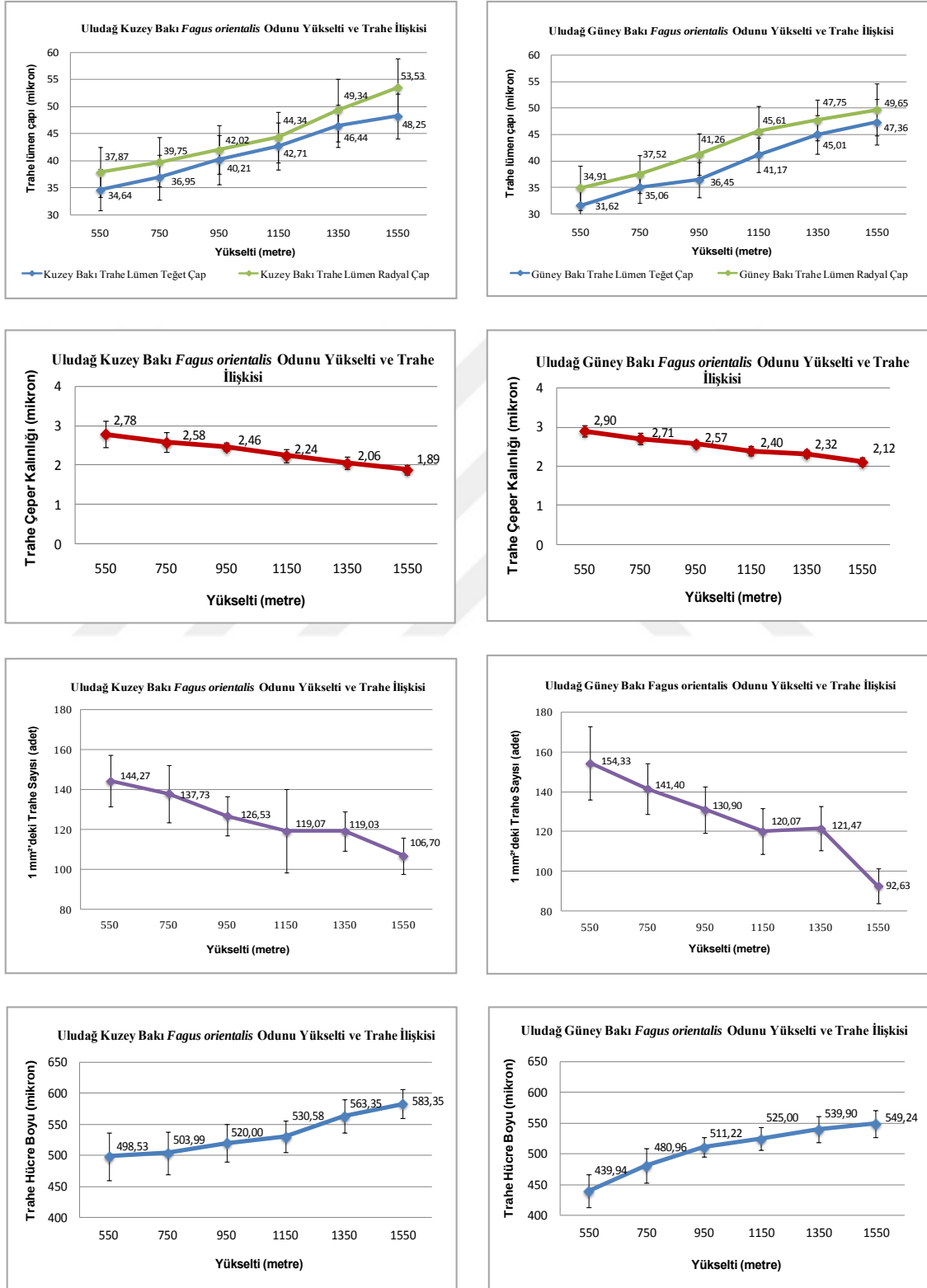
Topaloğlu ve diğ. (2016) tarafından trahe hücre boyu kuzey bakı için yükseltilere göre sırasıyla $560,47 \pm 128,42 \mu\text{m}$, $567,14 \pm 116,91 \mu\text{m}$, $554,97 \pm 102,13 \mu\text{m}$; güney bakı için $563,37 \pm 105,81 \mu\text{m}$, $575,25 \pm 111,40 \mu\text{m}$, $594,38 \pm 101,64 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. Uludağ'da ise kuzey bakı için $498,53 \pm 38,55 \mu\text{m}$, $503,99 \pm 34,77 \mu\text{m}$, $520,00 \pm 30,00 \mu\text{m}$, $583,35 \pm 23,39 \mu\text{m}$, güney bakı için; $439,94 \pm 26,26 \mu\text{m}$, $480,96 \pm 27,93 \mu\text{m}$, $511,22 \pm 15,53 \mu\text{m}$, $549,24 \pm 21,80 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur (Şekil 5.13).

Topaloğlu ve diğ. (2016) tarafından lif boyları ise kuzey bakı için $1289,08 \pm 259,71 \mu\text{m}$, $1222,22 \pm 215,68 \mu\text{m}$, $1148,51 \pm 253,37 \mu\text{m}$; güney bakı için $1250,22 \pm 194,50 \mu\text{m}$, $1282,79 \pm 249,35 \mu\text{m}$, $1193,08 \pm 196,97 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. Uludağ'da ise lif boyları kuzey bakı için $963,92 \pm 75,28 \mu\text{m}$, $992,61 \pm 60,51 \mu\text{m}$, $1067,36 \pm 84,80 \mu\text{m}$, $1108,08 \pm 82,67 \mu\text{m}$; güney bakı için ise $942,37 \pm 75,50 \mu\text{m}$, $992,05 \pm 78,63 \mu\text{m}$, $1004,45 \pm 73,61 \mu\text{m}$, $1106,10 \pm 90,42 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur (Şekil 5.14).

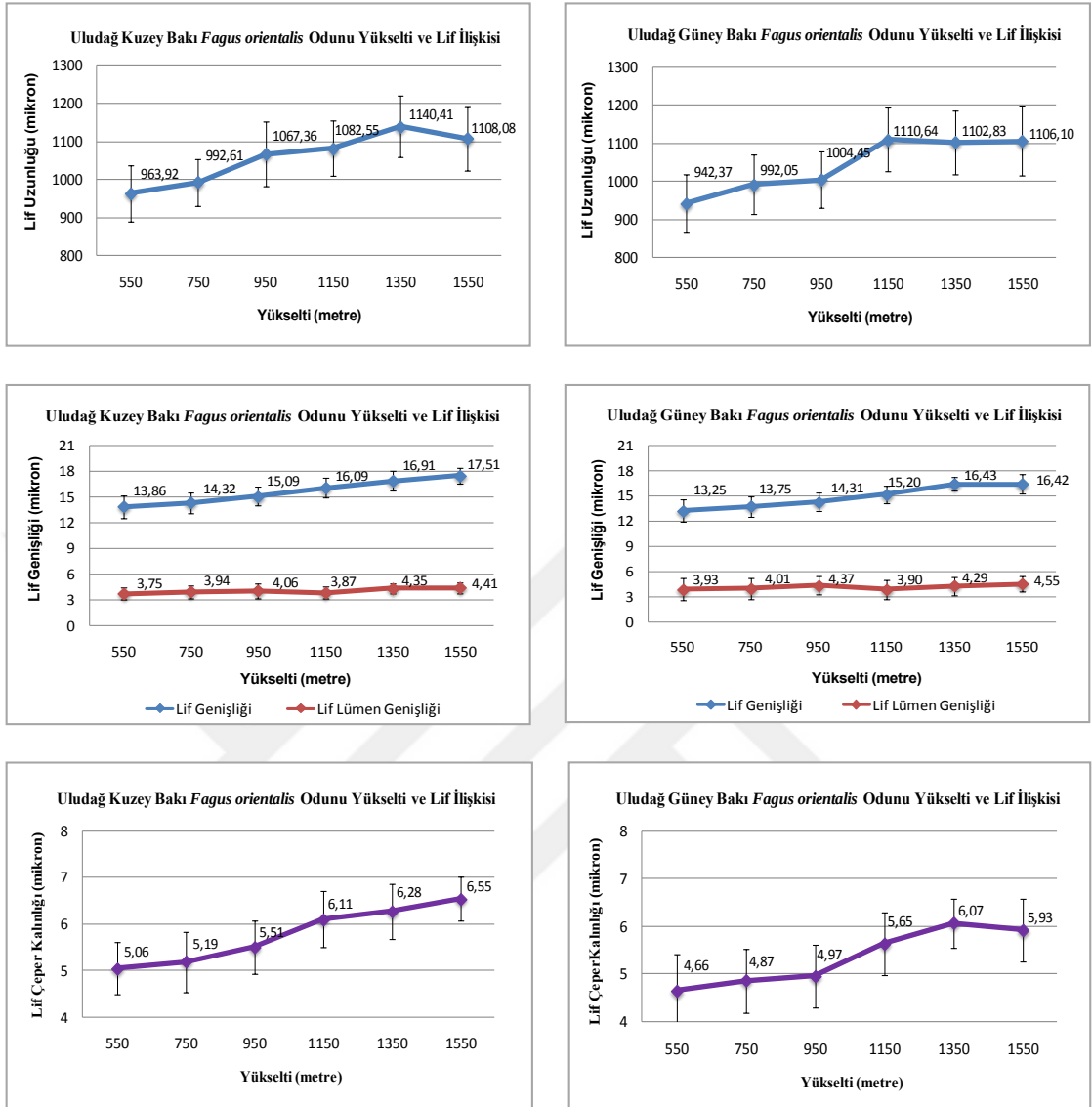
Topaloğlu ve diğ. (2013) tarafından Sinop'ta yine aynı yükselti ve bakılarda toplam 20 ağaçta odun-su ilişkilerini belirlemek için hacim yoğunluk değeri, lif doygunluk noktası rutubeti, odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, daralma ve genişleme yüzdeleri hesaplanmıştır. En yüksek değerler güney bakının 200-400 m ve 400-600 m yükselti basamaklarında bulunmuştur. Odunun masif kullanımında daralma ve genişleme yüzdelerinin az olmasının istendiği belirtilmiş ve en düşük değerlerin bulunduğu kuzey bakının 0-200 m basamağının kayın odununun masif kullanılacağı yerler için en uygun yetiştirme yeri olduğu belirtilmiştir.

Topaloğlu ve diğ. (2016); yükseltinin çok serili özışını genişlikleri dışında tüm odun özellikleri üzerine güçlü etkilerinin olduğunu, bakının ise zayıf etkileri olduğunu saptamışlardır. Yükselti arttıkça trahe çaplarının daraldığı, trahe sayısının arttığı, trahe ve lif boylarının azaldığı; odun yoğunlukları ve odun mekanik özelliklerinin 0-200 metre basamağında en düşük değerlere, 400-600 m basamağında ise en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. İnşaat ve kereste ürünleri gibi yüksek direncin gerekli olduğu yerlerde 400-600 metredeki odunların daha uygun olduğu belirtilmiştir. Bu yükselti basamağının kayın odununda Sinop için en iyi yetiştirme yeri olduğu, daha üst yükseltelerde değerlerin düştüğü saptanmıştır. Uludağ'da 550 m ve 1550 m

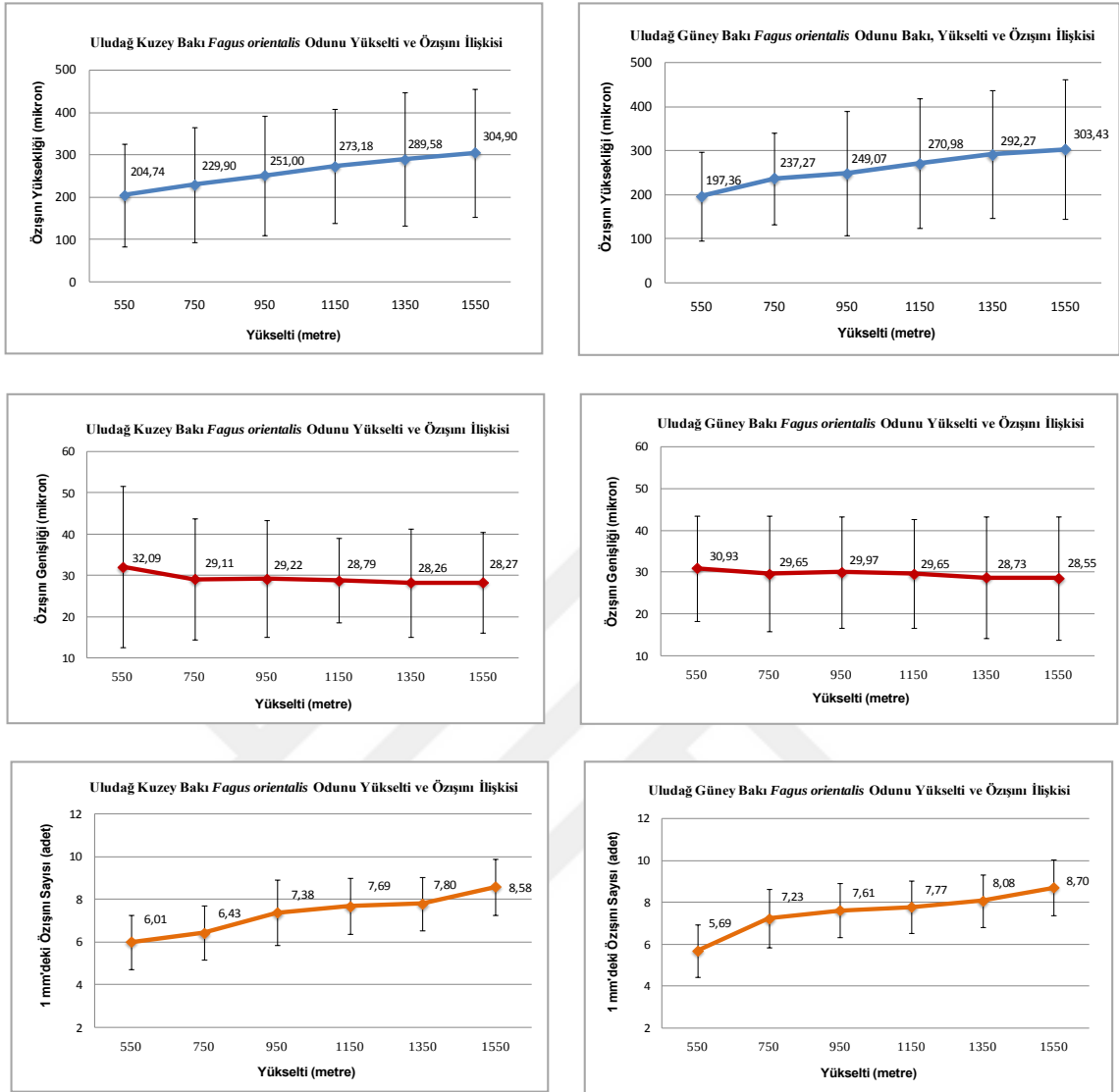
aralığında çalışılan kayın odunları için ise en iyi yetiştirme yükseltisi olarak 1550 m bulunmasının sebebinin Sinop’da 600 m yükseltiden sonra görülen düşük sıcaklıklar olduğu düşünülmektedir.



