

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KAYINI'NIN (*Fagus orientalis* Lipsky.) ODUN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
BAZI YETİŞME ORTAMI KOŞULLARININ ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Orm. End. Yük. Müh. Elif TOPALOĞLU

TEMMUZ 2013

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞU KAYINI'NIN (*Fagus orientalis* Lipsky.) ODUN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
BAZI YETİŞME ORTAMI KOŞULLARININ ETKİSİ

Orm. End. Yük. Müh. Elif TOPALOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.06.2013
Tezin Savunma Tarihi : 22.07.2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nurgül AY

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Elif TOPALOĞLU Tarafından Hazırlanan

DOĞU KAYINI'NIN (*Fagus orientalis* Lipsky.) ODUN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
BAZI YETİŞME ORTAMI KOŞULLARININ ETKİSİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 02/07/2013 gün ve 1512 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Nurgül AY

Üye : Prof. Dr. Lokman ALTUN

Üye : Prof. Dr. Turgay AKBULUT

Üye : Prof. Dr. Bedri SERDAR

Üye : Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Doğu Kayını’nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odun Özellikleri Üzerine Bazı Yetiştirme Ortamı Koşullarının Etkisi” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Odun Mekaniği ve Teknolojisi Bilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle bana destek olan danışman hocam Prof. Dr. Nurgül AY’a ve çalışma süresi boyunca zaman zaman kendisine danışarak bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU’na en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca TÜBİTAK TOVAG 1070752 kod nolu proje kapsamında gerçekleştirilen doktora tez çalışmama maddi destek sağlayan TÜBİTAK’a ve proje yürütücüsü Sayın Hocam Prof. Dr. Lokman ALTUN’a katkılarından dolayı teşekkür ederim. Anatomik özelliklerin belirlenmesi, mikro fotoğrafların çekilmesi ve bulguların irdelenmesinde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Bedri SERDAR’a; fikirleri ve önerileri ile çalışmamı yönlendiren Prof. Dr. Hakkı YAVUZ ve Yrd. Doç. Dr. İbrahim YILDIRIM’a teşekkür ederim.

Çalışma süresi boyunca örnek ağaçların temin edilmesinde kolaylık gösteren Sinop ve Ayancık Orman İşletme Müdürlüklerine; arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Engin GÜVENDİ, Orman Mühendisi Recep ARSLAN, Kadir KINALI ve Metin BAYKARA’ya çok teşekkür ederim. Atölye çalışmalarında ilgi ve yardımlarından dolayı Mehmet BİRİNCİ, Salih KANDEMİR, Ahmet ÇELİK ve tüm atölye çalışanlarına; laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan tüm öğrenci ve arkadaşlarıma teşekkür ederim. Çalışma hayatım boyunca manevi destekleriyle her zaman yanımda olduklarını hissettiğim arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Eylem Dizman TOMAK ve Yrd. Doç. Dr. Derya USTAÖMER’e çok teşekkür ederim.

Bu yorucu ve zorlu yolda benimle birlikte yürüyen eşim Mustafa TOPALOĞLU ve oğlum T. Kerem TOPALOĞLU’na; bana en büyük desteği gösteren çok değerli anneme, babama ve kardeşlerime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Elif TOPALOĞLU
Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

“Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odun Özellikleri Üzerine Bazı Yetişme Ortamı Koşullarının Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Nurgül AY'ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırıldığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 22/07/2013

Elif TOPALOğLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	XIII
SUMMARY	XIV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XV
TABLolar DİZİNİ.....	XIX
KISALTMALAR DİZİNİ	XXV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kayın Ormanlarının Dünyadaki Yayılışı	3
1.3. Kayın Ormanlarının Türkiye'deki Yayılışı.....	4
1.4. Doğu Kayını'nın (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.) Dendrolojik Özellikleri.....	5
1.5. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.) Odununun Makroskobik Özellikleri	6
1.6. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.) Odununun Mikroskobik Özellikleri	6
1.7. Kayın Ormanlarının Ekolojik Özellikleri	6
1.7.1. Kayın Ormanları ile Fizyografik Faktörler Arasındaki İlişkiler	7
1.7.2. Kayın Ormanları ile Klimatik Faktörler Arasındaki İlişkiler.....	7
1.7.3. Kayın Ormanları ile Edafik Faktörler Arasındaki İlişkiler	8
1.7.4. Kayın Ormanları ile Biyotik Faktörler Arasındaki İlişkiler	8
1.8. Literatür İncelemesi	9
1.8.1. Ekolojik Odun Anatomisi ile İlgili Araştırmalar	10
1.8.2. Yıllık Halka Genişliği ile İlgili Araştırmalar	17
1.8.3. Odunun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ile İlgili Araştırmalar	21
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	27
2.1. Araştırma Bölgelerinin Belirlenmesi	27
2.2. Araştırma Bölgelerinin Tanıtımı	27
2.2.1. Sinop Orman İşletme Müdürlüğü	27

2.2.1.1.	Konum Özellikleri.....	27
2.2.1.2.	İklim Özellikleri.....	29
2.2.1.2.1.	0-200 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi.....	30
2.2.1.2.2.	200-400 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi.....	30
2.2.1.2.3.	400-600 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi.....	31
2.2.1.2.4.	600-800 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi.....	32
2.2.1.2.5.	800-1000 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi.....	32
2.2.2.	Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü	33
2.2.2.1.	Konum Özellikleri.....	33
2.2.2.2.	İklim Özellikleri.....	33
2.2.2.2.1.	400-600 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi.....	34
2.2.2.2.2.	600-800 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi.....	35
2.2.2.2.3.	800-1000 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi.....	36
2.2.2.2.4.	1000-1200 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi....	36
2.3.	Deneme Alanlarının Belirlenmesi.....	37
2.4.	Örnek Ağaçların Seçimi ve Kesim İşlemi.....	38
2.5.	Deney Örneklerinin Hazırlanması	40
2.6.	Odun Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Çalışmalar	41
2.6.1.	Odunun Makroskobik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	41
2.6.1.1.	Yıllık Halka, İlkbahar Odunu ve Yaz Odunu Genişliğinin Ölçülmesi	41
2.6.1.2.	Yaz Odunu Katılım Oranının (Tekstür) Belirlenmesi.....	42
2.6.2.	Anatomik İncelemeler İçin Laboratuvarda Uygulanan Yöntemler.....	43
2.6.2.1.	Kesitlerin Hazırlanması.....	43
2.6.2.2.	Odun Elemanlarının Serbest Hale Getirilmesi (Maserasyon).....	43
2.6.2.3.	Ölçüm ve Sayımların Yapılması	44
2.6.2.4.	Mikro Fotoğrafların Çekilmesi	44
2.6.3.	Odunun Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi	44
2.6.3.1.	Yoğunluk Değerleri.....	44
2.6.3.1.1.	Hava Kuru Yoğunluk	45
2.6.3.1.2.	Tam Kuru Yoğunluk	46
2.6.3.2.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Yüzdeleri	47
2.6.3.3.	Hacim Yoğunluk Değeri	48
2.6.3.4.	Odun-Su İlişkileri.....	49

2.6.3.4.1. Daralma ve Genişleme Yüzdelerinin Belirlenmesi.....	49
2.6.3.4.2. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti.....	51
2.6.3.4.3. En Yüksek Odun Rutubeti	51
2.6.4. Odunun Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	52
2.6.4.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri	52
2.6.4.1.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci	52
2.6.4.1.2. Statik Kalite Değeri.....	54
2.6.4.2. Statik Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	54
2.6.4.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri.....	56
2.6.4.3.1. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	56
2.6.4.3.2. Dinamik Kalite Değeri	57
2.6.4.4. Liflere Paralel Yönde Makaslama Direnci.....	58
2.6.4.5. Brinell Sertlik Değerleri.....	60
2.7. Kullanılan İstatistik Yöntemler.....	62
3. BULGULAR.....	63
3.1. Doğu Kayını'nın (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.) Odun Anatomisi Özelliklerine İlişkin Bulgular	63
3.2. Sinop Yöresine İlişkin Bulgular.....	68
3.2.1. Anatomik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular	68
3.2.1.1. Trahe Çapları.....	68
3.2.1.2. Trahe ve Özışını Sayıları.....	69
3.2.1.3. Mültiseri Özışını Yüksekliği ve Genişliği	71
3.2.1.4. Lif ve Trahe Hücre Uzunlukları.....	72
3.2.1.5. Lif Genişliği, Lif Lümen Genişliği ve Lif Çeper Kalınlığı.....	73
3.2.2. Makroskobik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular	75
3.2.2.1. Yıllık Halka Genişliği	75
3.2.2.2. İlkbahar Odunu Genişliği.....	76
3.2.2.3. Yaz Odunu Genişliği.....	77
3.2.2.4. Yaz Odunu Katılım Oranı (Tekstür)	78
3.2.3. Fiziksel Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular.....	79
3.2.3.1. Yoğunluk Değerleri.....	79
3.2.3.2. Hacim Yoğunluk Değeri	80
3.2.3.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Yüzdeleri	81

3.2.3.4.	Daralma ve Genişleme Yüzdeleri	83
3.2.3.5.	Lif Doygunluk Noktası Rutubeti.....	86
3.2.3.6.	Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı.....	87
3.2.4.	Mekanik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular	88
3.2.4.1.	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri	88
3.2.4.1.1.	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci	88
3.2.4.1.2.	Statik Kalite Değeri.....	89
3.2.4.2.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri.....	90
3.2.4.2.1.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	90
3.2.4.2.2.	Dinamik Kalite Değeri.....	91
3.2.4.3.	Statik Eğilme Direnci.....	92
3.2.4.4.	Statik Eğilmede Elastikiyet Modülü	93
3.2.4.5.	Makaslama Direnci	94
3.2.4.5.1.	Teğet Kesitte Makaslama Direnci.....	94
3.2.4.5.2.	Radyal Kesitte Makaslama Direnci.....	95
3.2.4.6.	Brinell Sertlik Değerleri.....	96
3.2.4.6.1.	Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri	96
3.2.4.6.2.	Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri.....	97
3.2.4.6.3.	Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri	98
3.2.5.	Doğu Kayını Odununun Hava Kurusu Yoğunluk Değerleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki.....	99
3.2.6.	Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Anatomik ve Makroskobik Özellikleri Arasındaki İlişki	103
3.2.6.1.	Toprak Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi	103
3.2.6.2.	Toprak Özelliklerinin Odunun Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile İlişkisi.....	103
3.2.6.3.	Anatomik ve Makroskobik Özelliklerin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi.....	103
3.2.6.4.	Anatomik ve Makroskobik Özelliklerin Birbirleri ile İlişkisi.....	104
3.2.7.	Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki.....	104
3.2.7.1.	Odunun Fiziksel Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi	104
3.2.7.2.	Toprak Özelliklerinin Odunun Fiziksel Özellikleri ile İlişkisi	105
3.2.7.3.	Odunun Fiziksel Özelliklerinin Birbirleri ile İlişkisi	105
3.2.8.	Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki	106

3.2.8.1.	Odunun Mekanik Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi.....	106
3.2.8.2.	Toprak Özelliklerinin Odunun Mekanik Özellikleri ile İlişkisi.....	106
3.2.8.3.	Odunun Mekanik Özelliklerinin Birbirleri ile İlişkisi.....	107
3.2.9.	Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki.....	107
3.2.10.	Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki.....	108
3.3.	Ayancık Yöresine İlişkin Bulgular	108
3.3.1.	Anatomik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular	108
3.3.1.1.	Trahe Çapları.....	108
3.3.1.2.	Trahe ve Özışını Sayıları.....	109
3.3.1.3.	Mültiseri Özışını Yüksekliği ve Genişliği	110
3.3.1.4.	Lif ve Trahe Hücre Uzunlukları.....	112
3.3.1.5.	Lif Genişliği, Lif Lümen Genişliği ve Lif Çeper Kalınlığı.....	113
3.3.2.	Makroskobik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular	114
3.3.2.1.	Yıllık Halka Genişliği	114
3.3.2.2.	İlkbahar Odunu Genişliği.....	115
3.3.2.3.	Yaz Odunu Genişliği.....	116
3.3.2.4.	Yaz Odunu Katılım Oranı (Tekstür).....	117
3.3.3.	Fiziksel Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular.....	118
3.3.3.1.	Yoğunluk Değerleri.....	118
3.3.3.2.	Hacim Yoğunluk Değeri	119
3.3.3.3.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Yüzdeleri	120
3.3.3.4.	Daralma ve Genişleme Yüzdeleri	122
3.3.3.5.	Lif Doygunluk Noktası Rutubeti.....	125
3.3.3.6.	Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı.....	126
3.3.4.	Mekanik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular	127
3.3.4.1.	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri	127
3.3.4.1.1.	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci	127
3.3.4.1.2.	Statik Kalite Değeri.....	128
3.3.4.2.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri.....	129
3.3.4.2.1.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	129
3.3.4.2.2.	Dinamik Kalite Değeri.....	130
3.3.4.3.	Statik Eğilme Direnci.....	131

3.3.4.4.	Statik Eğilmede Elastikiyet Modülü	132
3.3.4.5.	Makaslama Direnci	133
3.3.4.5.1.	Teğet Kesitte Makaslama Direnci	133
3.3.4.5.2.	Radyal Kesitte Makaslama Direnci	134
3.3.4.6.	Brinell Sertlik Değerleri	135
3.3.4.6.1.	Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri	135
3.3.4.6.2.	Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri	136
3.3.4.6.3.	Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri	137
3.3.5.	Doğu Kayını Odununun Hava Kurusu Yoğunluk Değerleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki	137
3.3.6.	Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Anatomik ve Makroskobik Özellikleri Arasındaki İlişki	141
3.3.6.1.	Toprak Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi	141
3.3.6.2.	Toprak Özelliklerinin Odunun Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile İlişkisi	141
3.3.6.3.	Anatomik ve Makroskobik Özelliklerin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi	142
3.3.6.4.	Anatomik ve Makroskobik Özelliklerin Birbirleri ile İlişkisi	142
3.3.7.	Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki	142
3.3.7.1.	Odunun Fiziksel Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi	142
3.3.7.2.	Toprak Özelliklerinin Odunun Fiziksel Özellikleri ile İlişkisi	143
3.3.7.3.	Odunun Fiziksel Özelliklerinin Birbirleri ile İlişkisi	143
3.3.8.	Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki	143
3.3.8.1.	Odunun Mekanik Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi	144
3.3.8.2.	Toprak Özelliklerinin Odunun Mekanik Özellikleri ile İlişkisi	144
3.3.8.3.	Odunun Mekanik Özelliklerinin Birbirleri ile İlişkisi	144
3.3.9.	Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki	145
3.3.10.	Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki	145
3.4.	Sinop ve Ayancık Yörelerinin Toprak Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması	145
3.5.	Sinop ve Ayancık Yörelerinin Odun Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması	146
3.5.1.	Anatomik Özellikler	146

3.5.2.	Makroskobik Özellikler	147
3.5.3.	Fiziksel Özellikler	148
3.5.4.	Mekanik Özellikler	149
4.	İRDELEME	150
4.1.	Anatomik Özelliklere İlişkin Bulguların İrdelenmesi.....	150
4.1.1.	Trahe Çapları.....	150
4.1.2.	Trahe ve Özışını Sayıları.....	152
4.1.3.	Mültiseri Özışını Yüksekliği ve Genişliği	155
4.1.4.	Lif ve Trahe Hücre Uzunlukları.....	159
4.1.5.	Lif Genişliği, Lif Lümen Genişliği ve Lif Çeper Kalınlığı.....	162
4.2.	Makroskobik Özelliklere İlişkin Bulguların İrdelenmesi	164
4.2.1.	Yıllık Halka, İlkbahar Odunu ve Yaz Odunu Genişliği.....	164
4.2.2.	Yaz Odunu Katılım Oranı (Tekstür)	167
4.3.	Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulguların İrdelenmesi	169
4.3.1.	Yoğunluk Değerleri.....	169
4.3.2.	Hacim Yoğunluk Değeri	172
4.3.3.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Yüzdeleri	174
4.3.4.	Daralma ve Genişleme Yüzdeleri	177
4.3.4.1.	Daralma Yüzdeleri	177
4.3.4.2.	Genişleme Yüzdeleri.....	179
4.3.5.	Lif Doygunluk Noktası Rutubeti.....	181
4.3.6.	Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	183
4.4.	Mekanik Özelliklere İlişkin Bulguların İrdelenmesi	185
4.4.1.	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri	185
4.4.1.1.	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci	185
4.4.1.2.	Statik Kalite Değeri.....	188
4.4.2.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri.....	190
4.4.2.1.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	190
4.4.2.2.	Dinamik Kalite Değeri	192
4.4.3.	Statik Eğilme Direnci ve Statik Eğilmeye Elastikiyet Modülü.....	194
4.4.4.	Teğet ve Radyal Kesitte Makaslama Direnci.....	197
4.4.5.	Brinell Sertlik Değerleri.....	200

4.5.	Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Anatomik ve Makroskobik Özellikleri Arasındaki İlişki	204
4.5.1.	Sinop Yöresi.....	204
4.5.2.	Ayancık Yöresi	208
4.6.	Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki.....	211
4.6.1.	Sinop Yöresi.....	211
4.6.2.	Ayancık Yöresi	213
4.7.	Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki	215
4.7.1.	Sinop Yöresi.....	215
4.7.2.	Ayancık Yöresi	218
4.8.	Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki.....	219
4.8.1.	Sinop Yöresi.....	219
4.8.2.	Ayancık Yöresi	220
4.9.	Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki.....	220
4.9.1.	Sinop Yöresi.....	220
4.9.2.	Ayancık Yöresi	222
4.10.	Sinop ve Ayancık Yörelerinin Toprak Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması	222
4.11.	Sinop ve Ayancık Yörelerinin Odun Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması	223
4.11.1.	Anatomik Özellikler.....	223
4.11.2.	Makroskobik Özellikler	224
4.11.3.	Fiziksel Özellikler	225
4.11.4.	Mekanik Özellikler	226
5.	SONUÇLAR	227
5.1.	Sinop Yöresine İlişkin Sonuçlar	227
5.2.	Ayancık Yöresine İlişkin Sonuçlar	234
6.	ÖNERİLER.....	241
7.	KAYNAKLAR	243
8.	EKLER.....	261
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

DOĞU KAYINI'NİN (*Fagus orientalis* Lipsky.) ODUN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BAZI YETİŞME ORTAMI KOŞULLARININ ETKİSİ

Elif TOPALOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Nurgül AY
2013, 260 Sayfa, 28 Sayfa Ek

Bu çalışmada Sinop'ta doğal olarak yetişen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun anatomik, makroskobik, fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine bazı yetiştirme ortamı koşullarının (yükselti, bakı, toprak özellikleri) etkisi araştırılmıştır. Araştırma bölgesi olarak seçilen Sinop yöresinden 20 adet, Ayancık yöresinden 16 adet ağaç kesilmiş ve toplam 36 adet ağaç üzerinde çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, yükselti ve bakı faktörlerinin çoğu odun özelliği üzerinde etkili olduğunu; toprak özelliklerinden ortalama kum, toz, kil, faydalanılabilir su kapasitesi oranları, toprak reaksiyonu ve elektriksel iletkenlik değerlerinin odunun bazı anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Her iki yörede de denizden yükseklik arttıkça Doğu Kayını odununun trahe teğet çapları azalmış, birim alandaki trahe sayısı artmıştır. Odunun makroskobik özellikleri ile yükselti, bakı, toprak özellikleri, anatomik, fiziksel ve mekanik özellikler arasında ilişki olmadığı belirlenmiştir. Denizden yükseklik arttıkça Sinop yöresinde trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu, hacimsel genişleme yüzdesi, en yüksek su miktarı, teğet kesitte makaslama direnci azalırken statik eğilme direnci ve statik eğilmede elastikiyet modülü artmış; Ayancık yöresinde hacim yoğunluk değeri, hacimsel daralma yüzdesi, liflere paralel basınç direnci, statik eğilmede elastikiyet modülü, teğet kesitte makaslama direnci azalırken en yüksek su miktarı ve dinamik kalite değeri artmıştır. Bakı derecesi arttıkça Sinop yöresinde trahe radyal çapı azalırken enine kesitte sertlik değeri artmış, Ayancık yöresinde statik eğilme direnci azalırken mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği, dinamik eğilme (şok) direnci artmıştır. Ayrıca iki yöre arasında toprak ve odun özellikleri bakımından önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kayın, Yükselti, Bakı, Ekolojik odun anatomisi, Odun özellikleri, Toprak özellikleri

PhD. Thesis

SUMMARY

EFFECT OF SOME ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON WOOD PROPERTIES OF
ORIENTAL BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky.)

Elif TOPALOĞLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industry Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Nurgül AY
2013, 260 Pages, 28 Pages Appendix

In the present study, effects of some environmental conditions (altitude, aspect, soil properties) on macroscopic, physical and mechanical properties and wood anatomy of Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) species which naturally distributed in Sinop were investigated. Sinop and Ayancık regions were chosen for this study. 20 trees from Sinop, 16 trees from Ayancık, total of 36 trees, were cut and investigated. Results demonstrated that altitude and aspect factors had significant effects on many wood characteristics. Soil properties such as soil texture, available water capacity, pH and electrical conductivity showed significant relation with some anatomic, physical, and mechanical properties of wood. Vessel diameter of Oriental Beech wood decreased as altitude increased both for regions however vessel in per unit area increased. There was no significant relation between macroscopic characteristics of wood and altitude, aspect, soil properties, anatomic, physical, and mechanical characteristics of wood. In Sinop region, vessel cell length, fiber length, volumetric swelling, maximum water content, shear strength decreased while static bending strength and static bending modulus of elasticity increased as altitude increased. In the case of Ayancık region volumetric density, volumetric shrinkage, compression strength parallel to fibers, static bending modulus of elasticity, and shear strength decreased while maximum water content and dynamic quality values increased as altitude increased. As the aspect degree increases cross sectional stiffness of wood increased while vessel radial diameter decreased in Sinop region, and in Ayancık region static bending strength decreased while height and width of multiseriate rays and dynamic bending strength increased. It was also found that there were significant differences between soil and wood characteristics of these two regions.

Key Words: Beech, Altitude, Aspect, Ecological wood anatomy, Wood properties, Soil properties

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Doğu Kayını'nın (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.) dünyadaki yayılışı	4
Şekil 2. Doğu Kayını'nın (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.) Türkiye'deki yayılışı	5
Şekil 3. Araştırma bölgeleri ve deneme alanlarını gösteren harita (1/100000 ölçekli)	28
Şekil 4. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 78 metre)	30
Şekil 5. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 288 metre)	31
Şekil 6. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 460 metre)	31
Şekil 7. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 716 metre)	32
Şekil 8. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 975 metre)	33
Şekil 9. Su bilançosu diyagramı (Ayancık, 484 metre)	35
Şekil 10. Su bilançosu diyagramı (Ayancık, 677 metre)	35
Şekil 11. Su bilançosu diyagramı (Ayancık, 924 metre)	36
Şekil 12. Su bilançosu diyagramı (Ayancık, 1154 metre)	37
Şekil 13. Sinop yöresine ait deneme alanından bir görünüm	38
Şekil 14. Ayancık yöresine ait deneme alanından bir görünüm	38
Şekil 15. Yıllık halka genişliği ölçümü için hazırlanmış bir odun örneği	42
Şekil 16. Yıllık halka genişliği ölçümüne ait bir örnek	42
Şekil 17. Yoğunluk deney örnekleri	45
Şekil 18. Daralma ve genişleme deney örneği	49
Şekil 19. Liflere paralel yönde basınç direnci sonrası örneklerde ezilme şekilleri	53
Şekil 20. Statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneyi	55
Şekil 21. Dinamik eğilme direnci sonrası örneklerde meydana gelen farklı kırılma şekilleri	58
Şekil 22. Liflere paralel yönde makaslama direnci deneyi	59
Şekil 23. Liflere paralel yönde makaslama direnci deneyi sonrası kırılma şekli	60
Şekil 24. Brinell sertlik deneyi örneği	61
Şekil 25. <i>Fagus orientalis</i> Lipsky. taksonuna ait mikro fotoğraflar	64
Şekil 26. <i>Fagus orientalis</i> Lipsky. taksonuna ait mikro fotoğraflar	65
Şekil 27. <i>Fagus orientalis</i> Lipsky. taksonuna ait mikro fotoğraflar	66
Şekil 28. <i>Fagus orientalis</i> Lipsky. taksonuna ait mikro fotoğraflar	67

Şekil 29. Liflere paralel basınç direnci ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop).....	100
Şekil 30. Statik eğilme direnci ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop).....	100
Şekil 31. Elastikiyet modülü ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop).....	101
Şekil 32. Dinamik eğilme direnci ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop)....	101
Şekil 33. Enine kesitte sertlik değeri ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop).....	101
Şekil 34. Teğet kesitte sertlik değeri ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop).....	102
Şekil 35. Radyal kesitte sertlik değeri ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop).....	102
Şekil 36. Liflere paralel basınç direnci ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık).....	138
Şekil 37. Statik eğilme direnci ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık).....	139
Şekil 38. Elastikiyet modülü ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık).....	139
Şekil 39. Dinamik eğilme direnci ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık).....	139
Şekil 40. Enine kesitte sertlik değeri ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık).....	140
Şekil 41. Teğet kesitte sertlik değeri ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık).....	140
Şekil 42. Radyal kesitte sertlik değeri ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık).....	140
Şekil 43. Trahe çaplarının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	150
Şekil 44. Trahe çaplarının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	150
Şekil 45. Trahe sayısının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	153
Şekil 46. Trahe sayısının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	153
Şekil 47. Özişını sayısının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	155
Şekil 48. Özişını sayısının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	155
Şekil 49. Mültiseri özişını yüksekliğinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	156
Şekil 50. Mültiseri özişını yüksekliğinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)....	157
Şekil 51. Mültiseri özişını genişliğinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	157
Şekil 52. Mültiseri özişını genişliğinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	158
Şekil 53. Lif uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	160
Şekil 54. Lif uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	160
Şekil 55. Trahe hücre uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	161

Şekil 56. Trahe hücre uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	162
Şekil 57. Lif özelliklerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	163
Şekil 58. Lif özelliklerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	163
Şekil 59. Yıllık halka, ilkbahar odunu ve yaz odunu genişliklerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)	165
Şekil 60. Yıllık halka, ilkbahar odunu ve yaz odunu genişliklerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)	166
Şekil 61. Yaz odunu katılım oranının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	168
Şekil 62. Yaz odunu katılım oranının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	168
Şekil 63. Yoğunluk değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	172
Şekil 64. Yoğunluk değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	172
Şekil 65. Hacim yoğunluk değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)	173
Şekil 66. Hacim yoğunluk değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)	174
Şekil 67. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)	175
Şekil 68. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)	175
Şekil 69. Daralma yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)	178
Şekil 70. Daralma yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)	179
Şekil 71. Genişleme yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	180
Şekil 72. Genişleme yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	180
Şekil 73. Lif doyum noktası rutubetinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)...	182
Şekil 74. Lif doyum noktası rutubetinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	182
Şekil 75. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)	184
Şekil 76. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)	184
Şekil 77. Liflere paralel basınç direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	186
Şekil 78. Liflere paralel basınç direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)..	187
Şekil 79. Statik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	189
Şekil 80. Statik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	189
Şekil 81. Dinamik eğilme (şok) direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	191
Şekil 82. Dinamik eğilme (şok) direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	192
Şekil 83. Dinamik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)	193

Şekil 84. Dinamik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık).....	194
Şekil 85. Statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)	195
Şekil 86. Statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün yükselti ve göre değişimi (Ayancık)	196
Şekil 87. Makaslama direnci değlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)	199
Şekil 88. Makaslama direnci değlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık) ..	199
Şekil 89. Brinell sertlik değlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop).....	202
Şekil 90. Brinell sertlik değlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)	203

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Sinop meteoroloji istasyonu iklim verileri (1975-2010)	29
Tablo 2. Ayancık meteoroloji istasyonu iklim verileri (1975-1994)	34
Tablo 3. Sinop Orman İşletme Müdürlüğü'ne ait deneme alanları ve örnek ağaçlara ait bilgiler.....	39
Tablo 4. Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü'ne ait deneme alanları ve örnek ağaçlara ait bilgiler	40
Tablo 5. Trahe çaplarına ait ortalama ve standart sapma değerleri	68
Tablo 6. Trahe çaplarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	69
Tablo 7. Trahe ve özışını sayılarına ait ortalama ve standart sapma değerleri	70
Tablo 8. Trahe ve özışını sayılarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	70
Tablo 9. Mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	71
Tablo 10. Mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	71
Tablo 11. Lif ve trahe hücre uzunluklarına ait ortalama ve standart sapma değerleri	72
Tablo 12. Lif ve trahe hücre uzunluklarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	73
Tablo 13. Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	74
Tablo 14. Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	74
Tablo 15. Yıllık halka genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	75
Tablo 16. Yıllık halka genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	75
Tablo 17. İlkbahar odunu genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	76
Tablo 18. İlkbahar odunu genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	76
Tablo 19. Yaz odunu genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri	77
Tablo 20. Yaz odunu genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	77
Tablo 21. Yaz odunu katılım oranına ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	78

Tablo 22.	Yaz odunu katılım oranına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	78
Tablo 23.	Yoğunluk değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	79
Tablo 24.	Yoğunluk değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	80
Tablo 25.	Hacim yoğunluk değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	81
Tablo 26.	Hacim yoğunluk değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	81
Tablo 27.	Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelere ait ortalama ve standart sapma değerleri	82
Tablo 28.	Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelere ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	82
Tablo 29.	Daralma ve genişleme yüzdelere ait ortalama ve standart sapma değerleri .	83
Tablo 30.	Daralma ve genişleme yüzdelere ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları	84
Tablo 31.	Daralma ve genişleme yüzdelere ait Duncan homojenlik grupları.....	85
Tablo 32.	Lif doygunluk noktası rutubet değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	86
Tablo 33.	Lif doygunluk noktası rutubet değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	86
Tablo 34.	En yüksek su miktarına ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	87
Tablo 35.	En yüksek su miktarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	87
Tablo 36.	Liflere paralel basınç direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	88
Tablo 37.	Liflere paralel basınç direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan Homojenlik Grupları	88
Tablo 38.	Statik kalite değerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	89
Tablo 39.	Statik kalite değerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	89
Tablo 40.	Dinamik eğilme (şok) direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri	90
Tablo 41.	Dinamik eğilme (şok) direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	91
Tablo 42.	Dinamik kalite değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	91
Tablo 43.	Dinamik kalite değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	92
Tablo 44.	Statik eğilme direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri	92
Tablo 45.	Statik eğilme direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	93

Tablo 46.	Statik eğilmede elastikiyet modülüne ait ortalama ve standart sapma değerleri	93
Tablo 47.	Statik eğilmede elastikiyet modülüne ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	94
Tablo 48.	Teğet kesitte makaslama direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri	94
Tablo 49.	Teğet kesitte makaslama direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	95
Tablo 50.	Radyal kesitte makaslama direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri	95
Tablo 51.	Radyal kesitte makaslama direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	96
Tablo 52.	Enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	96
Tablo 53.	Enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	97
Tablo 54.	Teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	97
Tablo 55.	Teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	98
Tablo 56.	Radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	98
Tablo 57.	Radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	99
Tablo 58.	Regresyon analizi sonuçları	99
Tablo 59.	Trahe çaplarına ait ortalama ve standart sapma değerleri	109
Tablo 60.	Trahe çaplarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları.....	109
Tablo 61.	Trahe ve özışını sayılarına ait ortalama ve standart sapma değerleri	110
Tablo 62.	Trahe ve özışını sayılarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	110
Tablo 63.	Mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	111
Tablo 64.	Mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	111
Tablo 65.	Lif ve trahe hücre uzunluklarına ait ortalama ve standart sapma değerleri...	112
Tablo 66.	Lif ve trahe hücre uzunluklarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	112

Tablo 67.	Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	113
Tablo 68.	Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	114
Tablo 69.	Yıllık halka genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	114
Tablo 70.	Yıllık halka genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	115
Tablo 71.	İlkbahar odunu genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	115
Tablo 72.	İlkbahar odunu genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	116
Tablo 73.	Yaz odunu genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri	116
Tablo 74.	Yaz odunu genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	117
Tablo 75.	Yaz odunu katılım oranına ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	117
Tablo 76.	Yaz odunu katılım oranına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	118
Tablo 77.	Yoğunluk değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	118
Tablo 78.	Yoğunluk değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	119
Tablo 79.	Hacim yoğunluk değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	120
Tablo 80.	Hacim yoğunluk değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	120
Tablo 81.	Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	121
Tablo 82.	Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	121
Tablo 83.	Daralma ve genişleme yüzdelerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	122
Tablo 84.	Daralma ve genişleme yüzdelerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları	123
Tablo 85.	Daralma ve genişleme yüzdelerine ait Duncan homojenlik grupları.....	124
Tablo 86.	Lif doygunluk noktası rutubet değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	125
Tablo 87.	Lif doygunluk noktası rutubet değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	125
Tablo 88.	En yüksek su miktarına ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	126
Tablo 89.	En yüksek su miktarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	126
Tablo 90.	Liflere paralel basınç direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	127

Tablo 91.	Liflere paralel basınç direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	127
Tablo 92.	Statik kalite değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	128
Tablo 93.	Statik kalite değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	128
Tablo 94.	Dinamik eğilme (şok) direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri ...	129
Tablo 95.	Dinamik eğilme (şok) direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	129
Tablo 96.	Dinamik kalite değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	130
Tablo 97.	Dinamik kalite değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	130
Tablo 98.	Statik eğilme direnci değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri ..	131
Tablo 99.	Statik eğilme direnci değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	131
Tablo 100.	Statik eğilmede elastikiyet modülüne ait ortalama ve standart sapma değerleri	132
Tablo 101.	Eğilmede elastikiyet modülüne ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	132
Tablo 102.	Teğet kesitte makaslama direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri	133
Tablo 103.	Teğet kesitte makaslama direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	133
Tablo 104.	Radyal kesitte makaslama direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri	134
Tablo 105.	Radyal kesitte makaslama direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları	134
Tablo 106.	Enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	135
Tablo 107.	Enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları.....	135
Tablo 108.	Teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	136
Tablo 109.	Teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları.....	136
Tablo 110.	Radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	137
Tablo 111.	Radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları	137
Tablo 112.	Regresyon analizi sonuçları	138

Tablo 113. Toprak özelliklerine ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları.....	146
Tablo 114. Anatomik özelliklere ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları.....	147
Tablo 115. Makroskopik özelliklere ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları.....	147
Tablo 116. Fiziksel özelliklere ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları.....	148
Tablo 117. Mekanik özelliklere ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları.....	149

KISALTMALAR DİZİNİ

EK	: Enine kesit
F.	: Fagus
FSK	: Faydalanılabilir su kapasitesi
G1	: Güney bakı, birinci yükselti basamağı
G2	: Güney bakı, ikinci yükselti basamağı
G3	: Güney bakı, üçüncü yükselti basamağı
G4	: Güney bakı, dördüncü yükselti basamağı
G5	: Güney bakı, beşinci yükselti basamağı
İO	: İlbahar odunu
K1	: Kuzey bakı, birinci yükselti basamağı
K2	: Kuzey bakı, ikinci yükselti basamağı
K3	: Kuzey bakı, üçüncü yükselti basamağı
K4	: Kuzey bakı, dördüncü yükselti basamağı
K5	: Kuzey bakı, beşinci yükselti basamağı
kN	: Kilonewton
kp	: Kilopond
kpm	: Kilopondmetre
MS	: Masere
mS	: Milisiemens
N	: Örnek sayısı
p	: Önem düzeyi
pH	: Potansiyel hidrojen
r	: Korelasyon katsayısı
R ²	: Belirleme katsayısı
RK	: Radyal kesit
TK	: Teğet kesit
YHG	: Yıllık halka genişliği
YO	: Yaz odunu
µm	: Mikrometre
\bar{x}	: Aritmetik ortalama

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Türkiye'nin orman varlığı, 2004 yılı orman envanteri sonuçlarına göre 21.188.747 hektar olup toplam ülke yüzölçümünün %27,2'sini kapsamaktadır. Orman alanlarının 15.439.594 ha'ı (%73) koru ormanları, 5.749.152 ha'ı (%27) baltalık ormanları ile kaplıdır. Ormanlarımızın 8.416.093 ha'ı (%40) yapraklı ağaçlardan, 12.772.654 ha'ı (%60) ibreli ağaçlardan oluşmaktadır (DPT, 2007).