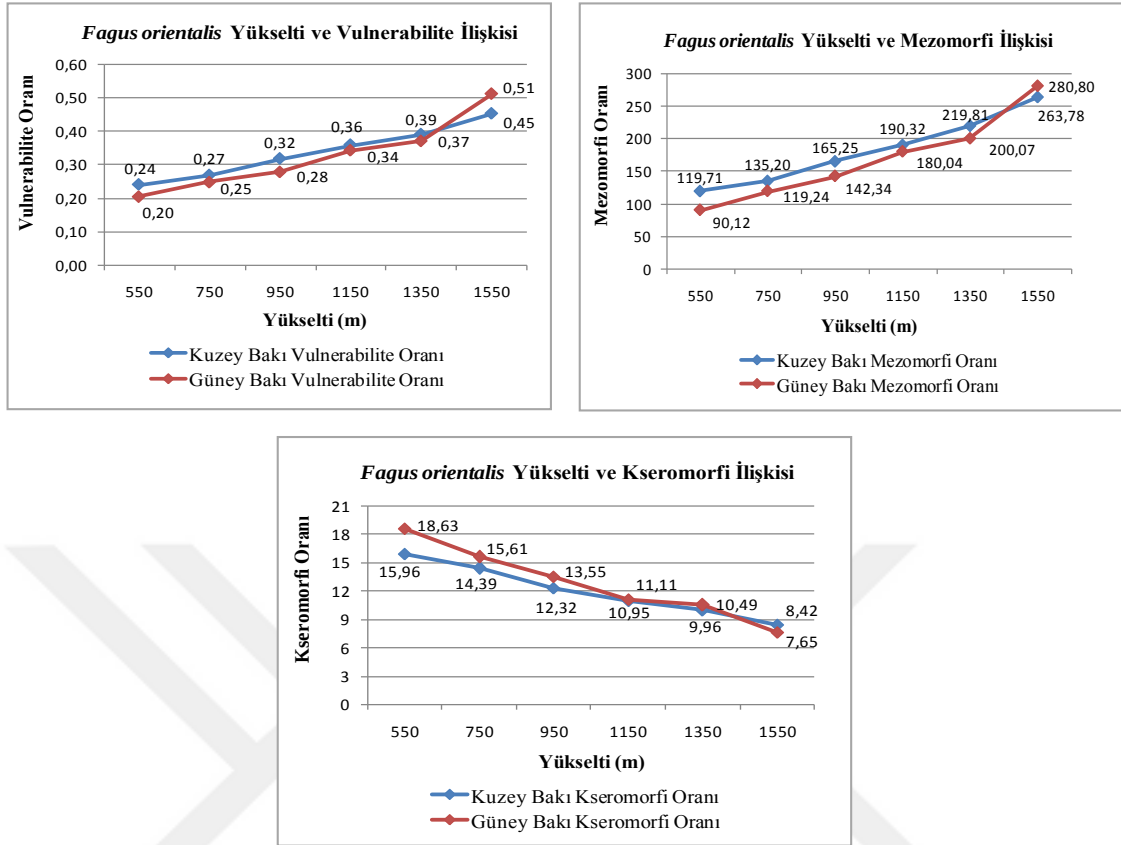
Şekil 5.13: Kayın odunu bakı, yükselti ve trahe özellikleri ilişkileri.



Şekil 5.14: Kayın odunu bakı, yükselti ve lif özellikleri ilişkileri.



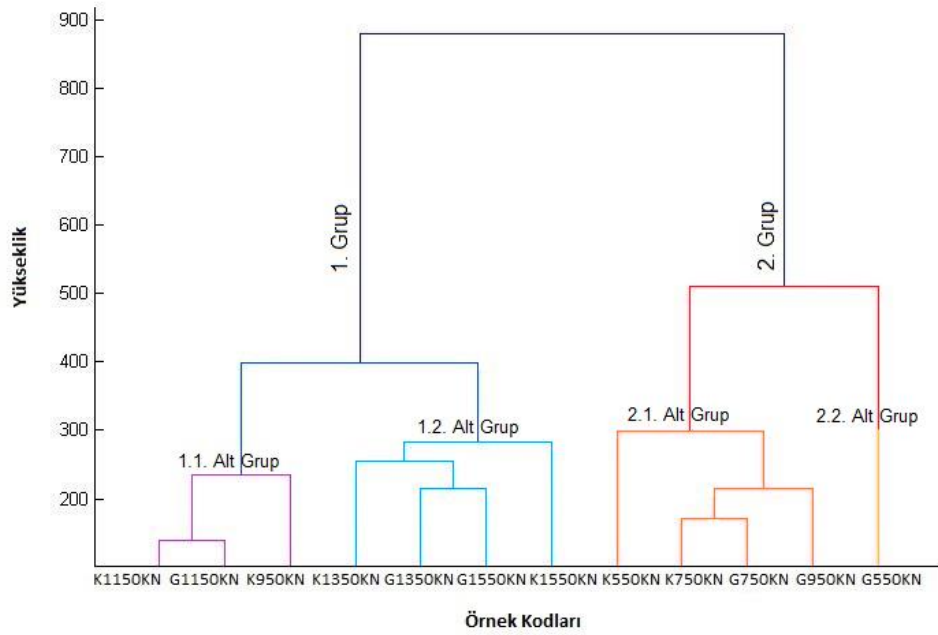
Şekil 5.15: Kayın odunu bakı, yükselti ve özşımı özellikleri ilişkileri.



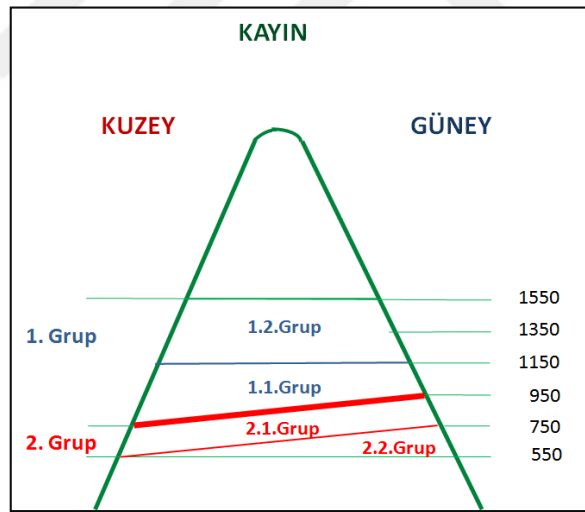
Şekil 5.16: Kayın odunu bakı ve yükseltiye göre vulnerabilite, mezomorfi, kseromorfi oranları.

Ekolojik odun anatomisi çalışmalarında, trahe özellikleri ile hesaplanan vulnerabilite, mezomorfi ve kseromorfi oranları, doğu kayını odun örneklerinin ortalama trahe lümen çapı, trahe hücre boyu ve trahe sayısı değerlerine göre elde edilmiştir (Şekil 5.16).

Su iletiminde alınan emniyetin kapasitesini gösteren vulnerabilite oranı ve ekolojik koşulları temsil eden mezomorfi oranı, her iki bakıda da yükseltiye bağlı olarak belirgin biçimde artarken, ortamın kuraklılığını gösteren kseromorfi oranı ters orantılı olarak azalmıştır. Vulnerabilite oranları tüm yükseltelerde sınır değer olan 1'in altında, mezomorfi oranları ise 75'in üstünde bulunmuştur (Şekil 5.16). Vulnerabilitenin 1'den küçük olması kseromorf (kurakçıl) karakterliliği yani düşük su varlığı nedeniyle trahelerin birim alanda fazla sayıda olduğunu, trahe çaplarının daraldığını ve daha büyük bir su iletim emniyeti olduğunu göstermektedir. Vulnerabilite ile trahe hücre uzunluğunun çarpılmasıyla bulunan mezomorfi değeri de benzer şekilde 75'in üstüne çıktıkça daha nemcil ekolojik koşulları temsil etmektedir. Çünkü trahe hücre boylarının uzun olması iletimde düşük emniyeti ifade etmektedir (Carlquist 1977, 1988).



Şekil 5.17: Kayın odunu kümeleme analizi dendrogramı.



Şekil 5.18: Kayın odunu kümeleme analizi sonuçlarına göre gruplaşmaların Uludağ profilinde yükselti ve bakıya göre yerleri.

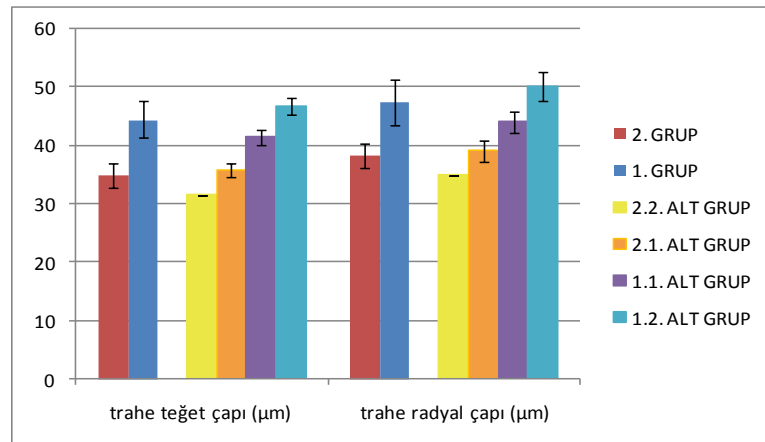
Doğu kayını odunu kümeleme analizi sonuçlarına göre elde edilen dendrogramda yükselti basamaklarına göre örneklerin 2 gruba ayrıldığı görülmektedir. Burada 950 m sınır noktası olarak 1150 m, 1350 m ve 1550 m yükseltideki örnekler 1. grubu, 550 m, 750 m ve 950 m yükseltideki örnekler 2. grubu oluşturmaktadır, ancak kuzey bakıda 950 m örnekleri de üst yükseltilerin bulunduğu 1. gruba katılmıştır (Şekil 5.17).

Bu 2 grup da kendi içlerinde 2 alt gruba ayrılmaktadır ve alt grupların oluşmasına neden olan etkenin yine yükselti olduğu görülmektedir. 1. grupta alt grupların ayrılmasında sınır noktanın her iki bakıda da 1150 m olduğu görülmektedir. 1. grubun 1. alt grubu 950 m ve 1150 m örneklerinden, 2. alt grubu ise 1150 m, 1350 m ve 1550 m örneklerinden oluşmaktadır. 2. grupta ise 1. alt grup kuzey 550 m ve 750 m ile güney 750 m ve 950 m örneklerinden oluşmaktadır. Güney bakıda 550 m'nin tek başına, diğerlerinden büyük bir farkla 2. grubun 2. alt grubu olduğu görülmektedir. (Şekil 5.17).

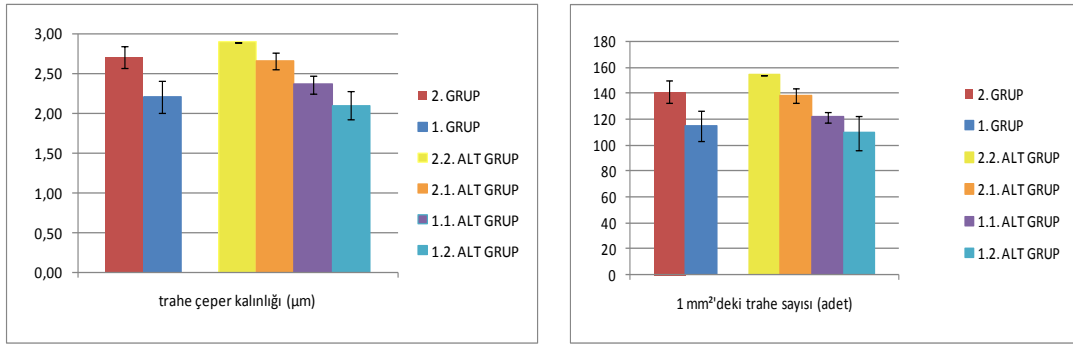
Elde edilen dendrogram grupları Şekil 5.18'de dağ profili üzerinde de gösterilmiştir. Kümeleme analizi sonuçlarına göre kayın odununda anatomik özellikler üzerinde yükselti ve bakının da belirgin biçimde etkili olduğu, ancak grupların ve alt grupların ayrılmasında ana etken olan yükseltinin daha büyük etkisi olduğu görülmektedir.

Grupların değerlendirilmesinde her grup ve alt grup için, odun özelliklerinin ayrı ayrı ortalama ve standart sapmaları hesaplanmış ve grafiklendirilmiştir. Grafiklerde gruplar güneyden kuzeye alt yükseltilerden üst yükseltilere doğru sırasıyla 2.2. ve 2.1. (alt yükselti grubu), 1.1. ve 1.2. (üst yükselti grubu) alt grubu olarak verilmiştir. (Şekil 5.19 - Şekil 5.23).

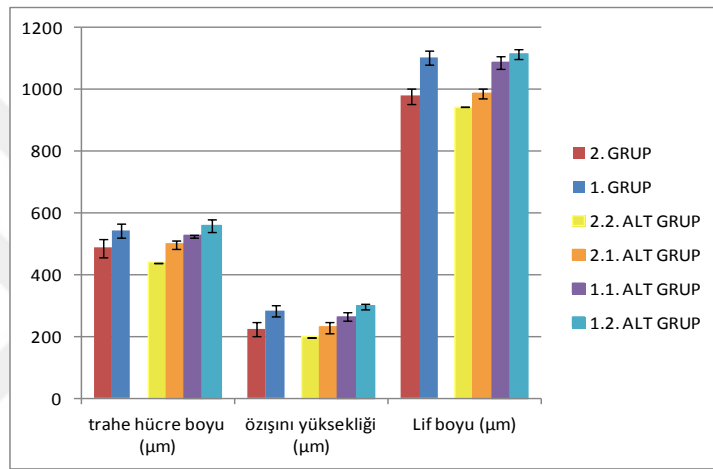
Kayın odunu için kümeleme analizi gruplarına göre alt yükseltilerden üst yükseltilere doğru trahe çap ve boylarının, lif uzunluğu ve özışını yüksekliklerinin arttığı, trahe çeper kalınlıkları ve sayılarının azaldığı görülmektedir (Şekil 5.19 – Şekil 5.21). Değerler Şekil 5.18'de de görülen dağ profili boyunca alt yükseltilerden başlayarak üst yükseltilere doğru giderek artış/azalış göstermiştir.



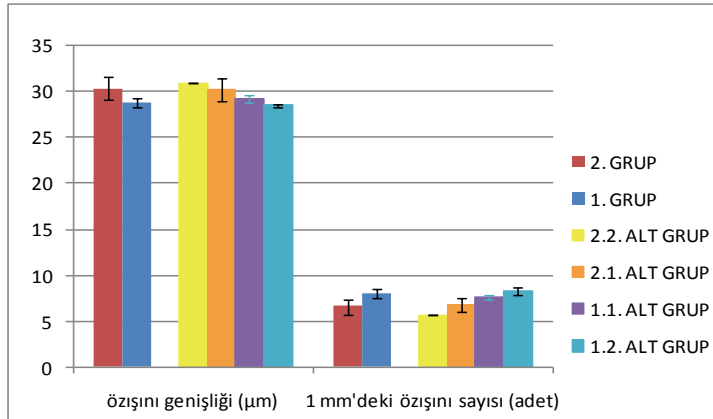
Şekil 5.19: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe çap ortalamaları.



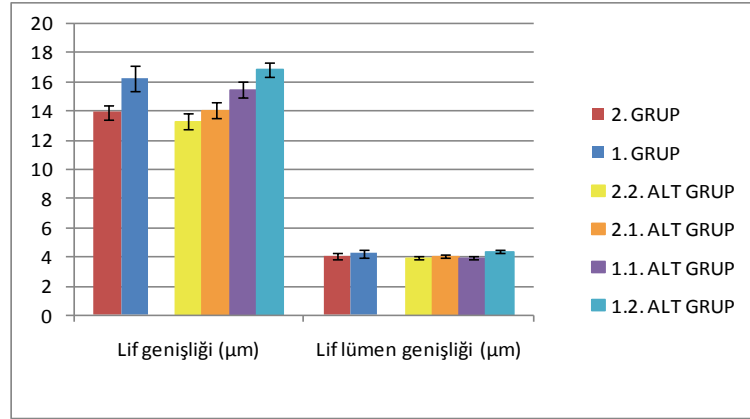
Şekil 5.20: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe çeper kalınlığı ve trahe sayısı ortalamaları.



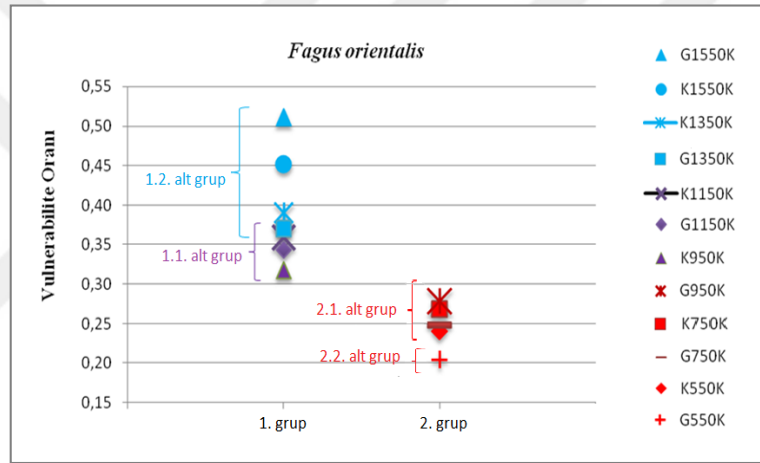
Şekil 5.21: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe hücre, özişini ve lif boyu ortalamaları.



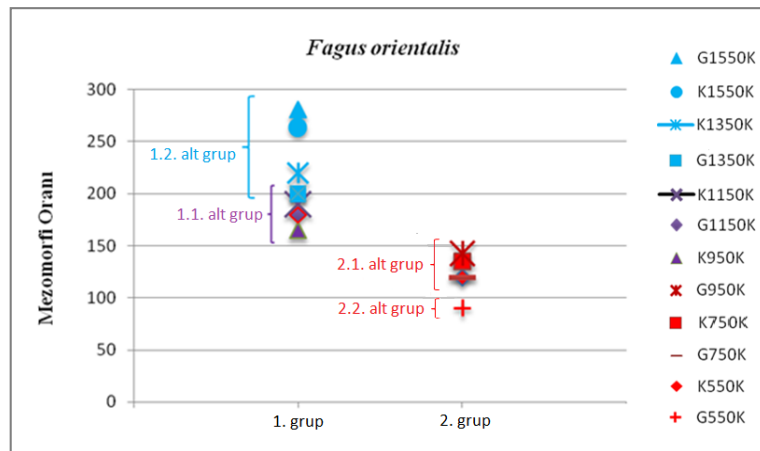
Şekil 5.22: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre özişini genişliği ve sayısı ortalamaları.



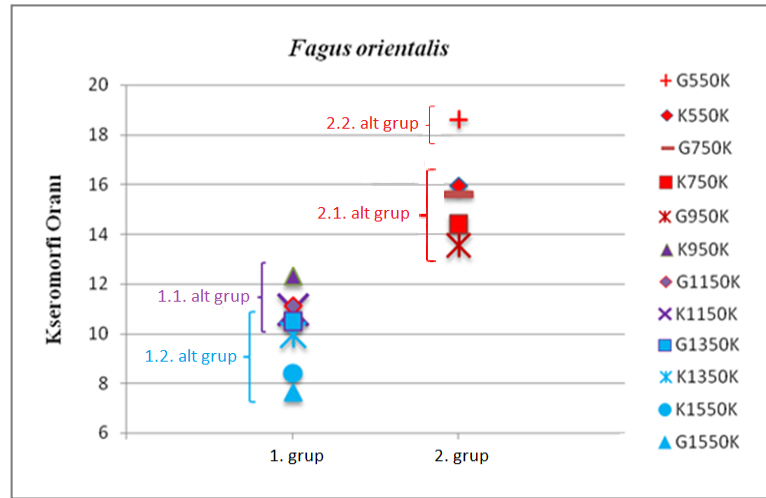
Şekil 5.23: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre lif genişliği ve lümen genişliği ortalamaları.



Şekil 5.24: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre vulnerabilite oranları.



Şekil 5.25: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre mezomorfi oranları.



Şekil 5.26: Kayın odunu kümeleme analizi gruplarına göre kseromorfi oranları.

Kayın odunu için kümeleme analizinde elde edilen 2 grup içinde, ayrı ayrı her bakı ve yükseltiye ait vulnerabilite, mezomorfî ve kseromorfi oranı değerleri Şekil 5.24 - Şekil 5.26'da görüldüğü gibi grafiklendirilmiştir.

Değerler Şekil 5.18'deki dağ profilinde de yer aldığı gibi alt yükseltilerden başlayarak üst yükseltilere doğru sırasıyla güney ve kuzey bakılarda bir helezoni gibi yükselmişlerdir. Vulnerabilite ve mezomorfide en düşük değer güney bakının 550 m yükseltisi ile başlamış, bunu kuzey bakının 550 m yükseltisi, ardından güney bakının 750 m yükseltisi ve kuzey bakının 750 m yükseltisi takip ederek bu şekilde güney 1550 m'ye ulaşılmıştır (Şekil 5.24, Şekil 5.25).

Kseromorfi değerleri ise aynı bu şekilde bir helezon gibi dağ profilinde sırasıyla güney 550 m, kuzey 550 m, güney 750 m, kuzey 750 m, güney 950 m, kuzey 950 m güney 1150 m, kuzey 1150 m güney 1350 m, kuzey 1350 m, kuzey 1550 m ve güney 1550 m şeklinde, mezomorfîye ters orantılı olarak azalmıştır.

5.4.MEŞE TÜRLERİNE İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Meşe (*Quercus* spp.) odun örneklerinde yapılan anatomik ölçümler sonucu kuzey bakıda doğal olarak yetişen *Quercus petraea* ve güney bakıda doğal olarak yetişen *Quercus cerris* türünde de trahe lümen çaplarının yükselti artışına bağlı olarak arttığı, ancak bu artışın kuzeyde yetişen *Quercus petraea* türünde daha belirgin ve dik olduğu görülmektedir (Şekil 5.27).

Her iki bakıdaki türlerde yükseltiye bağlı trahe çeper kalınlıkları ve mm²'deki trahe sayıları azalmış, trahe hücre ve lif boyları artmıştır. Güney bakıdaki *Quercus cerris* türü yaz odununda

trahe sayıları kuzey bakıdaki *Quercus petraea* türüne göre daha çok azalış, her iki türde de trahe boyları yaz odununda ilkbahar odununa göre daha çok artış göstermiştir (Şekil 5.27 ve Şekil 5.28).

Yükseltiye bağlı olarak her iki bakıdaki iki türde de özışını yüksekliği (μm ve hücre sayısı) birbirine paralel olarak artmış, özışını genişlikleri azalmış, mm'deki özışını sayısı ise artmıştır. İki tür odununda da yükseltiye bağlı özışını özelliklerindeki değişimlerin benzer olduğu görülmektedir (Şekil 5.29).

Meşe odun örneklerinde yapılan anatomik ölçümler sonucu, 400 metre yükselti artışıyla (550 m – 950 m) kuzey bakıda bulunan *Quercus petraea* ilkbahar odunları için radyal çapta % 62, teğet çapta % 49'luk artış, güney bakıda bulunan *Quercus cerris* ilkbahar odunları için radyal çapta % 17, teğet çapta % 12'lik artış görülmektedir. Kuzey bakıda bulunan *Quercus petraea* yaz odunları için radyal çapta % 29, teğet çapta % 24'luk artış, güney bakıda bulunan *Quercus cerris* yaz odunları için radyal çapta % 12, teğet çapta % 18'lik artış görülmektedir (Şekil 5.27).

400 metre yükselti artışıyla trahe çeperi kalınlığında kuzey bakıda bulunan *Quercus petraea* ilkbahar odununda % 6, yaz odununda % 13; güney bakıda bulunan *Quercus cerris* ilkbahar odununda % 9'luk azalma, yaz odununda % 7'lik azalma görülmektedir. Trahe hücre uzunluğunda kuzey bakıda bulunan *Quercus petraea* ilkbahar odununda % 6, yaz odununda % 20; güney bakıda bulunan *Quercus cerris* ilkbahar odununda % 10, yaz odununda % 14'lük artış görülmektedir. Trahe sayısında kuzey bakıda bulunan *Quercus petraea* ilkbahar odununda % 16, yaz odununda % 14; güney bakıda bulunan *Quercus cerris* ilkbahar odununda % 20, yaz odununda % 31'lik azalma görülmektedir (Şekil 5.27).

400 metre yükselti artışıyla kuzey bakıda bulunan *Quercus petraea* odunu lif uzunluğunda % 16, lif genişliğinde % 12 artış, lif lümen genişliğinde % 10'luk azalma; güney bakıda bulunan *Quercus cerris* odunu lif uzunluğunda % 12, lif genişliğinde % 4, lif lümen genişliğinde % 8'lik artış görülmektedir (Şekil 5.28).

Yükseltiye bağlı olarak kuzey bakıda bulunan *Quercus petraea* odunu özışını yüksekliğinde % 32, hücre sayısı olarak özışını yüksekliğinde % 35, 1 mm'deki özışını sayısında % 43; güney bakıda bulunan *Quercus cerris* odunu özışını yüksekliğinde % 44, hücre sayısı olarak özışını yüksekliğinde % 41, 1 mm'deki özışını sayısında % 48'lik artış görülmektedir. Her iki bakıda da iki tür için özışını genişliğinde % 9'luk azalma görülmektedir (Şekil 5.29).

Çınar-Yılmaz (1998); *Quercus petraea* için ortalama trahe teğet lümen çapını ilkbahar odununda 182,44 µm, yaz odununda 32,80 µm; mm²'deki trahe sayısını 70,38 adet; trahe hücre boyunu 485,75 µm; lif uzunluğunu 1010 µm olarak bulmuştur.

Merev (1998b); Doğu Karadeniz'de 950-1200 m yükseltiden aldığı *Quercus petraea* odun örnekleri için ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen teğet çaplarını sırasıyla 226,84 µm ve 30,25 µm, ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen radyal çaplarını sırasıyla 262,00 µm ve 34,12 µm olarak bulmuştur. Trahe hücre boyunu 508,81 µm, 1/2 mm²'deki ortalama trahe sayısını ilkbahar odunu için 4,06, yaz odunu için 49,57 adet olarak bulmuştur. Yapılan bu çalışmada ise, Uludağ'da kuzey bakıda 950 m yükseltiden alınan *Quercus petraea* odun örnekleri için ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen teğet çapları sırasıyla 214,68 µm ve 31,24 µm, ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen radyal çapları sırasıyla 247,40 µm ve 35,07 µm olarak bulunmuştur. Ortalama trahe hücre boyu 450,95 µm, 1 mm²'deki ortalama trahe sayısı ilkbahar odunu için 5,23 adet, yaz odunu için 84,07 adet olarak bulunmuştur (Şekil 5.27).

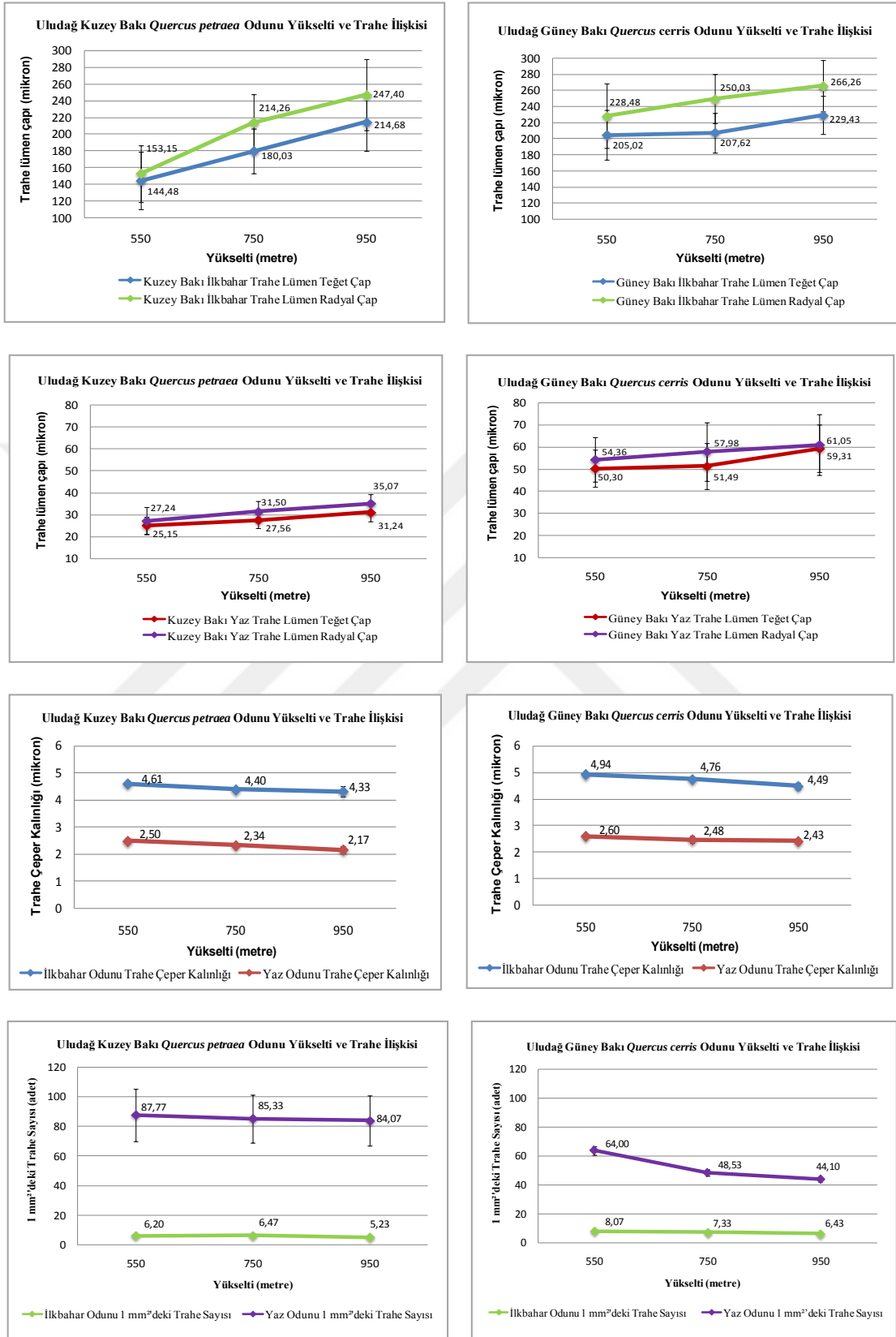
Merev (1998b); ortalama lif uzunluğunu 1374,86 µm; lif genişliğini 18,75 µm, lif lümen genişliğini 6,96 µm; lif çeper kalınlığını 5,87 µm; mm'deki özışını sayısını 12,76 (6-21) adet, ortalama özışını yüksekliğini 278,72 µm olarak bulmuştur. Uludağ'da ise ortalama lif uzunluğu 1095,83 µm; lif genişliği 14,38 µm, lif lümen genişliği 4,55 µm; lif çeper kalınlığı 4,91 µm; mm'deki özışını sayısını 15,07 adet, ortalama özışını yüksekliğini 228,07 µm olarak bulunmuştur (Şekil 5.28 ve Şekil 5.29).

Merev (1998a); *Quercus cerris* odunu için ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen teğet çaplarını sırasıyla 260 µm ve 68 µm, ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen radyal çaplarını sırasıyla 290 µm ve 80 µm, trahe hücre boyunu 426 µm olarak bulmuştur. Ortalama lif uzunluğunu 1280 µm; lif genişliğini 18,47 µm, lif çeper kalınlığını 6,88 µm; mm'deki özışını sayısını 10,59 adet olarak bulmuştur. Yapılan bu çalışmada ise, Uludağ'da kuzey bakıda 950 m yükseltiden alınan *Quercus cerris* odunu için ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen teğet çapları sırasıyla 229,43 µm ve 59,31 µm, ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen radyal çapları sırasıyla 266,26 µm ve 61,05 µm, trahe hücre boyu 436,35 µm olarak bulunmuştur. Ortalama lif uzunluğu 976,96 µm; lif genişliği 14,07 µm, lif çeper kalınlığı 5,00 µm; mm'deki özışını sayısı 15,04 adet olarak bulunmuştur (Şekil 5.27 - Şekil 5.29).