Ormanlarımızda yayılış alanı olarak en fazla Meşe ağaç türleri (6,4 milyon hektar) yayılış göstermektedir. Alansal büyüklük sırasına göre Kızılcıam (5,4 milyon hektar), Karaçam (4,2 milyon hektar), Kayın (1,7 milyon hektar), Sarıçam (1,2 milyon hektar), Gökmar (0,6 milyon hektar), Ardıç (0,5 milyon hektar), Sedir (0,4 milyon hektar), Ladin (0,3 milyon hektar) ve 100 bin hektardan daha az alan kaplayan Kavak, Ihlamur, Okaliptus, Servi, Akasya, Sığla yer almaktadır. Bunun dışında daha küçük alanlarda yayılış gösteren Porsuk, Halep Çamı, Duglas, Andız, Akçaağaç, Karaağaç, Kayacık, Çınar, Söğüt, Huş, Üvez ve Yabani Kiraz gibi diğer ağaç türlerimiz de bulunmaktadır (URL-1, 2011).

Kayın, dünyada en çok alan kaplayan ilk 25 ağaç cinsi içerisinde altıncı sırada yer almaktadır (URL-1, 2011). Ayrıca kayın, kuzey yarımkürenin ılıman yapraklı ormanları içerisinde yayılış gösteren en yaygın ağaçtır (Fang ve Lechowicz, 2006). Ülkemizde ise yayılış gösterdiği alan bakımından yapraklı ağaçlar içerisinde ikinci sırada yer alan Doğu Kayını asli ağaç türlerimiz arasında önemini korumaktadır. Ülkemizde 1.373.245 ha'ı normal ve 378.239 ha'ı bozuk olmak üzere toplam 1.751.484 ha alan kaplayan Doğu Kayını'nın toplam orman alanları içerisindeki payı %7'dir (Konukçu, 2011; URL-1, 2011). Ayrıca ülkemizde endüstriyel odun üretiminde %15'lik payı ile yapraklı ağaçlar içerisinde ilk sırada yer almaktadır (Konukçu, 2011).

Kayın odunu sert ve ağır olup çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Kolay yarılr, işlenmesi ve cilalanması kolaydır (Bozkurt ve Göker, 1996). Mobilya, parke, kaplama, kontrplak, ayakkabı kalıbı, oyuncak, ambalaj sandığı, alet sapları, ayakkabı topukları ve emprenye edilmek suretiyle demir yolu traversi üretiminde kullanılmaktadır. Maden direği ve yakacak odun olarak da değerlendirilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1996; Örs ve Keskin, 2001). Ayrıca kayın odunu kalın çeperli liflere sahip olması, rijidite

katsayısının (lif çeper kalınlığı/lif genişliği \times 100) yüksek olmasından dolayı oluklu mukavva ve karton yapımı için uygundur (Alkan vd., 2003).

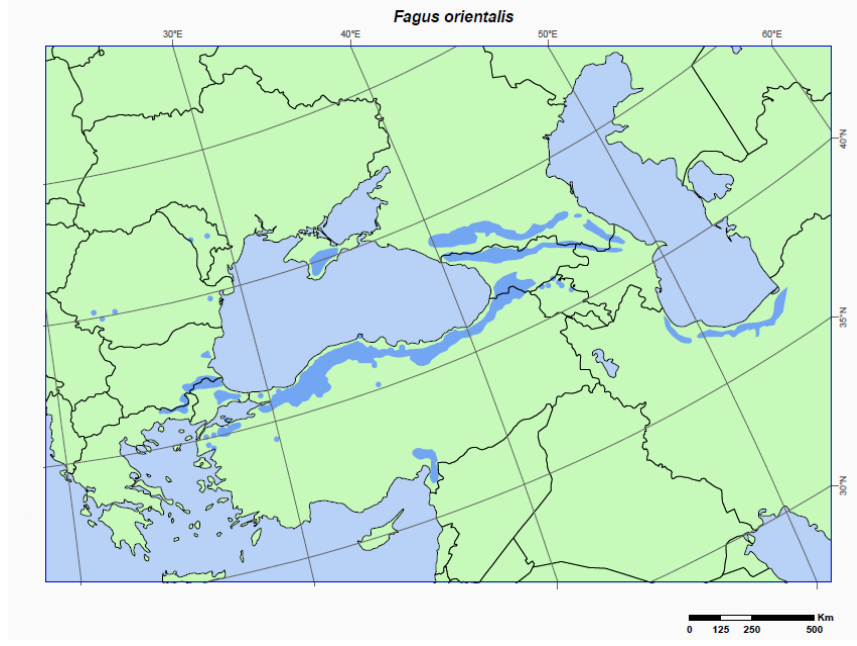
Ağaç türlerinin gelişimini etkileyen en önemli iki faktör; ağaç türünün genetik yapısı ve yetiştirme ortamı koşullarıdır. Genetik kontrol, odun özelliklerindeki değişimin ana kaynağı olup odunun genetik yapısı, direkt olarak odun oluşumu ile ilgili iç prosesleri, dolaylı olarak da ağacın formunu ve büyüme modellerini kontrol etmektedir (Doğu, 2002). Yetiştirme ortamı; belirli bir mevkide, yeryüzü şekli, iklim, anakaya/toprak ve canlılar faktörlerinin ortak etkisi altında oluşmuş ekolojik bir birimdir (Kantarci, 2005a; Kantarci, 2005b). Bu ekolojik faktörler (klimatik, fizyografik, edafik, biyolojik) ağacın gelişimini ve oluşan odunun yapısını etkilemektedir (Creber ve Chaloner, 1984; Tessier vd., 1994; Roo-Zielinska ve Solon, 1997; Wodzicki, 2001). Ortalama sıcaklık ve yağış miktarı gibi iklimik faktörler, ağacın yıllık halka genişliğini ve radyal büyümesini etkilemektedir (Lara vd., 2001; Takahashi vd., 2005; Cufar vd., 2008; Barichivich vd., 2009; Dolezal vd., 2010; Gea-Izquierdo vd., 2012). Özellikle yüksek rakımlı bölgelerde düşük sıcaklıklar, güçlü rüzgârlar, kar miktarı ve kısa vejetasyon süresi gibi zorlu çevresel koşullar ağacın radyal büyümesini azaltmaktadır (Coomes ve Allen, 2007; Gebauer vd., 2010). İklimik faktörler, ağacın hayatı boyunca sabit kalmadığı için yıllık halka yapısında değişimler meydana gelmektedir. Yıllık halka yapısındaki değişiklik odun yoğunluğunda farklılıklar meydana getirmektedir. Yoğunluk ise odunun direnç özelliklerini ve kullanım alanlarını etkileyen en önemli faktördür. Ekolojik araştırmalarda “denizden yükseklik” ya da “rakım” canlıların yaşam alanlarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Körner, 2007). Denizden yükseklik; bir yerin iklimi, toprak özellikleri ve vejetasyon yapısı üzerinde etkili olan önemli bir faktördür (Çepel, 1995; Üstündağ, 2009). Çeşitli bölgelere göre denizden her 100 m yükseliş için hava sıcaklığı 0,4-0,6 °C arasında azalmaktadır. Bunun sonucunda vejetasyon süresi kısalmaktadır. Denizden yükseklik arttıkça belirli bir yüksekliğe kadar (ülkemizde 2000-2500 m) yağışlar da artar. Bu artış, her 100 m yükseklik için yaklaşık olarak yılda 50 mm'dir (Atalay, 1983; Çepel, 1988). Arazinin bakışı, o yerin özellikle sıcaklık ve yağış iklimini etkiler. Türkiye’de güneşli bakıların güneşlenme süresi ve şiddetinin daha fazla oluşu nedeni ile güneşli bakılar (güneydoğu, güney, güneybatı, batı) daha sıcak, gölgeli bakılar (kuzeybatı, kuzey, kuzeydoğu, doğu) daha serindir (Çepel, 1995). Ayrıca güneşli taraftaki traheid ya da liflerin uzunlukları, gölge tarafındakilerden daha kısa olabilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997; Bozkurt ve Erdin, 2000). Bozkurt ve

Göker (1996), Almanya’da kayınının özgül ağırlığının yüksek dağlarda aşağıdan yukarı çıkıldıkça ve kuzeyden güneye gidildikçe bir azalma gösterdiğini belirtmektedir.

Bu çalışmanın amacı; yatay yayılışını Sinop ve Ayancık Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içinde, dikey yayılışını ise 40 m yükseltiden 1400 m yükseltiye kadar yapmakta olan Doğu Kayını’nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) yetişme ortamı faktörlerinden toprak özellikleri, denizden yükseklik ve bakımın bu türün odununun anatomik, makroskobik, fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisini araştırmaktır. Araştırma alanı olarak belirlenen Sinop ve Ayancık Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içerisinde her yükselti basamağından (kuzey ve güney bakıdan) 4 adet ağaç olmak üzere toplam 36 adet ağaç kesilmiştir. Elde edilen sonuçlar, her bir bölge için bakı ve yükselti basamaklarına göre karşılaştırıldıktan sonra bölgeler arası karşılaştırma yapılmıştır. Böylece Doğu Kayını için en uygun yetişme ortamı koşulları belirlenerek bu türün odununun orman ürünleri endüstrisindeki kullanım yerlerinin belirlenmesi sağlanacaktır.

1.2. Kayın Ormanlarının Dünyadaki Yayılışı

Kayın, kuzey yarımkürenin ılıman iklim bölgelerinde yetişen yapraklı ağaç ormanları içerisinde en baskın ağaçlar arasında yer almaktadır (Peters ve Poulson, 1994; Fang ve Lechowicz, 2006). Kayın cinsinin Doğu Asya, Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Amerika’da olmak üzere on esas tür ve iki alt türü olduğu bilinmektedir. *F. engleriana*, *F. longipetiolata*, *F. lucida* ve *F. hayatae* Çin’de; *F. crenata* ve *F. japonica* Japonya’da; *F. sylvatica* Avrupa’da, *F. orientalis* Anadolu, Kafkaslar ve Kuzey İran’da, *F. grandifolia* Kuzey Amerika’da yayılış göstermektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda Kore ötesinde küçük bir ada üzerinde yayılış gösteren *F. multinervis*, ve Meksika’nın kuzeydoğu dağlarında yayılışını yapan *F. mexicana*’nın kabul görmüş iki yeni kayın türü olduğu belirtilmektedir (Yaltırık ve Efe, 2000; Fang ve Lechowicz, 2006). Doğu Kayını’nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) dünyadaki yayılış alanları Şekil 1’de belirtilmektedir (URL-2, 2011).

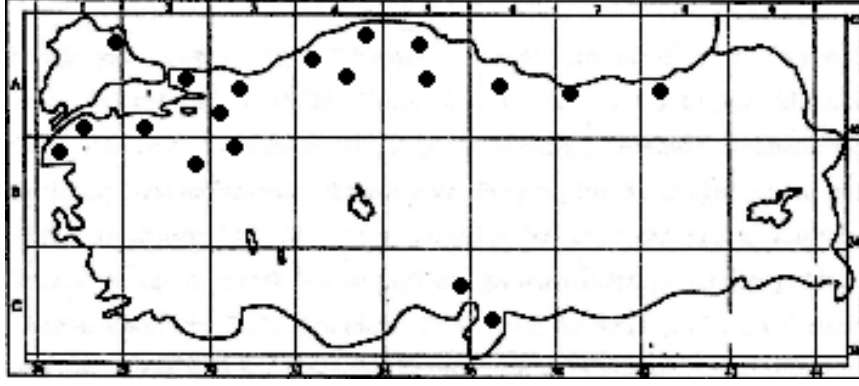


Şekil 1. Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) dünyadaki yayılışı

1.3. Kayın Ormanlarının Türkiye'deki Yayılışı

Fagaceae familyası içerisinde yer alan Kayın (*Fagus*), Türkiye'de Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica* L.) olmak üzere iki türle temsil edilmektedir. Fakat esas yayılışı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) yapmaktadır (Atalay, 1992). Ülkemizde Avrupa Kayını'nın (*Fagus sylvatica* L.) Demirköy, Bayramiç-Çanakkale, Kazdağları, Edremit, Simav depresyonunun kuzeye bakan yamaçlarında ve Yıldız (Istranca) Dağları'nda *Fagus orientalis* ormanları içinde yayılış gösterdiği tespit edilmiştir (Atalay, 1992; Aydınöz, 2008).

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), batıda Balkanlardan başlayarak Anadolu, Kafkasya, Elbruz Dağları'nın kuzey kesimi ve Karadeniz kuzeyinde Kırım Yarımadası'na kadar uzanmaktadır. Ülkemizde Trakya'da Istranca Dağı, Tekirdağ ve Belgrad Ormanı, Ege ve Marmara havzasında, Kuzey Anadolu'da oldukça büyük bir yayılış göstermektedir. Ayrıca güneyde Adana'nın Pos Ormanları'nda, Amanos Dağları'nın kuzeyinde, Maraş-Andırın kesiminde yerel olarak yayılmaktadır (Atalay, 1992; Yaltırık ve Efe, 2000). Genel olarak en uygun yetişme alanı 700/800–1100/1200 m'ler arasında olmasına rağmen Doğu Karadeniz Bölgesinde 1800-1900 m yükseltilere kadar yayılış gösterebilmektedir (Anşın, 1983; Atalay, 1992; Genç, 2004). Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Türkiye'deki yayılış alanları, Şekil 2'de ayrıntılı olarak belirtilmektedir (Davis, 1982).



Şekil 2. Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Türkiye'deki yayılışı

Şekil 2'ye göre Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) bulunduğu kareler: A1 (E) Kırklareli: Haydut Suyu-Demirköy, 700 m; A1 (A) Balıkesir: Erdek, Kapıdağ Yarımadası, Eğridere, 300-400 m; A2 (E) İstanbul: Belgrad Ormanı, A2 (A) Bursa: Uludağ zirvesi, 1600 m; A3 Sakarya: Karasu-Söğüt arası, 30 m; A4 Kastamonu: Küre-İnebolu arası, 600 m; A5 Amasya: Akdağ-Çatindere ilçesi, 1300 m; A6 Tokat: Almus, Karadere serisi, Kilise Tepe ilçesi, 1850 m; A7 Giresun: Tamdere üzerindeki Balaban Dağı, 1800 m; A8 Çoruh: Borçka, Karşıköy Bölgesi, Maçakale Tepesi, 2000 m; B1 Balıkesir: Edremit, Kaz Dağı, Gürgen Dağı, Ardıçbaşı Mevkii, 1300 m; B2 Kütahya: Murat Dağı, Gediz, Kesik Söğüt yukarısı, 1700-1800 m; B3 Eskişehir: Türkmenbaba Dağı, Kalabak Deresi, 1400-1600 m; C5 Adana: Karaisalı, Karsanti, Pos Ormanı, C6 Adana: Osmaniye, Düldül Dağı, Gökçayır-Atlık Yaylası arası, 1600-1700 m'dir (Davis, 1982).

1.4. Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Dendrolojik Özellikleri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), 30-40 m'ye kadar boy, 1 m'nin üzerinde çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli birinci sınıf orman ağacıdır. Kabuğu açık kül renkli, ince ve düzgündür. Genç sürgünleri tüylüdür. Yaprakları elips şeklinde, sivri, uzun veya kısa uçlu olup 6-12 cm uzunluğundadır. Yaprakların alt yüzü damar boyunca tüylü, diğer kısımları çıplaktır. 7-10 çift yan damarı vardır. Yaprak sapı, 5-15 mm uzunluğunda olup tüylüdür. Kupula, yaklaşık 2 cm boyundadır. Kupulanın dip kısmında yer alan pullar geniş şerit biçimindedir. Erkek çiçeklerde yaprak koltuklarından çıkıp küresel başçıklar şeklinde aşağıya sarkarlar. Meyvesi üç köşeli, kahverengi, yumurtamsı biçiminde olup tek

tohum taşıyan bir nustur. Meyvesinin tohumu yağlıdır. Çiçeklenme, Nisan ayında olup yapraklanma da aynı aya rastlamaktadır (Kayacık, 1981; Anşin ve Özkan, 1993).

1.5. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Makroskobik Özellikleri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun diri odun ve öz odunu arasında renk farkı yoktur. Yıllık halkaları belirgin olmasına rağmen ilkbahar ve yaz odunu sınırı belirgin değildir (Bozkurt, 1960; Merev, 2003). Sağlıklı bireylerin odunları sarımsı beyaz, beyaz-krem, pembemsi ve kırmızımsı renktedir. Radyal yüzeylerde koyu renkli geniş aynacıklar, teğet kesitte kırmızımsı iğ şeklinde lekeler halinde olan özışınları çıplak gözle görülebilmektedir. Kalın özışınları yıllık halka sınırında genişlemektedir. Bazı odunlarda taç şeklinde ya da daire şeklinde yalancı özodunu oluşumu görülür. Yıllık halka genişliği yetiştirme ortamına göre değişir (Bozkurt ve Erdin, 2000; Merev, 2003).

1.6. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Mikroskobik Özellikleri

Odunu dağınık traheli olup yıllık halkalar belirgindir. Fakat ilkbahar ve yaz odunu sınırı belirgin değildir. Yaz odunu traheleri ilkbahar odunu trahelerine göre küçük boyutludur ve tek tek dağılır. Trahelerin enine kesitleri köşelidir. Perforasyon tablası, ilkbahar odunu trahe hücrelerinde basit; yaz odunu trahe hücrelerinde merdiven şeklindedir. Kenarlı geçitler, daire şeklinde ve almaçlı ya da elips şeklinde ve karşılıklıdır. Boyuna paranzim, apotraheal-kesik zincir şeklindedir. Özışınları, üniseri ve mültiseri homoselüler özışını şeklindedir (Homojen Tip I). Özışınları genellikle yatık hücrelerden oluşmuştur. Mültiseri özışınları, enine kesitte yıllık halka sınırında genişleyerek bir yay oluşturur. Bazı özışını hücreleri kalsiyum oksalat kristalleri içerir. Lif dokusu; libriform lifleri, traheit lifleri ve vasisentrik traheitlerden oluşur. Vasisentrik traheitler, ilkbahar odunu trahelerinin çevresinde bulunur (Merev, 2003).

1.7. Kayın Ormanlarının Ekolojik Özellikleri

Ekoloji, canlılar ile çevreleri arasındaki karşılıklı etki ve ilişkileri inceleyen bir bilim dalıdır. Orman ekolojisi ise orman ve ormanın yaşama ve gelişmesini sağlayan tüm

faktörlerin oluşturduğu sistemi inceleyen ve bu sistemdeki karşılıklı etki ve ilişkileri araştıran bir bilim dalıdır. Orman ekolojisini etkileyen faktörler ise orman yetiştirme bölgelerindeki fizyografik faktörler (yükselti, bakı, eğim, yeryüzü şekli), iklimik faktörler (ışık, sıcaklık, hava nemi, yağış, rüzgâr), edafik faktörler (toprak özellikleri) ve biyotik faktörlerdir (insan, hayvan, bitki ve mikroorganizmalar) (Çepel, 1995).

1.7.1. Kayın Ormanları ile Fizyografik Faktörler Arasındaki İlişkiler

Kayın ormanlarının yayılışını etkileyen jeomorfolojik özelliklerden en önemlileri denizden yükseklik, bakı ve eğimdir. Farklı bakılarda ışık, sıcaklık, yağış ve buharlaşma gibi iklim faktörlerinin etkisi değişmekte ve buna bağlı olarak da değişik yetiştirme ortamları oluşmaktadır (Atalay, 1983; Eşen, 2000). Kayın ormanları, vejetasyon mevsimi boyunca sis alan dağların kuzey yamaçlarında, gölgeli bakılarda daha çok yayılış göstermektedir. Sis güneye döndüğü yamaçlarda ve sis alan güney yamaçların üst kesimlerinde de kayın ormanları bulunmaktadır (Atalay, 1983; Atalay, 1992; Çolak ve Rotherham, 2006).

Kayının en elverişli şartlarda yetişmesi için sıcaklığın belli bir miktar azalması ve yağışın artması gerekmektedir. Bu şartlar, denizden yükseklik ile ilgili olmaktadır (Atalay, 1992). Yükseltinin artması ile sıcaklık, nisbi nem-su buharı oranı azalır ve yağış, buharlaşma ve radyasyon şiddeti artmaktadır (İrmak, 1970; Atalay, 1983). Kayın ormanları, yayılış alanlarında 150-200 m'ye inebilmekte ve 1200 m'ye kadar çoğu kez 1800 m'ye kadar çıkabilmektedir. Genellikle 1600 m'den sonra kayının karışım oranı azalmakta ve yerini iğne yapraklı ağaçlara (gökmar ve ladin) bırakmaktadır (Atalay, 1983; Anşin, 1983; Atalay, 1992).

Kayın meşcereleri, köklerin durgun sudan kaçınması ve iyi drenajlı, havalanabilir toprak istemesi nedeniyle genellikle çok eğimli (%18-36) ve dik (%36-58) yamaçlarda bulunmaktadır (OAE, 1985).

1.7.2. Kayın Ormanları ile İklimik Faktörler Arasındaki İlişkiler

Her bitki türünün istediği sıcaklık şartları birbirinden farklıdır. Kayınların yayılış gösterdiği alanların yıllık ortalama sıcaklığı 6-14 °C arasında değişmektedir. En yüksek sıcaklık +40 °C, en düşük sıcaklık -20 °C altına kadar düşmektedir. Vejetasyon dönemindeki sıcaklığı genellikle 10 °C'nin üzerindedir. Optimum yetiştirme ortamlarındaki

yıllık ortalama sıcaklık 6-8 °C arasında olup kış döneminde -4, -5 °C, yaz döneminde ise 15 °C'nin üzerinde olmaktadır (Atalay, 1992). Kayın, belirli bir hava rutubetini sever ve aşırı kurak yerlerde yetişmez. Don ve kuraklığa karşı dayanıksızdır. Kayın gençliği, özellikle ilkbahar donlarından zarar görür (Genç, 2004). Doğu Kayını'nın sıcaklık isteği Avrupa Kayını'na göre daha yüksektir (Kayacık 1981). Yıllık ortalama yağış miktarının 600 mm olduğu kayın orman alanlarında bu değer, 2000 mm'nin üzerine kadar çıkmaktadır. Karla yağışlı günler 45-60 gün arasında olup en uygun yetiştirme alanlarında yılın Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları tamamen karla kaplı geçmektedir (Atalay, 1992).

Her bitki türünün en iyi şekilde yetiştiği, "optimum ışık şartı" olarak bilinen bir ışık ihtiyacı vardır (Gerçek, 1988). En uygun yetiştirme alanlarında sisli, bulutlu ve kapalı gün sayısının fazla olması kayınların bir gölge ağacı olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu özelliği, kayının ekolojisinin en karakteristik yönüdür. Bu iklim şartlarına göre kayın ormanları; nemli, az ılıman-serin, yaz mevsiminde bulutlu-sisli şartların hâkim olduğu ortamlarda yetişmektedir (Atalay, 1992).

1.7.3. Kayın Ormanları ile Edafik Faktörler Arasındaki İlişkiler

Kayın; orta derecede rutubetli, besin maddelerince zengin, drenajı iyi toprakları sever. Killi ve kireçli topraklarda yetişebilir. Yayılış alanlarında çeşitli anataş ve anamateryaller bulunabilmektedir. Kum taşı, granit, phyllit ve kalker gibi taşları içeren topraklar üzerinde de büyüyebilir. Yapılan araştırmalarda kayının yayılış gösterdiği bölgelerde toprak tekstürünün çoğunlukla kumlu balçık, killi balçık, balçık ve balçıklı kil olduğu belirtilmektedir (OAE, 1985). Genellikle orta derinlikteki topraklar üzerinde yayılış gösterir (Genç, 2004). Bununla birlikte kayın ormanlarının yayılış alanlarındaki topraklar, orta ve çok şiddetli derecede asit reaksiyon (pH 6,0-4,5) gösterdiği için kayınlar, genel olarak asit reaksiyon gösteren topraklar üzerinde de yetişebilmektedir (Atalay, 1992).

1.7.4. Kayın Ormanları ile Biyotik Faktörler Arasındaki İlişkiler

Kayınlar, uygun yetiştirme ortamlarında genellikle saf meşcereler oluşturmasına rağmen meşe, göknar, sarıçam, karaçam ve ladinle karışık meşcereler oluşturabilmektedir. Orman altı çalı katında çoğunlukla ormangülü (*Rhododendron ponticum*), Orta Karadeniz

bölümünde çoğunlukla Sarıçiçekli Ormangülü (*Rhododendron flavum*), Laz Kirazı veya karayemiş (*Prunus laurocerasus*), böğürtlen, çobanpüskülü (*Ilex aquifolium*) bulunmaktadır. Çalı katındaki diğer ağaç, ağaççık ve yüksek boylu otsular ise üvez (*Sorbus torminalis*), porsuk (*Taxus baccata*), mürver (*Sambucus nigra*, *Sambucus ebulus*), *Helloborus orientalis*, *Fragaria vesca*, *Trachystemon orientales*, *Hypercium calycinum*'dur. Kayın ormanlarına katılan en önemli ve yaygın ağaççık, ormangülüdür (*Rhododendron ponticum*, *Rhododendron luteum*, *Rhododendron smirnovii*, *Rhododendron caucasiicum*). Ormangülleri genel olarak tüm kayın sahalarında görülmektedir. Ormangüllerinin hızlı yayılma yeteneği göstermesi nedeniyle kayın tohumlarının çimlenme yeteneği güçleşmektedir. Ayrıca kayın tohumunun ağacın dibine ve yakın çevresine düşmesi, tohumların fare ve kuşlar tarafından yenilmesi kayınların gençleşme yeteneğini engellemektedir (OAE, 1985; Atalay, 1992).

1.8. Literatür İncelemesi

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), gerek Türkiye'de gerekse dünyada odun özelliklerinin belirlenmesi konusunda en fazla çalışılan ağaç türlerindedir. Türkiye'de Doğu Kayını'nın odun özellikleri ve kullanım alanlarının belirlenmesi konusunda birçok araştırma yapılmıştır (Berkel, 1941; Gürsu, 1960; Bozkurt, 1967; Tank, 1971; Şanlı, 1978; Berkel vd., 1980; Malkoçoğlu, 1994; Ünsal, 1998; Gözlüklüoğlu Erdinler, 1999; Güler ve Bektaş, 2000; Bektaş ve Güler, 2001a; Bektaş vd., 2001b; Yılgör vd., 2001; Yıldız, 2002; Bektaş vd., 2002; Alkan vd., 2003; Güler vd., 2004; Ünsal ve Ayrılmış, 2004; Özkan Güngör, 2005; Üçüncü, 2007; Bircan, 2008; Akgül ve Tozluoğlu, 2009; Sefil, 2010). Bu çalışma kapsamında yapılan literatür araştırması; ekolojik faktörler ile odun özellikleri arasındaki ilişkileri esas alarak ekolojik odun anatomisi ile ilgili araştırmalar, yıllık halka genişliği ile ilgili araştırmalar, odunun fiziksel ve mekanik özellikleri ile ilgili araştırmalar olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

1.8.1. Ekolojik Odun Anatomisi ile İlgili Araştırmalar

Ekolojik odun anatomisi, çevresel faktörler ile odunun anatomik yapısı arasındaki ilişkiyi tür düzeyinde (intraspesifik) ve/veya cins ve familya düzeyinde (interspesifik)

incelemektedir (Baas ve Miller, 1985; Sarıbaş ve Yaman, 2009). Wimmer (2002)'e göre ekolojik odun anatomisi; hem değişen ekolojik faktörlere bir tepki olarak odun yapısında oluşan değişiklikleri hem de çevresel faktörler ile odunun anatomik yapısı arasındaki ilişkileri incelemektedir.

Yaltırık (1968), Türkiye'deki doğal akçaağaç türlerinin anatomik özellikleri ile yetiştirme yeri arasındaki ilişkileri incelediği çalışmasında, nemli iklim bölgelerinde yetişen akçaağaçların trahe çaplarının geniş, birim alandaki sayılarının az ve özgül ağırlıklarının $0,58-0,66 \text{ gr/cm}^3$; kurak iklim bölgelerinde yetişenlerin ise trahe çaplarının daha dar, birim alandaki sayılarının daha fazla ve özgül ağırlıklarının $0,66-0,80 \text{ gr/cm}^3$ olarak belirlendiğini belirtmiştir.

Şanlı (1978), "Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Türkiye'de Çeşitli Yerlerde Oluşan Odunları Üzerinde Anatomik Araştırmalar" konulu çalışmasında beş ayrı yöreden ve değişik yüksekliklerden aldığı örnek ağaç odunları üzerinde trahe, lif, özışını ve öz lekelerine ait özellikleri araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; düşük rakımlı yerlerden yükseklerle çıkıldıkça enine kesitte 1 mm^2 'deki trahe sayısının arttığı, trahe uzunluğunda önemli bir farklılığın bulunmadığı, özışınlarının 1 mm^2 'deki sayısında (bir bölge dışında) deniz seviyesinden yükseldikçe artış gösterdiği, liflerde ise deniz seviyesinden yükseldikçe bir değişikliğin bulunmadığı belirlenmiştir.

Van Den Oever vd. (1981), *Symplocos* cinsine ait 31 adet türün anatomik özellikleri (trahe çapı, trahe hücre uzunluğu, trahe çeper kalınlığı, trahe sayısı, lif uzunluğu, lif çapı, lif çeper kalınlığı) ile enlem derecesi ve yükselti arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, enlem derecesinin artması ile trahe çapı, trahe çeper kalınlığı, trahe hücre uzunluğu, lif çapı, lif lümen çapı, lif çeper kalınlığı ve lif uzunluğunun azaldığını; trahe sayısının arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca yükseltinin artması ile trahe çapı, trahe hücre uzunluğu, lif çapı, lif uzunluğunun azaldığını; trahe sayısının arttığını belirlemişlerdir.

Gerçek (1984), "Türkiye'de Yetiştirilen *Camellia sinensis* (L.) Kuntze' nin İç Morfolojik Özellikleri ve Farklı Yetiştirme Koşullarının Bu Özellikler Üzerine Etkisi" konulu doktora tez çalışmasında denizden yükseklik arttıkça 1 mm^2 'deki trahe sayısının arttığını, 1 mm^2 'deki özışını sayısının azaldığını, lif özelliklerinde (lif uzunluğu ve genişliği, lümen genişliği ve çeper kalınlığı) belirgin bir değişikliğin görülmediğini belirlemiştir.

Patterson ve Tanowitz (1989), Güney Kalinorfiya'da yayılış gösteren *Eriastrum densifolium* türüne ait 5 alttürün anatomik özellikleri (trahe çapı, birim alandaki trahe

sayısı, trahe hücre uzunluğu ve mezomorfi oranı) ile ekolojik faktörler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, sadece bir türe ait ortalama trahe çapı ve trahe hücre uzunluğunun yükselti ile pozitif ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Noshiro vd. (1994), Doğu Nepal’de yetişen *Alnus nepalensis* odununun anatomik özellikleri ile anatomik olmayan özellikler (ağaç boyu, göğüs yüksekliğindeki çap ve rakım) arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; rakım ile 1 mm²’deki trahe sayısı arasında pozitif; radyal ve teğetsel trahe çapı, trahe hücre uzunluğu ve traheit lifi uzunluğu ile negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Noshiro vd. (1995a), Nepal’de yetişen *Rhododendron* cinsinin bazı odun anatomisi özellikleri ile gövde çapı, bitki boyu, denizden yükseklik ve bitki formu arasındaki ilişkileri cins düzeyinde incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; rakım ile 1 mm²’deki trahe sayısı arasında pozitif; trahe çapı, trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu, özışını yüksekliği ve genişliği ile negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Noshiro ve Suzuki (1995b), Nepal’de yetişen *Rhododendron* cinsine ait 4 türün bazı odun anatomisi özellikleri ile gövde çapı, bitki boyu ve denizden yükseklik arasındaki ilişkileri tür düzeyinde incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; *Rhododendron anthopogon* türü için incelenen anatomik özellikler ile anatomik olmayan özellikler arasındaki ilişkinin önemli olmadığı; *Rhododendron lepidotum* türü için yükselti ile 1 mm²’deki trahe sayısı arasında pozitif, 1 mm²’deki mültiseri özışını sayısı arasında negatif bir ilişki olduğu; *Rhododendron arboreum* türü için yükselti ile 1 mm²’deki trahe sayısı ve 1 mm²’deki mültiseri özışını sayısı arasında pozitif bir ilişki varken trahe teğet çapı, mültiseri özışını yüksekliği, mültiseri özışını genişliği arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Gerçek vd. (1998), Türkiye’deki Gürgen Yapraklı Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.)’ın ekolojik odun anatomisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda incelenen anatomik özelliklerden sadece trahe hücre uzunluğu ve lif uzunluğunun rakımla negatif ilişkili olduğu, 1 mm²’deki trahe sayısının rakımla değişmediği ve anatomik özellikler arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

Alves ve Alfonso (2000), Brezilya’da farklı coğrafi bölgelerde yayılış gösteren 22 familyaya ait 133 cins ve 491 türün yıllık halka ve trahe özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; trahe hücrelerindeki multipli perforasyon tablası ve spiral kalınlaşmaların yüksek enlem derecelerinde daha fazla olduğu; anatomik özellikler ile yükselti arasındaki pozitif ilişkinin sadece trahe hücrelerindeki spiral kalınlaşmalarda olduğu belirlenmiştir.

Merev vd. (2000), Türkiye’de doğal olarak yetişen Meşe (*Quercus L.*) taksonlarının odun anatomilerini ekolojik yönden incelemişlerdir. Araştırma sonucunda; rakım arttıkça Akmeşe ve Kırmızı Meşelerde ilkbahar odunu trahe teğet ve radyal çapı, trahe hücre uzunluğu, libriform lif uzunluğu, genişliği ve çeper kalınlığı, traheit lifi uzunluğu, genişliği ve çeper kalınlığı, vasisentrik traheit uzunluğu ve genişliği, mültiseri ve üniseri özısını yüksekliğinin azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca rakım arttıkça Akmeşelerde 1 mm²’deki ilkbahar odunu trahe sayısının arttığı, Kırmızı Meşelerde ise 1 mm²’deki trahe sayısının arttığı ve her iki tür için 1 mm²’deki yaz odunu trahe sayısı ile rakım arasında ilişki olmadığı belirlenmiştir.