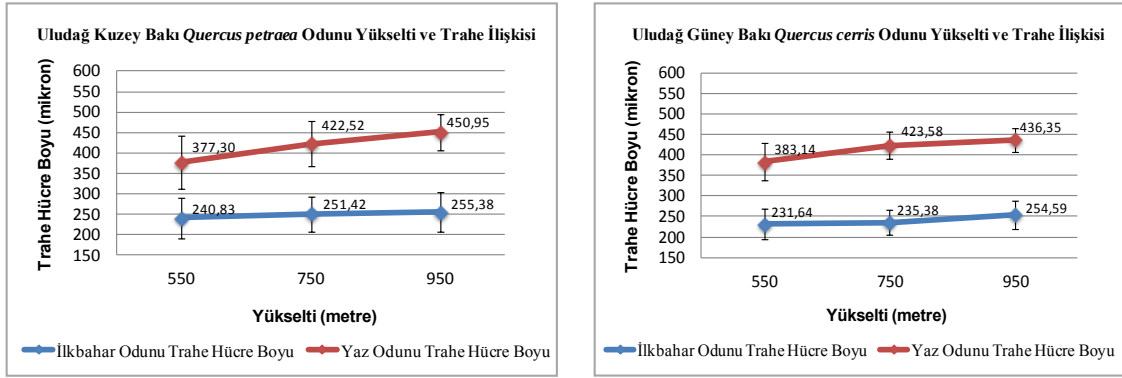
Her iki tür için de Uludağ'dan alınan odun örneklerinin trahe, lif ve özışını özelliklerinin değerleri, Doğu Karadeniz'de Merev (1998a, 1998b) tarafından aynı yükselti basamaklarından alınan örneklerin değerlerinden düşük çıkmıştır. Aynı enlem ve yükselti basamağında olmasına rağmen görülen bu farklılıklar, Doğu Karadeniz ikliminin daha nemli ve yetiştirme şartları açısından daha elverişli olmasından kaynaklanmaktadır.

Kuzey bakıda yetişen *Quercus petraea* ve güney bakıda yetişen *Quercus cerris* türlerinin ilkbahar ve yaz odunları için ayrı ayrı hesaplanan vulnerabilite ve mezomorfi değerlerinin yükseltiye bağlı olarak belirgin biçimde arttığı, kseromorfi değerinin ise azaldığı görülmektedir. Her iki bakıda da türlerin vulnerabilite ve mezomorfi oranları 550 m ve 750 m arası değişim göstermezken, 750 m ve 950 m arası yükselti artışına bağlı olarak belirgin bir biçimde artış görülmektedir (Şekil 5.30).

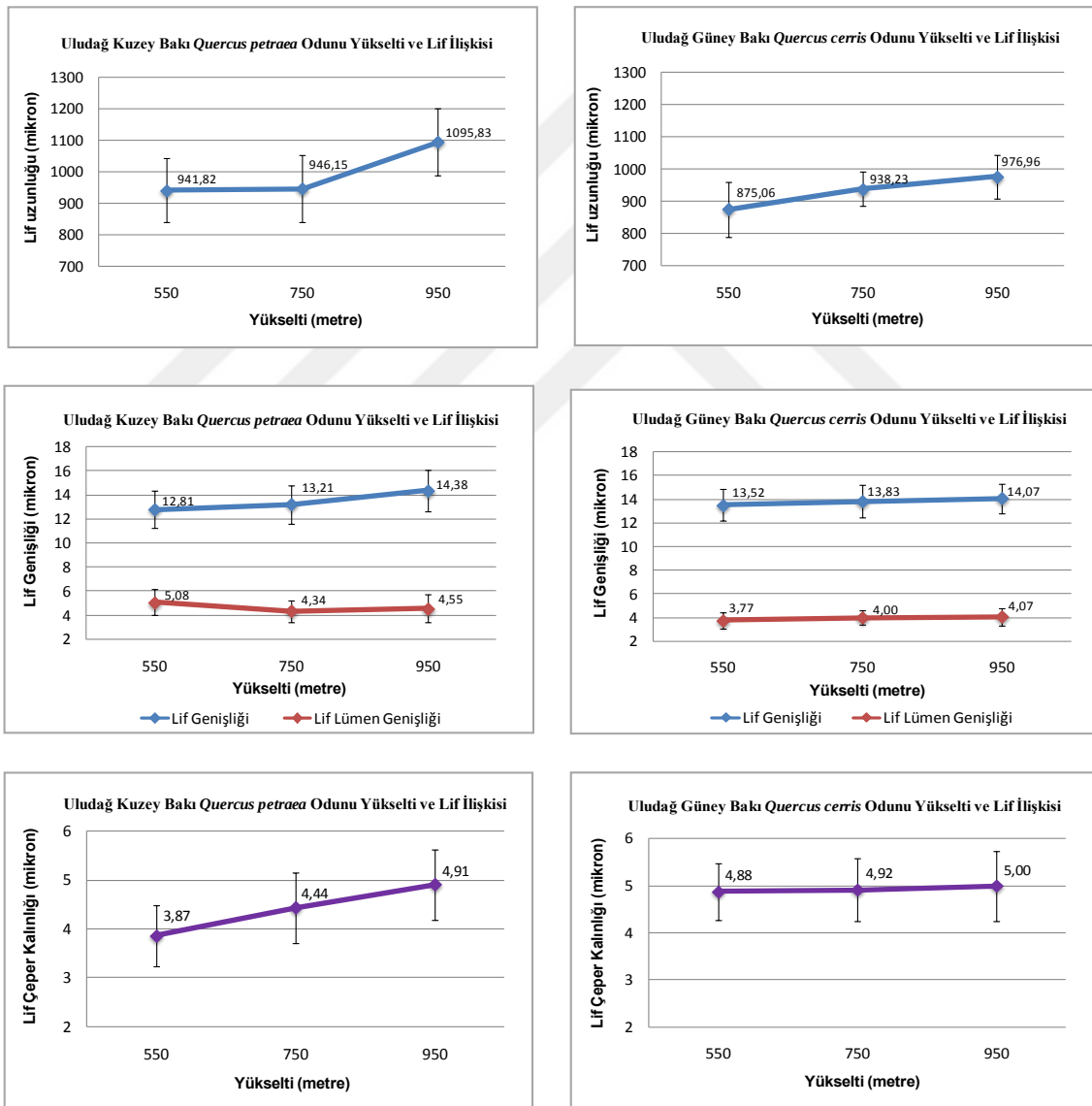
İlkbahar odunu vulnerabilite değerleri, 1 sınır değerinin çok üzerindeyken, yaz odunu değerleri *Quercus cerris* türü için 2-3 arasında, *Quercus petraea* türü için ise 1'den az olarak bulunmuştur. Yaz odunu vulnerabilite oranlarının ilkbahar odununa göre 1'e daha yakın olması, yaz aylarındaki su kıtlığından kaynaklanmaktadır. Kseromorfi değerlerinde ise *Quercus petraea* odununda yükseltiye bağlı olarak daha fazla değişim görülmektedir (Şekil 5.30).



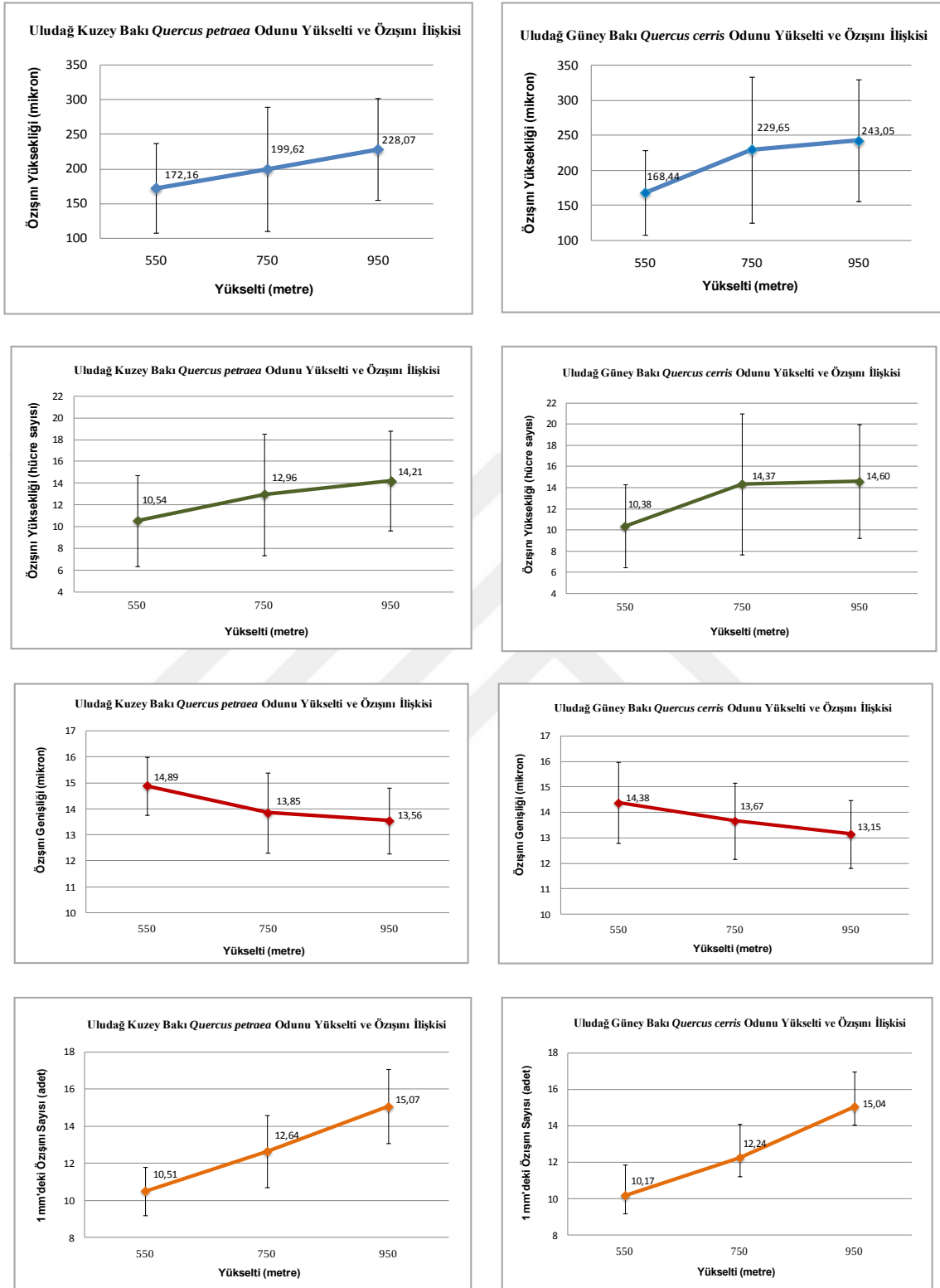
Şekil 5.27: Meşe odunu bakı, yükselti ve trahe özellikleri ilişkileri.



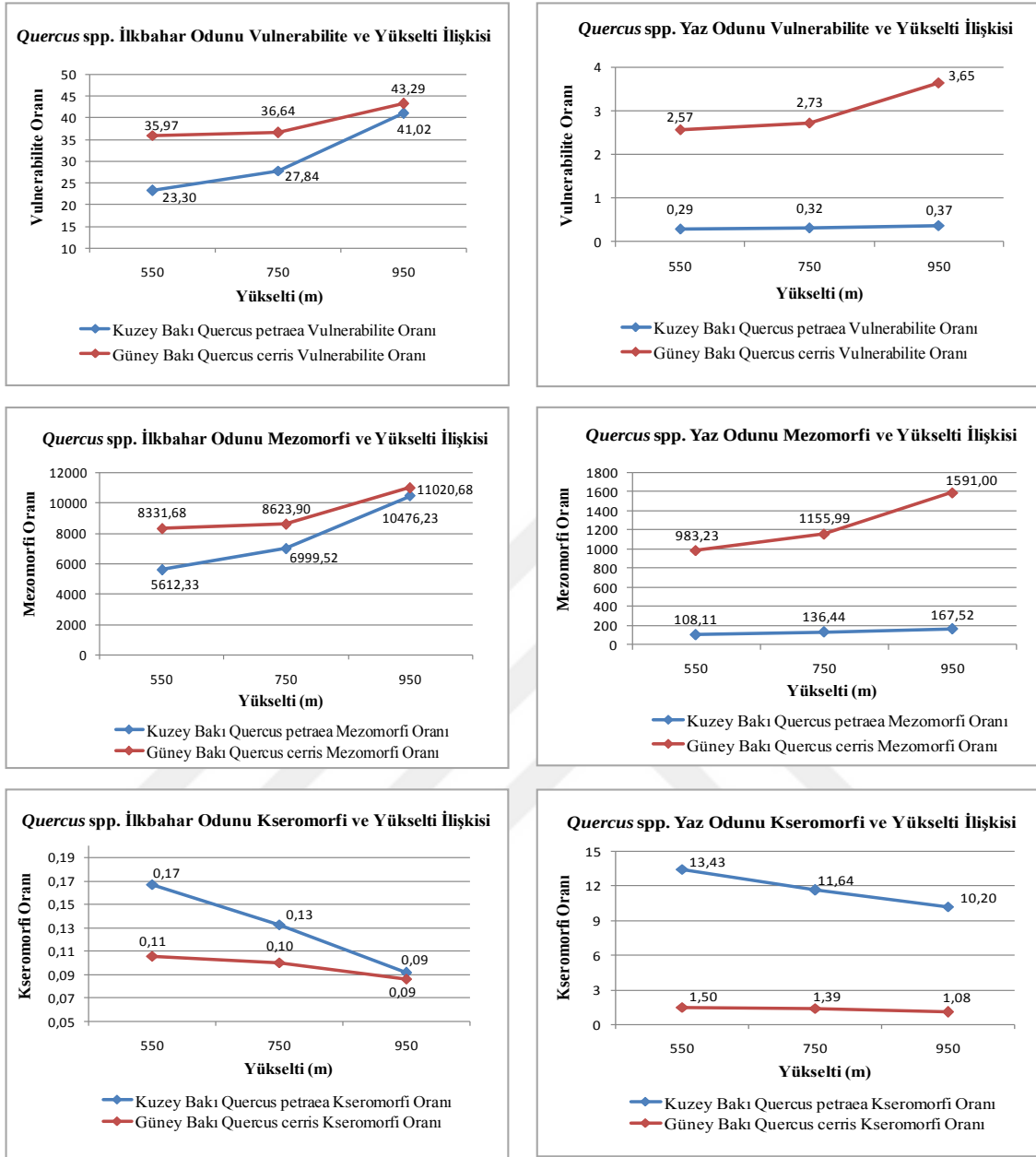
Şekil 5.27 (devam): Meşe odunu bakı, yükselti ve trahe özellikleri ilişkileri.



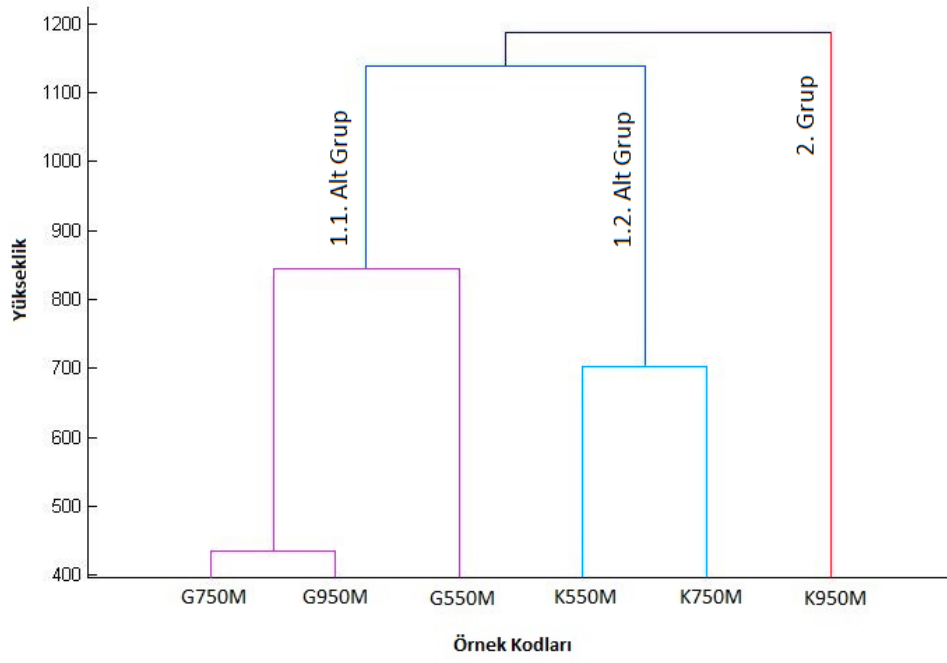
Şekil 5.28: Meşe odunu bakı, yükselti ve lif özellikleri ilişkileri.



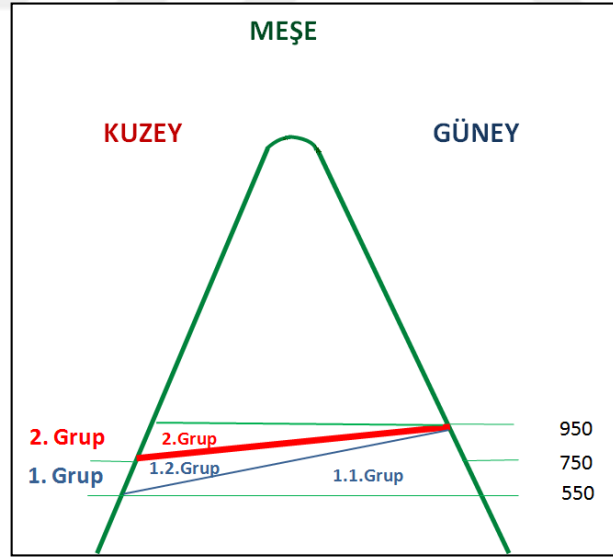
Şekil 5.29: Meşe odunu bakı, yükselti ve özışım özellikleri ilişkileri.



Şekil 5.30: Meşe odunu bakı ve yükseltiye göre vulnerabilite, mezomorfi, kseromorfi oranları.



Şekil 5.31: Meşe odunu kümeleme analizi dendrogramı.



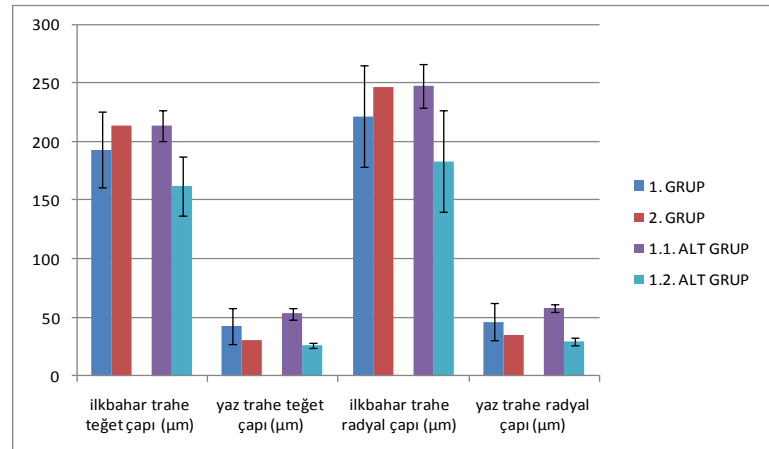
Şekil 5.32: Meşe odunu kümeleme analizi sonuçlarına göre gruplaşmaların Uludağ profilinde yükselti ve bakıya göre yerleri.

Meşe odunu kümeleme analizi sonuçlarına göre elde edilen dendrogramda yükselti basamaklarına göre örneklerin 2 gruba ayrıldığı görülmektedir. Burada kuzey bakıda 950 m yükseltide yer alan *Quercus petraeae* türü diğer tüm bakı ve yükseltiilerden ayrılarak tek başına bir grup oluşturmuştur. Diğerleri ise kendi içinde 2 alt gruba ayrılmıştır ve alt grupların oluşmasına neden olan etkenin bakı olduğu görülmektedir. 1. grubun 1. alt grubu güney bakı örneklerinden, 2. alt grubu ise kuzey bakı örneklerinden oluşmaktadır (Şekil 5.31).

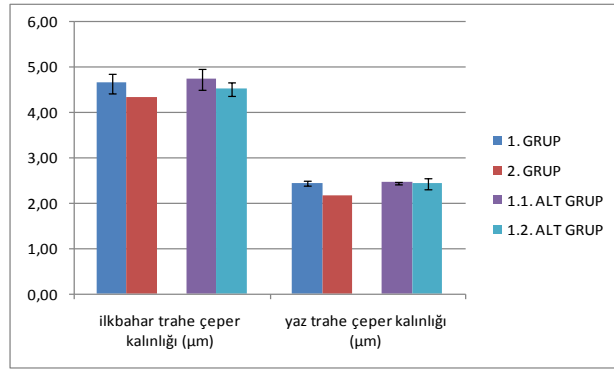
Elde edilen dendrogram grupları Şekil 5.32’de dağ profili üzerinde de gösterilmiştir. Özellikle de farklı bakılarda doğal olarak farklı meşe türlerinin yetişmesi, kümeleme analizi sonuçlarına göre örneklerin bakılarına göre gruplanması ve 950 m yükseltinin ayrı bir grup oluşturması meşe odununda anatomik özellikler üzerinde bakı ve yükseltinin ne kadar etkili olduğunu göstermektedir.

Grupların değerlendirilmesinde her grup ve alt grup için, odun özelliklerinin ayrı ayrı ortalama ve standart sapmaları hesaplanmış ve grafiklendirilmiştir. Grafiklerde gruplar güneyden kuzeye alt yükseltiilerden üst yükseltilere doğru sırasıyla 1.1 (güney bakılar grubu), 1.2 (kuzey bakı alt yükseltiiler grubu) ve 2 (kuzey bakı üst yükselti grubu) olarak verilmiştir. (Şekil 5.33 - Şekil 5.37).

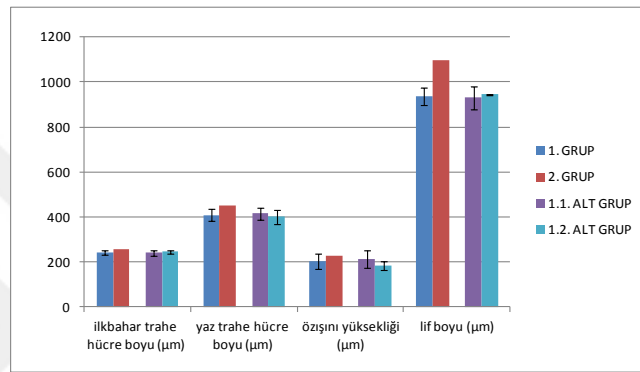
Meşe odunu için kümeleme analizi gruplarına göre alt yükseltiilerden üst yükseltilere doğru trahe çap ve hücre boylarının, lif uzunluğu ve özışını yüksekliklerinin arttığı, trahe çeper kalınlıkları ve sayılarının azaldığı görülmektedir (Şekil 5.33 - Şekil 5.37).



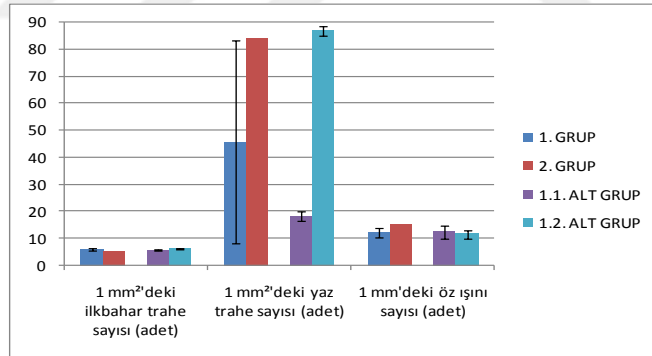
Şekil 5.33: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe çap ortalamaları.



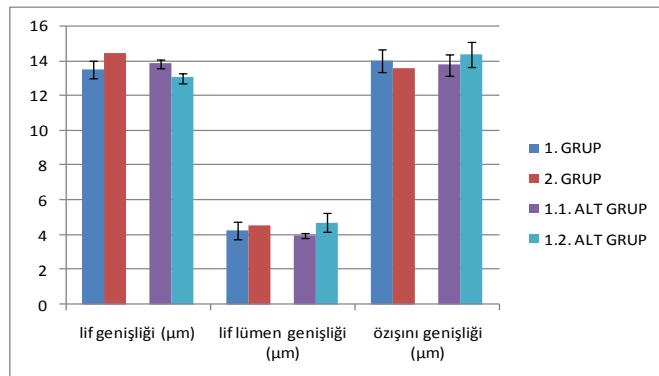
Şekil 5.34: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe çeper kalınlığı ortalamaları.



Şekil 5.35: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe hücre, özışını ve lif boyu ortalamaları.



Şekil 5.36: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına göre trahe ve özışını sayısı ortalamaları.



Şekil 5.37: Meşe odunu kümeleme analizi gruplarına lif ve özışını genişliği ortalamaları.

5.5.KESTANEYE İLİŞKİN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kestane odunu örneklerinde yapılan anatomik ölçümler sonucu, ilkbahar ve yaz odunu trahelerinin teğet ve radyal lümen çaplarının yükseltiye bağlı olarak arttığı, bu artışın teğet ve radyal çaplarda birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Yükselti arttıkça trahelerin çeper kalınlıkları ilkbahar ve yaz odununda da aynı oranda azalmış, trahe hücre boyları artmış, 1 mm²'deki trahe sayıları özellikle yaz odununda belirgin şekilde azalmıştır (Şekil 5.38).

Lif boyları, lif genişlikleri yükseltiye bağlı olarak artmıştır (Şekil 5.40). Yükselti arttıkça özışını yükseklikleri ve hücre yükseklikleri birbirine paralel olarak artmış, özışını genişlikleri azalmıştır (Şekil 5.39).

Kestane odununda 400 metre yükselti artışıyla ilkbahar odunları için radyal çapta % 15, teğet çapta % 8'lik artış; yaz odunları için radyal çapta % 26, teğet çapta % 28'lik artış görülmektedir (Şekil 5.38).

400 metre yükselti artışıyla trahe çeper kalınlığında, ilkbahar odunu için % 14, yaz odunu için % 5'lik azalma görülmektedir. Trahe hücre uzunluğunda, ilkbahar odunu için % 9, yaz odunu için % 8'lik artış; trahe sayısında, ilkbahar odunu için % 20, yaz odunu için % 31'lik azalma görülmektedir (Şekil 5.38).

400 metre yükselti artışıyla lif uzunluğunda % 8'lik, lif genişliğinde % 25, lif lümen genişliğinde % 46'lık artış görülmektedir (Şekil 5.40). Özışını yüksekliğinde % 46'lık artış, hücre sayısı olarak özışını yüksekliğinde % 36'lık artış, özışını genişliğinde % 5'lik azalma, 1 mm'deki özışını sayısında % 26'lık artış görülmektedir (Şekil 5.39).

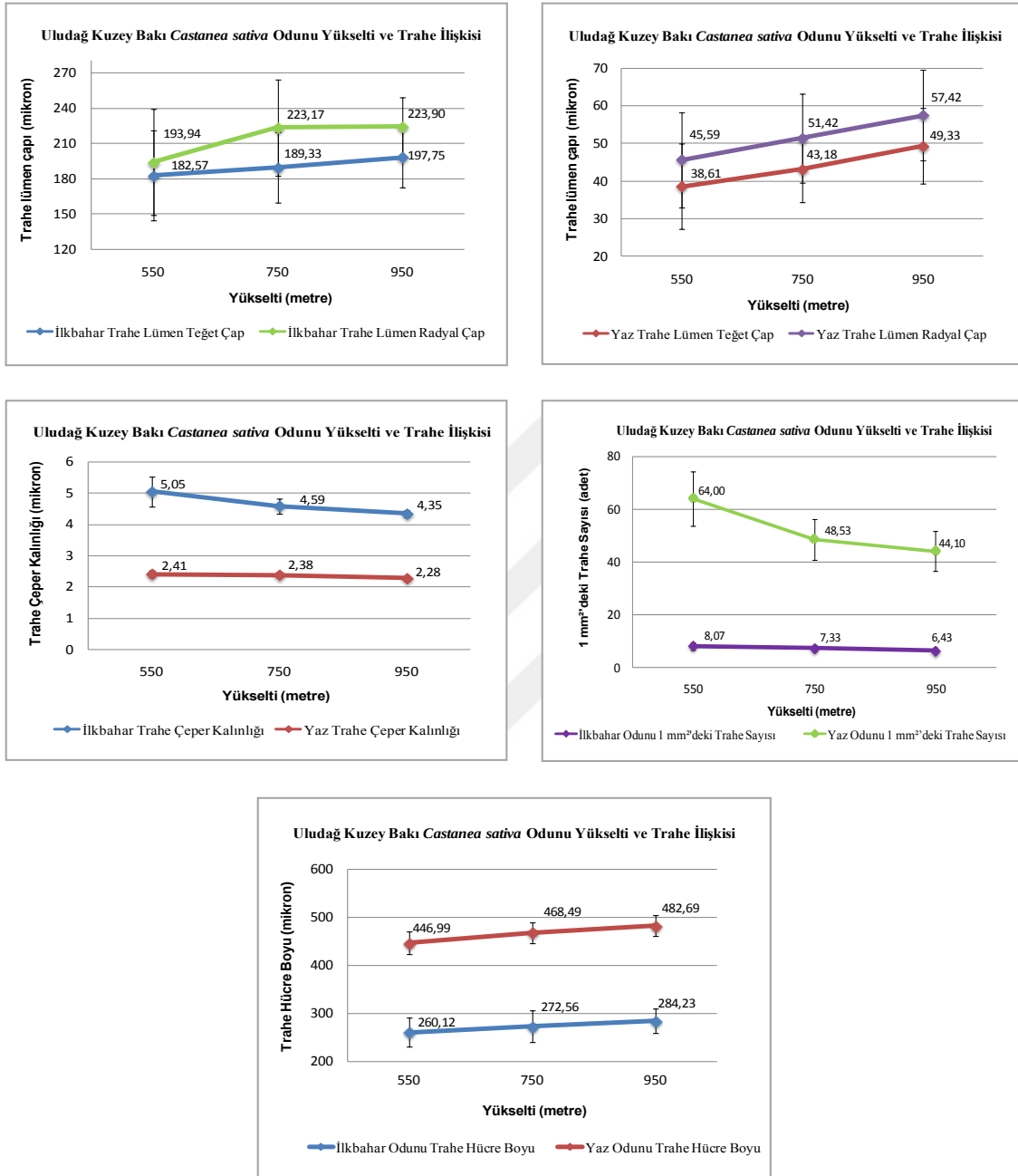
Merev (1998b); Trabzon ve Rize'de 400 m yükseltiden aldığı *Castanea sativa* odun örnekleri için ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen teğet çaplarını sırasıyla 238,73 µm ve 47,23 µm, ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen radyal çaplarını sırasıyla 297,28 µm ve 57,92 µm olarak bulmuştur. Ortalama trahe hücre boyunu 551,35 µm, 1/2 mm²'deki ortalama trahe sayısını ilkbahar odunu için 3,06, yaz odunu için 35,40 adet olarak bulmuştur. Ortalama lif uzunluğunu 1076,83 µm; lif genişliğini 23,88 µm, lif lümen genişliğini 16,42 µm; lif çeper kalınlığını 3,78 µm; mm'deki özışını sayısını 10,70 (7-17) adet, ortalama özışını yüksekliğini 227 µm olarak bulmuştur.

Uludağ'da ise 550 m yükseltiden alınan *Castanea sativa* odun örnekleri için ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen teğet çapları sırasıyla 182,57 μm ve 38,61 μm , ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen radyal çapları sırasıyla 193,94 μm ve 45,59 μm olarak bulunmuştur. Ortalama lif uzunluğu 871,67 μm ; lif genişliği 12,87 μm , lif lümen genişliği 4,86 μm ; lif çeper kalınlığı 4,00 μm ; mm'deki özışını sayısı 9,29 adet, ortalama özışını yüksekliği 112,64 μm olarak bulunmuştur (Şekil 5.38 – Şekil 5.40).