Merev ve Yavuz (2000), Türkiye’de yetişen beş *Rhododendron L.* türünün bazı anatomik özellikleri ile rakım, gövde çapı, yaş ve ortalama yıllık halka genişliği arasındaki ilişkileri tür düzeyinde araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre; yükselti ile gövde çapı ve yıllık halka genişliği arasında kuvvetli negatif bir ilişkinin olduğu, *R. luteum* türü hariç olmak üzere anatomik özellikler ile yükselti arasında önemli bir ilişkinin olduğunu ve ilişki düzeyinin türler arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Noshiro ve Baas (2000), *Cornus controversa*, *Cornus kousa* ve *Cornus macrophylla* türlerinin anatomik özellikleri (trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu, trahe sayısı, trahe teğet çapı, trahe gruplaşma indeksi) ile enlem, yükselti, ağaç boyu, gövde çapı, yıllık sıcaklık dağılımı, sıcaklık indeksi, yıllık yağış arasındaki ilişkiyi cins ve tür düzeyinde araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, araştırılan ilişkinin tür düzeyinde zayıf, cins düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Gindl vd. (2001), Avrupa Ladini’nin (*Picea abies*) traheid gelişimi ve lignin miktarı üzerine yükseltinin etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre; yüksek rakımda yetişen ağaçlarda ilkbahar ve yaz odunu traheidi hücre çeperlerinde daha fazla lignin bulunduğunu ve artan lignin miktarının ksilemin mekanik sağlamlığını korumaya yardımcı olduğunu belirlemişlerdir.

Serdar (2003), Türkiye’de doğal olarak yetişen Salicaceae familyası taksonlarının ekolojik odun anatomisini tür, cins ve familya düzeyinde incelemiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre tür içi varyasyonlarda anatomik özellikler ile yükselti arasında pek fazla bir ilişkinin olmadığı, cins ve familya düzeyinde ise anatomik özellikler ile yükselti arasında önemli ve kuvvetli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

Liu ve Noshiro (2003), Japonya ve Çin’de geniş bir yayılış alanı gösteren *Dodonaea viscosa* türünün bazı anatomik özellikleri (trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu, trahe sayısı,

trahe teğet çapı) ile enlem derecesi ve yükselti arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; incelenen anatomik özellikler ile gerek enlem dereceleri gerekse yükselti arasında önemli bir ilişkinin olmadığını belirlemişler ve bu sonucu türün yetişme ortamlarının geniş bir iklim çeşitliliğine sahip olmasından kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır.

Lens vd. (2003), Epacridaceae familyasına ait 16 cins ve 34 türün anatomik özelliklerini tür (intraspesifik) ve cins (interspesifik) düzeyinde inceleyerek denizden yükseklik ve enlem dereceleri ile olan ilişkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; enlem dereceleri ile trahe teğetsel çapı negatif, 1 mm^2 'deki trahe sayısı pozitif, lif uzunluğu negatif bir ilişki gösterirken trahe hücre uzunluğu ile önemli bir ilişki göstermediği; incelenen anatomik özellikler ile yükselti arasında ilişkinin olmadığı belirlenmiştir.

Lens vd. (2004), Ericaceae familyasına ait Vaccinioideae alt familyasında yer alan 35 cinsin bazı anatomik özellikleri ile yükselti ve enlem dereceleri arasındaki ilişkileri incelemiştir. Araştırma sonucunda alt familya içinde ortalama traheid, lif traheidi, libriform lifleri ve trahe hücre uzunluklarının enlem derecesinin artması ile negatif, trahe yoğunluğunun pozitif, trahe çapının ise daha zayıf negatif bir ilişki gösterdiği, *Vaccinium* cinsi içinde de benzer, önemli ilişkilerin bulunduğunu belirlemiştir. Ayrıca alt familya içinde sadece birim alandaki trahe sayısının yükselti ile pozitif ilişkili olduğu ve trahe hücre uzunluğu ile yükselti arasında önemli bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir.

Yaman ve Sarıbaş (2004), Türkiye'nin Euxine Bölgesi'ndeki doğal Kavak taksonları odunlarını tür (intraspesifik) ve cins (interspesifik) düzeyinde olmak üzere kantitatif trahe özellikleri ile yükselti arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre gerek tür düzeyinde gerekse cins düzeyinde, alçak rakımlardaki Kavak odunlarında trahe çaplarının daha geniş ve birim alandaki trahe sayısının daha az, yüksek rakımlarda ise trahe çaplarının daha dar ve birim alandaki sayılarının daha fazla olduğunu, vulnerabilite ve mezomorfi oranlarının yükselti ile negatif bir ilişki gösterdiğini belirlemiştir.

Pande vd. (2005), *Castanopsis* cinsine ait 4 türün anatomik özelliklerindeki değişimi denizden yükseklik ve enlem derecelerine bağlı olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda, trahe çapı, trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu, lif çapı ve çeper kalınlığının enlem dereceleri ve yükselti ile önemli bir ilişki göstermediği belirlenmiştir.

Doungpet (2005), *Populus deltoides* türünün odun kalitesi üzerine çevresel ve genetik faktörlerin etkisini incelediği çalışmada, odun yoğunluğu ile trahe ve özışını sayısı

arasında pozitif ve önemli bir ilişki, yıllık halka genişliği ile trahe çapı arasında pozitif bir ilişki ve trahe sayısı ile trahe çapı arasında negatif ve önemli bir ilişki olduğunu belirlemiştir.

Aguilar-Rodriguez vd. (2006), Meksiko’da doğal olarak yetişen *Buddleja cordata* türünün anatomik özelliklerindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında; lif uzunluğu ve özışını yüksekliğinin enlem dereceleri ile negatif ilişkili olduğu, boyuna paransim hücrelerinin ise enlem dereceleri ve denizden yükseklik ile değişmediği ve denizden yüksekliğin *Buddleja cordata*’nın anatomik özelliklerini etkilemediği belirlenmiştir.

Hosseini (2006), İran’da Caspian ormanlarında yetişen Doğu Kayını’nın iki farklı rakımdaki (orta: 501-1000 m, yüksek: 1001-1500 m) lif uzunluğu ve genç odun yapısı üzerine deniz seviyesinden yüksekliğin etkisini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre yükselti ile lif uzunluğu arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişkinin olmadığı, 500 m’lik bir yükselti farklılığının Caspian ormanlarında yetişen kayın ağaçlarının lif uzunluğu ve genç odun üretimini önemli ölçüde etkilememiş olmasına rağmen yükselti farklılığının 500 m’den daha büyük olması durumunda yükseltinin kayın ağaçlarının gelişimi ile pozitif bir rol oynayabileceği belirtilmiştir.

Preston vd. (2006), Kaliforniya’da Santa Cruz sahili boyunca yayılış gösteren 51 adet angiosperm türünün odun yoğunluğu ve trahe özellikleri ile ekolojik özellikler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre; ortalama trahe lümen genişliği ile birim alandaki trahe sayısı arasında kuvvetli negatif bir ilişkinin olduğu, her iki trahe özelliğinin odun yoğunluğu ile yakından ilişkili olduğu, odun yoğunluğunda meydana gelen değişimin önemli bir kısmının trahe lümen genişliğine bağlı olduğunu ve ekolojik faktörlerden topraktaki su içeriğinin odun yoğunluğu üzerine etkisinin olduğunu, daha kuru topraklarda yetişen ağaçların daha yoğun oduna sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Naidoo vd. (2006), Güney Afrika’da yetişen *Eucalyptus grandis*’in odun yoğunluğu ve trahe özellikleri üzerine toprak rutubetinin etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda; ortalama yıllık yağış miktarı ile ortalama trahe yüzdesi arasında önemli ve negatif bir ilişki olduğunu ve ortalama yıllık yağış miktarının artması ile (toprakta depolanan su miktarına bağlı olarak) odun yoğunluğunun azaldığını belirlemiştir.

Erşen Bak (2006), Türkiye’de doğal olarak yetişen *Oleaceae* familyası taksonlarının ekolojik odun anatomisini tür (intraspesifik), cins ve familya (interspesifik) düzeyinde incelemiştir. Araştırma sonucunda yükselti ile trahe teğetsel ve radyal çapı, trahe hücre uzunluğu, trahe gruplaşma oranı, lif uzunluğu, lif genişliği ve lif lümen genişliği, özışını

yüksekliği ve genişliği arasında negatif yönde bir ilişki olduğu; 1 mm²'deki trahe sayısı ve 1 mm'deki özışını sayısı arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Serdar ve Gerçek (2007), Türkiye'de doğal olarak yetişen Kavak taksonlarının ekolojik odun anatomilerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, rakım ile trahe uzunluğu, lif uzunluğu, vulnerabilite oranı ve mezomorfi oranı ters yönde; 1 mm²'deki trahe sayısı pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Fisher vd. (2007), Hawaii adasında üç farklı rakımda (yüksek, orta ve alçak rakım) doğal olarak yetişen *Metrosideros polymorpha*'nın dal odununun trahe çapı ile rakım arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma sonucunda, yüksek rakımda yetişen türlerin alçak rakımda yetişenlere göre trahe çaplarının daha dar ve don zararına karşı daha dirençli olduklarını belirlemiştir.

Hemmasi vd. (2007), İran'da Siahkal ormanlarından 700, 1000 ve 1400 m olmak üzere üç farklı rakımdan almış oldukları kayın odununun tam kuru özgül ağırlığı üzerine rakımın etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; rakımın artması ile lif uzunluğu ve tam kuru özgül ağırlığın azaldığı; lif çeper kalınlığının ise 700 ve 1000 m arasında önemli bir farklılık göstermemesine rağmen yükselti arttıkça arttığını belirlemiştir.

Yaman (2008), Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nden kuzey bakıdan ve farklı yükseltilerden almış olduğu 12 adet *Juglans regia* odununun trahe özelliklerindeki değişimi incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, araştırma bölgesinde yükseltinin artması ile vulnerabilite oranı, trahe teğetsel ve radyal çaplarının azaldığı; kseromorfi oranı ve trahe sayısının arttığı belirlenmiştir.

Yılmaz vd. (2008), Türkiye'de iki ayrı yöreden almış oldukları *Quercus pontica* C. Koch. odununun anatomik özellikleri ile çevresel faktörler arasındaki ilişkileri incelemiştir. Çalışma sonucunda; yükselti ile 1 mm²'deki trahe sayısı ve traheit lifi çeper kalınlığı arasında pozitif; trahe hücre uzunluğu, yaz odunu trahesi radyal ve teğetsel çapı, üniseri özışını yüksekliği ve 1 mm'deki üniseri özışını sayısı arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca topraktaki faydalı su kapasitesi ile 1 mm²'deki trahe sayısı arasında negatif; trahe hücre uzunluğu, yaz odunu trahesi radyal ve teğetsel çapı, libriform lif uzunluğu, üniseri özışını yüksekliği ve 1 mm'deki üniseri özışını sayısı arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Moya ve Fo (2008b), Costa Rica'da farklı ekolojik koşullarda yetişen *Gmelina arborea* türünün anatomik özelliklerindeki değişimi yükselti, enlem ve boylam derecelerine bağlı olarak incelemiştir. Araştırma sonucunda; enlem derecelerinin

artması ile radyal paranşim hücresi yüzdesi, lif çapı ve lif lümen genişliğinin azaldığı, trahe yüzdesinin arttığı; boylam derecelerinin artması ile lif lümen genişliğinin arttığı, trahe yüzdesinin azaldığı; yükselti arttıkça anatomik özelliklerden sadece özışını yüksekliği boyunca hücre sayısının azaldığı belirlenmiştir.

Terrazas vd. (2008), *Buddleja* cinsine ait 26 türün bazı anatomik özelliklerini (trahe çapı, trahe hücre uzunluğu, traheler arası geçit çapları, lif uzunluğu, lif çapı, lif çeper kalınlığı, özışını genişliği) ve bu özelliklerin enlem dereceleri ile ilişkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda; enlem dereceleri ile trahe çapı, trahe hücre uzunluğu, traheler arası geçit çapları ve lif uzunluğu arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Sarıbaş ve Yaman (2009), Türkiye’de doğal olarak yetişen *Celtis australis* L. (Yaygın çitlembik) türünün anatomik özelliklerinin yükseltiyle gösterdiği ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında yükselti arttıkça yaz odunu trahe çaplarının arttığını ve trahe gruplaşma indeksinin azaldığını belirlemişlerdir.

Noshiro vd. (2010), Nepal’de iki bölgede yetişen *Rhododendron arboreum* Sm. türünün anatomik özellikleri ile rakım arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Araştırma sonucunda her iki bölgede de rakım arttıkça trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu ve mültiseri özışını yüksekliğinin azaldığı, 1 mm²’deki mültiseri özışını sayısının arttığı; 1 mm²’deki trahe sayısı ile trahe radyal ve teğet çaplarının ters ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Serdar vd. (2010), Artvin-Camili Bölgesi’nde doğal olarak yetişen bazı Orman Gülü (*Rhododendron* L.) taksonlarının anatomik özelliklerindeki değişimi yükseltiye bağlı olarak incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, araştırma alanlarında rakım arttıkça birim alandaki trahe sayısı, trahe teğetsel ve radyal çapı, 1 mm’deki özışını sayısı ve mültiseri özışını yüksekliğinin azaldığı, mültiseri özışını genişliğinin ise arttığı belirlenmiştir.

Genç (2010), Artvin-Camili’de doğal olarak yetişen 27 cins ve 33 taksona ait 61 odun örneğinin odun anatomisi özelliklerini araştırdığı çalışmasında, yükseltinin anatomik özellikler üzerindeki etkisini tür (intraspesifik) ve cins (interspesifik) düzeyinde incelemiştir. Araştırma sonucunda *Castanea sativa* türü için yükselti ile 1 mm’deki özışını sayısı ve lümen genişliği arasında pozitif yönde, 1 mm²’deki trahe sayısı, trahe teğet ve radyal çapı arasında negatif yönde bir ilişki olduğu; *Alnus glutinosa* türü için yükselti ile trahe hücre uzunluğu, trahe teğet çapı ve lif uzunluğu arasında negatif yönde, 1 mm’deki özışını sayısı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *Rhododendron* cinsi için yükselti ile bazı anatomik özellikler arasında önemli ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

Bayramzadeh vd. (2011), Japonya'nın Honshu adasında yetişen *Fagus crenata* türünün anatomik özellikleri ile iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, yıllık yağış miktarı ile birim alandaki trahe sayısı arasında negatif bir ilişki olduğunu, trahe çapı ve trahe hücre uzunluğu ile ilişkili olmadığını belirlemişlerdir.

Bakhshi vd. (2011), Kuzey İran'da Khanican Ormanları'nda yetişen *Acer velutinum* Boiss türünün lif özellikleri üzerine iklimin etkisini araştırdıkları çalışmalarında sıcaklık ve yağış değerlerinin lif çapı üzerinde etkili, lif uzunluğu ve lif çeper kalınlığı üzerinde etkisiz olduğunu belirlemişlerdir.

Pourtahmasi vd. (2011), Kuzey İran'da denizden yükseklikleri 1260-2200 m arasında değişen üç yetişme ortamında yetişen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ağaçlarının yıllık halka genişlikleri ve trahe özelliklerindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında ortalama yıllık halka genişliği ve ortalama trahe lümen genişliğinin yüksek rakımlara çıktıkça azaldığını, buna karşılık trahe yoğunluğunun ise arttığını belirlemişlerdir.

Birtürk (2011), Karadeniz Bölgesinde doğal olarak yetişen Akçaağaç (*Acer L.*) taksonları odunlarının anatomik özellikleri ve farklı yetişme koşullarının bu özellikler üzerine etkisini incelediği doktora tez çalışmasında denizden yükseklik ile anatomik özellikler ve toprak özellikleri arasında önemli ilişkiler olduğunu belirlemiştir.

Bozlar (2012), Sinop yöresinde doğal olarak yetişen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) taksonu odununun anatomik özelliklerini ve yörenin yükselti, bakı ve toprak özellikleri ile anatomik özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Araştırma sonucunda yükselti ile 1 mm²'deki trahe sayısı ve mültiseri özışını yüksekliği pozitif yönde düşük düzeyde ilişki gösterirken 1 mm'deki mültiseri özışını sayısı, trahe teğet çapı, lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı negatif yönde ilişki göstermiştir. Bakı ile odun anatomisi özelliklerinden sadece trahe teğet çapı pozitif yönde çok düşük düzeyde ilişki göstermiştir. Ayrıca toprak özellikleri ile anatomik özellikler arasında önemli ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

1.8.2. Yıllık Halka Genişliği ile İlgili Araştırmalar

Yıllık halka genişliği, odun kalitesini etkileyen birçok faktör (odun yoğunluğu, lif uzunluğu ve çeper kalınlığı vb.) ile ilişkilidir (Spiecker, 2002). Ayrıca yıllık halka genişliği başta genetik yapı olmak üzere birçok faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler; fizyolojik faktörler (karbonhidratlar, mineral maddeler, bitkisel hormonlar vb.), bir yıldan diğerine

değişen iklim faktörleri (sıcaklık, yağış, rüzgar vb.), yıldan yıla değişmeyen fizyografik faktörler (bakı, denizden yükseklik, eğim vb.), edafik faktörler (toprak özellikleri ve ana kaya) ve doğal olmayan faktörlerdir (yaralama, budama, gübreleme ve en önemlisi de hava kirliliği). Fizyolojik faktörler ile fizyografik ve edafik faktörler, ortalama yıllık halka genişliği üzerinde etkili olurken, iklim faktörleri yıllık halka genişliğindeki değişkenliği açıklayan en önemli nedendir. Yıllık halkalar yaranma, budanma, hava kirliliği vb. faktörlerin izlerini de kaydetmektedir (Köse vd., 2009a).

Ağacın radyal büyümesi çeşitli çevresel faktörlere bağlı olup coğrafik olarak değişme eğiliminde (Leal vd., 2007) olup değişen yetiştirme koşulları farklı yıllık halka genişliklerinin oluşmasına neden olmaktadır (Leal vd., 2004). Ayrıca ağaçların doğal yetiştirme ortamlarında yıllık halka genişlikleri içinde buldukları iklim faktörlerinin etkisine bağlı olarak büyük değişkenlikler göstermektedir (Köse, 2012). Yıllık halka genişliğindeki değişim, iklimdeki değişim kadar bir önceki yılın yıllık halka genişliği ile de ilişkilidir. Ortalama aylık sıcaklık ve yağış değerleri, yıllık halka-iklim ilişkisinin analizinde önemlidir (Fritts, 1962). Benzer iklim koşullarının etkisi altında yetişen ağaçlar, iklimde meydana gelen değişimlere benzer tepkiyi vermektedirler. Buna bağlı olarak ağaçların yıllık halka genişlikleri bir yıldan diğerine aynı yönde seyretmektedir (Köse vd., 2009b).

Splechna vd. (2000), Orta ve Güney British Kolombiya'da yetişen *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt. türünün yıllık halka yapısındaki değişimi denizden yükseklik ve iklime göre incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda; ilkbahar odunu, yaz odunu, toplam yıllık halka genişliği ve yaz odunu yoğunluğunun yükseltinin artması ile önemli derecede azaldığı belirlenmiştir.

Dittmar vd. (2003), Avrupa kıtasında farklı iklim ve çevre koşulları altındaki 36 adet meşceredeki Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica* L.) ağaçlarının geçmiş yıllardaki ve şimdiki yıllık halka genişliklerini dendroekolojik metotlarla belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, Orta Avrupa'da düşük rakımlı meşcerelerin çoğunun son on yılda artan bir büyüme potansiyeli (yıllık halka genişliğinde artış) gösterdiği, daha yüksek rakımlardaki hemen hemen tüm meşcerelerde son on yılda biraz azalan bir büyüme eğilimi gösterdiğini belirlemişlerdir.

Moshtagh Kahnomoie vd. (2004), İran'ın Hazar ormanlarında farklı rakımlardaki Doğu Kayını'nın yetiştirme yeri faktörleri ile yıllık halka genişliği arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; yıllık halka genişliği ile yağış miktarı, göğüs

yüksekliği çapı, tepe yapısı ve toprak yapısı arasında pozitif, yükselti ile negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Bouriaud vd. (2004), Doğu Fransa'da yetişen *Fagus sylvatica* Liebl. türünün ağaç yaşı, radyal büyüme ve iklimin odun yoğunluğu üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında odun yoğunluğu ve yıllık halka genişliği arasında zayıf ve önemli bir ilişkinin olduğunu, sıcaklık ve yağış miktarlarının yoğunluk üzerinde pozitif yönde etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Piovesan vd. (2005a), İtalya'da Alp Dağları'ndan Güney Apennine Dağları'na doğru 450-1900 m rakımlar arasında yayılış gösteren *Fagus sylvatica* L. ağaçlarının yıllık halka kronolojilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, ortalama yıllık halka genişliği ile denizden yüksekliğin negatif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca denizden yüksekliğin yıllık halka kronolojisi ile ilgili olduğunu ve bu durumu İtalya'da en yaşlı kayın ağaçlarının yüksek rakımlarda yetişmiş olmasına, yüksek rakımlardaki ağaçların yıllık halkalarının daha dar olmasına bağlamışlardır (Piovesan vd., 2005b).

Lebourgeois vd. (2005), Fransa'da 50-1300 m rakımlar arasında farklı biyoklimatik bölgelerde yetişen *Fagus sylvatica* L. ağaçlarının iklim ve büyüme ilişkilerini araştırdıkları çalışmalarında yüksek rakımlarda ve kuru topraklarda yetişen ağaçlarda dar yıllık halkaların gözleendiği belirlenmiştir.

Wang vd. (2005), Çin'in kuzeybatısındaki Tianshan Dağları'nda üç farklı rakımdan alınan *Picea schrenkiana* türünün yıllık halka genişliği üzerine iklimin etkisini inceledikleri çalışmalarında, denizden yükseklik azaldıkça ortalama yıllık halka genişliğinin de azaldığını belirlemişlerdir.

Hoch ve Körner (2005), Bolivya'da yetişen *Polylepis tarapacana* türünün büyümesi üzerine yaptıkları araştırmalarında denizden yükseklik arttıkça maksimum ağaç yüksekliği, yıllık sürgün artımı ve yıllık halka genişliğinin azaldığını belirlemişlerdir.

Coomes ve Allen (2007), Yeni Zelanda'da doğal olarak yetişen *Nothofagus solandri* var. *cliffortioides* türünün çap artımını etkileyen faktörleri araştırdıkları çalışmalarında çap artımının rakımla birlikte azaldığı ve bu durumun kısa süren vejetasyon süresi ile ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Berges vd. (2008), Kuzey Fransa'da yetişen *Quercus petraea* Liebl. türünün odun yoğunluğu ve radyal büyümesi üzerine ekolojik faktörlerin etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada; denizden yükseklik ile radyal büyüme (yaz odunu ve yıllık halka genişliği) ve odun yoğunluğu arasında negatif bir ilişki olduğunu, ağacın büyümesi üzerine olan bu

etkinin büyüme mevsimini kısaltan ve özellikle hücre çeperi üretiminde kullanılan fotosentezi yavaşlatan düşük sıcaklıkların negatif etkisi ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Massaccesi vd. (2008), Güney Amerika'da Tierra del Fuego bölgesinde yetişen *Nothofagus pumilio* türünün rakıma bağlı olarak yıllık halka genişliğindeki değişimi incelemiştir. Araştırma sonucuna göre; 200-600 m rakımlar arasında kuzey ve güney bakıdan alınan örnek ağaçların ortalama yıllık halka genişliklerinin denizden yükseklik arttıkça azaldığı belirtilmiştir.

Gryc vd. (2008a), Çek Cumhuriyeti'nde yetişen Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica* L.) genç ve olgun odununun yoğunluğu ile anatomik özellikleri (birim alandaki trahe ve özışını sayısı, trahe çapı, özışını genişliği ve yüksekliği) arasındaki farkı araştırmışlardır. Araştırma sonucuna göre ortalama trahe çapı, özışını genişliği ve yüksekliğinin genç odunda istatistiksel olarak daha yüksek olduğu, birim alandaki trahe sayısı bakımından iki odun türü arasında önemli bir farklılık olmadığı, birim alandaki özışını sayısının genç odunda olgun oduna göre üç kat daha fazla olduğu ve odun yoğunluğunun genç odunda daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Gryc vd. (2008b), Çek Cumhuriyeti'nde iki farklı yükseltide yetişen Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica* L.) odununun yıllık halka genişliği, yoğunluk ve hacimsel genişleme değerlerini araştırdıkları çalışmalarında yıllık halka genişliği ile yükselti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını, ortalama yoğunluk ve hacimsel genişleme değerleri ile yükselti arasında anlamlı bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Brookhouse ve Bi, (2009), deniz seviyesinden 1350, 1475 ve 1600 metre yüksekliklerinden almış oldukları *Eucalyptus pauciflora* Sieb. ex Spreng türüne ait odun örneklerinin iklim ve yükseltiye göre yıllık halka genişliklerindeki değişimi incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre; yükseltinin artması ile yıllık halka genişliğinin arttığı, en yüksek rakımda yıllık halka genişliği ile maksimum sıcaklık arasında önemli ve pozitif bir ilişki olduğu ve en düşük rakımda yıllık halka genişliği ile yağış miktarı arasında önemli ve pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Samariha (2011), İran'ın Mashelak ormanlarında yetişen ve üç farklı yükseltiden (300 m, 750 m ve 1350 m) almış oldukları *Carpinus betulus* türünün yıllık halka genişliği ve fiziksel özellikleri üzerine yükseltinin etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda; yükseltinin artması ile odunun fiziksel özelliklerinde değişiklik olmadığı, yıllık halka genişliğinin arttığı, 300 m yükseltide yetişen ağaçların yıllık halka genişliğinin diğer

yükseltilerde yetişen ağaçların yıllık halka genişliğinden daha fazla olduğu ve bu yükseltinin türün yetişmesi açısından uygun olabileceği belirtilmiştir.

Oladi vd. (2011), İran'da Hyrcanian ormanlarında 600 m, 1100 m ve 1600 m olarak seçilen araştırma alanlarında yetişen *Fagus orientalis* Lipsky. ağaçlarının kambiyum aktivitesi ve odun yapısını incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda; kayın ağaçlarının en iyi gelişimi 1100 metre yükseklikte yaptığı, bu yükseltinin üzerinde büyüme periyodu uzunluğu, hücre üretim oranı ve ortalama yıllık halka genişliğinin azaldığı belirtilmiştir.

Maxime ve Hendrik (2011), Fransa'da Ventoux Dağı'nda 950-1500 m rakımlar arasında yayılış gösteren *Abies alba* Mill. ve *Fagus sylvatica* L. türlerinin çap büyümeleri üzerine iklimin etkisini araştırdıkları çalışmalarında, rakım arttıkça *Fagus sylvatica* L.'nin radyal büyümesinin azaldığı belirtilmiştir.

Köse ve Güner (2012), Borçka-Artvin'de 1830-2120 m rakımlar arasından almış oldukları 10 adet Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ağacının radyal büyümesi üzerine sıcaklık ve yağışın etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda Doğu Kayını'nın ilkbahar odunu, yaz odunu ve toplam yıllık halka genişliğinin iklimden etkilendiğini belirlemişlerdir.

1.8.3. Odunun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ile İlgili Araştırmalar

Odun yoğunluğu, ağaçların tüm mekanik özellikleri ile ilgili bilgi veren en önemli odun özelliğidir (Panshin and Zeeuw 1980; Hacke vd., 2001). İletimde güvenliği sağlayan odun dokularının artan miktarları, odun yoğunluğunu artırabileceği (Onoda vd., 2010) gibi lif özellikleri ve lif yüzdesi de odun yoğunluğunu önemli ölçüde etkilemektedir (Panshin and de Zeeuw, 1980). Birim hacimdeki lif yüzdesi yüksek ve lif çeperi kalın olan bitkiler yüksek odun yoğunluğuna, lif çeperleri ince olan bitkiler ise düşük odun yoğunluğuna sahiptirler (Swenson ve Enquist, 2007; Martinez-Cabrera vd., 2009; Zanne vd., 2010). Odun yoğunluğu gibi bazı odun özelliklerinin çevresel faktörlerle nasıl değiştiği yapılan birçok çalışmada açıklanmıştır (Berges vd., 2000; Baker vd., 2004; Chave vd., 2006; Swenson ve Enquist, 2007; Barij vd., 2007; Slik vd., 2010; Zhang vd., 2011).

Leclercq (1980), Belçika'da yetişen kayın odununun anatomik özellikleri ile bazı fiziksel ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkileri incelediği çalışmasında; geniş çaplı liflerin yoğunluk, sertlik, yarıma ve makaslama direncini olumsuz etkilediğini, lif uzunluğunun eğilme direnci, şok direnci ve basınç direnci üzerinde önemli bir etkisinin

olduğunu, lif çeper kalınlığının yoğunluk, sertlik, eğilme direnci, basınç direnci, çekme direnci ve yarılma direnci üzerinde ikincil bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Barajas-Morales (1987), Meksiko’da iki tropikal ormanda yayılış gösteren 220 tane ağaç türünün özgül ağırlıklarını araştırdığı çalışmasında, yağış miktarının az olduğu bölgelerde yetişen ağaçların özgül ağırlıklarının yüksek, fazla olan bölgelerde yetişen ağaçların özgül ağırlıklarının ise düşük olduğu ve bu sonucun trahe özellikleri ile ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Fujiwara vd. (1991), Japonya’da yetişen 50 adet yapraklı ağacın yoğunluk değerleri ile lif özellikleri arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmalarında, yoğunluk ile lif çeper maddesi oranı arasında kuvvetli ve pozitif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Fujiwara (1992), Japonya’da yetişen 50 adet yapraklı ağacın yoğunluk değerleri ile özışını hücrelerinin özellikleri arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmalarında, odun yoğunluğu ile özışını hücre çeper maddesi arasında pozitif yönde ve önemli bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Malkoçoğlu (1994), “Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri” konulu doktora tezi çalışmasında Doğu Kayını’nın ülkemizde doğal yayılış gösterdiği dört bölgeden almış olduğu 19 adet örnek ağaç odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmıştır. Hava kurusu özgül ağırlık değerlerine göre Doğu Kayını’nın “orta yoğunluktaki ağaçlar” grubuna girdiğini, kalite sınıflandırmasına göre “iyi kalite” özelliğine sahip olduğu, tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlıkların ağaçlar ve bölgeler arasında farklı olduğunu, yıllık halka genişliklerinin ve özgül ağırlıkların rakım arttıkça azaldığını belirlemiştir.

Hernandez ve Restrepo (1995), Kolombiya ve Venezuela’da 11 bölgede yetişen *Alnus acuminata* H.B.K. türünün odun özelliklerindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında denizden yüksekliğin odun yoğunluğu üzerinde etkisinin olmadığı, bölgeler arasında farklılık bulunduğunu belirlemişlerdir.

Denne ve Hale (1999), *Nothofagus nervosa* türünün odun yoğunluğu ile hücre çeperi ve lümen oranı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, trahe lümen oranının artarak lif lümen oranının azalması ile odun yoğunluğunun azaldığını belirlemişlerdir.

Bektaş ve Güler (2001a), Andırın yöresi Doğu Kayını odununun bazı fiziksel özelliklerini belirleyerek Karadeniz yöresi Doğu Kayını odununun özellikleri ile karşılaştırmışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre Andırın yöresi Doğu Kayını odununun hava kurusu yoğunluk değeri $0,663 \text{ g/cm}^3$, tam kuru yoğunluk değeri $0,631 \text{ g/cm}^3$, hacim

yoğunluk değeri $0,522 \text{ g/cm}^3$, radyal yönde daralma miktarı %7,23, teğet yönde daralma miktarı %7,91, boyuna yönde daralma miktarı %0,13, hacmen daralma miktarı %15,27, radyal yönde genişleme miktarı %8,54, teğet yönde genişleme miktarı %9,63, boyuna yönde genişleme miktarı %0,12 ve hacmen genişleme miktarı %18,29 olarak belirlenmiştir. Ayrıca Andırın yöresi Doğu Kayını odununun hava kuru yoğunluk, tam kuru yoğunluk, hacim yoğunluk değerleri ve daralma miktarlarının Karadeniz yöresi Doğu Kayını odununun değerlerinden düşük, genişleme miktarının ise yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Bektaş vd. (2002), Kuzeydoğu Akdeniz yöresinde doğal olarak yetişen Doğu Kayını'nın başlıca mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre Doğu Kayını odununun basınç direnci 606 kg/cm^2 , eğilme direnci 1204 kg/cm^2 , dinamik eğilme (şok) direnci $0,85 \text{ kgm/cm}^2$ ve makaslama direnci 99 kg/cm^2 olarak belirlenmiştir.

Wiemmann ve Williamson (2002), Amerika, Meksika, Guatemala, Costa Rica, Panama, İngiltere, Gabon ve Nijerya olmak üzere toplam 20 bölgeden almış oldukları yapraklı ağaç türleri odunlarının özgül ağırlıklarındaki değişimleri bölgeler arasında incelemişlerdir. Bu araştırmanın sonucunda; özgül ağırlık ile denizden yükseklik arasında bir ilişkinin olmadığı, enlem derecelerinin azalması ile özgül ağırlığın arttığını belirlemişlerdir.

Govorcin vd. (2003), Hırvatistan'da yayılış gösteren *Fagus sylvatica* L. odununun bazı fiziksel (yoğunluk, hacimsel daralma) ve mekanik (liflere paralel basınç direnci, statik eğilme direnci) özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, denizden yüksekliğin artması ile araştırılan odun özelliklerinin azalma eğiliminde olduğunu belirlemişlerdir.

Ghanbar ve Naser (2004), İran'da Doğu Kayını'nın yayılış gösterdiği farklı yükseltilerdeki üç ayrı bölgeden almış oldukları odun örneklerinin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlar ve bölgeler arasında karşılaştırma yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; bölgeler arasında odun özellikleri bakımından önemli bir farklılık olmadığı, denizden 1600 m yükseklikte yetişen kayın ağaçlarının 1760 m ve 1200 m yükseklikte yetişenlere göre biraz daha iyi özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Muller-Landau (2004), Costa Rica, Panama, Peru ve Brezilya olmak üzere dört tropikal ormandaki ağaç türlerinin özgül ağırlıkları ile iklim ve toprak verimliliği arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma sonucunda özgül ağırlık ile çevresel faktörler ve toprak verimliliği arasında hem türler arasında hem de bölgeler arasında önemli ilişkilerin olduğu, özgül ağırlık ile toprak verimliliği arasında negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Bhat ve Priya (2004), Hindistan'da üç ayrı yetişme yerinden aldıkları Teak (*Tectona grandis* L.f.) odununun anatomik ve mekanik özelliklerindeki değişimi inceledikleri

çalışmalarında araştırılan odun özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler bulunmuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre; Teak olgun odununda trahe çapının artması ile eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülünün azaldığı; liflere paralel basınç direncinin arttığı belirlenmiştir.

Sopushynskyy vd. (2005), Ukrayna'nın Carpathian Dağları'nda yetişen 80-120 yaşlarındaki Avrupa Kayını'nın (*Fagus sylvatica* L.) rutubet miktarı ve yoğunluğu üzerine yetişme yeri faktörlerinin (sıcaklık, yıllık yağış miktarı, toprak yapısı) etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda, üç yükselti basamağına ayrılmış olan araştırma alanlarında en yüksek yoğunluk ve rutubet miktarı değerlerinin 600-950 m yükselti arasında yetişen ağaçlara ait olduğu, bu yükselti arasında sıcaklık derecesi ve yağış miktarının en uygun değerlerde olduğu, 600 m'nin altındaki ve 950 m'nin üzerindeki rakımlarda yetişen ağaçların en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Jacobsen vd. (2005), Güney Kaliforniya'da altı çalı türünün hücre boyutları ile ksilem yoğunluğu ve mekanik özellikler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma sonucunda; mekanik özelliklerden özellikle eğilme direncinin lif çeper kalınlığı ile pozitif, lif lümen çapı ile negatif ilişkili olduğu; trahe çeper kalınlığı ile eğilme direnci, elastikiyet modülü ve ksilem yoğunluğu arasında bir ilişkinin olmadığını belirlemiştir.