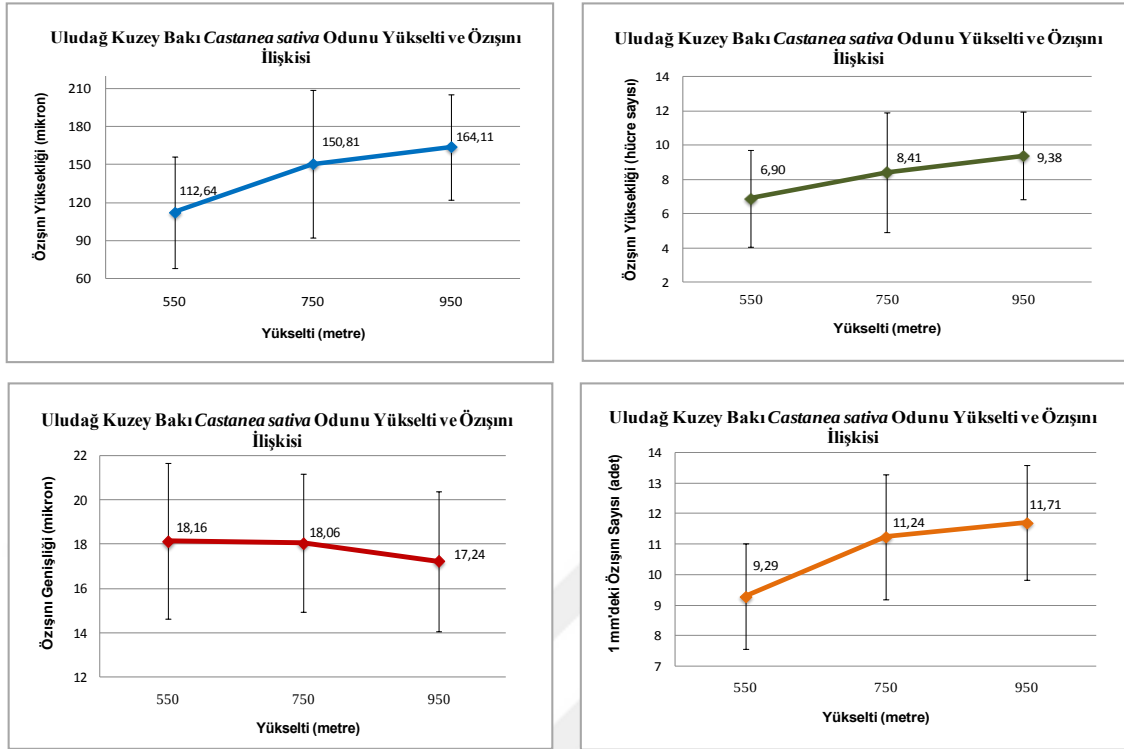
Uludağ'da 950 m yükseltiden alınan *Castanea sativa* odun örnekleri için ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen teğet çapları sırasıyla 197,75 μm ve 49,33 μm , ortalama ilkbahar ve yaz trahe lümen radyal çapları sırasıyla 223,90 μm ve 57,42 μm olarak bulunmuştur. Ortalama lif uzunluğu 944,58 μm ; lif genişliği 16,05 μm , lif lümen genişliği 7,08 μm ; lif çeper kalınlığı 4,48 μm ; mm'deki özışını sayısı 11,71 adet, ortalama özışını yüksekliği 164,11 μm olarak bulunmuştur (Şekil 5.38 – Şekil 5.40).

Merev (1998b)'in Doğu Karadeniz'de 400 m yükseltide yetişen kestaneler için bulduğu değerlerin, Uludağ'da 550 m, 750 m ve 950 m yükseltide yetişen kestanelere ait değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin ise Doğu Karadeniz'in nemli iklimi ve daha verimli yetiştirme koşulları olduğu düşünülmekte, ekolojik koşulların odun anatomik özelliklerine olan etkisi görülmektedir.

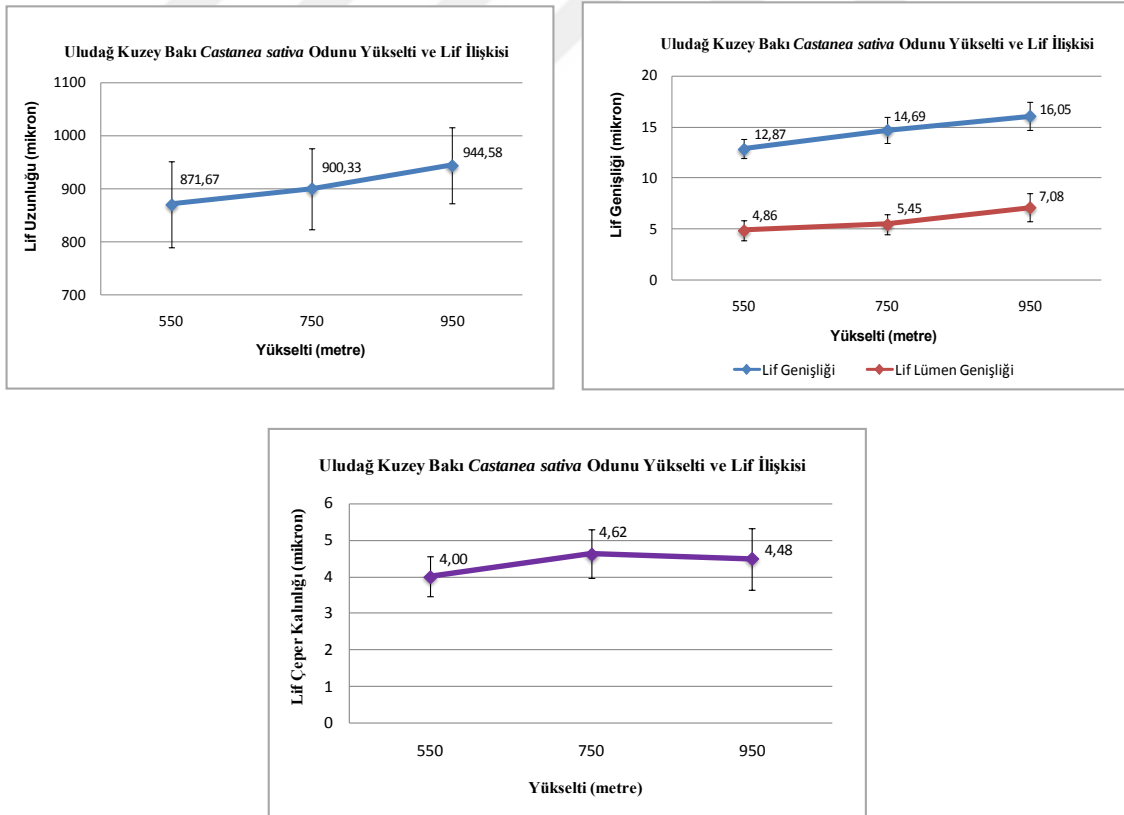
Castanea sativa türü ilkbahar ve yaz odunları için ayrı ayrı hesaplanan vulnerabilite ve mezomorfi değerlerinin yükseltiye bağlı olarak belirgin biçimde arttığı, kseromorfi değerinin ise azaldığı görülmektedir. İlkbahar odunu vulnerabilite değerleri, 1 sınır değerinin çok üzerindeyken, yaz odunu değerlerinin 550 m ve 750 m yükseltilerde 1'in altında olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin yaz aylarında alt yükseltilerdeki kuraklığa bağlı olduğu düşünülmektedir. Yükselti artışıyla artan mezomorfi değerleri ve ters orantılı olarak azalan kseromorfi değerleri üst yükseltilerin daha nemli yetiştirme yerleri olduğunun göstergesidir (Şekil 5.41).



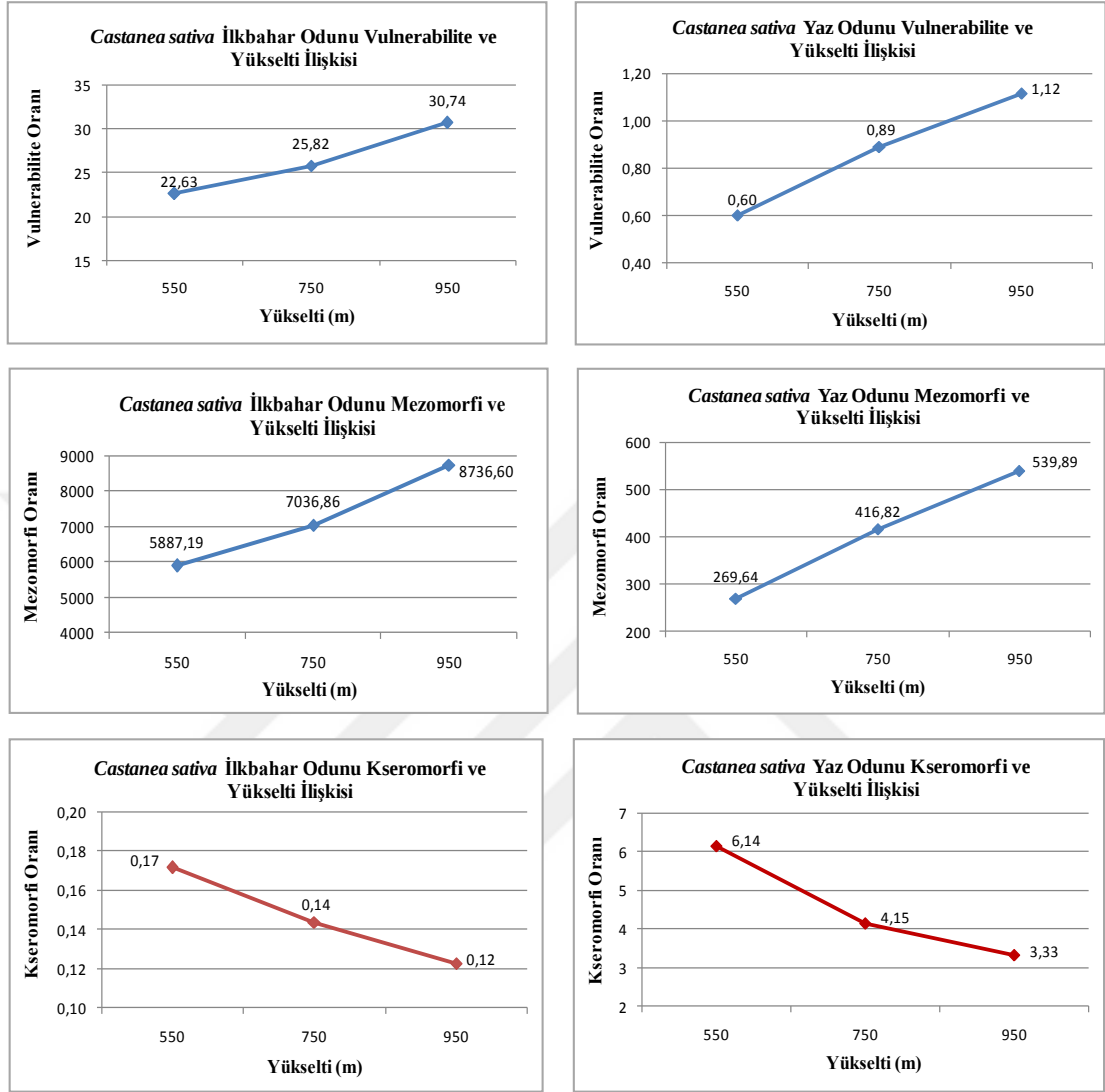
Şekil 5.38: Kestane odunu yükselti ve trahe özellikleri ilişkileri.



Şekil 5.39: Kestane odunu yükselti ve özışını özellikleri ilişkileri.



Şekil 5.40: Kestane odunu yükselti ve lif özellikleri ilişkileri.



Şekil 5.41: Kestane odunu yükseltiye göre vulnerabilite, mezomorfi, kseromorfi oranları.

Uludağ'da *Castanea sativa* türü sadece kuzey bakıda 3 yükseltide bulunabildiği için kümeleme analizinde anlamlı sonuç elde edilebilecek yeterli veri olmadığından dendrogramı yapılamamıştır.

5.6.SONUÇLAR

Bu tez çalışması ile yükselti ve bakı faktörlerinin, Uludağ dağ kütlesinde doğal olarak yetişen hâkim 6 ana ağaç türü odunlarının anatomik özelliklerine etkileri saptanmıştır. Her ağaç türü için ayrı ayrı yapılan hiyerarşik kümeleme analizleri sonucunda yükselti ve bakı faktörlerinin odun anatomik özelliklerine oldukça etkili olduğu ortaya konmuştur.

Bir dağ profili boyunca odun anatomik özelliklerine yükseltinin bakıdan daha çok etkili olduğu, 200 metrede bir bile değişimin görüldüğü tespit edilmiştir. Ancak bakının da önemli bir etken olduğu ve kuzey ve güney bakı değerlerinin farklı yükseltilerde eşitlendiği görülmüştür.

Yükselti ve bakının, odun özellikleri üzerinde belirgin biçimde trend yaratmasının sebebi sıcaklık, yağış miktarı ve toprak özelliklerini belirleyici olmasından kaynaklanmaktadır. Uludağ zirve ve eteklerindeki Bursa arasındaki 1800 m’lik yükselti farkı sonucu iki meteoroloji istasyonu arasında ortalama 10°C’lik sıcaklık farkı bulunmakta ve Uludağ zirve meteoroloji istasyonu ortalama olarak her ay için 2,15 kat daha fazla yağış almaktadır. Yıllık toplam yağış tutarı Bursa’da 674 mm’den Uludağ zirvede 1453 mm’ye ulaşmaktadır. Uludağ eteklerinde görülen 30°C ve üstü sıcaklıklar buharlaşmayı artırarak su açığına neden olmakta, kar örtüsü ise alçak yükseltilerde tutunamamakta, yükseldikçe ise yerde kalma süresi artmaktadır. Sıcaklık değerlerinde yükselti artışıyla önemli düşüş görülmesi ve yağışın belirgin biçimde artması, Uludağ eteklerinin Akdeniz iklimi içerisinde, Uludağ üst yükseltilerinin ise soğuk ve nemli dağ iklimi içerisinde yer almasına sebep olmaktadır (Öztürk, 2010). Bu nedenlerle Uludağ’da yükseltinin etkileri odun özellikleri üzerinde çok belirgin biçimde görülmektedir.

Çalışılan 6 ağaç türünde de bu etkiler görülmüş, ancak yükselti ve bakıya bağlı en çok değişim iğne yapraklı türlerde, özellikle de karaçamda görülmüştür. Bu da iğne yapraklı türlerin daha çok adaptasyon yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Baas ve diğ. (1984); iğne yapraklı türlerin, traheid boyutlarındaki değişim açısından ekolojik faktörlere karşı en büyük tepkiyi verdiklerini belirtmiştir (Yaman, 2007). Ahmed ve diğ. (2012) tarafından sıcaklık ve yağışın çam, ladin, sedir ve ardıç olmak üzere 4 farklı iğne yapraklı ağaç türünün odun özelliklerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ise en çok değişimlerin çam türünde (*Pinus gerardina*) görüldüğü tespit edilmiştir. Bu iki iklim parametresi içinden ise odun özelliklerine etki eden en güçlü faktörün yağış miktarı olduğu tespit edilmiştir.

Geniş yapraklı türlerde ise yükselti ve bakıya bağlı en çok değişim kayında görülmüştür. Yükselti artışına bağlı olarak türlerin anatomik özelliklerindeki değişimlerin kuzey ve güney bakıda farklı oranda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5.1, Tablo 5.2).

Karaçam ve kayın odun örnekleri her iki bakıda 6 yükselti basamağından da alınabildiği için, yükselti ve bakının odun özellikleri üzerine etkileri bu türlerde daha belirgin görülebilmektedir.

Tablo 5.1: Kuzey bakıda yükseltiye göre anatomik özelliklerdeki değişim.

Ağaç Cinsi	Yükselti Aralığı	İlk./Yaz Teğet Çapta Değişim	İlk./Yaz Traheid-Trahe Sayısında Değişim	Traheid/Trahe Boyunda Değişim	Lif Boyunda Değişim	Özışını Yüksekliği Değişim	Özışını Genişliği Değişim
Çam	1000m	% 61/105	% 25	% 12	-	% 33	% 6
Kayın	1000m	% 39	% 26	% 17	% 15	% 49	% 12
Meşe	400m	% 49/24	% 16/14	% 6/20	% 16	% 32	% 9
Kestane	400m	% 8/28	% 20/31	% 9/8	% 8	% 46	% 5
Gökmar	800m	% 60/138	% 15	% 31	-	% 4	% 25
Sonuç	Yükselti Arttıkça	Artış	Azalma	Artış	Artış	Artış	Azalma

Tablo 5.2: Güney bakıda yükseltiye göre anatomik özelliklerdeki değişim.

Ağaç Cinsi	Yükselti Aralığı	İlk./Yaz Teğet Çapta Değişim	İlk./Yaz Traheid-Trahe Sayısında Değişim	Traheid/Trahe Boyunda Değişim	Lif Boyunda Değişim	Özışını Yüksekliği Değişim	Özışını Genişliği Değişim
Çam	1000m	% 19/64	% 34/18	% 50	-	% 20	% 25
Kayın	1000m	% 50	% 40	% 25	% 17	% 54	% 8
Meşe	400m	% 12/18	% 20/31	% 10/14	% 12	% 44	% 9
Sonuç	Yükselti Arttıkça	Artış	Azalma	Artış	Artış	Artış	Azalma

Kuzey bakıda tüm ağaç türleri için, yükselti basamaklarına göre traheid/trahe radyal ve teğet lümen çapı değerleri, güney bakıdakilere göre daha yüksek, çeper kalınlıkları düşük çıkmıştır. Özışını özellikleri her iki bakıda da benzer çıkmıştır. Traheid boyu ve birim alandaki traheid

sayısı değerleri, karaçam için kuzey bakıda daha yüksek bulunmuştur. Kayında ise trahe özellikleri ve lif özelliklerinin her iki bakıda da birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Kümeleme analizi sonuçlarında da görüldüğü gibi bakının en çok etkileri iğne yapraklı bir tür olan karaçamda görülmüştür.

Yükselti azaldıkça kuraklığın artmasıyla, tüm türlerde bir emniyet olarak kapileriteyi (kılcal su emme) arttırmak amaçlı su iletim borularının lümen çaplarının azaldığı, çeperlerin kalınlaştığı tespit edilmiştir.

Toprakta suyun bol ve ağaç için yeterli olması durumunda trahe çapları geniş, toprakta su az olduğunda bu suyun kopmadan ağacın üst kısımlarına kadar taşınabilmesi için ise trahe çapları dar olmaktadır. Çünkü iletim borularının çapları azaldıkça suyun emilme hızı artmaktadır. Geniş çaplı traheler büyük ölçüde iletimi, dar çaplı traheler ise iletimde emniyeti sağlarlar. Su iletiminin emniyeti açısından geniş çaplı traheler büyük risk taşıırken, dar çaplı traheler yüksek emniyet kapasiteleri ile su iletimini kesintisiz devam ettirirler (Carlquist, 1988).

Bu iletim emniyetleri Jurin kuralıyla da açıklanabilmektedir. Çok küçük çaplı boşluklar içinde kılcallık etkisi ile su yükselir. Düşey boruda suyun yükselme miktarı suyun yüzey gerilimi ile doğru, boru çapı ile ters orantılıdır. Borunun çapı küçüldükçe su daha yükseğe emilebilmektedir (Onaran, 1985).

Fagaceae familyası örnekleri ılıman bölgelerden tropik bölgelere kadar geniş bir yayılım gösterirler. Tropik ormanlardan kurak ormanlara geçişte bu familyanın diğer familyalara kıyasla çok daha fazla ölçüde iletim emniyetini sağlayan elemanlar geliştirdiği düşünülmektedir. Geniş çaplı traheler, basit perforasyon tablaları ekolojik faktörlerden kaynaklanmaktadır (Merev, 1998).

Yine bir iletim emniyeti olarak tüm türlerde yükselti azaldıkça suya ulaşabilirliğin azalmasıyla su iletim borularının uzunlukları azalmış, sayıları artmıştır. 1 mm²'deki trahe sayısı, alt yükseltilerde kurak koşullarda artmakta, üst yükseltilerde nemli koşullarda azalmaktadır.

Su iletim boruları yaşlandıkça su sütunlarının kopma olasılığı artmaktadır ve bu sütunlar koptukça iletim elemanları fonksiyon dışı kalmakta, yerine komşu hücreler devreye girmektedir. Bu olaya gaz embolisi denmektedir (Taiz ve Zeiger, 2002). Bu gaz embolisi durumunu minimuma indirebilmek için kurak koşullarda iletim elemanlarının hücre boyları da

kısalmaktadır. Daha uzun traheler daha büyük iletim etkenliği sağlarken, daha kısa traheler daha büyük iletim emniyeti sağlamaktadır. Çünkü gaz embolizminin yayılması trahelerin ucunda sonlanmaktadır (Zimmermann, 1983'e atfen Carlquist, 1988).

Traheid ve trahe elemanlarının boyları ve odun direnci arasında korelasyon vardır. Ayrıca boy artışına paralel olarak iletim kabiliyeti de artmaktadır. Trahe çeperlerinin kalınlığı odunun direncini arttırmaktadır ve trahe çeper kalınlıklarının odunda iç basınçla ilgili olduğu düşünülmektedir (Carlquist, 1988).

Trahe lümen çapları ve hücre boylarının artmasıyla iletimde etkenlik artmaktadır; trahe sıklıkları, hücre çeper kalınlıkları arttıkça ve basit perforasyon tablalarının varlığıyla iletimde emniyet ve mekanik direnç artmaktadır (De Micco ve Aronne, 2012).

Trahe çaplarının dar olması, mm^2 'deki trahe sayısının daha fazla olması, trahe boylarının daha kısa olması kseromorfının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Carlquist ve Hoekman, 1985).

Mezomorfî oranı arttıkça ağacın bulunduğu ortamdaki sudan en yüksek düzeyde faydalandığı anlaşılmaktadır. Suyun kullanılmasına bağlı olarak anatomik yapıyı oluşturan elemanların odun içindeki boyutları ve özellikleri de değişmektedir. Mezomorfî oranı düştükçe su taşımada emniyet artmakta, yükseldikçe de su taşıma kapasitesi artmaktadır (Merev, 1998).

Yükseltinin artmasıyla özışınlarının boyları ve sayıları artmıştır. Geniş ve uzun boylu özışınları, kısa boylu ve dar olan özışınlarına göre değişen su hacmine daha iyi adapte olabilmektedir (Carlquist, 1988)

Yükselti arttıkça lif boyları ve lif çeper kalınlıkları artmıştır, bu da üst yükseltelerde daha yoğun, sağlam, dirençli odunların varlığına işaret etmektedir. Çünkü lif çeperlerinin kalınlığı mekanik dirençle ilgilidir. Kalınlık arttıkça odun direnci artmaktadır. Daha uzun lifler de daha çok direnç demektir (Carlquist, 1988).

Sonuç olarak ekolojik koşullar açısından, Uludağ'da 550 m ve 1550 m yükselti aralığında odun anatomik özellikleri çalışılan karaçam ve kayın ağaçları için 950 m yükselti ve üzerinin en iyi yetiştirme şartlarına sahip olduğu, özellikle de kuzey bakıda 1550 m yükseltinin her iki tür için de yetiştirme optimumu olduğu tespit edilmiştir. Güney bakıda 550 m yükseltide meşcere kuran kayınların ise çok kurak şartlarda yetiştirildiği kümeleme analizlerinde de görülmüştür. Uludağ'da

550 m ve 950 m aralığında meşcere kurabilen, kuzey bakıda sapsız meşe ve kestane, güney bakıda saçlı meşe türü odunlarının anatomik özelliklerinin değerlendirilmesi sonucunda her üç tür için de 950 m'nin en iyi yetiştirme şartlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Kuzey bakıda 1150 m ile 1950 m arasında meşcere kurabilen Uludağ göknarı türünde ise 1950 m'nin en iyi yetiştirme yeri olduğu görülmüştür.

Çalışma alanında, en iyi yetiştirme ortamı koşullarının yükseltinin fazla olduğu yerlerde bulunması önceki bazı çalışmalarla bir zıtlık oluşturmaktadır. Önceki çalışmalarda genellikle en üst yükseltilerde, türlerin orman yapısının bozulduğu alpin kuşaktaki alanlardan da örnek alınmış olması en iyi yetiştirme ortamı koşullarının en üst yükseltilerde olmadığına bir göstergesidir. Bu çalışmada sadece 3 kapalı ormanlardan örnek alındığından ve örneğin karaçam, kayın ve göknarların en üst sınırındaki seyrek çalılışmış formlarının bulunduğu kısımlardan örnek alınmadığından en iyi yetiştirme ortamı koşulları yüksek yükseltilerde çıkmıştır. Bu alanların daha yukarılarındaki seyrek ve orman kapallılığının bozulduğu alanlardan örnek alınması verimli koşullardan uzaklaşmanın da üst sınırını gösterebilir. Bu da başka bir çalışma konusu olarak önerilebilir.

Ekolojik koşulların etkisi sonunda odun özelliklerinde değişiklikler meydana gelebildiği gibi bu değişimlerde genetik özelliklerin de etkili olduğu unutulmamalıdır.

Günümüzde ekolojik odun anatomisi ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmasına rağmen farklı ekolojik koşulların farklı türlerde odun oluşumuna etkileri konusunda hala boşluklar bulunmaktadır. Ağaç türleri, yetiştirme ortamları ve coğrafi özellikleri açısından çok zengin çeşitliliğe sahip olan ülkemizde bu tür çalışmaların daha fazla yapılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmed, M., Khan, N., Wahab, M., Zafar, U., Palmer, J., 2012, Climate/growth correlations of tree species in the Indus basin of the Karakorum range, North Pakistan, *IAWA Journal*, vol. 33 (1), 51-61.
- Akkemik, Ü., 1998, Ülkemizde doğal olarak yetişen karaçalı (*Paliurus spina-christii* Mill.)'nın morfolojik, anatomik ve palinolojik özellikleri, *Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu*, 21-23 Eylül, 332-345.
- Akkemik, Ü., 2000a, Dendrochronological investigations in two monumental *Pinus nigra* Arn. stands near Antalya (Turkey). In: *Proceedings of International Scientific Conference – 75 years University Forestry Education in Bulgaria*, 15-16 June, pp. 179-187.
- Akkemik, Ü., 2000b, Dendroclimatology of umbrella pine (*Pinus pinea* L.) in Istanbul (Turkey), *Tree-Ring Bulletin* 56, 17-20.
- Akkemik, Ü., 2000c, Tree-ring chronology of *Abies cilicica* Carr. in the Western Mediterranean Region of Turkey and its response to climate, *Dendrochronologia* 18, 73-81.
- Akkemik, Ü., 2003, Tree-rings of *Cedrus libani* at the Northern Boundary of its natural distribution, *IAWA Journal*, 24 (1), 63-73.
- Akkemik, Ü., Aras A., 2005, Reconstruction (1689-1994) of April-August precipitation in southwestern part of central Turkey, *International Journal of Climatology* 25, 537-548.
- Akkemik, Ü., Dağdeviren, N., Aras, A., 2005, A Preliminary reconstruction (A. D. 1635-2000) of spring precipitation using oak tree rings in the Western Black Sea Region of Turkey, *International Journal of Biometeorology* 49 (5), 297-302.
- Akkemik, Ü., Efe, A., Kaya, Z., Demir D., 2007, Wood anatomy of endemic *Rhamnus* species in the Mediterranean Region of Turkey, *IAWA Journal*, vol:28(3), 301-310.
- Akkemik, Ü., D'arrigo, R., Chrubini, P., Köse, N., Jacoby, G., 2008, Tree-ring reconstructions of precipitation and streamflow for north-western Turkey, *International Journal of Climatology*, 28, 173-183.
- Akkemik, Ü. ve Yaman, B., 2012, *Wood anatomy of eastern mediterranean species*, Kessel Publishing House, Germany, ISBN:978-3-941300-59-0.
- Akkemik, Ü. (ed.), 2014, *Türkiye'nin doğal-egzotik ağaç ve çalılırları I*, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, ISBN:978-605-4610-48-8.
- Alves, E. S. and Alfonso, V. A., 2002, Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species, 2. Axial Parenchyma, Rays and Fibres, *IAWA Journal*, vol. 23(4), 391-418.
- Ardel, A., 1944, Uludağ morfolojik etüd, *Türk Coğrafya Dergisi*, no: V-VI, s.35-60.

- Atalay, İ., 2002, *Türkiye'nin ekolojik bölgeleri*, Orman Bakanlığı Yayınları, İzmir, ISBN:975-8273-41-8.
- Aytuğ, B., 1959, Morphological and anatomical studies on Turkey's native fir species, *Review of Faculty of Forestry University of İstanbul*, 9(A-2): 165-216.
- Aytuğ, B., 1961, Odun anatomisi araştırmaları hakkında görüşler, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 11, Sayı 2, 89-93.
- Baas, P., 1973, The Wood anatomical range in *ilex* (*Aquifoliaceae*) and its ecological and phylogenetic significance, *Blumea*, 21: 193-258.
- Baas, P., Werker, E., Fahn, A., 1983, Some ecological trends in vessel characters, *IAWA Bull.*, 4, 141-159.
- Baas, P., Lee Chenglee, Zhang Xinying, Cui Keming & Deng Yuefen, 1984, Some effects of dwarf growth on structure, *IAWA Bull.*, 5:45-63.
- Barajas-Morales, J., 1985, Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico, *IAWA Bull.*, 6, 355-364.
- Biricik, Y. ve Akkemik, Ü., 2017, A mechanized technic to take wood samples from living trees, *Ormançılık Araştırma Dergisi*, OGM, cilt:4, sayı:2, 152.
- Bosio, F., Soffiatti, P., Boeger, M.R.T., 2010, Ecological wood anatomy of *Miconia sellowiana* (Melastomataceae) in three vegetation types of Parana State, Brazil, *IAWA Journal*, vol.31(2), 179-190.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 1997, *Ağaç teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, ISBN:975-404-449-X.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 2000, *Odun anatomisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, ISBN:975-404-592-5.
- Carlquist, S., 1966, Wood anatomy of *Compositae*: a summary, with comments on factors controlling wood evolution, *Aliso*, 6(2):25-44.
- Carlquist, S., 1977, Ecological factors in wood evolution: a floristic approach, *American Journal of Botany*, 64(7), 887-896.
- Carlquist, S., Hoekman, D. A., 1985, Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora, *IAWA Journal*, vol. 6 (4), 319-347.
- Carlquist, S., 1988, *Comparative wood anatomy, systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood*, Springer-Verlag, Berlin, ISBN:3-540-18827-4.
- Carlquist, S., 2001, *Comparative wood anatomy*, second ed., Springer-Verlag, Berlin.
- Chamberlain, C.J., 1932, *Methods in plant histology*, The University of Chicago Press, Chicago, s.144-145.

- Cihan, C., Akkemik, Ü., 2013, Ecological wood anatomy of some maquis species naturally grow in both Mediterranean and Black Sea Regions of Turkey, *Eurasian Journal of Forest Science* 1 (1): 20-37.
- Coode, M.J.E. and Cullen, J., 1965, *Abies Miller.*, in: Davis P.H. (ed.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands 1., Edinburgh University Press, Edinburgh, 67-70.
- Cullen, J., 1965, *Pinus L.*, in: Davis P.H. (ed.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands 1., Edinburgh University Press, Edinburgh, 72-75.
- Çepel, N., 1978, Uludağ kütlesinin ekolojik özellikleri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, seri B, cilt 28, sayı 2, s.15-25.
- Çepel, N., 1994, *Peyzaj ekolojisi*, İstanbul Üniversitesi Toprak İlmi ve Ekolojisi Anabilim Dalı, Üniversite Yayınları, no:3868, İstanbul, s.245.
- Çınar-Yılmaz, H., 1998, Türkiye'nin endemik meşe (*Quercus L.*) taksonlarının morfolojik özellikleri, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., Büyüköztürk, Ş., 2016, *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISTEL uygulamaları*, Pegem Akademi, ISBN 978-605-5885-67-0, s.414.
- Dalfes, N., Akkemik, Ü., Köse, N., Karaca, M., Kahya, E., Ezber, Y., 2006, Anadolu'nun iklim tarihinin son 500 yılı: dendroklimatoloji yöntemleriyle rökonstrüksiyonlar ve uzay-zaman analizleri, TÜBİTAK, YDABAG 102Y063 no'lu proje.
- De Micco, V. and Aronne, G., 2012, *Morpho-Anatomical Traits for Plant Adaptation to Drought*, in: Aroca, R. (ed.), Plant Responses to Drought Stress, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Dunisch, O., 2010, Low night temperatures cause reduced tracheid expansion in *Podocarpus latifolius*, *IAWA Journal*, vol. 31(3), 245-255.
- Duran, C., 2013, Türkiye'nin bitki çeşitliliğinde dağlık alanların rolü, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1):72-77.
- Eames, A. J. and MacDaniels, L. H., 1925, *An introduction to plant anatomy*, McGraw Hill, NewYork.
- Erşen Bak, F. and Merev, N., 2016, Ecological wood anatomy of *Fraxinus L.* in Turkey (Oleaceae): Intraspecific and interspecific variation, *Turkish Journal of Botany*, 40: 356-372.
- Esteban, L.G., Palacios, P.d., Garcia Fernandez, F., Martin, J.A., 2009, Wood anatomical relationship within *Abies* spp. from the Mediterranean area: A phyletic approach, *investigacion agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 18(2), 213-225.