Chave vd. (2006), Orta Amerika'dan Arjantin'e kadar Neotropical ormanlarda doğal olarak yayılış gösteren toplam 2456 adet iğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarının odun yoğunluğundaki değişimi bölgesel, taksonomik ve filogenetik olarak araştırmışlardır. Yapılan coğrafik analizler sonucunda, denizden yüksekliğin artması ile odun yoğunluğunda önemli bir azalma olduğu, düşük rakımlı bölgeler arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Ayrıca nemli ormanlarda yetişen ağaçların kurak ormanlarda yetişenlere göre oldukça düşük odun yoğunluğuna sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Osunkoya vd. (2007), tropikal yağmur ormanlarında yetişen 27 ağaç türünün odun özelliklerindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında, odundaki hücre çeper maddelerinin miktarı arttıkça su ya da hava ile dolu olan boşluk oranının azalacağını ve sonuç olarak odun yoğunluğu ile odundaki rutubet içeriği arasında negatif bir ilişkinin olduğunu belirlemiştir.

Swenson ve Enquist (2007), iğne yapraklı ve yapraklı ağaç türlerinin odun yoğunluklarında meydana gelen coğrafik ve filogenetik değişimi araştırdıkları çalışmalarında, odun yoğunluğunun denizden yükseklik ve enlem dereceleri ile negatif ilişkili olduğu belirlemiştir.

Barij vd. (2007), İtalya’da bir araştırma alanında eğimli bir tepe boyunca yayılış gösteren 45 adet *Quercus pubescens* Willd. türünün ksilem yapısı ve su iletim özellikleri üzerine toprak yapısının ve yükseltinin etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre; yükseltinin artması ile topraktaki su miktarının ve trahe lümen genişliğinin azaldığı; odun yoğunluğu ve basınç direncinin ise arttığı belirlenmiştir.

Golbabaevi vd. (2008), İran’da Hazar denizinin kuzeybatısındaki Asalem ormanlarında yetişen Doğu Kayını’nın bazı mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, Asalem’de yetişen ağaçların İran’ın diğer bölgelerinde yetişenlerden daha yüksek mekanik özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Moore vd. (2009), kuzey Britanya’da yetişen Sitka Ladini’nin (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) odun kalitesi üzerine yetiştirme ortamı ve meşcere özelliklerinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında denizden yükseklik arttıkça odunun dinamik elastikiyet modülünün azaldığını ve bu azalışın büyüme mevsimi boyunca yaşanan sıcaklık, yağış ve rüzgârlılık gibi iklimsel faktörlerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Martinez-Cabrera vd. (2009), Kuzey ve Güney Amerika’dan sekiz bölgeden almış oldukları 61 adet çalı türünün odun anatomisi, odun yoğunluğu ve iklim özellikleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; odun yoğunluğunun ortalama yıllık yağış miktarı ve kuraklık indeksi ile negatif, ortalama yıllık sıcaklık ile pozitif ilişkili olduğu; odun yoğunluğundaki artışın lif lümen çapındaki azalışa bağlı olduğunu, lif çeper kalınlığının lümen çapının artması ile arttığını; odun yoğunluğunun trahe özellikleri ile ilişkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Onoda vd. (2010), Avustralya’da yetişen 12 familyaya ait 32 türün odun yoğunluğu ve mekanik özellikleri (eğilme direnci ve elastikiyet modülü) arasındaki ilişkiyi yetiştirme yeri özellikleri ile karşılaştırarak incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; odun yoğunluğu ile belirlenen mekanik özellikler arasında kuvvetli ve pozitif bir ilişki olduğu, mekanik özelliklerin yetiştirme yeri koşullarına göre değişmediği ve yıllık yağış miktarı daha az olan bölgelerde odun yoğunluğunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Zhang vd. (2011), Çin’de 98 tane örnek alanda, iğne yapraklı ve yapraklı ağaç olmak üzere toplam 618 adet ağaç türünün odun özellikleri (yoğunluk, hacimsel daralma katsayısı, eğilme direnci, elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci, sertlik, liflere paralel çekme direnci, liflere paralel radyal yönde makaslama direnci) ile enlem dereceleri, yükselti ve iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda; iğne yapraklı ağaçlarda tür düzeyinde enlem dereceleri ile odun yoğunluğu, sertlik ve radyal

büyüme arasında negatif; yükselti ile hacimsel daralma katsayısı arasında pozitif; liflere paralel radyal yönde makaslama direnci ve radyal büyüme arasında ise negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapraklı ağaçlarda çoğu odun özelliklerinin enlem dereceleri ile değiştiği, sadece liflere paralel radyal makaslama direnci ve sertliğin yükselti ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Kiaei (2011a), Kuzey İran'da yetişen ve üç farklı rakımdan (düşük: 300 m, orta: 750 m, yüksek: 1200 m) almış olduğu *Carpinus betulus* ağaçlarının odun yoğunluğu ve lif özellikleri üzerine denizden yüksekliğin etkisini araştırdığı çalışmasında denizden yükseklik arttıkça odun yoğunluğu ve lif çeper kalınlığının arttığını; lif uzunluğu, lif genişliği ve lif lümen çapının azaldığını belirlemiştir.

Kiaei ve Samariha (2011b), Batı Mazandran ormanlarında üç yükselti (500 m, 1200 m, 1400 m) sınıfından almış oldukları *Pinus eldarica* Medw türünün bazı anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimi incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre; 1200 metre rakımda yetişen ağaçların odun özelliklerinin diğer rakımlarda yetişenlerinkinden daha yüksek olduğu ve bu sonucun yine aynı rakımdaki ağaçların traheid hücre çeper kalınlığı ve uzunluğunun diğer rakımlarda yetişenlerinkinden daha yüksek olmasına bağlanılabileceği belirtilmiştir.

Sheikh vd. (2011), Hindistan'da Garhwal Himalaya dağlarında yayılış gösteren 34 tane ağaç türünün özgül ağırlıklarını araştırdıkları çalışmalarında rakım arttıkça özgül ağırlığın da arttığını belirlemiştir.

Uetimane Jr ve Ali (2011), *Pseudolachnostylis maprounaefolia* türünün mekanik özellikleri ve bazı anatomik özellikleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında lif uzunluğu ile hava kuruşu yoğunluk arasında pozitif, eğilme direnci ve elastikiyet modülü arasında pozitif, basınç direnci ve liflere dik yönde Brinell sertlik değeri arasında negatif; trahe çapı ile liflere paralel yönde Brinell sertlik değerleri arasında negatif; lif çeper kalınlığı ile eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci arasında negatif; lif çapı ile eğilmede elastikiyet modülü arasında pozitif; paranşim hücresi oranı ile eğilme direnci arasında negatif; lif oranı ile eğilme direnci arasında pozitif yönde ilişkiler olduğunu belirlemiştir.

Kiaei (2012), Kuzey İran'da doğal ormanlarda ve üç farklı rakımda (düşük: 300 m, orta: 700 m, yüksek: 1100 m) yetişen *Carpinus betulus* ağaçlarının tam kuru yoğunluk değeri ve hacimsel daralma yüzdesi üzerine yükseltinin etkisini araştırdığı çalışmasında denizden yükseklik arttıkça araştırılan bu özelliklerin de arttığını belirlemiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Araştırma Bölgelerinin Belirlenmesi

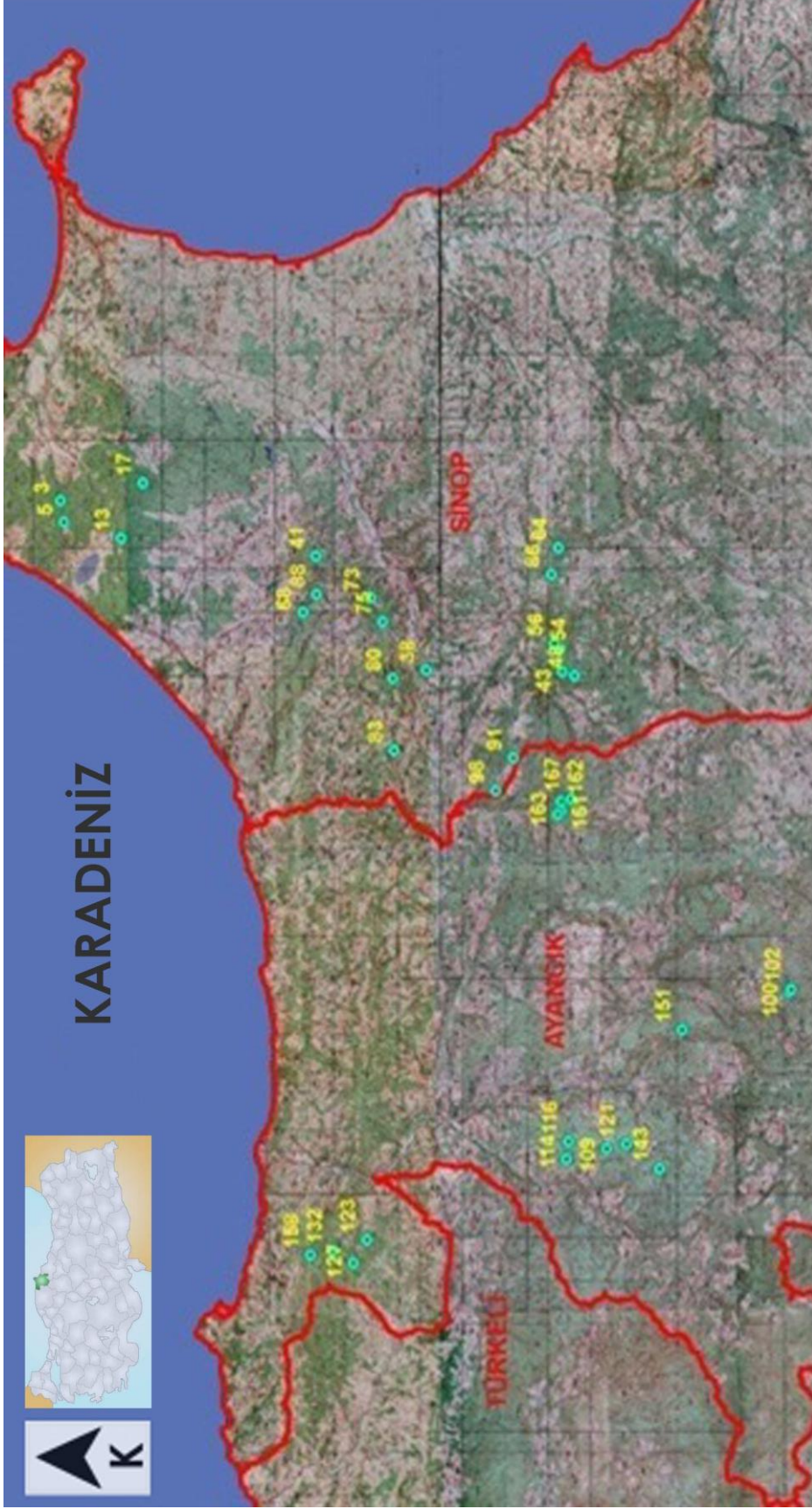
Bu çalışma, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde yer alan Sinop ili sınırları içinde bulunan saf Doğu Kayını ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma bölgeleri olarak saf Doğu Kayını ormanlarının yoğun olarak bulunduğu Sinop Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Sinop ve Ayancık Orman İşletme Müdürlükleri seçilmiştir. Adı geçen Orman İşletme Müdürlükleri içerisinde Doğu Kayını, Sinop'ta 40-1400 m ve Ayancık'ta 350-1400 m yükseltiler arasında yayılış göstermektedir. Araştırma bölgeleri Şekil 3'de belirtilmektedir.

2.2. Araştırma Bölgelerinin Tanıtımı

2.2.1. Sinop Orman İşletme Müdürlüğü

2.2.1.1. Konum Özellikleri

Sinop Orman İşletme Müdürlüğü 180.336,3 ha büyüklüğünde olup kuzeyinde Karadeniz, doğusunda Karadeniz ve Bafra Orman İşletme Müdürlüğü, güneyinde Durağan ve Boyabat Orman İşletme Müdürlükleri, batısında ise Ayancık Orman İşletme Müdürlükleri bulunmaktadır. Bu İşletme Müdürlüğü sınırları içinde kalan araştırma alanı $41^{\circ} 27' 00''$ – $42^{\circ} 05' 33''$ Kuzey enlemleri, $34^{\circ} 46' 37''$ – $35^{\circ} 24' 34''$ Doğu boylamları arasında kalmaktadır (URL-3, 2012). Araştırma alanı, Türkiye'nin 3 büyük bitki örtüsü (flora) alanından Euro-Siberian (Avrupa-Sibirya) bitki (flora) bölgesinin Euxine (Öksin) kesiminde yer almaktadır (Anşin, 1983).



Şekil 3. Araştırma bölgeleri ve deneme alanlarını gösteren harita (1/100000 ölçekli)

2.2.1.2. İklim Özellikleri

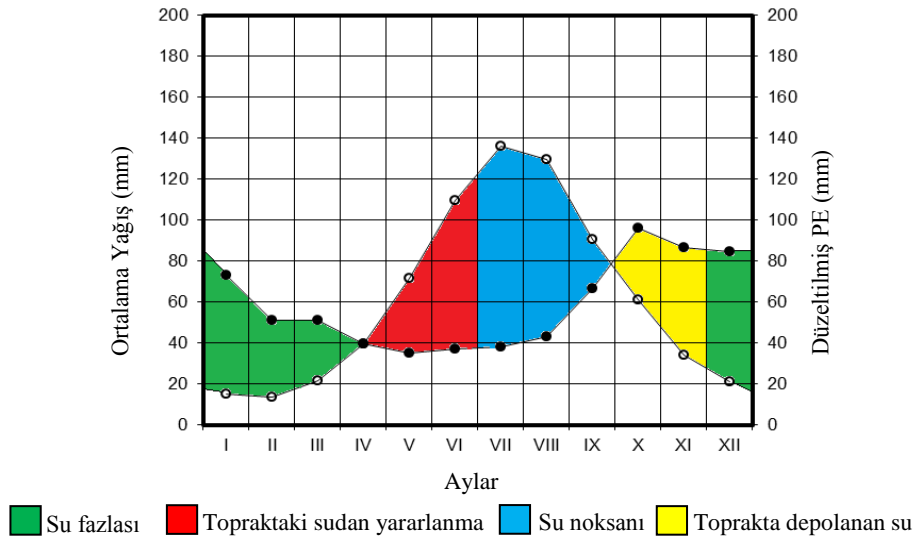
Sinop yöresi; 0-200 m, 200-400 m, 400-600 m, 600-800 m ve 800-1000 m olmak üzere 5 yükselti basamağına ayrılmıştır. Bu yükselti basamaklarındaki deneme alanlarına ait iklim özelliklerini sağlıklı bir şekilde belirleyebilmek için deneme alanlarına ait sıcaklık ve yağış miktarlarını ölçen meteoroloji istasyonlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Araştırma alanları, yükselti ve bakıya göre belirlendiği için iklim özelliklerini belirleyecek yeterli sayıda meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Sinop Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde kalan deneme alanlarına en yakın meteoroloji istasyonu Sinop'ta 32 metre yükseltide bulunmaktadır. Tablo 1'de Sinop'ta 32 metre yükseltide bulunan meteoroloji istasyonunun 1975-2010 yılları arasındaki sıcaklık ve yağış verileri görülmektedir (URL-4, 2013). Bu veriler kullanılarak her bir yükselti basamağında yer alan araştırma alanlarının ortalama yükseltileri için yeni değerler elde edilmiştir. Elde edilen bu değerlerden yararlanarak her bir yükselti basamağına ait su bilançosu ve iklim tipi Thornthwaite yöntemine göre belirlenmiştir (Çepel, 1995).

Tablo 1. Sinop meteoroloji istasyonu iklim verileri (1975-2010)

Aylar	Ortalama yağış (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)
Ocak	71,2	6,8	9,5	4,5
Şubat	49,2	6,2	9,3	3,8
Mart	49,3	7,4	10,6	5,0
Nisan	37,7	10,6	14,2	8,1
Mayıs	33,1	14,7	18,2	12,1
Haziran	35,3	19,6	23,0	16,6
Temmuz	36,3	22,6	25,8	19,8
Ağustos	41,1	23,0	26,3	20,2
Eylül	65,0	19,7	23,1	17,1
Ekim	94,2	15,9	19,1	13,5
Kasım	85,0	11,9	15,0	9,4
Aralık	82,8	8,8	11,6	6,4
Yıllık	680,2	13,9	17,1	11,4

2.2.1.2.1. 0-200 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi

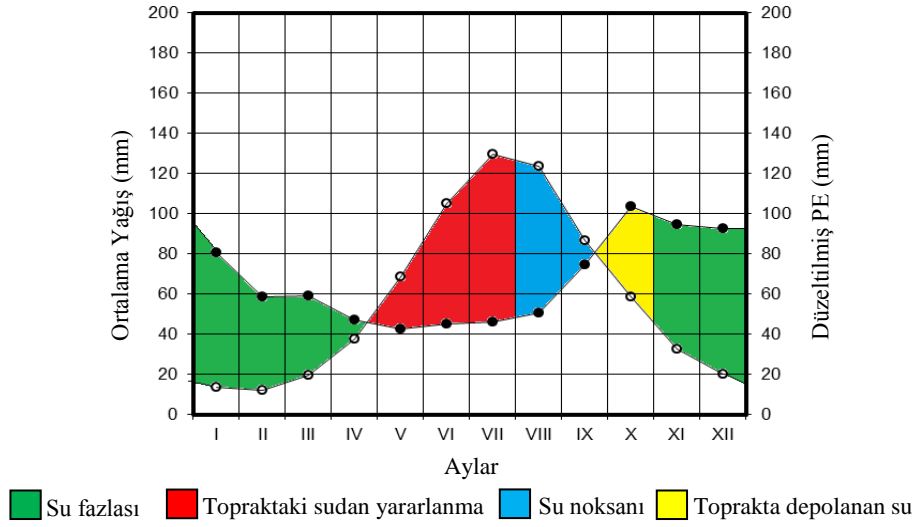
0-200 m yükselti arasında kalan deneme alanlarının ortalama yükseltisi (78 m) için Thornthwaite yöntemine göre belirlenen su bilançosu değerleri ve iklim diyagramı Ek Tablo 1'de ve Şekil 4'de belirtilmektedir. Buna göre; 0-200 m yükselti basamağında “Yarı Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, Okyanus iklimine yakın iklim” tipi hâkimdir.



Şekil 4. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 78 metre)

2.2.1.2.2. 200-400 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi

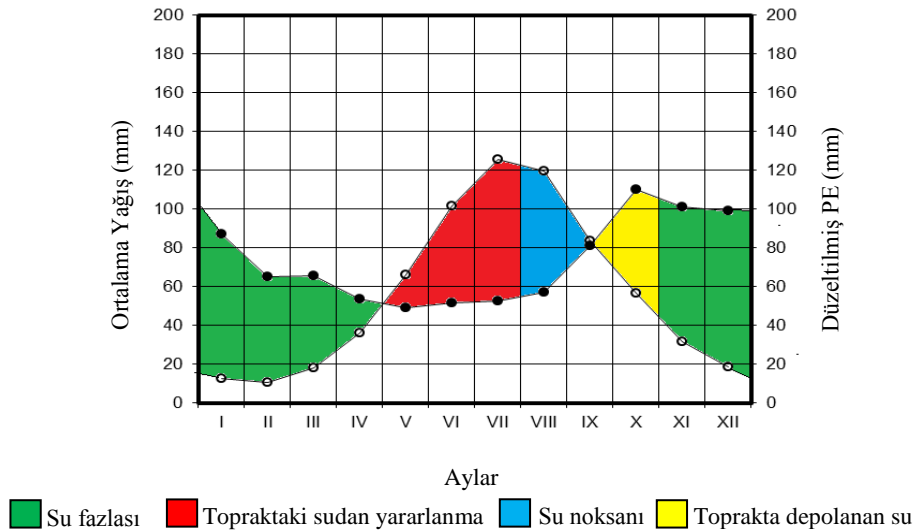
200-400 m yükselti arasında kalan deneme alanlarının ortalama yükseltisi (288 m) için Thornthwaite yöntemine göre belirlenen su bilançosu değerleri ve iklim diyagramı Ek Tablo 2'de ve Şekil 5'de belirtilmektedir. Buna göre; 200-400 m yükselti basamağında “Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, Okyanus iklimine yakın iklim” tipi hâkimdir.



Şekil 5. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 288 metre)

2.2.1.2.3. 400-600 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi

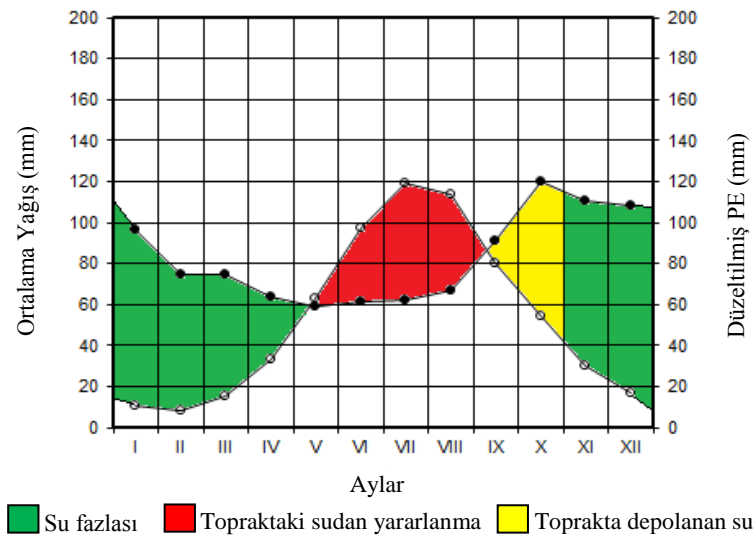
400-600 m yükselti arasında kalan deneme alanlarının ortalama yükseltisi (460 m) için Thornthwaite yöntemine göre belirlenen su bilançosu değerleri ve iklim diyagramı Ek Tablo 3'de ve Şekil 6'da belirtilmektedir. Buna göre; 400-600 m yükselti basamağında "Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim" tipi hâkimdir.



Şekil 6. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 460 metre)

2.2.1.2.4. 600-800 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi

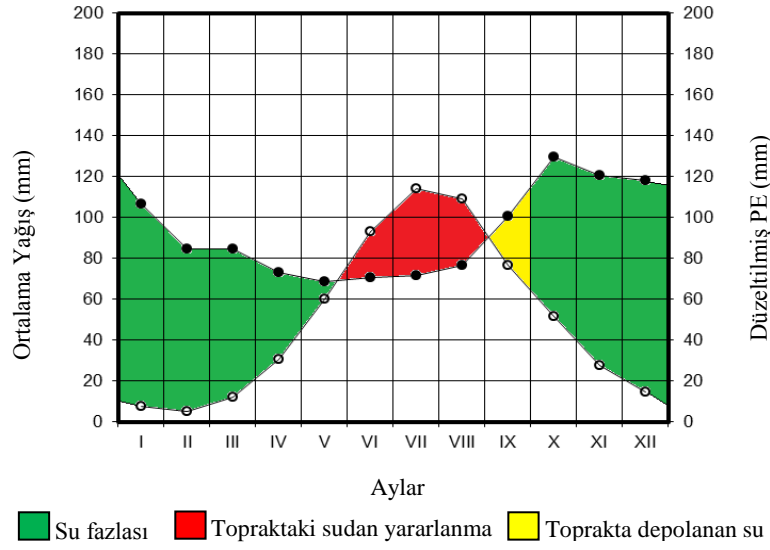
600-800 m yükselti arasında kalan deneme alanlarının ortalama yükseltisi (716 m) için Thornthwaite yöntemine göre belirlenen su bilançosu değerleri ve iklim diyagramı Ek Tablo 4'de ve Şekil 7'de belirtilmektedir. Buna göre; 600-800 m yükselti basamağında "Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim" tipi hâkimdir.



Şekil 7. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 716 metre)

2.2.1.2.5. 800-1000 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi

800-1000 m yükselti arasında kalan deneme alanlarının ortalama yükseltisi (975 m) için Thornthwaite yöntemine göre belirlenen su bilançosu değerleri ve iklim diyagramı Ek Tablo 5'de ve Şekil 8'de belirtilmektedir. Buna göre; 800-1000 m yükselti basamağında "Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim" tipi hâkimdir.



Şekil 8. Su bilançosu diyagramı (Sinop, 975 metre)

2.2.2. Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü

2.2.2.1. Konum Özellikleri

Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü 80.401,8 ha büyüklüğünde olup kuzeyinde Karadeniz, doğusunda Sinop Orman İşletme Müdürlüğü, güneyinde Boyabat ve Taşköprü Orman İşletme Müdürlükleri, batısında ise Türkeli Orman İşletme Müdürlüğü bulunmaktadır. Bu İşletme Müdürlüğü sınırları içinde kalan araştırma alanı $41^{\circ} 41' 22''$ – $41^{\circ} 58' 23''$ Kuzey enlemleri, $34^{\circ} 23' 32''$ – $34^{\circ} 46' 37''$ Doğu boylamları arasında kalmaktadır (URL-3, 2012). Araştırma alanı, Türkiye'nin 3 büyük bitki örtüsü (flora) alanından Euro-Siberian (Avrupa-Sibirya) bitki (flora) bölgesinin Euxine (Öksin) kesiminde yer almaktadır (Anşin, 1983).

2.2.2.2. İklim Özellikleri

Ayancık yöresi; 400-600 m, 600-800 m, 800-1000 m ve 1000-1200 m olmak üzere 4 yükselti basamağına ayrılmıştır. Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde kalan deneme alanlarına en yakın meteoroloji istasyonu Ayancık'ta 10 metre yükseltide bulunmaktadır. Bu meteoroloji istasyonuna ait iklim verileri Tablo 2'de belirtilmektedir (URL-4, 2013). Her bir yükselti basamağında yer alan deneme alanlarının ortalama

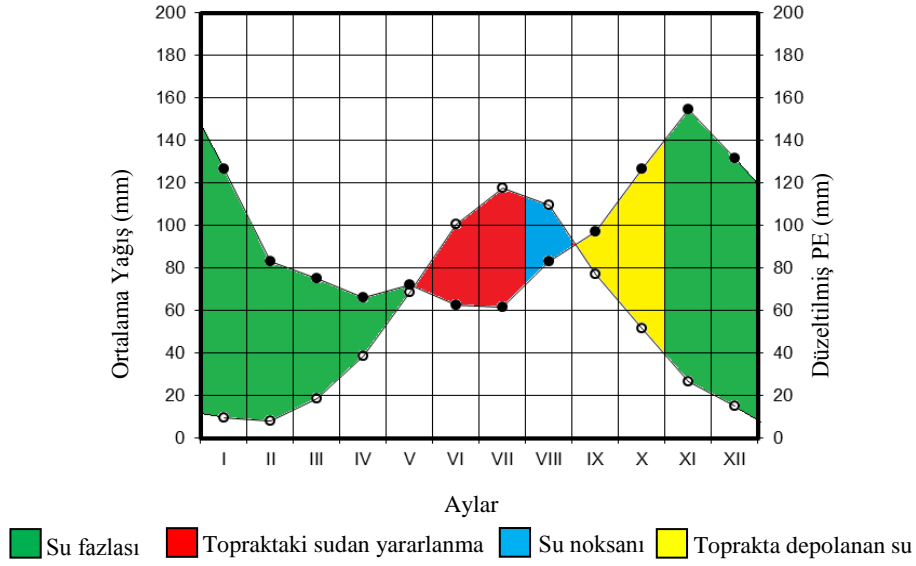
yükseltilerine ait yağış ve sıcaklık verilerinin hesaplanmasında Tablo 2'deki Ayancık meteoroloji istasyonuna ait yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. Elde edilen yeni değerlerden yararlanarak her bir yükselti basamağına ait su bilançosu ve iklim tipi Thornthwaite yöntemine göre belirlenmiştir (Çepel, 1995).

Tablo 2. Ayancık meteoroloji istasyonu iklim verileri (1975-1994)

Aylar	Ortalama yağış (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)
Ocak	108,6	5,4	10,8	1,5
Şubat	65,4	5,0	10,5	1,2
Mart	57,4	6,9	12,5	2,7
Nisan	48,3	10,4	16,0	5,3
Mayıs	54,3	14,3	19,6	8,6
Haziran	45,0	19,0	24,5	13,3
Temmuz	43,9	21,3	26,8	15,0
Ağustos	65,3	21,3	26,9	14,7
Eylül	79,4	18,0	24,0	12,0
Ekim	108,7	14,2	19,9	8,6
Kasım	136,9	10,0	16,0	4,9
Aralık	113,6	7,1	12,7	2,7
Yıllık	926,8	12,7	18,4	7,5

2.2.2.2.1. 400-600 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi

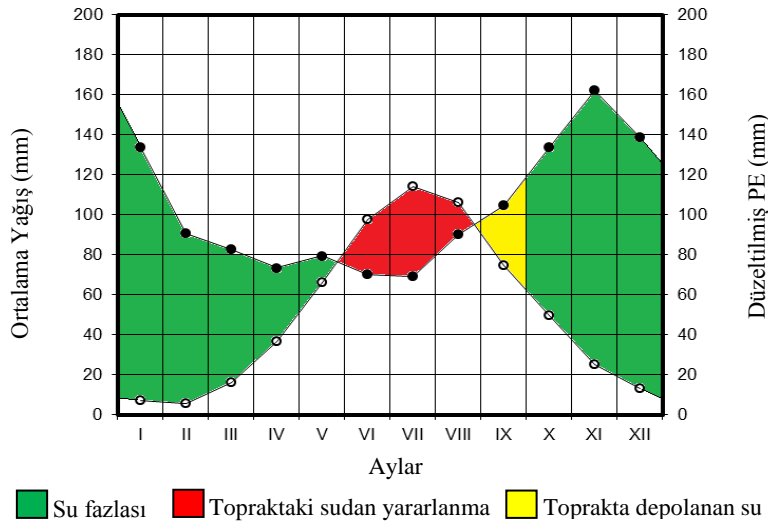
400-600 m yükselti arasında kalan deneme alanlarının ortalama yükseltisi (484 m) için Thornthwaite yöntemine göre belirlenen su bilançosu değerleri ve iklim diyagramı Ek Tablo 6'da ve Şekil 9'da belirtilmektedir. Buna göre; 400-600 m yükselti basamağında "Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim" tipi hâkimdir.



Şekil 9. Su bilançosu diyagramı (Ayancık, 484 metre)

2.2.2.2.2. 600-800 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi

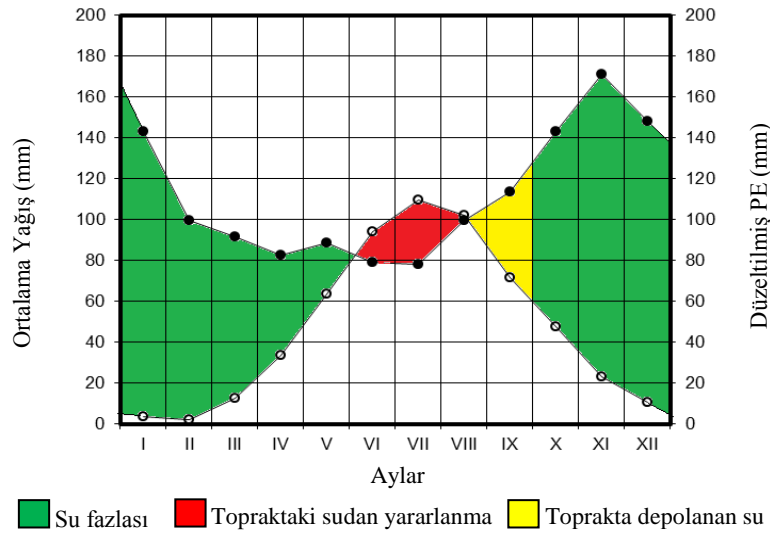
600-800 m yükselti arasında kalan deneme alanlarının ortalama yükseltisi (677 m) için Thornthwaite yöntemine göre belirlenen su bilançosu değerleri ve iklim diyagramı Ek Tablo 7'de ve Şekil 10'da belirtilmektedir. Buna göre; 600-800 m yükselti basamağında "Çok nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim" tipi hâkimdir.



Şekil 10. Su bilançosu diyagramı (Ayancık, 677 metre)

2.2.2.2.3. 800-1000 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi

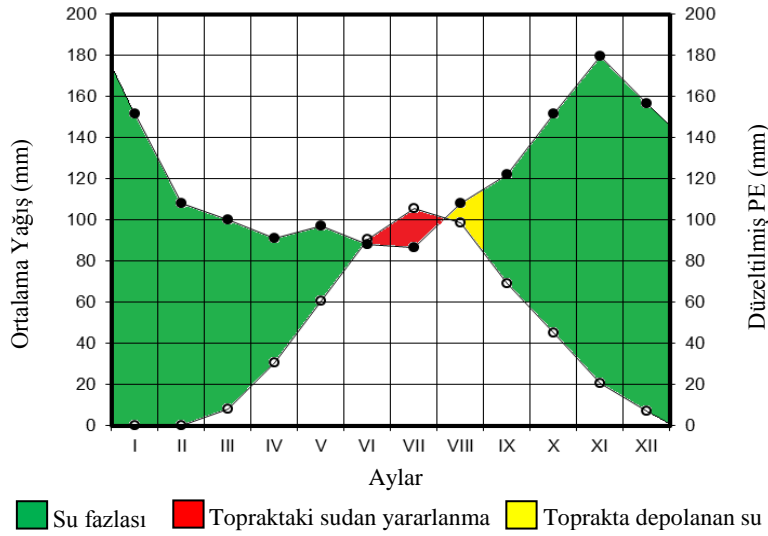
800-1000 m yükselti arasında kalan deneme alanlarının ortalama yükseltisi (924 m) için Thornthwaite yöntemine göre belirlenen su bilançosu değerleri ve iklim diyagramı Ek Tablo 8'de ve Şekil 11'de belirtilmektedir. Buna göre; 800-1000 m yükselti basamağında “Çok nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim” tipi hâkimdir.



Şekil 11. Su bilançosu diyagramı (Ayancık, 924 metre)

2.2.2.2.4. 1000-1200 m'deki Deneme Alanlarının Ortalama Yükseltisi İçin İklim Tipi

1000-1200 m yükselti arasında kalan deneme alanlarının ortalama yükseltisi (1154 m) için Thornthwaite yöntemine göre belirlenen su bilançosu değerleri ve iklim diyagramı Ek Tablo 9'da ve Şekil 12'de belirtilmektedir. Buna göre; 1000-1200 m yükselti basamağında “Çok nemli, Düşük sıcaklıkta (Mikrotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim” tipi hâkimdir.



Şekil 12. Su bilançosu diyagramı (Ayancık, 1154 metre)

2.3. Deneme Alanlarının Belirlenmesi

Ölçüm yapılan belirli büyüklükteki arazi ünitesine “deneme alanı” adı verilmektedir (Kalıpsız, 1984). Araştırma bölgelerinin her birinde deneme alanları, 200 m yükselti farkı olacak şekilde (0-200 m, 200-400 m, 400-600 m, ...) yükselti basamaklarına ayrılmıştır. Her yükselti basamağından ve iki farklı bakı grubundan (kuzey bakı grubu ve güney bakı grubu) toplam 4 adet deneme alanı belirlenmiştir. Deneme alanlarının belirlenmesinde seçme örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Buna göre; Sinop Orman İşletme Müdürlüğü (5 yükselti basamağı ve 2 bakı grubu) için 20, Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü (4 yükselti basamağı ve 2 bakı grubu) için 16 adet deneme alanı olmak üzere toplam 36 adet deneme alanı belirlenmiştir. Deneme alanlarının normal sıklık ve kapalılıkta olmasına dikkat edilmiştir. Belirlenen deneme alanlarının genel ve özel mevki özellikleri (yerel adı, yükselti, eğim, bakı, arazi yüzü şekli, komşu çevre) belirlenerek kaydedilmiştir. Her bir deneme alanının koordinatları, denizden yüksekliği ve bakısı GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) cihazı ile tespit edilmiştir. Arazi eğimi, her bir deneme alanında eğimölçer aletiyle yüzde (%) değer olarak belirlenmiştir. Sinop ve Ayancık yörelerine ait deneme alanları Şekil 13 ve 14’de gösterilmektedir.



Şekil 13. Sinop yöresine ait deneme alanından bir görünüm



Şekil 14. Ayancık yöresine ait deneme alanından bir görünüm

2.4. Örnek Ağaçların Seçimi ve Kesim İşlemi

Meşcereyi oluşturan ağaç toplumunun özelliklerini belirlemek için örnekleme yolu ile alınan ağaçlara “örnek ağaç” ya da “deneme ağacı” adı verilmektedir (Kalıpsız, 1984). Örnek ağaçların seçiminde TS 4176 esaslarına uyulmuştur. Buna göre deneme alanlarında çap ve boy dağılımı bakımından homojen, düzgün gövdeli, tepe gelişimi normal olan meşcereyi temsil edebilecek ağaçlar örnek ağaç olarak seçilmiştir. Her deneme alanından 1

adet ağaç örnek ağaç olarak alınmıştır. Buna göre; her yükselti basamağından kuzey ve güney bakıdan ikişer adet olmak üzere toplam 4 adet ağaç örnek ağaç olarak belirlenmiş ve numaralandırılmıştır. Sinop Orman İşletme Müdürlüğü'nden 20 adet ve Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü'nden 16 adet olmak üzere toplam 36 adet ağaç kesilmiştir. Kesimden önce dikili haldeki ağaçların 1,30 metre yükseklikteki çapları ölçülerek kaydedilmiştir. Kesim işleminden sonra ağaç tamamen dallardan temizlenerek boyu ölçülmüştür. Odunun fiziksel özelliklerinden yoğunluk deneyi için ağaçların 1,30 metre yüksekliğinden 15 cm yüksekliğinde gövde bölümleri alınmıştır. Odunun mekanik ve sorpsiyon özelliklerinin belirlenmesi için gerekli olan deney örnekleri için ağaçların 2,30-4,30 metreleri arasındaki 2 metrelik gövde kısımları kullanılmıştır. Deneme alanları ve kesilen her örnek ağaca ilişkin bilgiler amenajman karnesine kaydedilmiştir. Tablo 3'de Sinop Orman İşletme Müdürlüğü'nde ve Tablo 4'de Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü'nde belirlenen deneme alanları ve örnek ağaçlara ait bilgiler verilmiştir.

Tablo 3. Sinop Orman İşletme Müdürlüğü'ne ait deneme alanları ve örnek ağaçlara ait bilgiler

Deneme Alanı ve Örnek Ağaç No	İşletme Müdürlüğü	Deneme Alanı Özellikleri					Örnek Ağaç Özellikleri		
		Yükselti (metre)	Bakı (°)	Bakı Grubu *	Eğim (%)	Reliyef	Çap (cm) (1,30 metre)	Boy (metre)	Yaş
3	Sinop	70	75	K	40	Orta yamaç	35,00	19,00	94
13	Sinop	15	10	K	20	Üst yamaç	49,00	27,30	86
5	Sinop	93	125	G	20	Orta yamaç	38,25	25,15	78
17	Sinop	93	210	G	35	Orta yamaç	40,50	23,50	95
38	Sinop	357	20	K	25	Orta yamaç	32,50	27,10	88
68	Sinop	247	350	K	60	Üst Yamaç	31,00	20,15	49
41	Sinop	283	160	G	15	Üst yamaç	35,00	31,30	87
88	Sinop	270	270	G	50	Üst Yamaç	33,25	21,00	53
73	Sinop	425	90	K	40	Üst Yamaç	35,00	22,57	63
75	Sinop	465	340	K	30	Üst Yamaç	27,00	22,75	60
80	Sinop	430	170	G	60	Üst Yamaç	38,25	25,20	56
83	Sinop	505	180	G	60	Üst Yamaç	32,00	23,30	61
86	Sinop	715	40	K	80	Üst Yamaç	32,00	30,10	77
64	Sinop	620	50	K	50	Orta Yamaç	32,00	22,30	80
91	Sinop	780	210	G	50	Orta Yamaç	33,50	22,00	99
98	Sinop	723	160	G	40	Orta Yamaç	27,00	20,90	50
43	Sinop	1010	310	K	25	Üst Yamaç	42,00	25,40	86
54	Sinop	960	90	K	50	Orta Yamaç	35,00	28,80	84
48	Sinop	995	280	G	15	Üst Yamaç	37,50	27,50	75
56	Sinop	910	170	G	50	Orta yamaç	28,50	25,50	101

*K harfi kuzey bakıyı, G harfi güney bakıyı ifade etmektedir. Kuzeybatı, kuzey, kuzeydoğu ve doğu bakı grupları kuzey bakı olarak; güneydoğu, güney, güneybatı ve batı bakı grupları ise güney bakı olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4. Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü'ne ait deneme alanları ve örnek ağaçlara ait bilgiler

Deneme Alanı ve Örnek Ağaç No	İşletme Müdürlüğü	Deneme Alanı Özellikleri					Örnek Ağaç Özellikleri		
		Yükselti (metre)	Bakı (°)	Bakı Grubu	Eğim (%)	Reliyef	Çap (cm) (1,30 metre)	Boy (metre)	Yaş
123	Ayancık	415	5	K	50	Orta Yamaç	32,50	25,10	60
127	Ayancık	417	10	K	70	Orta Yamaç	35,50	32,30	100
132	Ayancık	495	230	G	40	Orta Yamaç	32,50	25,30	90
158	Ayancık	595	150	G	60	Üst Yamaç	24,50	22,50	42
161	Ayancık	687	280	G	60	Orta Yamaç	30,50	21,80	82
162	Ayancık	650	50	K	60	Orta Yamaç	26,50	21,00	56
163	Ayancık	638	280	G	60	Orta Yamaç	34,50	22,50	60
167	Ayancık	733	50	K	60	Orta Yamaç	33,50	22,00	60
116	Ayancık	908	80	K	50	Üst Yamaç	35,50	25,10	64
121	Ayancık	975	45	K	50	Üst Yamaç	35,00	21,80	89
109	Ayancık	987	280	G	80	Üst Yamaç	31,50	25,10	90
114	Ayancık	796	290	G	50	Orta Yamaç	31,50	26,30	66
100	Ayancık	1164	20	K	30	Üst Yamaç	31,00	22,15	104
143	Ayancık	1178	90	K	50	Orta Yamaç	37,00	29,30	98
102	Ayancık	1176	210	G	90	Üst Yamaç	36,00	24,15	92
151	Ayancık	1080	270	G	90	Üst Yamaç	35,00	23,50	101

2.5. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilmiş olan tüm deneyler için gerekli olan deney örneklerinin nasıl elde edildiği aşağıda belirtilmektedir:

- Anatomik özelliklerin belirlenmesi için her örnek ağacın 1,30 metre yüksekliğinden 15 cm uzunluğunda tekerlekler kesilmiştir.
- Yıllık halka genişliğinin belirlenmesi için her örnek ağacın 1,30 metre yüksekliğinden kesilen 15 cm uzunluğundaki gövde bölümlerinden yararlanılmıştır. Bu kısımlardan kuzey-güney ve doğu-batı doğrultularında olmak üzere özü içeren 2 cm genişliğinde şeritler kesilmiştir.
- Odunun fiziksel özelliklerinin (sorpisyon özellikleri hariç olmak üzere) belirlenmesi için her örnek ağacın 1,30 metre yüksekliğinden kesilen 15 cm uzunluğundaki gövde bölümlerinden yararlanılmıştır. Bu kısımlardan 2×2×3 cm boyutlarında deney örnekleri hazırlanmıştır.
- Odunun mekanik özellikleri ve sorpisyon özelliklerinin belirlenmesi için her örnek ağacın 2,30-4,30 metre yükseklikleri arasından kesilen 2 metre

uzunluğundaki tomruklardan yararlanılmıştır. Mekanik özelliklerden liflere paralel basınç direnci deneyi için 2×2×3 cm; dinamik eğilme (şok) direnci, statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneyi için 2×2×30 cm, Brinell sertlik deneyi için 5×5×5 cm, sorpsiyon (daralma-genişleme) deneyi için 2×2×3 cm boyutlarında örnekler kesilmiştir.

Hazırlanan tüm deney örnekleri zımparalanmış, numaralandırılmış ve TS 642 (1997)'e göre klima odasında %65 ± 5 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir.

2.6. Odun Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Çalışmalar

2.6.1. Odunun Makroskobik Özelliklerinin Belirlenmesi

Odunun makroskobik özellikleri, çıplak gözle ya da lup (10×) altında görülebilen özellikleridir. Bu çalışmada, makroskobik özelliklerden biri olan yıllık halka genişliği, ilkbahar odunu genişliği ve yaz odunu genişliği ile ilgili ölçümler yapılmıştır.

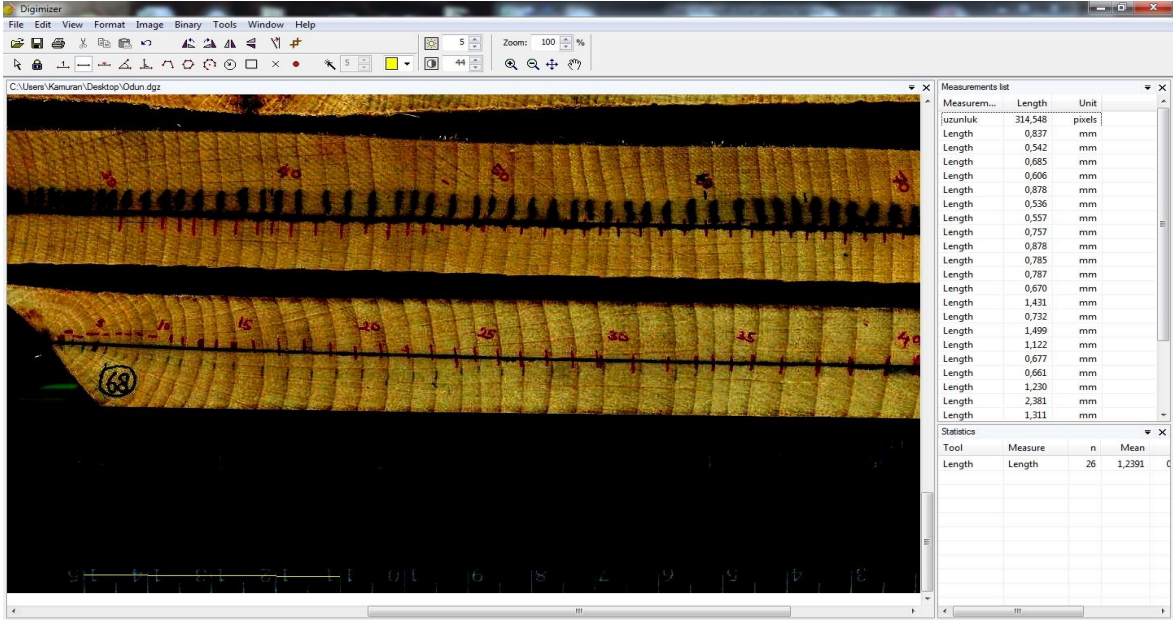
2.6.1.1. Yıllık Halka, İlkbahar Odunu ve Yaz Odunu Genişliğinin Ölçülmesi

Yıllık halka genişliğinin ölçülmesi için ağaç gövdesinin 1,30 metre yüksekliğinden alınan bölümlerden yararlanılmıştır. Bu bölümlerden kuzey-güney ya da doğu-batı doğrultularında olmak üzere özün de içinde bulunduğu 2 cm genişliğinde şeritler kesilmiştir. Şekil 15'de ölçüm için hazırlanmış bir odun örneği görülmektedir. Yıllık halkaların daha iyi görülebilmesi için şeritlerin enine kesitleri zımparalanmıştır. Yıllık halka genişliği ölçümü için Digimizer 4.1.2.0 programı kullanılmıştır. Hazırlanan örnekler bir ölçü aleti ya da cetvel ile birlikte yüksek çözünürlükteki bir tarayıcıda renkli resim olarak taranarak bilgisayara kaydedilmiş ve ölçümler resimler üzerinde yapılmıştır. Önce yıllık halka genişlikleri ölçülmüş, ardından yaz odunu genişlikleri ölçülmüştür. İlkbahar odunu genişliği, yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki fark ile hesaplanmıştır.



Şekil 15. Yıllık halka genişliği ölçümü için hazırlanmış bir odun örneği

Yıllık halka genişliğinin ölçümüne ait bir örnek Şekil 16'da belirtilmektedir. Digimazer programı; ölçülecek özelliği, kullanılan ölçek ya da cetveli esas alarak hesaplamaktadır.



Şekil 16. Yıllık halka genişliği ölçümüne ait bir örnek

2.6.1.2. Yaz Odunu Katılım Oranının (Tekstür) Belirlenmesi

Tekstür, yıllık halka içerisindeki yaz odunu genişliğinin yıllık halka genişliğine oranını ifade etmektedir. Bu oran büyük ise kuvvetli tekstür, küçük ise zayıf tekstür denir. Odunun yüzey sertliğini belirleyen tekstür (1) nolu formül ile belirlenmektedir (Örs ve Keskin, 2001).

$$T = \left(\frac{YOG}{YHG} \right) \times 100 \quad (1)$$

Formülde;

T	: Tekstür	(%)
YOG	: Yaz odunu genişliği	(mm)
YHG	: Yıllık halka genişliği	(mm) değerlerini ifade etmektedir.

2.6.2. Anatomik İncelemeler İçin Laboratuvarda Uygulanan Yöntemler

2.6.2.1. Kesitlerin Hazırlanması

Anatomik özelliklerin belirlenmesi için her örnek ağacın 1,30 metre yüksekliğinden kesilen 15 cm uzunluğundaki gövde enine kesit parçaları kullanılmıştır. İncelenecek tüm örnek ağaçlar için ortak yaş grubu olan 40. ve 50. yıllık halkalar arasındaki 10 yıllık halkayı içeren kısım kesilerek çıkarılmıştır. Bu parçalardan yaklaşık 1×1×1 cm boyutlarında odun örnekleri kesilmiştir. Kesilen bu odun örneklerini yumuşatmak ve dokularındaki havayı çıkarmak için damıtık su içinde suyun dibine çökünceye kadar kaynatılmıştır. Daha sonra “Reichert” kızaklı mikrotomunda her örnekten enine (transversal), boyuna radyal (ışınsal) ve boyuna teğetsel (tanjansiyal) olmak üzere 15-20 mikron kalınlığında kesitler alınmıştır. Alınan kesitler, devamlı preparatlar haline getirilmeden önce 15-20 dakika soydum hipokloritte saydamlaştırılmış ve damıtık su ile yıkanmıştır. 1-2 dakika süre ile asetik asit ile ortam nötrleştirilip damıtık su ile yıkandıktan sonra safranin ile boyama yapılmıştır. Boyama işleminden sonra damıtık su ile iyice yıkanan kesitler ardından %50’lik alkol çözeltisiyle yıkanmıştır. Bu işlemden sonra enine (transversal), boyuna radyal (ışınsal) ve boyuna teğetsel (tanjansiyal) kesitler gliserin-jelatin içinde daimi preparatlar haline getirilmiştir (Gerçek, 1984; Ives, 2001).

2.6.2.2. Odun Elemanlarının Serbest Hale Getirilmesi (Maserasyon)

Bu çalışmada odun elemanlarının dokudan ayrılarak serbest hale getirilmesi için en çok kullanılan ve odun elemanlarına en az zarar veren maserasyon yöntemlerinden biri olan “Schultze Yöntemi” kullanılmıştır. Bu yöntemde, anatomik ölçümler için kullanılan 40. ve 50. yıllık halkalar arasındaki 10 yıllık halkayı içeren odun örneklerinde yıllık halkalara dik yönde ve liflere paralel yönde kesilerek kibrit çöpü büyüklüğünde parçalar

çıkarılmıştır. Bu parçalar, cam bir şişeye konularak üzerlerine önce nitrik asit ardından kristal potasyum klorat ilave edilmiş ve şişenin ağzı kapatılmıştır. Daha sonra ısıtılarak reaksiyonun başlaması sağlanmıştır. Isıtma işleminden sonra birkaç gün odun parçacıkları beyazlaşmaya kadar bekletilmiş, beyazlaşan odun parçacıkları yıkanarak bir karıştırıcı ile odun elemanlarının ayrışması sağlanmıştır. Serbest hale getirilen elemanlar su ile yıkanarak süzölmüş ve alkolle durulanmıştır. Süzme işlemi bittikten sonra elde edilen materyal, küçük şişelere konulmuş ve gliserin ilave edilerek safranin ile boyanmıştır (Gerçek, 1984; Merev 1998).

2.6.2.3. Ölçüm ve Sayımların Yapılması

Bu çalışmada, gerek hazırlanan preparatlar üzerinde gerekse masere edilmiş odun elemanları üzerinde 25 adet ölçüm yapılmıştır (Committee on Nomenclature, 1989). Hazırlanan preparatlar üzerinde trahelerin teğetsel ve radyal çapları, mültiseri özışını yükseklik ve genişliği, lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı için Euromex $\times 40$, trahe hücre uzunluğu ve lif uzunluğu için Euromex $\times 10$ objektif kullanılmıştır. 1 mm²'deki trahe sayısı ve 1 mm'deki özışını sayısı $\times 10$ objektif altında "Reichert" projeksiyon mikroskobu ile belirlenmiştir.

2.6.2.4. Mikro Fotoğrafların Çekilmesi

Hazırlanan daimi preparatlar ve masere edilmiş hücelere ait mikro fotoğraflar, Olympos Bx50 dijital fotomikroskobu ve görüntü izleme ve analiz sistemi (BAP Bs200Pro Image System Software ISO 9001:2000) ile çekilmiştir.

2.6.3. Odunun Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

2.6.3.1. Yoğunluk Değerleri

Yoğunluk deneyleri, TS 2472 esaslarına göre belirlenmiştir. Her örnek ağacın 1,30 metre yüksekliğinden kesilen 15 cm uzunluğundaki gövde bölümlerinden 20 \times 20 \times 30 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. Kesilen örnekler, zımparalanmış, numaralandırılmış

ve klima odasında hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Şekil 17’de klima odasında hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilen deney örnekleri görülmektedir.



Şekil 17. Yoğunluk deney örnekleri

Odunun yoğunluğu, içerdiği su miktarına göre değişiklik göstermektedir. Buna göre odunun yoğunluğu herhangi bir rutubetteki yoğunluk, hava kurusu yoğunluk ve tam kuru yoğunluk olmak üzere üç farklı halde hesaplanmıştır.

2.6.3.1.1. Hava Kurusu Yoğunluk

Yoğunluk deney örnekleri, klima odasında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık $\%12$ olması sağlanmıştır. Örnek boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlılıkta ölçme yapabilen dijital ölçüm aleti ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Örneklerin ağırlıkları $\pm 0,01$ gr duyarlıklı terazide belirlenmiş ve (2) nolu formülden herhangi bir rutubetteki yoğunluk değerleri hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$D_M = \frac{W_M}{V_M} \quad (2)$$

Formülde;

D_M : Herhangi bir rutubetteki yoğunluk (g/cm³)

W_M : Rutubetli ağırlık (g)

V_M : Rutubetli hacim (cm³) değerlerini ifade etmektedir.

Örneklerin rutubetleri, tam kuru haldeki ağırlıkları (W_0) tartıldıktan sonra (3) nolu formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$M = \frac{W_M - W_0}{W_0} \times 100 \quad (3)$$

Formülde;

M : Rutubet miktarı (%)

W_M : Rutubetli ağırlık (g)

W_0 : Tam kuru ağırlık (g) değerlerini ifade etmektedir.

Hesaplanan rutubet miktarlarının %12 rutubetten farklı bulunması durumunda (4) nolu formülden yararlanarak %12 rutubetteki yoğunluk değerleri hesaplanmıştır (TS 2472).

$$D_{12} = D_M \times \left(1 - \frac{(1 - K) \times (M - 12)}{100} \right) \quad (4)$$

Formülde;

D_{12} : %12 rutubetteki yoğunluk (g/cm³)

D_M : Herhangi bir rutubetteki yoğunluk (g/cm³)

M : Örnek rutubeti (%)

K : %1 rutubet miktarı değişmesi için hacmin çekme katsayısı değerlerini ifade etmektedir.

2.6.3.1.2. Tam Kuru Yoğunluk

Tam kuru yoğunluk değerinin belirlenmesi için hava kuru yoğunluk örneklerinden yararlanılmıştır. Örnekler tam kuru hale gelinceye kadar kurutma fırınında 103 ± 2 °C'de değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Altı saat aralıkla yapılan iki ölçüm

arasındaki fark, deney parçası ağırlığının %0,5'ine eşit veya daha az olduğunda değişmez ağırlığa erişildiği kabul edilmiş ve kurutma işlemine son verilmiştir (TS 2471). Kurutulan örnekler desikatörde soğutulmuştur. Örneklerin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıklı terazide belirlenmiştir. Örnek boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı dijital ölçü aleti ile ölçülerek hacimleri hesaplanmış ve (5) nolu formül kullanılarak tam kuru yoğunlukları hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$D_0 = \frac{W_0}{V_0} \quad (5)$$

Formülde;

D_0 : Tam kuru yoğunluk (g/cm³)

W_0 : Tam kuru ağırlık (g)

V_0 : Tam kuru hacim (cm³) değerlerini ifade etmektedir.

2.6.3.2. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Yüzdeleri

Tam kuru yoğunluk değerlerinden yararlanarak hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu hacmi oranları (6) nolu formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$K = \frac{D_0}{D'_0} \quad (6)$$

Formülde;

K : Hücre çeperi maddesi oranı (%)

D_0 : Tam kuru yoğunluk (g/cm³)

D'_0 : Hücre çeperi yoğunluğu (g/cm³) değerlerini ifade etmektedir.

(Hesaplama hücre çeperi yoğunluğu 1,5 g/cm³ olarak kabul edilmiştir.)

Tam kuru haldeki odunun içerisindeki hava boşluğu oranı, (7) nolu formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$P = \left(1 - \frac{D_0}{1.5}\right) \times 100 \quad (7)$$

Formülde;

P : Hava boşluğu oranı (%)

D₀ : Tam kuru yoğunluk (g/cm³) değerlerini ifade etmektedir.

2.6.3.3. Hacim Yoğunluk Değeri

Hacim yoğunluk değeri, odunu hammadde olarak kullanan selüloz ve kâğıt endüstrisi gibi dallarda bir metreküp odun içerisinde ne kadar selüloz veya mekanik odun hamuru bulunduğunu gösteren önemli bir değerdir (Berkel, 1970).

Hacim yoğunluk değerinin belirlenmesinde yoğunluk deneyinde kullanılan örneklerden yararlanılmıştır. Deneyler TS 2472 esaslarına göre yürütülmüştür. Örnekler kurutma fırınında 103 ± 2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş ve desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru ağırlıkları ±0,01 g duyarlıkta tartılmıştır. Örneklerin yaş haldeki hacimlerini belirlemek için örnekler, lif doygunluğu noktası rutubet değerini aşmaya kadar su içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra örneklerin boyuna, radyal ve teğet yöndeki boyutları dijital ölçü aleti ile ±0,01 mm duyarlıkta belirlenerek hacimleri hesaplanmış ve (8) nolu formülden hacim yoğunluk değerleri belirlenmiştir (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$R = \frac{W_0}{W_T} \quad (8)$$

Formülde;

R : Hacim yoğunluk değeri (g/cm³)

W₀ : Tam kuru ağırlık (g)

W_T : Lif doygunluk noktası üzerindeki hacim (cm³) değerlerini ifade

etmektedir.

2.6.3.4. Odun-Su İlişkileri

Odun, higroskopik sınırlar olarak bilinen %0-28 rutubet miktarları arasında hücre çeperine bağlı su kayboldukça selüloz zincirleri birbirine yaklaştığından daralır, selüloz zincirleri arasına su doldukça birbirinden uzaklaşarak genişler. Lif doygunluk noktası altında gelişen bu olaylara “odunun çalışması” denilmektedir (Örs, 1986; Örs ve Keskin, 2001).

2.6.3.4.1. Daralma ve Genişleme Yüzdelerinin Belirlenmesi

Daralma ve genişleme yüzdeleri; TS 4083, 4084, 4085 ve 4086 standartlarına göre belirlenmiştir. Her örnek ağacın 2 metrelik gövde kısımlarından enine kesit ölçüleri 20×20 mm ve uzunluğu 30 mm olan örnekler hazırlanmıştır. Şekil 18’de daralma ve genişleme deney örneği görülmektedir.



Şekil 18. Daralma ve genişleme deney örneği

Daralma yüzdelerini hesaplamak için hava kurusu hale getirilen örnekler, rutubetleri lif doygunluk noktasını aşmıyaca kadar 20 ± 5 °C sıcaklığındaki su içerisine batırılarak bekletilmiştir. Üç gün ara ile yapılan ölçümlerle, iki kontrol deney örneğinin aynı doğrultularındaki değişimler kontrol edilmiştir. Artarda yapılan iki ölçme arasındaki farkın 0,02 mm’yi aşmaması durumunda suya batırma işlemine son verilmiştir. Örnek boyutları \pm

0,01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örneklerin hızla su kaybederek çatlamasını önlemek için deney örnekleri hava kurusu hale gelinceye kadar laboratuvar koşullarında bekletildikten sonra kurutma fırınına yerleştirilmiştir. Kurutma fırınında 103 ± 2 °C sıcaklıkta tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru haldeki boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Daralma yüzdelerinin hesaplanmasında (9) nolu formül kullanılmıştır (TS 4083).

$$\beta = \frac{(\text{Doygun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü})}{\text{Doygun ölçü}} \times 100 \quad (9)$$

β : Daralma yüzdesi (%)

Boyuna, teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdeleri (β_l , β_t , β_r) hesaplanarak hacimsel daralma yüzdesi (β_v), (10) nolu formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$\beta_v = \beta_l + \beta_t + \beta_r \quad (10)$$

Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için hava kurusu örnekler, önce kurutma fırınında 103 ± 2 °C sıcaklıkta değişmez boyutlara ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan örneklerin boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Klima odasında kondisyonlanan örnekler, rutubetleri lif doygunluk noktasını aşmaya kadar 20 ± 5 °C sıcaklığındaki su içerisinde bekletilmiştir. Üç gün ara ile yapılan ölçümlerle, iki kontrol deney örneğinin aynı doğrultularındaki değişimler kontrol edilmiştir. Artarda yapılan iki ölçme arasındaki farkın 0,02 mm'yi aşmaması durumunda suya batırma işlemine son verilmiştir. Genişleme yüzdelerinin hesaplanmasında (11) nolu formül kullanılmıştır (TS 4084).

$$\alpha = \frac{(\text{Doygun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü})}{\text{Tam kuru ölçü}} \times 100 \quad (11)$$

α : Genişleme yüzdesi (%)

Hacimsel genişleme yüzdesi (α_v), teğet, radyal ve boyuna yöndeki genişleme yüzdelerinin (α_t , α_r , α_l) toplamından elde edilmiş ve (12) nolu formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$\alpha_v = \alpha_t + \alpha_r + \alpha_l \quad (12)$$

2.6.3.4.2. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti

Odunun hücre boşluklarında bulunan serbest suyun buharlaşarak çıktığı, hücre çeperlerinin tamamen su ile doymuş olduğu rutubet noktasına “lif doymuşluk noktası” adı verilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997; Berry ve Roderick, 2005). Lif doymuşluk noktasındaki rutubet derecesi, hacimsel daralma yüzdesi ve hacim yoğunluk değerlerinden yararlanılarak (13) nolu formülden hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$LDN = \frac{\beta_v}{R} \quad (13)$$

Formülde;

LDN	: Lif doymuşluk rutubeti	(%)
β_v	: Hacimsel daralma yüzdesi	(%)
R	: Hacim yoğunluk değeri	(g/cm ³) değerlerini ifade etmektedir.

2.6.3.4.3. En Yüksek Odun Rutubeti

Lif doymuşluk noktası üzerinde odundaki bütün boşlukların su ile dolu olması durumunda “en yüksek odun rutubeti” kavramı ortaya çıkmaktadır. En yüksek odun rutubeti, odunun uzun süre su içinde bekletilmesi ile elde edilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1996). Odunun boyutsal değişimini azaltmak, mantar ve böceklerle karşı dayanımını artırmak için emprenye edilmesinde içerisine alabileceği en fazla emprenye maddesi miktarının belirlenmesi bakımından önemlidir. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, ağaç türüne ve odunun anatomik yapısına göre değişmektedir. Hafif ağaçlar, ağır ağaçlara göre içerisine daha fazla su alabilmektedir. Bu değerlerin hesaplanmasında (14) nolu formül kullanılmıştır (Berkel, 1970; Bozkurt ve Göker, 1996).

$$M_{\max} = \text{LDN} + \frac{D'_0 - D_0}{D'_0 \times D_0} \times 100 \quad (14)$$

Formülde;

M_{\max}	: Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı	(%)
D'_0	: Hücre çeperi tam kuru yoğunluğu	(g/cm ³)
LDN	: Lif doygunluğu rutubeti	(%)
D_0	: Tam kuru yoğunluk	(g/cm ³)

değerlerini ifade etmektedir.

2.6.4. Odunun Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Mekanik özellikler, ağaç malzemenin dışarıdan yapılan yüklemeler ile biçimini değiştirmeye zorlayan kuvvetlere karşı koyma gücüdür. Bu özellikler; coğrafi orijine, yetiştirme yeri şartlarına, ağaç türüne, özgül ağırlığa, anatomik yapıya, odunun rutubet miktarına, kimyasal bileşimine, çürük ve sağlam oluşuna, kuvvetin tesir yönü ile lif doğrultusu arasındaki açıya bağlı olarak değişmektedir (Bozkurt ve Göker, 1996; Örs ve Keskin, 2001).

Mekanik özelliklerin belirlenmesi için 10 ton kapasiteli universal test makinesi, 50 kN kapasiteli AG-IS Shimadzu test makinesi ve 15 kpm iş gücüne sahip pandüllü çekiç aleti kullanılmıştır. Mekanik özellikler olarak; liflere paralel yönde basınç direnci, statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme (şok) direnci, liflere paralel yönde teğet ve radyal kesitte makaslama direnci ve Brinell sertlik değerleri belirlenmiştir.

2.6.4.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri

2.6.4.1.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci

Liflere paralel yönde basınç direnci deneyi TS 2595 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Her örnek ağacın 2 metrelik gövde kısımlarından 20×20×30 mm boyutlarında deney örnekleri hazırlanmıştır. Klima odasında rutubetleri hava kurusu hale getirilen örneklerin enine kesit boyutları ve lif yönündeki uzunlukları ± 0,01 mm, ağırlıkları ise ± 0,01 g duyarlılıkta ölçülmüştür. Deney hızı, örnekler makinede 1,5-2

dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış ve kırılma anındaki kuvvet (P_{max}) ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci (15) nolu formül kullanılarak hesaplanmıştır (TS 2595).

$$\sigma_{B//} = \frac{P_{max}}{a \times b} \quad (15)$$

Formülde;

$\sigma_{B//}$: Liflere paralel yönde basınç direnci (N/mm²)

P_{max} : Kırılma anındaki kuvvet (N)

a, b : Örnek enine kesit boyutları (mm) değerlerini ifade

etmektedir.

Deneylemlerden sonra örnek rutubetleri TS 2471'e göre belirlenerek rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin basınç direnci değerleri (16) nolu formülden yararlanılarak %12 rutubetteki liflere paralel basınç direnci değerlerine dönüştürülmüştür (TS 2595).

$$\sigma_{B//12} = \sigma_{B//r} \times [1 + 0,05 \times (r-12)] \quad (16)$$

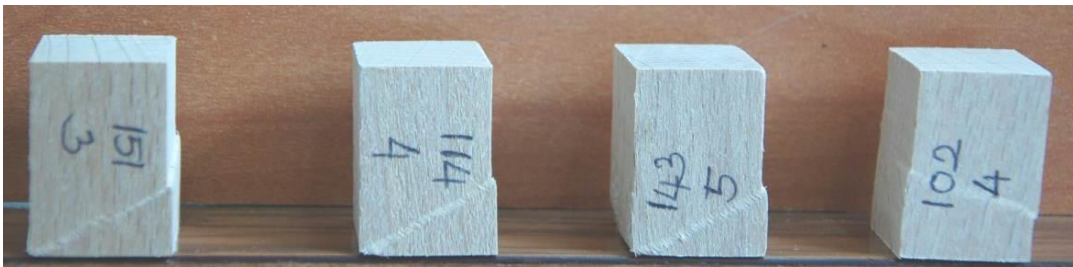
Formülde;

$\sigma_{B//12}$: % 12 rutubetteki basınç direnci (N/mm²)

$\sigma_{B//r}$: % r rutubetteki basınç direnci (N/mm²)

r : Deneylem anındaki örnek rutubeti (%) değerlerini ifade etmektedir.

Şekil 19'da liflere paralel yönde basınç direnci sonrası örneklerde meydana gelen ezilme şekilleri görülmektedir.



Şekil 19. Liflere paralel yönde basınç direnci sonrası örneklerde ezilme şekilleri

2.6.4.1.2. Statik Kalite Değeri

Odunun liflere paralel basınç direncine göre kalite değerini belirlemek için %12 rutubetteki basınç direnci ile yoğunluk değerleri kullanılarak odunun statik kalite değeri (17) nolu formülden hesaplanmıştır (Berkel, 1970).

$$I_s = \frac{\sigma_{B//12}}{100 \times D_{12}} \quad (17)$$

Formülde;

- I_s : Statik kalite değeri (km)
 $\sigma_{B//12}$: % 12 rutubetteki basınç direnci (N/mm²)
 D_{12} : % 12 rutubetteki yoğunluk (g/cm³) değerlerini ifade etmektedir.

2.6.4.2. Statik Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneyleri, 20×20×300 mm boyutlarındaki deney örnekleri ile TS 2474 ve TS 2478 esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Klima odasında hava kurusu hale getirilen örneklerin radyal yönü en, teğet yönü de kalınlık alınmak sureti ile boyutları ± 0,01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler, makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık, kalınlığın 12 katı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Yük, deney örneklerinin radyal yüzüne yıllık halkalara teğet yönde ve deney örneğinin tam orta kısmından uygulanmıştır. Kırılma anındaki maksimum kuvvet (P_{max}) belirlenmiş ve (18) nolu formül kullanılarak eğilme direnci değerleri hesaplanmıştır (TS 2474).

$$\sigma_e = \frac{3 \times P_{max} \times L}{2 \times b \times h^2} \quad (18)$$

Formülde;

- σ_e : Eğilme direnci (N/mm²)
 P_{max} : Kırılma anındaki kuvvet (N)
 L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b : Örnek genişliği (mm)
 h : Örnek yüksekliği (mm) değerlerini ifade

etmektedir.