- Esteban, L.G., Martin, J.A., Palacios, P.d., Fernandez, F.G., 2012, Influence of region of provenance and climate factors on wood anatomical traits of *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii*, *Eur. J. Forest Res.*, 131:633-645.
- Fengel, D. and Wegener, G., 1989, *Wood chemistry, ultrastructure, reactions*, University of Munich, Walter de Gruyter, Berlin.
- Fichter, E., Worbes, 2012, Wood anatomical variables in tropical trees and their relation to site condition sand individual tree morphology, *IAWA Journal*, vol.33 (2), 119-140.
- Gartner, H. and Schweingruber, F. H., 2013, *Microscopic preparation techniques for plant stem analysis*, Kessel Publishing House, Germany, ISBN:978-3-941300-76-7.
- Google earth, 2017, Bursa, Uludağ, Digital Globe, <http://www.earth.google.com>, [18 Eylül 2017].
- Göker, Y., 1969, A study on some physical and mechanical properties and use possibilities of *Pinus nigra* var. *pallasiana* from Elekdag and Dursunbey, *Review of the Faculty of Forestry University of İstanbul*, 19(A-2): 91-135.
- Graaff, N.A.V.D. and Baas, P., 1974, Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude, *Blumea*, 22:101-121.
- Güteryüz, G., 2000, *Uludağ alpin çiçekleri*, Bursa Valiliği İl Turizm Müdürlüğü, Bursa.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B., Anderson, R.E., Tatham, R.L., 2006, *Multivariate data analysis*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Hedge, I. and Yaltırık, F., 1982, *Quercus L.*, in: Davis P.H. (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands 7.*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 659-683.
- Hoeber, S., Leuschner, C., Köhler, L., Arias-Aguilar, D., Schuldt, B., 2014, The importance of hydraulic conductivity and wood density to growth performance in eight tree species from a tropical semi-dry climate, *Forest Ecology and Management*, 330, 126-136.
- IAWA Committee, 1989, IAWA List of microscopic features for hardwood identification, wheeler, E.A., Baas, P., Gasson, P.E. (eds.), *IAWA Bulletin* 10(3), The Netherlands, 219-332.
- IAWA Committee, 2004, IAWA List of microscopic features for softwood identification, Richter, H.G., Grosser, D., Heinz, I., Gasson, P.E. (eds.), *IAWA Journal* 25(1), TheNetherlands, 1-70.
- Irmak, A. ve Gülçur, F., 1964, Uludağ granit anataşı üzerinde gelişmiş olan bazı toprak profillerinde etüdler, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, seri A, cilt:14, sayı 2.
- Izquierdo, G.G., Battipaglia, G., Gartner, H., Cherubini, P., 2013, Xylem adjustment in *Erica arborea* to temperature and moisture availability in contrasting climates, *IAWA Journal*, vol.34(2), 109-126.

- Jono, V., Locoselli, G.M, Ceccantini, G., 2013, The influence of tree size and microenviromental changes on the wood anatomy of *Roupala rhambifolia*, *IAWA Journal*, vol.34-1, 88-106.
- Jordan, E.R., Esteban, L.G., Palacios, P.d., Fernandez, F.G., 2016, Wood anatomy of *Cupressus* and its relation to geographical distribution, *IAWA Journal*, vol.37(1), 48-68.
- Kaynak, G., Daşkın, R., Yılmaz, Ö., 2005, *Bursa bitkileri*, Uludağ Üniversitesi Kent Tarihi ve Araştırmaları Merkezi, Bursa, ISBN:975 6149 15 9.
- Ketin, İ., 1983, *Türkiye jeolojisine genel bakış*, İTÜ Kütüphanesi, sayı 1259, 20-22, s.337-341.
- Khalifah, N. S., Khan, P. R., Abdulkader, Nasroun, T., 2006, Impact of water stress on the sapwood anatomy and functional morphology of *Calligonum comosum*, *IAWA Journal*, vol. 27(3), 299-312.
- Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes, H. N., 2005, Anadolu'nun iklim tarihinin son 500 yılı: dendroklimatolojik ilk sonuçlar, Türkiye kuvaterner sempozyumu-TURQUA-V, 02-03 Haziran 2005, Bildiriler Kitabı, pp. 136-142.
- Köse, N., 2007, *Batı Anadolu'da iklim değişkenliği ve yıllık halka gelişimi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes, H. N., Özeren, M. S., 2011, Tree-ring reconstructions of may-june precipitation for Western Anatolia, *Quaternary Research* 75, 438-450.
- Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes, H. N., Özeren, M. S., Tolunay, D., 2012, Tree-ring growth of *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* under different climate conditions throughout Western Anatolia, *Dendrochronologia*, 30, 295-301.
- Lindorf, H., 1994, Eco-Anatomical wood features of species from a very dry tropical forest, *IAWA Journal*, vol. 15 (4), 361-376.
- Martin-Benito, D., Beeckman, H., Canellas, I., 2013, Influence of drought on tree rings and tracheid features of *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* in a mesic mediterranean forest, *Eur. J. Forest Res.*, 132:33-45.
- Masrahi, Y. S., 2014, Ecological significance of wood anatomy in two lianas from arid southwestern Saudi Arabia, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(4):334-341.
- Matlab 6.5.1 2006, Matlab Help.
- Mayr, H., 1909, *Waldbau auf naturge setzlicher grundlage*, Berlin, Paul Parey, Verlag.
- Meena, V. S., Sangeeta, G., 2014, Wood anatomy of *Albizia procera* correlation between tropical and subtropical from different geographical zones of Indian subcontinent, *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol.3 (5), 1-16.
- Merev, N., 1998a, Türkiye meşelerinin (*Quercus* L.) odun anatomisi, *Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu*, 21-23 Eylül, s.215-225.

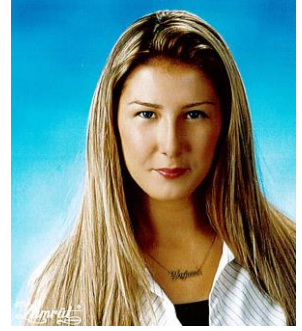
- Merev, N., 1998b, *Odun Anatomisi; Doğu Karadeniz Bölgesindeki doğal Angiospermae Taksonlarının odun anatomisi*, cilt 1, KATÜ Matbaası, Trabzon.
- Merev, N., Yavuz, H., 2000, Ecological wood anatomy of Turkish *Rhododendron* L. (*Ericaceae*) intraspecific variation, *Turkish Journal of Botany*, 24, 227-237.
- Merev, N., 2003, *Odun anatomisi ve odun tanıtımı*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Trabzon, ISBN:975-6983-30-2.
- Merev, N., Gerçek, Z., Serdar, B., 2005, Wood anatomy of some Turkish plants with special reference to perforated ray cells, *Turkish Journal of Botany*, TÜBİTAK, 29, 269-281.
- Metcalf, C.R. and Chalk, L., 1950, *Anatomy of dicotyledons*, Clarendon Press V.2, Oxford.
- Noshiro, S., Ikeda, H., Joshi, L., 2010, Distinct altitudinal trends in the wood structure of *Rhododendron arboreum* (*Ericaceae*) in Nepal, *IAWA Journal*, vol.31(4), 443-456.
- Olivar, J., Rathgeber, C., Bravo, F., 2015, Climate change, tree-ring width and wood density of pines in Mediterranean environments, *IAWA Journal*, vol.36(3), 257-269.
- Onaran, K., 1985, *Malzeme bilimi*, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Çağlayan Basımevi, İstanbul.
- Özdamar, K., 2004, *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi*, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Öztürk, M. Z., 2010, Uludağ (zirve) ve meteoroloji istasyonlarının karşılaştırmalı iklimi, *Türk Coğrafya Dergisi*, s.55:13-24.
- Perez Mogollon, A.İ., 1989, Caracterizacion ecoanatomica del leno de 40 especies del Bosque La Mucuy, Estado, Merida, Venezuela, *Revista Forestal Venezolana*, 33, 43-51.
- Pourtahmasi, K., Lotfiomran, N., Brauning, A., Parsapajouh, D., 2011, Tree-ring width and vessel characteristics of oriental beech (*Fagus orientalis*) along on altitudinal gradient in the Caspian Forests, Northern Iran, *IAWA Journal*, vol.32(4), 461-473.
- Psaras, G. K., Sofroniou, I., 1999, Wood anatomy of *Capparis spinosa* from an ecological perspective, *IAWA Journal*, vol. 20 (4), 419-429.
- Saatçioğlu, F., 1969, *Silvikültür I – Silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 138, Kutulmuş Matbaası, s.60.
- Sarı, D., 2010, Biyoçeşitlilik ve floristik açıdan alpin alanların önemi, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs 2010, cilt IV, 1447-1455.
- Serdar, B., 2003, *Türkiye’de doğal olarak yetişen Salicaceae familyası taksonlarının ekolojik odun anatomisi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Serdar, B., Birtürk, T., Genç, R., 2010, Artvin-Camili bölgesinde yetişen *Rhododendron* L. taksonları odunlarının yükseltiye bağlı varyasyonları, *III. Ulusal Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs 2010, cilt III, 1091-1099.

- Serdar, B. ve Gerçek, Z., 2007, Kavak (*Populus L.*) odunlarının anatomik özelliklerinin anatomik olmayan faktörlere bağlı varyasyonları, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, vol:3, 76-89.
- Sevgi, O. ve Akkemik, Ü., 2007, A dendroecological study on *Pinus nigra* Arn. at different altitudes of northern slopes of Kazdağları, Turkey, *Journal of Environ. Biol.*, 28(1), 73-75.
- Şahin, A., 2014, Orman kaynaklarının planlanmasında, ağaç türlerinin dikey yayılışının ve yetiştirme ortamı faktörlerinin etkisi: Uludağ örneği, *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu 'Akdeniz ormanlarının geleceği: sürdürülebilir toplum ve çevre'*, 22-24 Ekim 2014, Isparta, s.154-168.
- Şanlı, İ., 1977, Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*)'nın Türkiye'de çeşitli yörelerde oluşan odunları üzerine anatomik araştırmalar, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, vol:27(1) 207-282.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2002, *Plant physiology*, Sinauer Associates Inc., Publishers, Sanderland, Massachusetts.
- Topaloğlu, E., Ay, N., Altun, L., 2013, Denizden yükseklik ve bakının doğu kayınının (*Fagus orientalis* Lipsky.) odun-su ilişkileri üzerine etkisi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, cilt:14, sayı:2, sayfa 180-190.
- Topaloğlu, E., Ay, N., Altun, L., Serdar, B., 2016, Effect of altitude and aspect on various wood properties of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) wood, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40:397-406.
- Topuz, G. ve Okay, A. I., 2017, Late Eocene-Early Oligocene two-mica granites in NW Turkey (The Uludağ Massif): water-fluxed melting products of a mafic metagreywacke, *Lithos*, 268-271.
- TÜBİVES, 2017, <http://www.tubives.com/index.php?sayfa=210&name=16>, Türkiye Bitkileri Veri Servisi, [Ziyaret tarihi: 15 Eylül 2017].
- Vardar, Y., 1969, *Bitki anatomisi dersleri 'Yüksek bitkilerin genel yapısı' I Hücre ve dokular*, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 125.
- Villiers, B.J.D., Oskolski, A.A., Tilney, P.M., Wyk, B.E.V., 2012, Wood anatomy of *Cussonia* and *Seemannaralia* (*Araliaceae*) with systematic and ecological implications, *IAWA Journal*, vol.33(2), 163-186.
- Yaltırık, F., 1968, Comparison of anatomical characteristics of woods in Turkish maples with the relation of humidity of the sites, Review of Faculty of Forestry Research Institute, *Technical Bulletin*, no:134, Ankara.
- Yaltırık, F., 1982, *Castanea* Miller., in: Davis P.H. (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 7., Edinburgh University Press, Edinburgh, 659.
- Yaltırık, F., 1982, *Fagus L.*, in: Davis P.H. (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 7., Edinburgh University Press, Edinburgh, 657-658.

- Yaltırık, F. ve Efe, A., 2000, *Dendroloji Gymnospermae-Angiospermae*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, ISBN:975-404-594-1.
- Yaman, B., 2002, *Türkiye'nin Euro-Siberian (Euxine) Bölgesinde doğal olarak yetişen yabani kiraz (Cerasus avium (L.) Moench)'ın morfolojik, anatomik ve palinolojik özellikleri*, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yaman, B., Sarıbaş, M., 2004, Türkiye'nin Euxine Bölgesindeki doğal kavak (*Populus L.*) taksonlarında yükseltiyle ilişkili olarak trahe hücre boyutlarındaki varyasyonları, *S.D.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Sayı 1, ISSN: 1302-7085, Sayfa 111-123.
- Yaman, B., 2007, Comparative wood anatomy of *Pinus sylvestris* and its var. *compacta* in the West Black Sea Region of Turkey, *IAWA Journal*, Vol. 28 (1), 75-81.
- Yaman, B., 2008, Variation in quantitative vessel element features of *Juglans regia* wood in the Western Black Sea Region of Turkey, *Agrociencia*, 42: 357-365.
- Yener, H., 1944, Türkiye jeolojik haritası, İstanbul Paftası İzahnamesi, Çankaya Matbaası, Ankara.
- Zech, W. and Çepel, N., 1977, Anatolien – ein bodengeographischer streifzug. *Mitt. d.Geogr. Gesel*, München, Band 62, s.155-166.
- Ziaco, E., Biondi, F., Rossi, S., Deslauriers, A., 2014, Intra-annual wood anatomical features of high-elevation conifers in the Great Basin, USA, *Dendrochronologia*, 32, 303-312.
- Zimmermann, M.H., 1983, *Xylem structure and the ascent of sap*, Springer, Berlin Heidelberg, NewYork, s.143.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Yağmur Biricik
Doğum Yeri	İstanbul-Kadıköy
Doğum Tarihi	16.10.1985
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	-
E-Posta Adresi	yagmurbiricik@hotmail.com
Web Adresi	-



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Orman Fakültesi
Bölümü	Orman Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	03.07.2007

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Programı
Mezuniyet Tarihi	22.12.2009

Doktora	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Orman Botaniği Programı
Mezuniyet Tarihi	15.01.2018

Makale ve Bildiriler	
Biricik, Y. ve Akkemik, Ü., 2017, A Mechanized Technic to Take Wood Samples from Living Trees, <i>Ormancılık Araştırma Dergisi</i>, OGM, cilt:4, sayı:2, 152. Biricik, Y., Özden, Ö., Sönmez, S., 2011, Effects of Surface Sizing with Starch on Physical Strength Properties of Paper, <i>Asian Journal of Chemistry</i>, 23/7/3151-3154.	

- Biricik, Y. ve Atik, C., 2012, Effect of cellulase treatment of long fiber fraction on strength properties of recycled corrugated medium, *African Journal of Biotechnology*, 11/58/12199-12205.
- Bildik, A.E., Biricik, Y., Sönmez, S., Özden, Ö., 2013, Oluklu Mukavva Ambalaj Tasarım Parametrelerinin Direnç Özelliklerine Etkisi I ve II, *VII. Uluslararası Ambalaj Kongresi ve Sergisi*, 9-11 Mayıs 2013.