Deneylelerden sonra her bir örneğin rutubet miktarı TS 2471'e uygun olarak kırılma bölgesine yakın kısımlardan alınan 20×20×30 mm boyutlarında örnekler yardımıyla belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı örneklerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri (19) nolu formül yardımıyla %12 rutubetteki değerlerine dönüştürülmüştür (TS 2474).

$$\sigma_{e(12)} = \sigma_{e(r)} \times [1 + 0,04 \times (r-12)] \quad (19)$$

Formülde;

$\sigma_{e(12)}$: % 12 rutubetteki eğilme direnci (N/mm²)

$\sigma_{e(r)}$: % r rutubetteki eğilme direnci (N/mm²)

r : Deneyle anındaki örnek rutubeti (%) değerlerini ifade etmektedir.

Şekil 20'de statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneyleinin yapılışı görülmektedir.



Şekil 20. Statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneylei

Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi için eğilme direnci deney örneklerinden yararlanılmış ve (20) nolu formül kullanılarak elastikiyet modülü hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$E = \frac{P \times L^3}{4 \times f \times b \times h^3} \quad (20)$$

Formülde;

E : Elastikiyet modülü (N/mm²)

P : Elastik bölgedeki kuvvet (N)

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b : Örnek genişliği (mm)

h : Örnek yüksekliği (mm)

f : Eğilme anındaki deformasyon miktarı (mm) değerlerini ifade etmektedir.

Rutubetleri %12'den farklı deney örneklerinin elastikiyet modülü, (21) nolu formül kullanılarak %12 rutubetteki elastikiyet modülüne dönüştürülmüştür (Bozkurt ve Erdin, 1997).

$$E_{(12)} = E_{(r)} \times [1 + 0,02 \times (r-12)] \quad (21)$$

Formülde;

E₍₁₂₎ : % 12 rutubetteki elastikiyet modülü (N/mm²)

E_(r) : % r rutubetteki elastikiyet modülü (N/mm²)

r : Deney anındaki örnek rutubeti (%) değerlerini ifade

etmektedir.

2.6.4.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri

2.6.4.3.1. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Dinamik eğilme direnci deneyi, TS 2477 esaslarına göre yapılmıştır. Klimatize edilerek hava kurusu hale getirilen 20×20×300 mm boyutlarında hazırlanan örneklerin deneyden önce enine kesit boyutları ±0,01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Deney örnekleri

orta kısımlarından pandüllü çekiç aleti ile kırılmış ve her bir örnek için kırılmadan sonra elde edilen iş miktarı belirlenerek şok direnci değerleri (22) nolu formülden hesaplanmıştır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

$$\sigma_{\text{ş}} = \frac{W}{b \times h} \quad (22)$$

Formülde;

$\sigma_{\text{ş}}$: Şok direnci	(J/cm ²)
W	: Örnek kırıldığında elde edilen iş miktarı	(J)
b	: Örnek genişliği	(mm)
h	: Örnek yüksekliği	(mm) değerlerini ifade

etmektedir.

Deneylemlerden hemen sonra örneklerin rutubetleri TS 2471'e göre kırılma yerlerine yakın kısımlardan 20×20×30 mm boyutlarında örnekler alınarak belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin %12 rutubetteki şok direnci değerleri (23) nolu formül ile hesaplanmıştır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

$$\sigma_{\text{ş}(12)} = \sigma_{\text{ş}(r)} \times [1 + 0,025 \times (r-12)] \quad (23)$$

Formülde;

$\sigma_{\text{ş}(12)}$: % 12 rutubetteki şok direnci	(J/cm ²)
$\sigma_{\text{ş}(r)}$: % r rutubetteki şok direnci	(J/cm ²)
r	: Deneylemindaki örnek rutubeti	(%) değerlerini ifade etmektedir.

2.6.4.3.2. Dinamik Kalite Değeri

Odunun dinamik kalite değerini belirlemek için %12 rutubetteki dinamik eğilme direnci ile yoğunluk değerleri kullanılarak odunun dinamik kalite değeri (24) nolu formülden hesaplanmıştır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

$$I_d = \frac{\sigma_{\text{ş}(12)}}{(D_{12})^2} \quad (24)$$

Formülde;

- I_d : Dinamik kalite değeri (km)
 $\sigma_{s(12)}$: % 12 rutubetteki şok direnci (J/cm²)
 D_{12} : % 12 rutubetteki yoğunluk (g/cm³) değerlerini ifade etmektedir.

Şekil 21’de dinamik eğilme direnci sonrası örneklerde meydana gelen farklı kırılma şekilleri görülmektedir.



Şekil 21. Dinamik eğilme direnci sonrası örneklerde meydana gelen farklı kırılma şekilleri

2.6.4.4. Liflere Paralel Yönde Makaslama Direnci

Liflere paralel yönde makaslama direnci deneyi, TS 3459 esaslarına göre hem radyal hem de teğet kesitte yapılmıştır. Deneyler için haç şeklinde, iki makaslama yüzeyli deney örnekleri kullanılmıştır (Şekil 23). Hava kurusu haldeki örneklerin makaslama etkisinde kalacak her iki çıkıntılı kısımların boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Deney hızı, deneye başladıktan 1,5-2 dakika sonra deney örneğinin kırılmasını sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçülen P_{max} değerleri (25) nolu formülde yerine konmak sureti ile makaslama direnci değerleri hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$\sigma_m = \frac{P_{max}}{2 \times l \times a} \quad (25)$$

Formülde;

σ_m	: Makaslama direnci	(N/mm ²)	
P_{max}	: Makaslama anındaki maksimum kuvvet	(N)	
l	: Kayma yüzeyi uzunluğu	(mm)	
a	: Kayma yüzeyi genişliği	(mm)	değerlerini ifade

etmektedir.

Deneylerden sonra rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin makaslama direnci değerleri (26) nolu formül kullanılarak %12 rutubetteki makaslama direnci değerlerine dönüştürülmüştür (Bozkurt ve Erdin, 1997).

$$\sigma_{m(12)} = \sigma_{m(r)} \times [1 + 0,03 \times (r-12)] \quad (26)$$

Formülde;

$\sigma_{m(12)}$: % 12 rutubetteki makaslama direnci	(N/mm ²)	
$\sigma_{m(r)}$: % r rutubetteki makaslama direnci	(N/mm ²)	
M	: Deney anındaki örnek rutubeti	(%)	değerlerini ifade

etmektedir.

Şekil 22'de liflere paralel yönde makaslama direnci deneyi ve Şekil 23' de deney sonrası örnekte meydana gelen kırılma şekli görülmektedir.



Şekil 22. Liflere paralel yönde makaslama direnci deneyi



Şekil 23. Liflere paralel yönde makaslama direnci deneyi sonrası kırılma şekli

2.6.4.5. Brinell Sertlik Değerleri

Brinell sertlik deneyi için deney örnekleri 50×50×50 mm boyutlarında hazırlanmış ve hava kurusu hale getirilmiştir. Deney; enine, teğet ve radyal kesitte olmak üzere her üç kesitin orta noktalarına kuvvet uygulanacak şekilde gerçekleştirilmiştir (TS 2479). Deneyleerde 10 mm çapındaki çelik bir küreden yararlanılmış ve orta sert ağaçlar için önerilen 50 kp kuvvet uygulanmıştır. Bu metotta maksimum kuvvete 15 saniyede ulaşılmış ve bu kuvvet 30 saniye devam ettirildikten sonra 15 saniye içerisinde sıfıra indirilmiştir (Bozkurt ve Göker, 1996). Ayrıca deney örneklerinde oluşan çukur izinin belirgin olmasını sağlamak amacıyla deney örneği ile çelik küre arasına karbon kâğıdı yerleştirilmiştir. Örnek üzerinde oluşan çukur çapları dijital ölçü aleti ile $\pm 0,01$ mm duyarlılıkta ölçülmüş ve (27) nolu formül kullanılarak Brinell sertlik değerleri hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$H_B = \frac{2 \times P}{[\pi \times D \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})]} \quad (27)$$

Formülde;

H_B : Brinell sertlik değeri (N/mm²)

P : Çelik kürenin basınç miktarı (N)

D : Brinell küresi çapı (mm)

d : Örnek yüzeyinde oluşan çukur çapı (mm) değerlerini ifade

etmektedir.

Deneyden sonra her bir örneğin rutubet miktarı TS 2471'e göre belirlenmiştir. Rutubet miktarı %12'den farklı olan örneklerin sertlik değerleri (28) ve (29) nolu formüller kullanılarak %12 rutubetteki sertlik değerlerine dönüştürülmüştür (Bozkurt ve Erdin, 1997).

$$H_{B(12)} = H_{B(r)} \times [1 + 0,04 \times (r-12)] \text{ (liflere paralel yönde)} \quad (28)$$

$$H_{B(12)} = H_{B(r)} \times [1 + 0,025 \times (r-12)] \text{ (liflere dik yönde)} \quad (29)$$

Formülde;

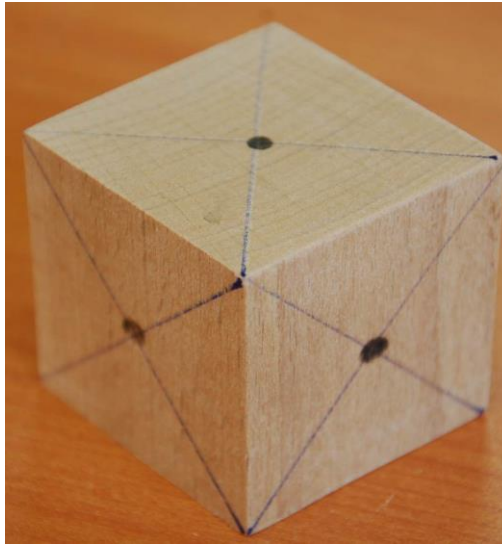
$H_{B(12)}$: % 12 rutubetteki Brinell sertlik değeri (N/mm²)

$H_{B(M)}$: % M rutubetteki Brinell sertlik değeri (N/mm²)

M : Deney anındaki örnek rutubeti (%) değerlerini ifade

etmektedir.

Şekil 24'de Brinell sertlik deneyi örneği görülmektedir.



Şekil 24. Brinell sertlik deneyi örneği

2.7. Kullanılan İstatistik Yöntemler

Yükselti basamakları, Sinop yöresi için 1 (0-200 m), 2 (200-400 m), 3 (400-600 m), 4 (600-800 m), 5 (800-1000); Ayancık yöresi için 1 (400-600), 2 (600-800 m), 3 (800-1000 m) ve 4 (1000-1200 m) olarak kodlanarak gruplara ayrılmıştır. Bakı grupları ise kuzey (K) ve güney (G) olarak kodlanmıştır. İstatistik değerlendirmeler yapılırken SPSS 11.5 istatistik paket programı kullanılmış ve veriler %95 güven düzeyi esas alınarak analiz edilmiştir. Kullanılan istatistiksel yöntemler aşağıda belirtilmektedir:

- Deneyler sonucunda elde edilen verilere ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.
- Yükselti ve bakı faktörlerinin odunun anatomik, makroskobik, fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisini incelemek için Çoğul Varyans Analizi yapılmış ve yükselti basamakları arasındaki anlamlı farklılıklar “Duncan” homojenlik grupları ile belirlenmiştir. Ayrıca Çoğul Varyans Analizi sonuçlarından kareler toplamı, serbestlik derecesi, kareler ortalaması, F-hesap ve önem düzeyi belirlenmiştir.
- Odunun hava kurusu yoğunluk değerleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için Regresyon Analizi gerçekleştirilmiş ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki ilişki düzeyi belirlenmiştir. Ayrıca Regresyon Analizi sonucunda model tipi, belirtme katsayısı, regresyon denklemi katsayıları belirlenmiştir. Regresyon denklemi katsayıları yardımı ile regresyon denklemi oluşturulmuş ve regresyon grafiği çizilmiştir.
- Yükselti, bakı ve toprak özellikleri ile odunun anatomik, makroskobik, fiziksel ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek için Korelasyon Analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda değişkenler arasındaki ilişkinin önem düzeyi ve korelasyon katsayısı belirlenmiştir.
- Sinop ve Ayancık yörelerinin toprak ve odun özellikleri bakımından karşılaştırılması için İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda t-hesap değeri, serbestlik derecesi, önem düzeyi, ortalama farkı ve standart hata farkı belirlenmiştir.

3. BULGULAR

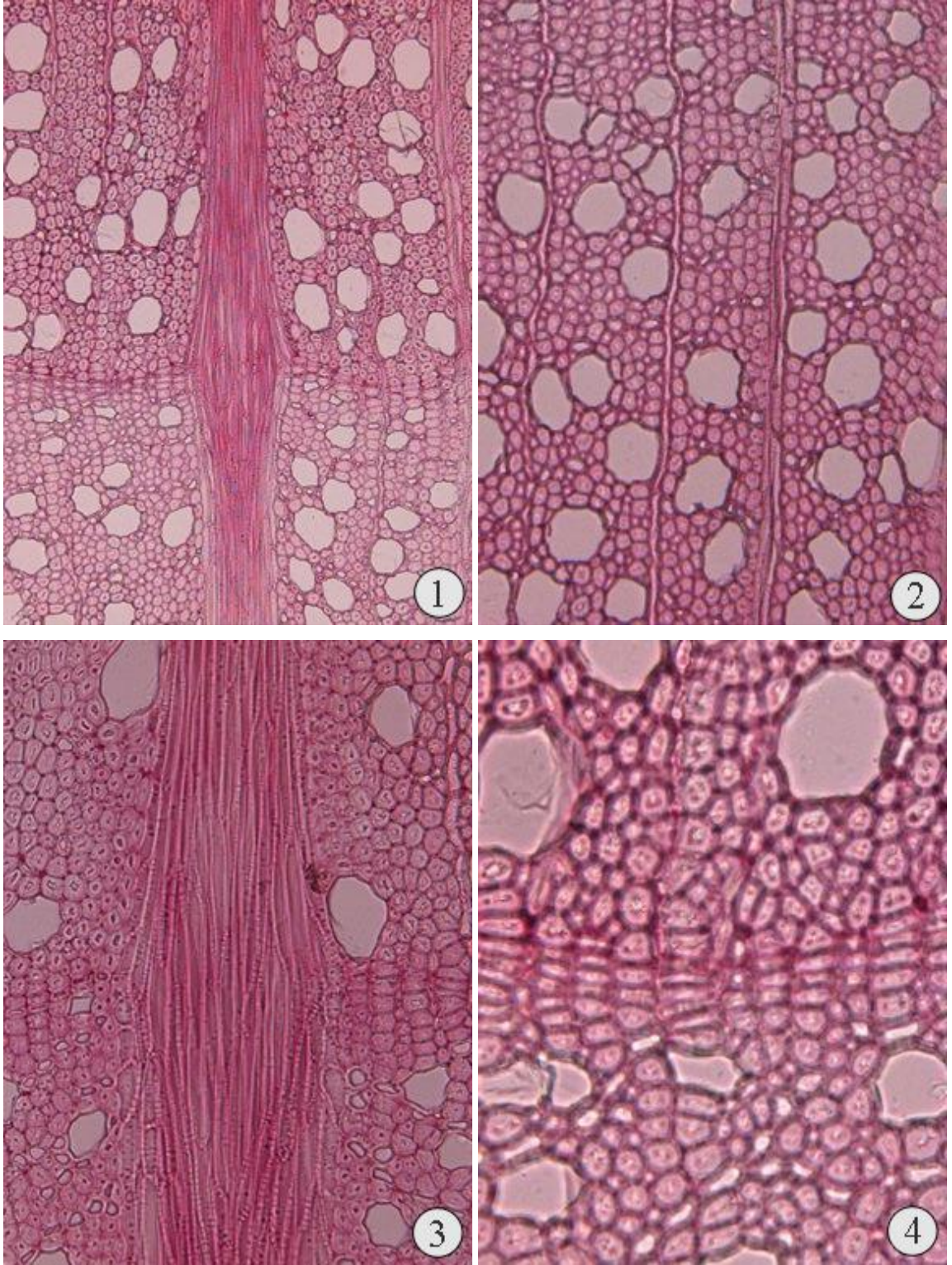
3.1. Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odun Anatomisi Özelliklerine İlişkin Bulgular

Doğu Kayını odunu dağınık traheli olup yıllık halkalar belirgindir. İlkbahar odunu traheleri yaz odunu trahelerine göre biraz daha büyük çaplıdır. Buna rağmen ilkbahar odunu ve yaz odunu sınırı belirgin değildir. Yaz odunu traheleri tek tek dağılırken ilkbahar odununda oblik yönde ve küme şeklinde gruplaşmalar görölmektedir (Şekil 25). Perforasyon tablası basit ve merdiven şeklindedir (Şekil 26). Trahe hücrelerinin ortak çeperlerindeki kenarlı geçitler genellikle daire şeklinde olup almaçlı dizilmiş ya da elips şeklinde olup karşılıklı dizilmişlerdir (Şekil 27). Boyuna paranzim apotraheal, kesik zincir şeklindedir (Şekil 25, 26).

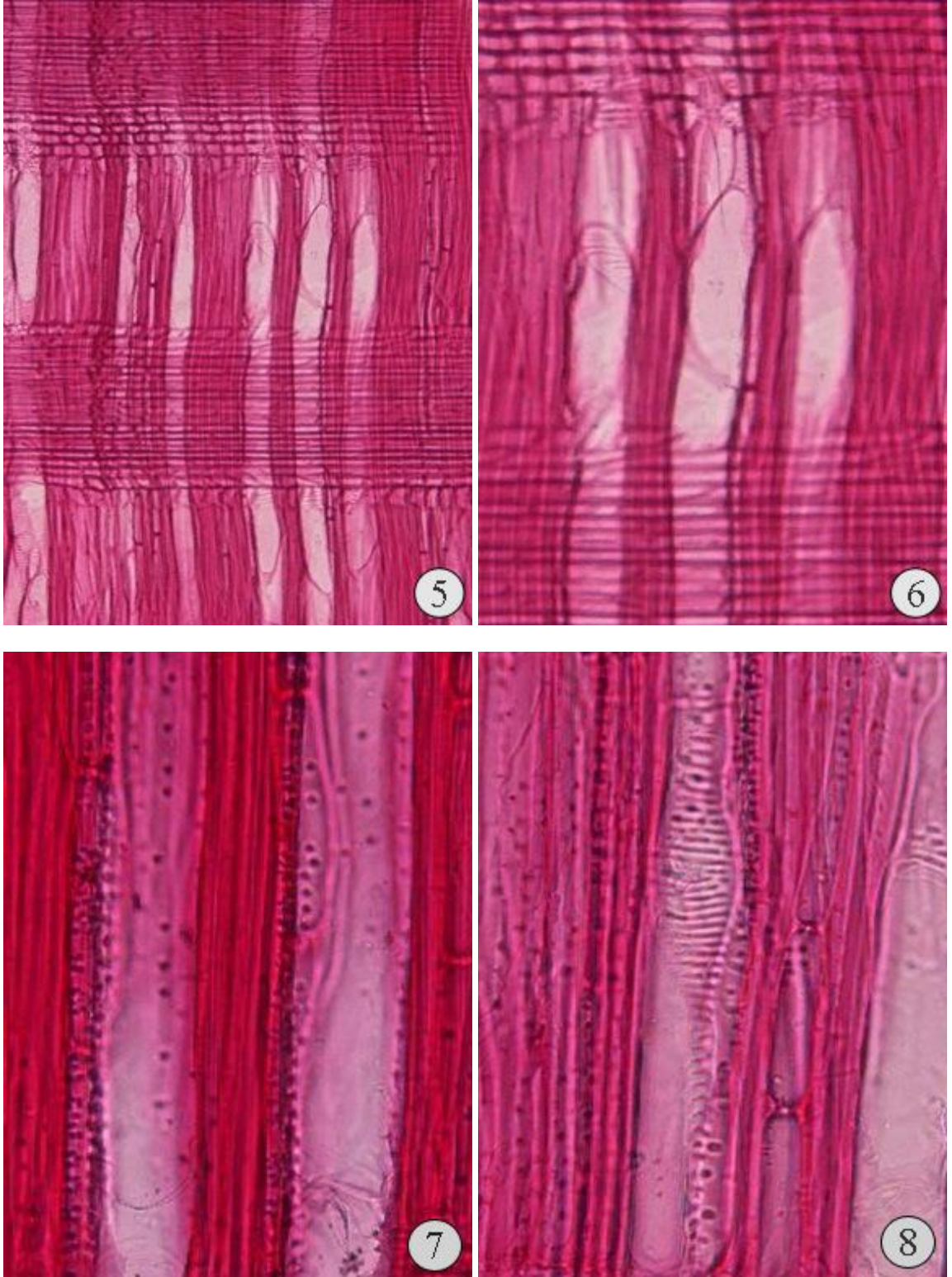
Özışınları üniseri ve mültiseri homoselüler özışınlarından oluşmaktadır (Homojen TİP I). Özışınları çoğunlukla yatık ve kare şeklindeki hücrelerden oluşmaktadır (Şekil 26, 27). Enine kesitte mültiseri özışınları, yıllık halka sınırında genişleyerek bir yay oluşturur. Bu özellik, bu türü tanımda ipucudur (Şekil 25).

Temel lif dokusu libriform lifleri, traheit lifleri ve vasisentrik traheitlerden oluşmaktadır. Traheit lifleri, libriform lifleri ile karışık olarak bulunmaktadır. Traheit liflerinin çeperlerinde kenarlı geçitler vardır. Libriform liflerinin çeperlerinde ise genellikle geçitlere rastlanmamaktadır (Şekil 28).

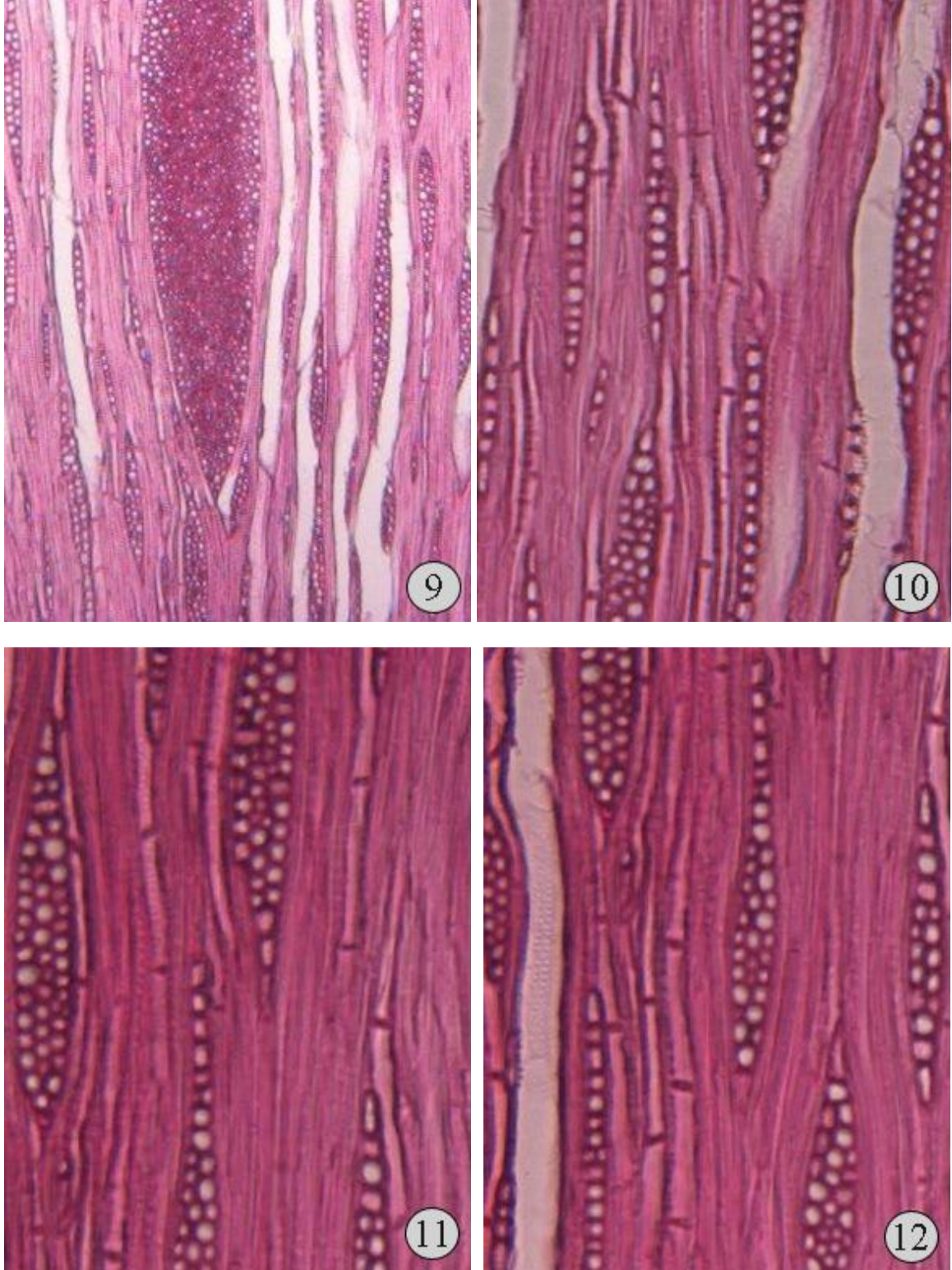
Bu çalışma kapsamında Sinop ve Ayancık yörelerinde yükselti basamakları ve bakı grupları göz önüne alınarak toplam 36 adet Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ağacının anatomik özellikleri belirlenmiştir. Anatomik özelliklere ilişkin mikro fotoğraflar Şekil 25-28'de belirtilmiştir.



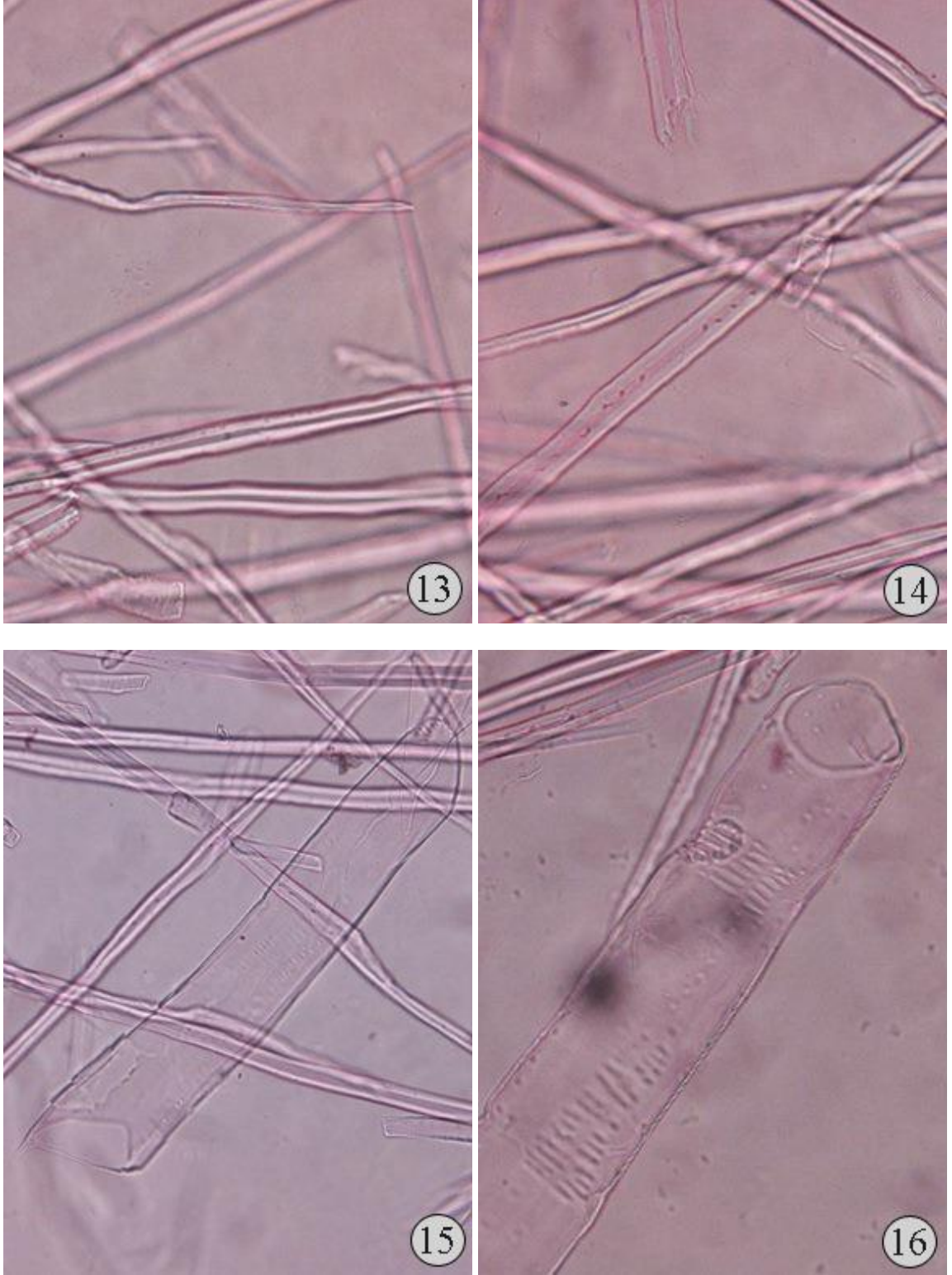
Şekil 25. *Fagus orientalis* Lipsky. – 1: EK, Yıllık halka sınırı, dağınık traheli odun – 2: EK, Lif dokusu, yaz odunu traheleri ve boyuna paranzimler (apotraheal scanty ve paratraheal kesik zincir)– 3: EK, Mültiseri homoselüler özışınları, yıllık halka sınırında özışını genişlemesi (karakteristiktir) – 4: EK, Yıllık halka sınırında çeperleri kalınlaşmış lifler ve apotraheal kesik zincir şeklinde boyuna paranzim. Skala 1, 2=100 µm, 3, 4=50 µm



Şekil 26. *Fagus orientalis* Lipsky. – 5: RK, Özişimleri, traheler ve lif dokusu – 6: RK, Trahelerde basit perforasyon tablası, özişimleri yatık ve kare şeklindeki paranzimlerden oluşmaktadır, boyuna paranzim strandları – 7: RK, Basit perforasyon tablaları, traheler ve lif dokusu, – 8: RK, Apotraheal ve paratraheal boyuna paranzim, lif dokusu, trahelerde scalariform (merdiven şeklinde) perforasyon tablası. Skala 5, 6=100 μ m, 7,8=50 μ m



Şekil 27. *Fagus orientalis* Lipsky. – 9: TK, Üniseri ve mültiseri homoselüler özişinleri, traheler ve lif dokusu – 10: TK, boyuna paraşim strandları – 11: TK, Mültiseri özişinleri, lif dokusu ve boyuna paraşim strandları – 12: TK, boyuna paraşim strandları, lif dokusu, trahe çerperlerinde kenarlı geçitler ve mültiseri özişinleri. Skala 9=200 μm , 10, 11, 12=100 μm



Şekil 28. *Fagus orientalis* Lipsky. – 13-14: MS, Lif hücreleri (masere edilmiş) – 15-16: MS, Trahe hücreleri ve lifler (masere), -15: Trahe hücresinde basit perforasyon tablası, -16: Trahe hücresinde scalariform perforasyon tablası (merdiven şeklinde). Skala 13, 14, 15, 16=50 μ m

3.2. Sinop Yöresine İlişkin Bulgular

3.2.1. Anatomik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular

3.2.1.1. Trahe Çapları

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odunu trahelerinin radyal ve teğet çaplarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 5’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin trahe çapları üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 6’da belirtilmiştir.

Tablo 5. Trahe çaplarına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup*	N**	Trahe Teğet Çapı (TTÇ, µm)		Trahe Radyal Çapı (TRÇ, µm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	50	54,049	8,863	65,259	12,134
	G1	50	50,479	11,562	59,262	13,002
2 (200-400 m)	K2	50	51,836	9,243	60,618	9,222
	G2	50	47,338	8,679	52,264	11,097
3 (400-600 m)	K3	50	48,766	9,309	57,191	12,229
	G3	50	43,339	6,077	48,623	8,976
4 (600-800 m)	K4	50	44,410	9,070	50,979	10,795
	G4	50	49,623	7,675	55,335	9,656
5 (800-1000 m)	K5	50	44,410	8,955	53,835	9,618
	G5	50	41,197	9,242	49,765	11,925

* Herbir grup, iki deneme ağacını temsil etmektedir.
** Herbir deneme ağacı için yapılan ölçüm ve sayımlarda 25 esas alınmıştır.

Tablo 6. Trahe çaplarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
TTÇ	Yükselti	5142,669	4	1285,667	16,002	0,000
	Bakı	660,721	1	660,721	8,224	0,004
	Yükselti*Bakı	1837,152	4	459,288	5,717	0,000
	Hata	39368,231	490	80,343		
	Toplam	1177284,648	500			
TRÇ	Yükselti	7231,609	4	1807,902	15,076	0,000
	Bakı	2561,445	1	2561,445	21,360	0,000
	Yükselti*Bakı	2806,070	4	701,518	5,850	0,000
	Hata	58759,342	490	119,917		
	Toplam	1601154,532	500			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları*			
TTÇ	5	100	42,804 a			
	3	100	46,053 b			
	4	100	47,016 b			
	2	100	49,587 c			
	1	100	52,264 d			
TRÇ	5	100	51,800 a			
	3	100	52,907 a			
	4	100	53,157 a			
	2	100	56,441 b			
	1	100	62,260 c			
*Harflerle ifade edilen homojenlik grupları, harf sırasına göre en düşük ortalamadan en yüksek ortalamaya doğru sıralanmıştır. Aynı harle belirtilen varyasyonlar istatistiksel açıdan farksızdır.						

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre trahe çapları üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.1.2. Trahe ve Özışını Sayıları

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun bir milimetre karedeki trahe ve bir milimetredeki özışını sayılarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 7'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin trahe ve özışını sayıları üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 8'de belirtilmiştir.

Tablo 7. Trahe ve özışını sayılarına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Trahe Sayısı (TS, adet/mm ²)		Özışını Sayısı (ÖS, adet/mm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	50	98	6,828	5	1,781
	G1	50	84	14,019	7	1,979
2 (200-400 m)	K2	50	100	7,996	6	1,693
	G2	50	88	15,590	7	1,581
3 (400-600 m)	K3	50	104	14,470	6	1,914
	G3	50	95	14,158	6	1,504
4 (600-800 m)	K4	50	106	11,116	5	1,664
	G4	50	97	14,131	5	1,581
5 (800-1000 m)	K5	50	108	13,064	6	1,290
	G5	50	105	16,695	5	1,779

Tablo 8. Trahe ve özışını sayılarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
TS	Yükselti	15088,072	4	3772,018	21,769	0,000
	Bakı	10727,712	1	10727,712	61,912	0,000
	Yükselti*Bakı	2027,128	4	506,782	2,925	0,021
	Hata	84904,640	490	173,275		
	Toplam	4947732,000	500			
ÖS	Yükselti	92,108	4	23,027	8,082	0,000
	Bakı	25,538	1	25,538	8,963	0,003
	Yükselti*Bakı	90,612	4	22,653	7,951	0,000
	Hata	1396,100	490	2,849		
	Toplam	18297,000	500			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
TS	1	100	91 a			
	2	100	94 a			
	3	100	99 b			
	4	100	101 b			
	5	100	107 c			
ÖS	4	100	5 a			
	5	100	5 a			
	2	100	6 b			
	3	100	6 b			
	1	100	6 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre trahe ve özışını sayıları üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.1.3. Mültiseri Özışını Yüksekliği ve Genişliği

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 9'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 10'da belirtilmiştir.

Tablo 9. Mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Mültiseri Özışını Yüksekliği (MÖY, μm)		Mültiseri Özışını Genişliği (MÖG, μm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	50	608,000	157,264	53,613	16,624
	G1	50	604,522	145,226	55,641	15,312
2 (200-400 m)	K2	50	661,903	156,266	50,135	15,821
	G2	50	665,380	169,963	61,727	17,271
3 (400-600 m)	K3	50	618,433	161,710	50,715	12,844
	G3	50	589,453	165,378	53,033	14,224
4 (600-800 m)	K4	50	454,116	147,787	46,368	11,709
	G4	50	676,103	174,460	58,539	14,329
5 (800-1000 m)	K5	50	488,602	133,992	57,960	14,637
	G5	50	568,008	143,861	51,874	13,121

Tablo 10. Mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
MÖY	Yükselti	1024813,568	4	256203,392	10,519	0,000
	Bakı	371041,489	1	371041,489	15,234	0,000
	Yükselti*Bakı	1040142,335	4	260035,584	10,677	0,000
	Hata	11934308,45	490	24355,732		
	Toplam	190463205,11	500			
MÖG	Yükselti	1186,694	4	296,674	1,376	0,241
	Bakı	2425,459	1	2425,459	11,252	0,001
	Yükselti*Bakı	5800,778	4	1450,194	6,727	0,000
	Hata	105626,727	490	215,565		
	Toplam	1570921,468	500			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
MÖY	5	100	528,305 a			
	4	100	565,110 ab			
	3	100	603,943 b			
	1	100	606,261 b			
	2	100	663,642 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre mültiseri özışını yüksekliği üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu; mültiseri özışını genişliği üzerine yükseltinin etkisi olmadığı, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.1.4. Lif ve Trahe Hücre Uzunlukları

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun lif ve trahe hücre uzunluğu değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 11’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin lif ve trahe hücre uzunlukları üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 12’de belirtilmiştir.

Tablo 11. Lif ve trahe hücre uzunluklarına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Lif Uzunluğu (LU, μm)		Trahe Hücre Uzunluğu (THU, μm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	50	1278,793	262,455	616,404	110,088
	G1	50	1258,794	222,459	619,882	86,756
2 (200-400 m)	K2	50	1296,506	274,087	588,873	93,849
	G2	50	1301,649	257,496	565,979	96,667
3 (400-600 m)	K3	50	1289,078	259,717	560,473	128,421
	G3	50	1250,223	194,505	563,371	105,818
4 (600-800 m)	K4	50	1222,224	215,682	567,138	116,914
	G4	50	1282,793	249,351	575,253	111,405
5 (800-1000 m)	K5	50	1148,514	253,377	554,967	102,135
	G5	50	1193,083	196,973	594,379	101,640

Tablo 12. Lif ve trahe hücre uzunluklarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
LU	Yükselti	940369,629	4	235092,407	4,076	0,003
	Bakı	13223,167	1	13223,167	0,229	0,632
	Yükselti*Bakı	176553,772	4	44138,443	0,765	0,548
	Hata	28262185,81	490	57677,930		
	Toplam	813352128,07	500			
THU	Yükselti	189197,566	4	47299,391	4,211	0,002
	Bakı	4807,666	1	4807,666	0,428	0,513
	Yükselti*Bakı	49288,553	4	12322,138	1,097	0,357
	Hata	5504209,002	490	11233,080		
	Toplam	174337639,55	500			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
LU	5	100	1170,798 a			
	4	100	1252,508 b			
	1	100	1268,793 b			
	3	100	1269,650 b			
	2	100	1299,077 b			
THU	3	100	561,922 a			
	4	100	571,195 a			
	5	100	574,673 a			
	2	100	577,426 a			
	1	100	618,143 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif ve trahe hücre uzunlukları üzerine yükseltinin etkisi olduğu, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.1.5. Lif Genişliği, Lif Lümen Genişliği ve Lif Çeper Kalınlığı

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 13'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin bu özellikler üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 14'de belirtilmiştir.

Tablo 13. Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çerper kalınlığı değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Lif Genişliği (LG, μm)		Lif Lümen Genişliği (LLG, μm)		Lif Çerper Kalınlığı (LÇK, μm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	50	17,207	2,946	5,283	1,940	5,961	1,469
	G1	50	17,421	2,852	4,712	1,682	6,354	1,091
2 (200-400 m)	K2	50	18,849	3,461	5,283	1,940	6,784	1,350
	G2	50	18,778	3,128	5,283	2,070	6,747	1,099
3 (400-600 m)	K3	50	18,278	3,355	4,998	1,908	6,640	1,251
	G3	50	17,350	2,699	4,355	1,493	6,497	1,182
4 (600-800 m)	K4	50	17,778	3,184	4,569	1,913	6,604	1,361
	G4	50	16,850	2,797	4,426	1,540	6,211	1,209
5 (800-1000 m)	K5	50	18,706	2,935	6,140	2,396	6,283	1,312
	G5	50	19,635	3,833	6,140	2,285	6,747	1,583

Tablo 14. Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çerper kalınlığı değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
LG	Yükselti	297,109	4	74,277	7,548	0,000
	Bakı	3,084	1	3,084	0,313	0,576
	Yükselti*Bakı	62,807	4	15,702	1,596	0,174
	Hata	4821,905	490	9,841		
	Toplam	168729,731	500			
LLG	Yükselti	166,601	4	41,650	11,100	0,000
	Bakı	9,202	1	9,202	2,452	0,118
	Yükselti*Bakı	9,788	4	2,447	0,652	0,626
	Hata	1838,579	490	3,752		
	Toplam	15128,196	500			
LÇK	Yükselti	19,939	4	4,985	2,951	0,020
	Bakı	0,405	1	0,405	0,240	0,625
	Yükselti*Bakı	13,234	4	3,309	1,959	0,100
	Hata	827,747	490	1,689		
	Toplam	21877,460	500			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
LG	4	100	17,314 a			
	1	100	17,314 a			
	3	100	17,814 a			
	2	100	18,813 b			
	5	100	19,170 b			
LLG	4	100	4,498 a			
	3	100	4,676 a			
	1	100	4,998 ab			
	2	100	5,283 b			
	5	100	6,140 c			
LÇK	1	100	6,158 a			
	4	100	6,408 ab			
	5	100	6,515 ab			
	3	100	6,568 b			
	2	100	6,765 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı üzerine yükseltinin etkisi olduğu, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.2. Makroskobik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular

3.2.2.1. Yıllık Halka Genişliği

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun yıllık halka genişliğine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 15’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin yıllık halka genişliği üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 16’da belirtilmiştir.

Tablo 15. Yıllık halka genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	Yıllık Halka Sayısı	Yıllık Halka Genişliği (mm)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	180	2,339	1,193
	G1	173	1,898	0,839
2 (200-400 m)	K2	137	2,362	1,244
	G2	140	2,323	1,114
3 (400-600 m)	K3	123	2,643	1,080
	G3	117	3,129	1,111
4 (600-800 m)	K4	157	2,126	0,930
	G4	149	2,566	0,493
5 (800-1000 m)	K5	170	2,350	0,779
	G5	176	1,770	0,786

Tablo 16. Yıllık halka genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	114,824	4	28,706	30,417	0,000
Bakı	0,269	1	0,269	0,285	0,593
Yükselti*Bakı	73,016	4	18,254	19,342	0,000
Hata	1426,959	1512	0,944		
Toplam	9743,045	1522			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Yıllık Halka Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
5	346	2,055 a			
1	353	2,123 a			
4	306	2,340 b			
2	277	2,342 b			
3	240	2,880 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yıllık halka genişliği üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakımın etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.2.2. İlkbahar Odunu Genişliği

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun ilkbahar odunu genişliğine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 17’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin ilkbahar odunu genişliği üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 18’de belirtilmiştir.

Tablo 17. İlkbahar odunu genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	Yıllık Halka Sayısı	İlkbahar Odunu Genişliği (mm)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	180	1,623	0,744
	G1	173	1,437	0,618
2 (200-400 m)	K2	137	1,679	1,089
	G2	140	1,558	0,695
3 (400-600 m)	K3	123	1,900	0,781
	G3	117	2,393	0,838
4 (600-800 m)	K4	157	1,493	0,783
	G4	149	1,935	0,457
5 (800-1000 m)	K5	170	1,668	0,468
	G5	176	1,364	0,611

Tablo 18. İlkbahar odunu genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	70,757	4	17,689	34,330	0,000
Bakı	1,556	1	1,556	3,020	0,082
Yükselti*Bakı	41,171	4	10,293	19,975	0,000
Hata	779,103	1512	0,515		
Toplam	5161,147	1522			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Yıllık Halka Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
5	346	1,513 a			
1	353	1,532 a			
2	277	1,618 ab			
4	306	1,709 b			
3	240	2,140 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre ilkbahar odunu genişliği üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakımın etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.2.3. Yaz Odunu Genişliği

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun yaz odunu genişliğine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 19'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin yaz odunu genişliği üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 20'de belirtilmiştir.

Tablo 19. Yaz odunu genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	Yıllık Halka Sayısı	Yaz Odunu Genişliği (mm)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	180	0,716	0,586
	G1	173	0,460	0,297
2 (200-400 m)	K2	137	0,682	0,386
	G2	140	0,764	0,512
3 (400-600 m)	K3	123	0,743	0,417
	G3	117	0,735	0,369
4 (600-800 m)	K4	157	0,632	0,362
	G4	149	0,630	0,205
5 (800-1000 m)	K5	170	0,681	0,394
	G5	176	0,406	0,221

Tablo 20. Yaz odunu genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	8,431	4	2,108	13,715	0,000
Bakı	3,120	1	3,120	20,301	0,000
Yükselti*Bakı	8,318	4	2,079	13,531	0,000
Hata	232,357	1512	0,154		
Toplam	868,662	1522			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Yıllık Halka Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
5	346	0,541 a			
1	353	0,590 ab			
4	306	0,631 b			
2	277	0,723 c			
3	240	0,740 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yaz odunu genişliği üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.2.4. Yaz Odunu Katılım Oranı (Tekstür)

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun yaz odunu katılım oranına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 21’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin yaz odunu katılım oranı üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 22’de belirtilmiştir.

Tablo 21. Yaz odunu katılım oranına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	Yıllık Halka Sayısı	Yaz Odunu Katılım Oranı (%)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	180	27,546	10,910
	G1	173	23,288	8,146
2 (200-400 m)	K2	137	31,119	14,495
	G2	140	31,704	10,802
3 (400-600 m)	K3	123	27,766	9,604
	G3	117	23,144	6,151
4 (600-800 m)	K4	157	30,550	12,759
	G4	149	24,956	8,096
5 (800-1000 m)	K5	170	27,262	8,941
	G5	176	23,285	7,044

Tablo 22. Yaz odunu katılım oranına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	8047,051	4	2011,763	20,127	0,000
Bakı	4756,942	1	4756,942	47,805	0,000
Yükselti*Bakı	1629,283	4	407,321	4,093	0,003
Hata	150455,770	1512	99,508		
Toplam	1272891,226	1522			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Yıllık Halka Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
5	346	25,239 a			
1	353	25,459 a			
3	306	25,513 a			
4	277	27,826 b			
2	240	31,415 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yaz odunu katılım oranı üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.3. Fiziksel Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular

3.2.3.1. Yoğunluk Değerleri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun hava kuru ve tam kuru yoğunluk değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 23’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin yoğunluk değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 24’de belirtilmiştir.

Tablo 23. Yoğunluk değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Hava Kuru Yoğunluk (D_{12} , g/cm ³)		Tam Kuru Yoğunluk (D_0 , g/cm ³)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	100	0,688	0,023	0,659	0,023
	G1	100	0,700	0,040	0,680	0,033
2 (200-400 m)	K2	100	0,756	0,027	0,723	0,028
	G2	100	0,740	0,014	0,721	0,018
3 (400-600 m)	K3	100	0,763	0,031	0,733	0,030
	G3	100	0,770	0,025	0,743	0,025
4 (600-800 m)	K4	100	0,750	0,023	0,719	0,024
	G4	100	0,735	0,045	0,717	0,048
5 (800-1000 m)	K5	100	0,743	0,023	0,720	0,025
	G5	100	0,722	0,037	0,699	0,042

Tablo 24. Yoğunluk değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
D ₀	Yükselti	0,529	4	0,132	136,366	0,000
	Bakı	0,000	1	0,000	0,268	0,605
	Yükselti*Bakı	0,049	4	0,012	12,592	0,000
	Hata	0,961	990	0,001		
	Toplam	508,156	1000			
D ₁₂	Yükselti	0,582	4	0,146	154,797	0,000
	Bakı	0,010	1	0,010	11,026	0,001
	Yükselti*Bakı	0,045	4	0,011	11,946	0,000
	Hata	0,931	990	0,001		
	Toplam	545,180	1000			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
D ₀	1	200	0,669 a			
	5	200	0,710 b			
	4	200	0,718 c			
	2	200	0,722 c			
	3	200	0,738 d			
D ₁₂	1	200	0,694 a			
	5	200	0,733 b			
	4	200	0,743 c			
	2	200	0,748 c			
	3	200	0,767 d			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre hava kurusu yoğunluk değerleri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu; tam kuru yoğunluk değerleri üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakımın etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.3.2. Hacim Yoğunluk Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun hacim yoğunluk değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 25'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin hacim yoğunluk değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 26'da belirtilmiştir.

Tablo 25. Hacim yoğunluk değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Hacim Yoğunluk (g/cm ³)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	100	0,550	0,017
	G1	100	0,561	0,021
2 (200-400 m)	K2	100	0,600	0,034
	G2	100	0,603	0,010
3 (400-600 m)	K3	100	0,604	0,023
	G3	100	0,611	0,014
4 (600-800 m)	K4	100	0,608	0,022
	G4	100	0,585	0,017
5 (800-1000 m)	K5	100	0,593	0,017
	G5	100	0,576	0,024

Tablo 26. Hacim yoğunluk değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	0,335	4	0,084	180,108	0,000
Bakı	0,003	1	0,003	7,311	0,007
Yükselti*Bakı	0,046	4	0,011	24,627	0,000
Hata	0,460	990	0,000		
Toplam	348,327	1000			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	200	0,556 a			
5	200	0,584 b			
4	200	0,596 c			
2	200	0,601 d			
3	200	0,607 e			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre hacim yoğunluk değeri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.3.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Yüzdeleri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 27'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin bu özellikler üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans

Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 28'de belirtilmiştir.

Tablo 27. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Hücre Çeperi Maddesi Yüzdesi (K, %)		Hava Boşluğu Yüzdesi (P, %)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	44,265	1,843	55,734	1,843
	G1	60	45,665	2,306	54,335	2,306
2 (200-400 m)	K2	60	48,058	1,758	51,941	1,758
	G2	60	48,033	1,182	51,966	1,182
3 (400-600 m)	K3	60	49,229	2,007	50,770	2,007
	G3	60	50,002	2,144	49,997	2,144
4 (600-800 m)	K4	60	47,856	1,497	52,143	1,497
	G4	60	48,690	2,922	51,309	2,922
5 (800-1000 m)	K5	60	48,031	1,887	51,968	1,887
	G5	60	47,507	2,231	52,492	2,231

Tablo 28. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
K	Yükselti	695,926	4	173,982	42,269	0,000
	Bakı	18,117	1	18,117	4,402	0,037
	Yükselti*Bakı	34,818	4	8,705	2,115	0,079
	Hata	1193,660	590	4,116		
	Toplam	685503,616	600			
P	Yükselti	695,926	4	173,982	42,269	0,000
	Bakı	18,117	1	18,117	4,402	0,037
	Yükselti*Bakı	34,818	4	8,705	2,115	0,079
	Hata	1193,660	590	4,116		
	Toplam	821462,216	600			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
K	1	120	44,965 a			
	5	120	47,769 b			
	2	120	48,046 b			
	4	120	48,273 b			
	3	120	49,616 c			
P	3	120	50,384 a			
	4	120	51,726 b			
	2	120	51,954 b			
	5	120	52,230 b			
	1	120	55,034 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdeleri üzerine yükselti ve bakının etkisi olduğu, yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.3.4. Daralma ve Genişleme Yüzdeleri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun daralma ve genişleme yüzdelerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 29'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin daralma ve genişleme yüzdeleri üzerine etkisinin araştırıldığı Çoğul Varyans Analizi sonuçları Tablo 30'da belirtilmiştir.

Tablo 29. Daralma ve genişleme yüzdelerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Darlalma ve Genişleme Yüzdeleri (%)							
			Teğet Yönde Daralma (β_t)		Radyal Yönde Daralma (β_r)		Lifler Yönünde Daralma (β_l)		Hacimsel Daralma (β_v)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	10,240	0,727	5,005	0,484	0,322	0,061	15,580	0,938
	G1	60	11,431	0,911	5,432	0,794	0,319	0,045	17,211	1,301
2 (200-400 m)	K2	60	10,849	0,758	5,310	0,469	0,325	0,040	16,483	1,130
	G2	60	12,587	1,432	6,143	1,425	0,335	0,061	19,066	2,179
3 (400-600 m)	K3	60	10,972	1,160	5,108	0,528	0,343	0,022	16,427	1,485
	G3	60	12,521	1,882	6,508	1,367	0,344	0,039	19,375	3,171
4 (600-800 m)	K4	60	11,672	1,212	4,758	0,596	0,334	0,052	17,313	1,757
	G4	60	11,556	0,813	6,112	0,980	0,346	0,045	16,947	1,300
5 (800-1000 m)	K5	60	10,382	1,075	5,334	0,696	0,307	0,056	15,463	1,007
	G5	60	11,871	1,032	5,058	0,698	0,331	0,052	18,301	1,914
Yükselti Basamakları	Grup	N	Teğet Yönde Genişleme (α_t)		Radyal Yönde Genişleme (α_r)		Lifler Yönünde Genişleme (α_l)		Hacimsel Genişleme (α_v)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	12,572	1,152	5,328	0,768	0,291	0,049	18,526	1,772
	G1	60	13,048	0,656	5,206	0,741	0,305	0,030	18,689	0,686
2 (200-400 m)	K2	60	13,674	1,183	5,629	0,415	0,319	0,048	19,597	1,451
	G2	60	16,688	1,030	6,073	0,809	0,375	0,064	23,068	1,414
3 (400-600 m)	K3	60	14,540	1,082	6,000	0,611	0,307	0,054	20,854	1,485
	G3	60	14,164	1,613	5,428	0,409	0,417	0,091	19,919	1,649
4 (600-800 m)	K4	60	14,104	1,408	5,685	0,890	0,311	0,040	20,096	1,820
	G4	60	13,901	0,933	5,562	0,581	0,327	0,041	19,881	1,424
5 (800-1000 m)	K5	60	14,485	1,561	5,636	0,763	0,334	0,059	20,148	1,825
	G5	60	13,464	1,437	5,265	0,320	0,323	0,045	18,997	2,064

Tablo 30. Daralma ve genişleme yüzdelere ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
β_t	Yükselti	39,629	4	9,907	7,487	0,000
	Bakı	102,703	1	102,703	77,617	0,000
	Yükselti*Bakı	33,332	4	8,333	6,298	0,000
	Hata	383,725	590	1,323		
	Toplam	39604,638	600			
β_r	Yükselti	19,151	4	4,788	6,335	0,000
	Bakı	41,910	1	41,910	55,459	0,000
	Yükselti*Bakı	29,242	4	7,311	9,674	0,000
	Hata	219,152	590	0,756		
	Toplam	9309,043	600			
β_s	Yükselti	0,030	4	0,007	3,088	0,016
	Bakı	0,006	1	0,006	2,441	0,119
	Yükselti*Bakı	0,007	4	0,002	0,719	0,579
	Hata	0,701	590	0,002		
	Toplam	33,592	600			
β_v	Yükselti	94,378	4	23,594	7,780	0,000
	Bakı	278,346	1	278,346	91,786	0,000
	Yükselti*Bakı	114,701	4	28,675	9,456	0,000
	Hata	879,439	590	3,033		
	Toplam	90293,358	600			
α_t	Yükselti	174,938	4	43,735	28,486	0,000
	Bakı	10,724	1	10,724	6,985	0,009
	Yükselti*Bakı	147,327	4	36,832	23,990	0,000
	Hata	445,239	590	1,535		
	Toplam	60120,995	600			
α_r	Yükselti	12,488	4	3,122	7,211	0,000
	Bakı	1,655	1	1,655	3,822	0,052
	Yükselti*Bakı	8,709	4	2,177	5,029	0,001
	Hata	125,555	590	0,433		
	Toplam	9494,684	600			
α_s	Yükselti	0,148	4	0,037	12,253	0,000
	Bakı	0,104	1	0,104	34,281	0,000
	Yükselti*Bakı	0,134	4	0,034	11,073	0,000
	Hata	0,878	590	0,003		
	Toplam	34,199	600			
α_v	Yükselti	242,634	4	60,659	23,705	0,000
	Bakı	5,328	1	5,328	2,082	0,150
	Yükselti*Bakı	209,470	4	52,367	20,465	0,000
	Hata	742,073	590	2,559		
	Toplam	120934,851	500			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre teğet yönde, radyal yönde ve hacimsel daralma yüzdeleri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu; lifler yönünde daralma yüzdesi üzerine yükseltinin etkisi olduğu, bakının ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı; teğet yönde ve lifler yönünde genişleme yüzdeleri üzerine

yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu; radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdeleri üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı belirlenmiştir. Daralma ve genişleme yüzdelерinin yükselti basamaklarına göre değişimini açıklayan Duncan homojenlik grupları Tablo 31’de belirtilmiştir.

Tablo 31. Daralma ve genişleme yüzdelерine ait Duncan homojenlik grupları

	Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları
β_t	1	120	10,835 a
	5	120	11,126 a
	4	120	11,614 b
	2	120	11,718 b
	3	120	11,746 b
β_r	5	120	5,196 a
	1	120	5,218 a
	4	120	5,435 ab
	2	120	5,726 bc
	3	120	5,808 c
β_l	5	120	0,319 a
	1	120	0,320 a
	2	120	0,330 ab
	4	120	0,340 b
	3	120	0,344 b
β_v	1	120	16,395 a
	5	120	16,882 ab
	4	120	17,130 b
	2	120	17,774 c
	3	120	17,901 c
α_t	1	120	12,810 a
	5	120	13,975 b
	4	120	14,003 b
	3	120	14,352 b
	2	120	15,181 c
α_r	1	120	5,267 a
	5	120	5,450 ab
	4	120	5,623 bc
	3	120	5,714 c
	2	120	5,851 c
α_l	1	120	0,298 a
	4	120	0,319 b
	5	120	0,328 bc
	2	120	0,347 cd
	3	120	0,362 d
α_v	1	120	18,608 a
	5	120	19,572 b
	4	120	19,989 bc
	3	120	20,386 c
	2	120	21,332 d

3.2.3.5. Lif Doygunluk Noktası Rutubeti

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun lif doyumluk noktası rutubet değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 32’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin lif doyumluk noktası rutubet değerleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 33’de belirtilmiştir.

Tablo 32. Lif doyumluk noktası rutubet değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	Grup	N	Lif Doyumluk Noktası Rutubet Değeri (%)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	26,107	1,999
	G1	60	28,509	2,261
2 (200-400 m)	K2	60	27,240	1,931
	G2	60	32,588	4,102
3 (400-600 m)	K3	60	27,960	2,092
	G3	60	32,776	4,459
4 (600-800 m)	K4	60	27,171	2,181
	G4	60	31,325	4,694
5 (800-1000 m)	K5	60	28,985	2,741
	G5	60	29,140	2,300

Tablo 33. Lif doyumluk noktası rutubet değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	328,298	4	82,075	8,774	0,000
Bakı	854,385	1	854,385	91,340	0,000
Yükselti*Bakı	268,296	4	67,074	7,171	0,000
Hata	2712,620	590	9,354		
Toplam	259612,672	600			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları		Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları		
1		120	27,308 a		
5		120	29,062 b		
4		120	29,248 bc		
2		120	29,914 bc		
3		120	30,368 c		

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif doyumluk noktası rutubet değerleri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.3.6. Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 34'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 35'de belirtilmiştir.

Tablo 34. En yüksek su miktarına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	En Yüksek Su Miktarı (%)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	112,154	7,432
	G1	60	112,441	10,582
2 (200-400 m)	K2	60	99,479	6,141
	G2	60	104,793	5,673
3 (400-600 m)	K3	60	96,144	5,854
	G3	60	98,214	4,839
4 (600-800 m)	K4	60	98,877	4,925
	G4	60	99,312	9,561
5 (800-1000 m)	K5	60	101,330	5,937
	G5	60	103,124	7,872

Tablo 35. En yüksek su miktarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	8164,157	4	2041,039	40,199	0,000
Bakı	294,032	1	294,032	5,791	0,017
Yükselti*Bakı	246,067	4	61,517	1,212	0,306
Hata	14724,246	590	50,773		
Toplam	3180676,585	600			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
3	120	97,179 a			
4	120	99,095 a			
2	120	102,136 b			
5	120	102,227 b			
1	120	112,298 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı üzerine yükselti ve bakının etkisi olduğu, yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.4. Mekanik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular

3.2.4.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri

3.2.4.1.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun liflere paralel yönde basınç direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 36'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin liflere paralel yönde basınç direnci üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 37'de belirtilmiştir.

Tablo 36. Liflere paralel basınç direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	56,705	4,430
	G1	60	60,448	3,827
2 (200-400 m)	K2	60	67,349	7,501
	G2	60	65,467	2,124
3 (400-600 m)	K3	60	67,349	7,569
	G3	60	69,063	4,686
4 (600-800 m)	K4	60	66,586	3,791
	G4	60	67,517	3,322
5 (800-1000 m)	K5	60	63,649	4,726
	G5	60	66,252	7,178

Tablo 37. Liflere paralel basınç direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan Homojenlik Grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	3463,642	4	865,911	31,646	0,000
Bakı	151,599	1	151,599	5,540	0,019
Yükselti*Bakı	270,366	4	67,591	2,470	0,045
Hata	7935,200	590	27,363		
Toplam	1280839,662	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	58,576 a			
5	120	64,951 b			
2	120	66,408 bc			
4	120	67,052 c			
3	120	68,206 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre liflere paralel basınç direnci üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.4.1.2. Statik Kalite Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun statik kalite değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 38'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin statik kalite değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 39'da belirtilmiştir.

Tablo 38. Statik kalite değerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Statik Kalite Değeri (km)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	8,509	0,560
	G1	60	9,021	0,716
2 (200-400 m)	K2	60	9,546	0,849
	G2	60	8,787	0,387
3 (400-600 m)	K3	60	9,390	0,513
	G3	60	9,773	0,414
4 (600-800 m)	K4	60	9,485	1,149
	G4	60	9,381	0,430
5 (800-1000 m)	K5	60	8,700	0,586
	G5	60	9,110	0,865

Tablo 39. Statik kalite değerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	28,376	4	7,094	14,984	0,000
Bakı	0,587	1	0,587	1,240	0,266
Yükselti*Bakı	16,882	4	4,221	8,914	0,000
Hata	137,303	590	0,473		
Toplam	25413,303	600			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	8,765 a			
5	120	8,905 a			
2	120	9,167 b			
4	120	9,433 c			
3	120	9,582 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre statik kalite değerleri üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakımın etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.4.2. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri

3.2.4.2.1. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun dinamik eğilme (şok) direncine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 40'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin dinamik eğilme (şok) direnci değerleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 41'de belirtilmiştir.

Tablo 40. Dinamik eğilme (şok) direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci (J/cm ²)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	7,856	0,971
	G1	60	6,438	0,974
2 (200-400 m)	K2	60	11,749	1,728
	G2	60	12,259	0,865
3 (400-600 m)	K3	60	10,758	1,431
	G3	60	9,549	1,125
4 (600-800 m)	K4	60	9,702	1,111
	G4	60	9,408	1,001
5 (800-1000 m)	K5	60	9,099	1,427
	G5	60	8,959	0,946

Tablo 41. Dinamik eğilme (şok) direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	745,665	4	186,416	132,030	0,000
Bakı	19,497	1	19,497	13,809	0,000
Yükselti*Bakı	38,062	4	9,515	6,739	0,000
Hata	409,457	590	1,412		
Toplam	28734,490	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	7,147 a			
5	120	9,029 b			
4	120	9,555 c			
3	120	10,154 d			
2	120	12,004 e			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre dinamik eğilme (şok) direnci üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.4.2.2. Dinamik Kalite Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun dinamik kalite değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 42’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin dinamik kalite değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 43’de belirtilmiştir.

Tablo 42. Dinamik kalite değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Dinamik Kalite Değeri	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	1,741	0,245
	G1	60	1,472	0,250
2 (200-400 m)	K2	60	2,246	0,360
	G2	60	2,224	0,184
3 (400-600 m)	K3	60	1,996	0,232
	G3	60	2,001	0,253
4 (600-800 m)	K4	60	2,116	0,359
	G4	60	1,726	0,214
5 (800-1000 m)	K5	60	1,776	0,295
	G5	60	1,690	0,202

Tablo 43. Dinamik kalite değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	14,164	4	3,541	49,978	0,000
Bakı	1,737	1	1,737	24,521	0,000
Yükselti*Bakı	1,744	4	0,436	6,155	0,000
Hata	20,547	590	0,071		
Toplam	1120,243	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	1,606 a			
5	120	1,733 b			
4	120	1,921 c			
3	120	1,998 c			
2	120	2,235 d			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre dinamik kalite değerleri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.4.3. Statik Eğilme Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun statik eğilme direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 44’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin statik eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 45’de belirtilmiştir.

Tablo 44. Statik eğilme direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Statik Eğilme Direnci (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	110,800	10,795
	G1	60	113,822	10,856
2 (200-400 m)	K2	60	122,354	6,830
	G2	60	122,358	11,605
3 (400-600 m)	K3	60	137,098	9,848
	G3	60	132,736	12,080
4 (600-800 m)	K4	60	122,584	9,359
	G4	60	122,105	12,315
5 (800-1000 m)	K5	60	117,449	17,622
	G5	60	119,171	14,641

Tablo 45. Statik eğilme direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	16474,946	4	4118,737	28,947	0,000
Bakı	0,025	1	0,025	0,000	0,989
Yükselti*Bakı	470,236	4	117,559	0,826	0,509
Hata	41262,856	590	142,286		
Toplam	4526924,796	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	112,311 a			
5	120	118,310 b			
4	120	122,345 b			
2	120	122,356 b			
3	120	134,917 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre statik eğilme direnci üzerine yükseltinin etkisi olduğu, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.4.4. Statik Eğilmede Elastikiyet Modülü

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun statik eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 46'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 47'de belirtilmiştir.

Tablo 46. Statik eğilmede elastikiyet modülüne ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Eğilmede Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	10358,927	925,556
	G1	60	10275,140	1237,261
2 (200-400 m)	K2	60	11163,679	1114,143
	G2	60	11211,001	1014,109
3 (400-600 m)	K3	60	11927,350	928,036
	G3	60	11702,131	1385,643
4 (600-800 m)	K4	60	10366,413	975,262
	G4	60	11101,647	890,312
5 (800-1000 m)	K5	60	10359,059	1462,066
	G5	60	10452,624	970,579

Tablo 47. Statik eğilmeye elastikiyet modülüne ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	91834022,36	4	22958505,59	18,723	0,000
Bakı	964856,07	1	964856,07	0,787	0,376
Yükselti*Bakı	8174740,13	4	2043685,03	1,667	0,158
Hata	355595806,54	590	1226192,43		
Toplam	36045945363,23	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	10317,03 a			
5	120	10405,84 a			
4	120	10734,03 a			
2	120	11187,34 b			
3	120	11814,74 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre eğilmeye elastikiyet modülü üzerine yükseltinin etkisi olduğu, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.4.5. Makaslama Direnci

3.2.4.5.1. Teğet Kesitte Makaslama Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun teğet kesitte makaslama direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 48’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin teğet kesitte makaslama direnci üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 49’da belirtilmiştir.

Tablo 48. Teğet kesitte makaslama direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Teğet Kesitte Makaslama Direnci (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	9,897	0,591
	G1	60	10,325	0,160
2 (200-400 m)	K2	60	10,200	0,335
	G2	60	10,265	0,453
3 (400-600 m)	K3	60	9,961	0,355
	G3	60	10,011	0,362
4 (600-800 m)	K4	60	9,436	0,239
	G4	60	9,975	0,241
5 (800-1000 m)	K5	60	9,550	0,500
	G5	60	9,531	0,200

Tablo 49. Teğet kesitte makaslama direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	19,725	4	4,931	36,311	0,000
Bakı	3,390	1	3,390	24,961	0,000
Yükselti*Bakı	3,825	4	0,956	7,042	0,000
Hata	39,384	590	0,136		
Toplam	29560,276	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
5	120	9,540 a			
4	120	9,705 b			
3	120	9,986 c			
1	120	10,111 cd			
2	120	10,232 d			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre teğet kesitte makaslama direnci üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.4.5.2. Radyal Kesitte Makaslama Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun radyal kesitte makaslama direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 50'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin radyal kesitte makaslama direnci değerleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 51'de belirtilmiştir.

Tablo 50. Radyal kesitte makaslama direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Radyal Kesitte Makaslama Direnci (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	8,230	1,230
	G1	60	8,106	0,946
2 (200-400 m)	K2	60	9,851	0,795
	G2	60	8,850	2,002
3 (400-600 m)	K3	60	9,024	0,645
	G3	60	9,034	1,110
4 (600-800 m)	K4	60	9,030	1,150
	G4	60	8,607	0,940
5 (800-1000 m)	K5	60	8,133	1,071
	G5	60	9,224	0,768

Tablo 51. Radyal kesitte makaslama direncine ait oğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	46,184	4	11,546	9,129	0,000
Bakı	0,605	1	0,605	0,478	0,490
Yükselti*Bakı	35,192	4	8,798	6,956	0,000
Hata	366,798	590	1,265		
Toplam	23729,557	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	8,168 a			
5	120	8,678 b			
4	120	8,818 b			
3	120	9,029 bc			
2	120	9,351 c			

oğul varyans analizi sonuçlarına göre radyal kesitte makaslama direnci üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.4.6. Brinell Sertlik Değerleri

3.2.4.6.1. Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 52’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin enine kesitte Brinell sertlik değerleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen oğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 53’de belirtilmiştir.

Tablo 52. Enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	56,697	5,947
	G1	60	60,459	7,439
2 (200-400 m)	K2	60	65,440	5,576
	G2	60	68,111	10,401
3 (400-600 m)	K3	60	67,487	9,035
	G3	60	65,144	9,143
4 (600-800 m)	K4	60	63,628	5,017
	G4	60	66,396	7,095
5 (800-1000 m)	K5	60	62,875	5,455
	G5	60	62,623	6,240

Tablo 53. Enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	2699,443	4	674,861	12,510	0,000
Bakı	130,904	1	130,904	2,427	0,120
Yükselti*Bakı	386,636	4	96,659	1,792	0,130
Hata	15644,500	590	53,947		
Toplam	1243306,949	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	58,578 a			
5	120	62,749 b			
4	120	65,012 bc			
3	120	66,316 c			
2	120	66,776 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre enine kesitte Brinell sertlik değeri üzerine yükseltinin etkisi olduğu, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.4.6.2. Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 54'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin teğet kesitte Brinell sertlik değerleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 55'de belirtilmiştir.

Tablo 54. Teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	30,361	3,514
	G1	60	27,655	4,251
2 (200-400 m)	K2	60	31,244	3,389
	G2	60	33,813	4,922
3 (400-600 m)	K3	60	35,874	5,261
	G3	60	35,902	4,094
4 (600-800 m)	K4	60	34,805	4,732
	G4	60	37,171	4,562
5 (800-1000 m)	K5	60	33,449	4,244
	G5	60	30,354	3,519

Tablo 55. Teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	2076,969	4	519,242	28,189	0,000
Bakı	2,110	1	2,110	0,115	0,735
Yükselti*Bakı	434,371	4	108,593	5,895	0,000
Hata	5341,896	590	18,420		
Toplam	335806,582	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	29,008 a			
5	120	31,902 b			
2	120	32,529 b			
3	120	35,888 c			
4	120	35,988 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre teğet kesitte Brinell sertlik değeri üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.2.4.6.3. Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 56'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin radyal kesitte Brinell sertlik değerleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 57'de belirtilmiştir.

Tablo 56. Radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (0-200 m)	K1	60	37,489	4,342
	G1	60	38,182	7,153
2 (200-400 m)	K2	60	40,366	4,938
	G2	60	43,273	7,470
3 (400-600 m)	K3	60	45,388	5,468
	G3	60	42,938	5,403
4 (600-800 m)	K4	60	42,607	5,069
	G4	60	44,485	4,879
5 (800-1000 m)	K5	60	40,975	4,025
	G5	60	39,393	6,752

Tablo 57. Radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	1592,365	4	398,091	12,415	0,000
Bakı	6,267	1	6,267	0,195	0,659
Yükselti*Bakı	308,193	4	77,048	2,403	0,050
Hata	9298,941	590	32,065		
Toplam	528129,796	600			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
1	120	37,835 a			
5	120	40,184 b			
2	120	41,819 bc			
4	120	43,546 cd			
3	120	44,163 d			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre radyal kesitte Brinell sertlik değeri üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı belirlenmiştir.

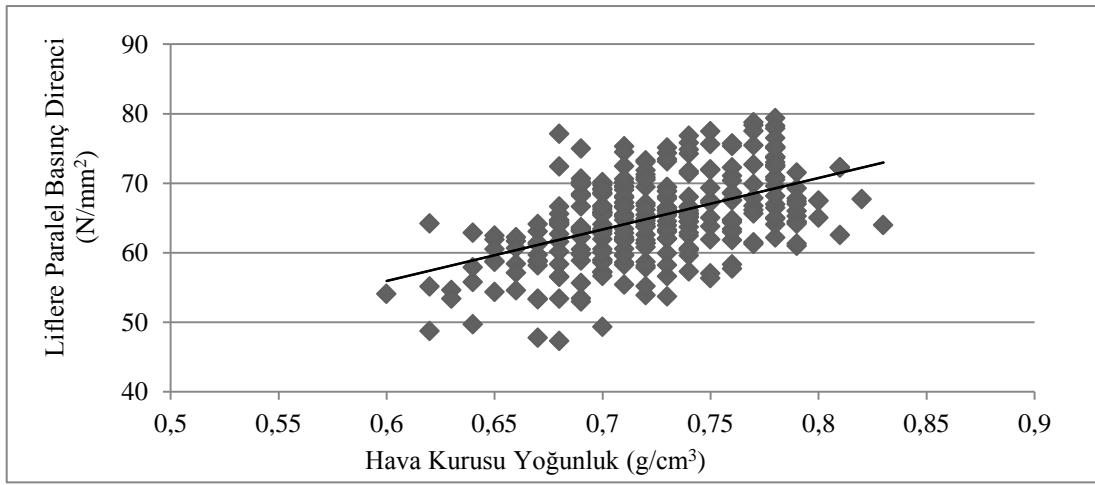
3.2.5. Doğu Kayını Odununun Hava Kurusu Yoğunluk Değerleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki

Sinop yöresinden alınan toplam 20 adet Doğu Kayını ağacının mekanik özellikleri ile her deney sonrası belirlenen hava kurusu yoğunluk değerleri arasındaki ilişki Regresyon analizi yapılarak belirlenmiştir. Regresyon analizi sonuçları Tablo 58’de ve Şekil 29-35’de belirtilmiştir.

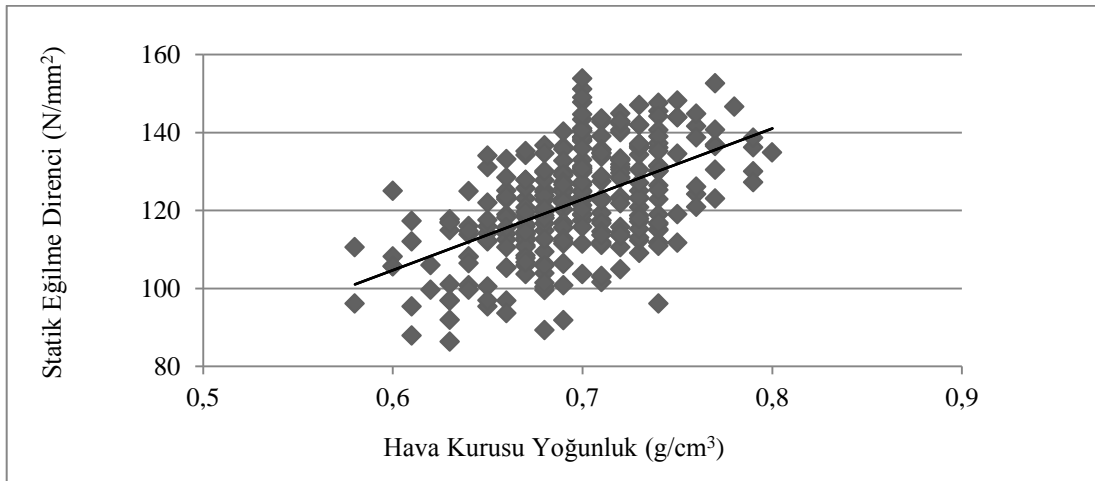
Tablo 58. Regresyon analizi sonuçları

Bağımlı Değişken	Model	R ²	Serbestlik Derecesi	F-Hesap Değeri	Önem Düzeyi	b ₀	b ₁
$\sigma_{B//}$	Doğrusal	0,254	298	101,630	0,000	11,559	74,009
σ_e	Doğrusal	0,285	298	118,530	0,000	-4,556	182,026
E	Doğrusal	0,184	298	67,000	0,000	1817,540	13046,100
σ_{ξ}	Doğrusal	0,233	298	90,290	0,000	-6,257	22,099
H _e	Doğrusal	0,145	298	50,730	0,000	7,206	77,760
H _t	Doğrusal	0,295	298	124,790	0,000	-19,041	71,483
H _r	Doğrusal	0,289	298	121,290	0,000	-20,098	84,521

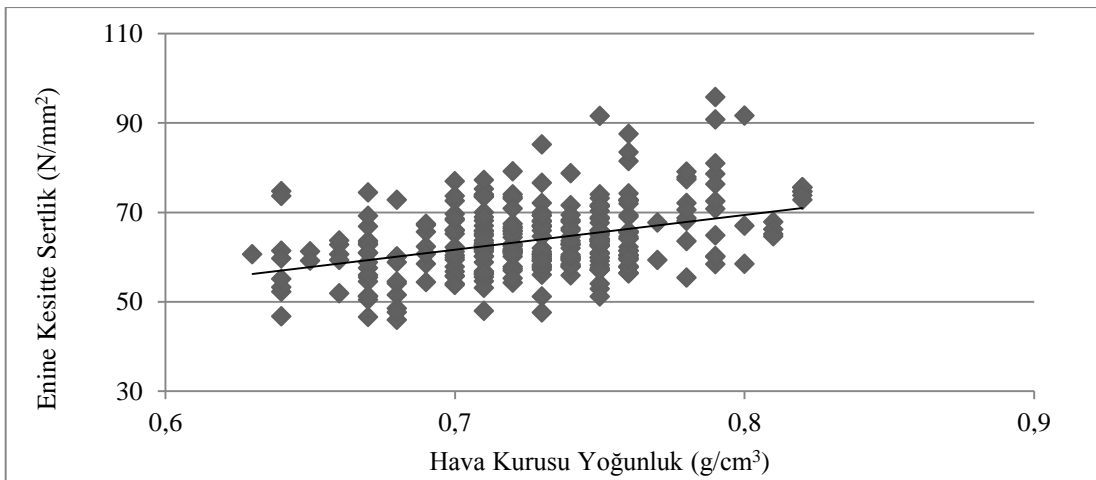
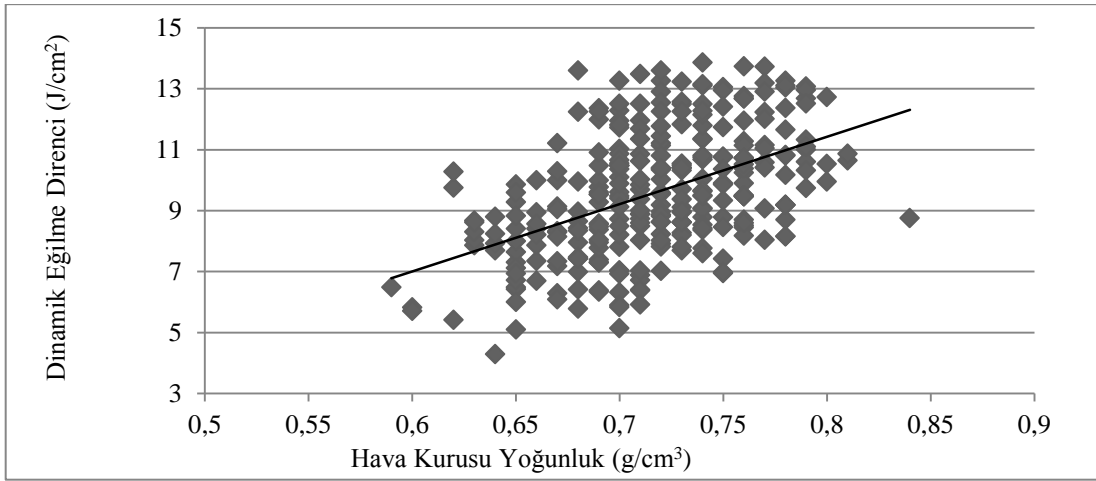
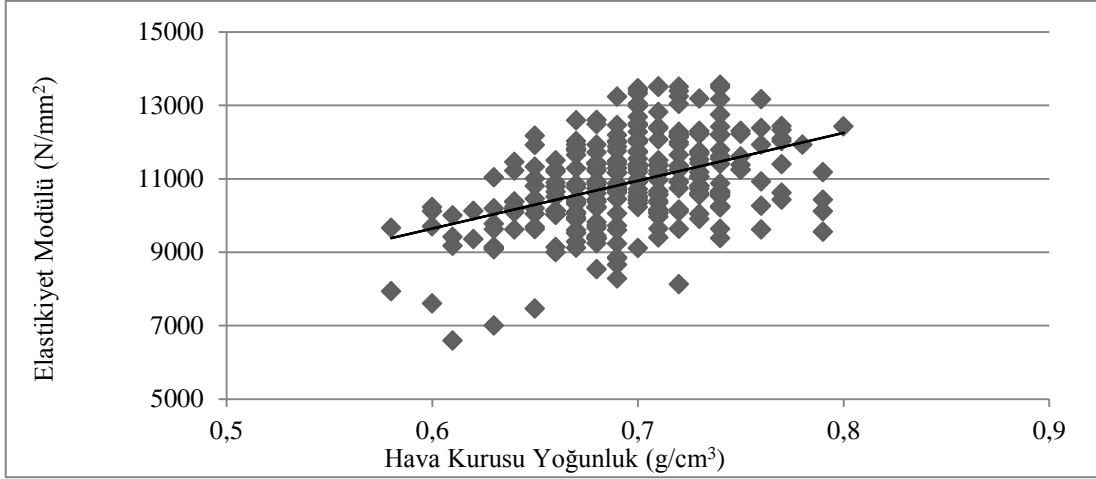
Regresyon analizi sonuçlarına göre Sinop yöresinde yetişen Doğu Kayını ağaç odunlarının hava kuru yoğunluk değerleri ile liflere paralel basınç direnci ($\sigma_{B//}$), statik eğilme direnci (σ_e), statik eğilmede elastikiyet modülü (E), dinamik eğilme (şok) direnci (σ_s), enine kesitte Brinell sertlik (H_e), teğet kesitte Brinell sertlik (H_t) ve radyal kesitte Brinell sertlik (H_r) değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Şekil 29-35’de görüleceği üzere Doğu Kayını odununun hava kuru yoğunluk değeri arttıkça mekanik özellikleri doğrusal olarak artmıştır.

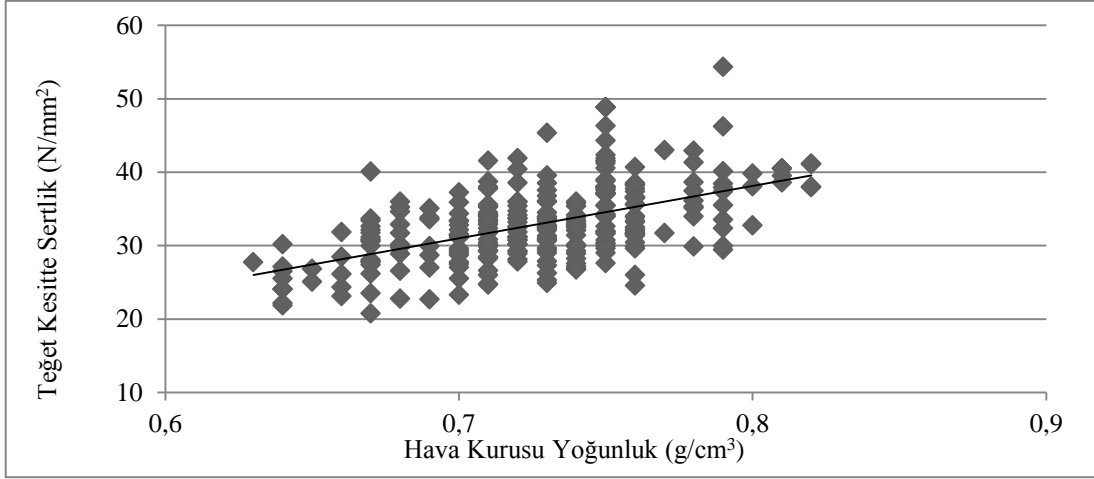


Şekil 29. Liflere paralel basınç direnci ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop)

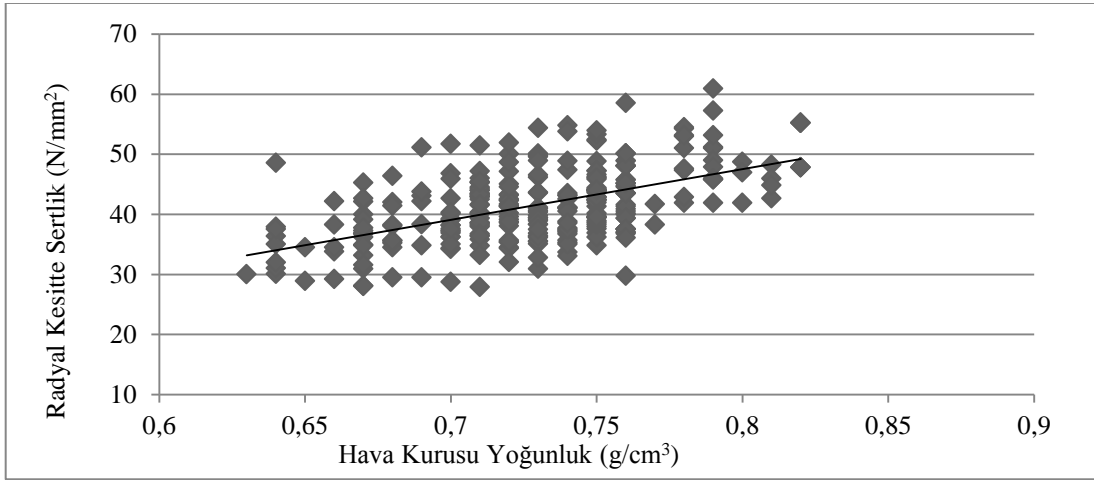


Şekil 30. Statik eğilme direnci ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop)





Şekil 34. Teğet kesitte sertlik değeri ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop)



Şekil 35. Radyal kesitte sertlik değeri ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Sinop)

3.2.6. Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Anatomik ve Makroskobik Özellikleri Arasındaki İlişki

Sinop yöresinin her yükselti basamağından alınan toprak örneklerine ait bulgular Ek Tablo 10-14'de belirtilmiştir (Altun vd., 2012). Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri (yükselti, bakı, toprak özellikleri) ile anatomik ve makroskobik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her bir örnek alana ait ortalama değerler kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 19'da belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları dört bölümde değerlendirilmiştir. Bunlar; toprak özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin anatomik ve makroskobik

özellikler ile ilişkisi, anatomik ve makroskobik özelliklerin yükselti ve bakıyla ilişkisi, anatomik ve makroskobik özelliklerin birbirleri ile olan ilişkisidir.

3.2.6.1. Toprak Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre yükselti ile toprağın fiziksel özelliklerinden ortalama kum oranı ($r=-0,774$, $p<0,01$) negatif yönde; ortalama toz oranı ($r=0,617$, $p<0,01$), ortalama kil oranı ($r=0,675$, $p<0,01$) ve ortalama organik madde oranı ($r=0,485$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Yükselti ile ortalama faydalanılabilir su kapasitesi, ortalama pH değeri, ortalama elektriksel iletkenlik değeri ve ortalama kireç oranı arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir. Bakı ile toprağın kimyasal özelliklerinden ortalama pH değeri ($r=-0,571$, $p<0,01$) negatif yönde ilişki gösterirken diğer özellikler ile bakı arasında ilişkinin olmadığı belirlenmiştir.

3.2.6.2. Toprak Özelliklerinin Odunun Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ortalama kum oranı ile trahe teğet çapı ($r=-0,583$, $p<0,01$) negatif yönde, 1 mm^2 'deki trahe sayısı ($r=0,492$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Ortalama toz oranı ile 1 mm^2 'deki trahe sayısı ($r=-0,611$, $p<0,05$), mültiseri özışını yüksekliği ($r=-0,518$, $p<0,05$) ve trahe hücre uzunluğu ($r=-0,525$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Ortalama kil oranı ile trahe teğet çapı ($r=0,549$, $p<0,05$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Ortalama pH değeri ile trahe radyal çapı ($r=0,596$, $p<0,01$) pozitif yönde; ortalama elektriksel iletkenlik ile mültiseri özışını yüksekliği ($r=-0,461$, $p<0,05$) ve lif uzunluğu ($r=-0,456$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir.

3.2.6.3. Anatomik ve Makroskobik Özelliklerin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre yükselti ile odunun anatomik özelliklerinden trahe teğet çapı ($r=-0,529$, $p<0,05$) negatif yönde, 1 mm^2 'deki trahe sayısı ($r=0,522$, $p<0,05$) pozitif yönde, trahe hücre uzunluğu ($r=-0,547$, $p<0,05$) ve lif uzunluğu ($r=-0,542$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Yükselti ile trahe radyal çapı, 1 mm 'deki özışını sayısı, mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği, lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı

arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir. Bakı ile odunun anatomik özelliklerinden trahe radyal çapı ($r=-0,488$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki gösterirken diğer özelliklerle bakı arasında istatistiksel olarak bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

3.2.6.4. Anatomik ve Makroskopik Özelliklerin Birbirleri ile İlişkisi

Odunun anatomik ve makroskopik özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkilerini belirlemek için gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçlarına göre trahe teğet çapı ile trahe radyal çapı arasında ($r=0,703$, $p<0,01$) pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Lif genişliği ile lif lümen genişliği ($r=0,595$, $p<0,01$) ve lif çeper kalınlığı ($r=0,761$, $p<0,01$) pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. Ayrıca lif lümen genişliği ile lif çeper kalınlığı ($r=-0,680$, $p<0,01$) arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ortalama yıllık halka genişliği ve tekstür ile anatomik özellikler arasındaki ilişkilerin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

3.2.7. Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki

Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri (yükselti, bakı, toprak özellikleri) ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her bir örnek alana ait ortalama değerler kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 20'de belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları üç bölümde değerlendirilmiştir. Bunlar; odunun fiziksel özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin odunun fiziksel özellikleri ile ilişkisi ve odunun fiziksel özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkisidir.

3.2.7.1. Odunun Fiziksel Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre yükselti ile odunun hacimsel genişleme yüzdesi ($r=-0,450$, $p<0,05$) ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=-0,495$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Odunun diğer fiziksel özelliklerinden yoğunluk, hacimyoğunluk, hacimsel daralma yüzdesi, hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdesi, lif doygunluk noktası değerleri ile yükselti arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemsiz

olduğu belirlenmiştir. Bakı ile odunun fiziksel özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

3.2.7.2. Toprak Özelliklerinin Odunun Fiziksel Özellikleri ile İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre toprağın fiziksel özelliklerinden ortalama kum oranı ile en yüksek su miktarı ($r=-0,460$, $p<0,05$) negatif yönde bir ilişki göstermiştir. Ortalama toz oranı ile odunun hava kurusu yoğunluk değeri ($r=-0,529$, $p<0,05$), tam kuru yoğunluk değeri ($r=-0,518$, $p<0,05$), hacim yoğunluk değeri ($r=-0,448$, $p<0,05$), hücre çeper maddesi yüzdesi ($r=-0,483$, $p<0,05$) negatif yönde; odunun hava boşluğu yüzdesi ($r=0,483$, $p<0,05$) ve en yüksek su miktarı ($r=0,615$, $p<0,01$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Toprağın kimyasal özelliklerinden ortalama pH değeri, odunun hücre çeper maddesi yüzdesi ($r=-0,542$, $p<0,05$) ile negatif yönde; odunun hava boşluğu yüzdesi ($r=0,542$, $p<0,05$) ile pozitif yönde ilişki göstermiştir. Ortalama kil oranı, ortalama faydalanılabilir su kapasitesi, ortalama elektriksel iletkenlik değeri, ortalama organik madde ve ortalama kireç oranı ile odunun fiziksel özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

3.2.7.3. Odunun Fiziksel Özelliklerinin Birbirleri ile İlişkisi

Odunun fiziksel özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi incelendiğinde; odunun hava kurusu yoğunluk değeri ile tam kuru yoğunluk değeri ($r=0,976$, $p<0,01$), hacim yoğunluk değeri ($r=0,933$, $p<0,01$) ve hücre çeper maddesi yüzdesi ($r=0,922$, $p<0,01$) pozitif yönde; hava boşluğu yüzdesi ($r=-0,922$, $p<0,01$) ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=-0,894$, $p<0,01$) negatif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca odunun tam kuru yoğunluk değeri ile hacim yoğunluk değeri ($r=0,929$, $p<0,01$) ve hücre çeper maddesi yüzdesi ($r=0,966$, $p<0,01$) pozitif yönde ilişki gösterirken hava boşluğu yüzdesi ($r=-0,966$, $p<0,01$) ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=-0,863$, $p<0,01$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Hacim yoğunluk değeri ile hücre çeper maddesi yüzdesi ($r=0,828$, $p<0,01$) pozitif yönde, hava boşluğu yüzdesi ($r=-0,828$, $p<0,01$) ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=-0,777$, $p<0,01$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Odunun hacimsel daralma yüzdesi ile lif doygunluk noktası değeri ($r=0,567$,

$p<0,01$) arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Odunun hücre çeper maddesi yüzdesi ile hava boşluğu yüzdesi ($r=-1,000$, $p<0,01$) ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=-0,861$, $p<0,01$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Ayrıca odunun hava boşluğu yüzdesi ile içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=0,861$, $p<0,01$) pozitif yönde ilişki göstermiştir.

3.2.8. Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki

Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri (yükselti, bakı, toprak özellikleri) ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her örnek alana ait ortalama değerler kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 21'de belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları üç bölümde değerlendirilmiştir. Bunlar; odunun mekanik özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin odunun mekanik özellikleri ile ilişkisi ve odunun mekanik özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkisidir.

3.2.8.1. Odunun Mekanik Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre; yükselti ile odunun liflere paralel yönde basınç direnci ($r=0,530$, $p<0,05$), statik eğilme direnci ($r=0,495$, $p<0,05$) ve eğilmede elastikiyet modülü ($r=0,662$, $p<0,01$) pozitif yönde; teğet kesitte makaslama direnci ($r=-0,669$, $p<0,01$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Yükselti ile statik kalite değeri, şok direnci, dinamik kalite değeri, radyal kesitte makaslama direnci ve sertlik değerleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Bakı ile enine kesitte sertlik değeri ($r=0,507$, $p<0,05$) pozitif ilişki gösterirken diğer mekanik özellikler ile bakı arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

3.2.8.2. Toprak Özelliklerinin Odunun Mekanik Özellikleri ile İlişkisi

Ortalama kum oranı ile statik eğilme direnci ($r=0,499$, $p<0,05$), teğet kesitte makaslama direnci ($r=0,708$, $p<0,01$) ve teğet kesitte sertlik değeri ($r=0,473$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Ortalama toz oranı ile statik eğilme direnci ($r=-0,479$,

$p<0,05$) ve teğet kesitte makaslama direnci ($r=-0,567$, $p<0,01$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Ortalama kil oranı ile teğet kesitte makaslama direnci ($r=-0,616$, $p<0,01$) negatif yönde; ortalama faydalanılabilir su kapasitesi ile liflere paralel basınç direnci ($r=-0,473$, $p<0,05$) negatif yönde; ortalama pH değeri ile radyal kesitte makaslama direnci ($r=-0,590$, $p<0,01$) ve enine kesitte sertlik değeri ($r=-0,600$, $p<0,01$) negatif yönde; ortalama elektriksel iletkenlik değeri ile teğet kesitte makaslama direnci ($r=-0,513$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir.

3.2.8.3. Odunun Mekanik Özelliklerinin Birbirleri ile İlişkisi

Odunun mekanik özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi incelendiğinde; liflere paralel basınç direnci ile eğilmede elastikiyet modülü ($r=0,550$, $p<0,05$) ve şok direnci ($r=0,478$, $p<0,05$) arasında pozitif; statik eğilme direnci ile enine kesitte sertlik değeri ($r=0,477$, $p<0,05$), teğet kesitte sertlik değeri ($r=0,523$, $p<0,05$) ve radyal kesitte sertlik değeri ($r=0,618$, $p<0,01$) arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Şok direnci ile dinamik kalite değeri ($r=0,678$, $p<0,01$), enine kesitte sertlik değeri ($r=0,687$, $p<0,01$) ve teğet kesitte sertlik değeri ($r=0,466$, $p<0,05$) arasında pozitif bir ilişki; radyal kesitte makaslama direnci ile enine kesitte sertlik değeri ($r=0,649$, $p<0,01$) ve radyal kesitte sertlik değeri ($r=0,493$, $p<0,05$) arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Enine kesitte sertlik değeri ile teğet kesitte sertlik değeri ($r=0,634$, $p<0,01$), radyal kesitte sertlik değeri ($r=0,782$, $p<0,01$) pozitif yönde; teğet kesitte sertlik değeri ile radyal kesitte sertlik değeri ($r=0,820$, $p<0,01$) pozitif yönde ilişki göstermiştir.

3.2.9. Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki

Doğu Kayını'nın anatomik ve makroskobik özellikleri ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her örnek alana ait ortalama değerler kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 22'de belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre; trahe radyal çapı ile tam kuru yoğunluk değeri ($r=-0,492$, $p<0,05$) ve hücre çeper maddesi yüzdesi ($r=-0,581$, $p<0,01$) negatif yönde bir ilişki gösterirken hava boşluğu yüzdesi ($r=0,581$, $p<0,01$) ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=0,510$, $p<0,05$) pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. 1

mm²'deki trahe sayısı ile hacimsel genişleme yüzdesi ($r=0,504$, $p<0,05$) pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. Trahe hücre uzunluğu ile odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=0,545$, $p<0,05$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yıllık halka genişliği ve tekstür oranı ile odunun fiziksel özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

3.2.10. Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskopik Özellikleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki

Doğu Kayını'nın anatomik ve makroskopik özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her örnek alana ait ortalama değerler kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 23'de belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre; trahe radyal çapı ile enine kesitte sertlik değeri ($r=-0,586$, $p<0,01$) ve radyal kesitte sertlik değeri ($r=-0,525$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir. 1 mm'deki özışını sayısı ile teğet kesitte makaslama direnci ($r=0,529$, $p<0,05$) arasında pozitif yönde; mültiseri özışını yüksekliği ile teğet kesitte makaslama direnci ($r=0,662$, $p<0,01$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Trahe hücre uzunluğu ile liflere paralel yönde basınç direnci ($r=-0,546$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Lif lümen genişliği ile statik kalite değeri ($r=-0,486$, $p<0,05$), eğilmede elastikiyet modülü ($r=-0,469$, $p<0,05$), radyal kesitte sertlik değeri ($r=-0,481$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Lif çeper kalınlığı ile statik kalite değeri ($r=0,630$, $p<0,01$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Yıllık halka genişliği ve tekstür oranı ile odunun mekanik özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

3.3. Ayancık Yöresine İlişkin Bulgular

3.3.1. Anatomik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular

3.3.1.1. Trahe Çapları

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun teğet ve radyal yönde trahe çaplarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 59'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin trahe çapları üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları Tablo 60'da belirtilmiştir.

Tablo 59. Trahe çaplarına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Trahe Teğet Çapı (TTÇ, μm)		Trahe Radyal Çapı (TRÇ, μm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	50	46,695	11,603	52,050	11,198
	G1	50	46,338	11,483	51,836	10,408
2 (600-800 m)	K2	50	46,267	10,549	50,979	10,327
	G2	50	44,839	10,798	50,551	9,951
3 (800-1000 m)	K3	50	45,267	10,185	49,980	9,730
	G3	50	43,839	10,747	50,122	11,172
4 (1000-1200 m)	K4	50	43,197	10,458	49,123	11,972
	G4	50	43,125	10,221	49,908	11,392

Tablo 60. Trahe çaplarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
TTÇ	Yükselti	617,618	3	205,873	1,776	0,151
	Bakı	67,421	1	67,421	0,582	0,446
	Yükselti*Bakı	37,852	3	12,617	0,109	0,955
	Hata	45448,823	392	115,941		
	Toplam	854239,667	400			
TRÇ	Yükselti	330,475	3	110,158	0,946	0,419
	Bakı	0,510	1	0,510	0,004	0,947
	Yükselti*Bakı	21,157	3	7,052	0,061	0,980
	Hata	45671,094	392	116,508		
	Toplam	1068914,763	400			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre trahe çapları üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.1.2. Trahe ve Özışını Sayıları

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun bir milimetre karedeki trahe ve bir milimetredeki özışını sayılarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 61'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin trahe ve özışını sayıları üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 62'de belirtilmiştir.

Tablo 61. Trahe ve özışını sayılarına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Trahe Sayısı (TS, adet/mm ²)		Özışını Sayısı (ÖS, adet/mm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	50	107	8,063	6	1,359
	G1	50	99	8,777	6	1,420
2 (600-800 m)	K2	50	109	7,083	6	1,343
	G2	50	102	8,209	6	1,261
3 (800-1000 m)	K3	50	108	9,375	6	1,265
	G3	50	111	9,765	5	1,396
4 (1000-1200 m)	K4	50	119	11,268	5	1,369
	G4	50	109	11,801	6	1,318

Tablo 62. Trahe ve özışını sayılarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
TS	Yükselti	6811,048	3	2270,349	25,612	0,000
	Bakı	3030,502	1	3030,502	34,187	0,000
	Yükselti*Bakı	2691,288	3	897,096	10,120	0,000
	Hata	34748,740	392	88,645		
	Toplam	4704893,000	400			
ÖS	Yükselti	37,980	3	12,660	7,021	0,000
	Bakı	10,890	1	10,890	6,039	0,014
	Yükselti*Bakı	10,250	3	3,417	1,895	0,130
	Hata	706,880	392	1,803		
	Toplam	13762,000	400			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
TS	1	100	103 a			
	2	100	105 a			
	3	100	109 b			
	4	100	114 c			
ÖS	4	100	5 a			
	3	100	5 a			
	1	100	6 b			
	2	100	6 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre 1 mm²'deki trahe sayısı üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu; 1 mm'deki özışını sayısı üzerine yükselti ve bakının etkisi olduğu, yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.1.3. Mültiseri Özışını Yüksekliği ve Genişliği

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 63'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı

etkileşiminin mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 64’de belirtilmiştir.

Tablo 63. Mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Mültiseri Özışını Yüksekliği (MÖY, μm)		Mültiseri Özışını Genişliği (MÖG, μm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	50	539,317	138,002	38,543	9,075
	G1	50	663,352	160,269	44,629	12,013
2 (600-800 m)	K2	50	553,807	127,780	42,421	10,116
	G2	50	677,262	147,270	49,845	13,144
3 (800-1000 m)	K3	50	557,575	141,405	47,237	13,981
	G3	50	679,870	175,323	53,902	13,104
4 (1000-1200 m)	K4	50	627,706	174,014	45,498	13,095
	G4	50	662,482	160,796	40,282	10,262

Tablo 64. Mültiseri özışını yükseklik ve genişlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
MÖY	Yükselti	99957,804	3	33319,268	1,406	0,241
	Bakı	1022934,006	1	1022934,006	43,158	0,000
	Yükselti*Bakı	146846,094	3	48948,698	2,065	0,104
	Hata	9291255,126	392	23702,181		
	Toplam	164406316,860	400			
MÖG	Yükselti	4806,632	3	1602,211	11,187	0,000
	Bakı	1398,573	1	1398,573	9,765	0,002
	Yükselti*Bakı	2696,279	3	898,760	6,275	0,000
	Hata	56144,129	392	143,225		
	Toplam	885703,141	400			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
MÖG	1	100	41,586 a			
	4	100	42,890 ab			
	2	100	46,133 b			
	3	100	50,570 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre mültiseri özışını yüksekliği üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı, bakının etkisi olduğu; mültiseri özışını genişliği üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.1.4. Lif ve Trahe Hücre Uzunlukları

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun lif ve trahe hücre uzunluklarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 65’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin lif ve trahe hücre uzunlukları üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları Tablo 66’da belirtilmiştir.

Tablo 65. Lif ve trahe hücre uzunluklarına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Lif Uzunluğu (LU, μm)		Trahe Hücre Uzunluğu (THU, μm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	50	1266,793	182,217	585,975	113,195
	G1	50	1269,650	234,542	657,556	111,660
2 (600-800 m)	K2	50	1223,367	153,874	583,077	90,398
	G2	50	1232,509	199,532	649,152	84,693
3 (800-1000 m)	K3	50	1263,936	180,928	588,294	62,237
	G3	50	1171,370	199,113	544,244	68,664
4 (1000-1200 m)	K4	50	1163,941	162,624	609,449	74,486
	G4	50	1192,511	225,906	565,689	81,230

Tablo 66. Lif ve trahe hücre uzunluklarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
LU	Yükselti	410267,133	3	136755,711	3,628	0,013
	Bakı	16898,310	1	16898,310	0,448	0,504
	Yükselti*Bakı	220016,772	3	73338,924	1,946	0,122
	Hata	14776726,290	392	37695,730		
	Toplam	613725561,610	400			
THU	Yükselti	200858,330	3	66952,777	8,729	0,000
	Bakı	15528,649	1	15528,649	2,025	0,156
	Yükselti*Bakı	318093,751	3	106031,250	13,824	0,000
	Hata	3006687,421	392	7670,121		
	Toplam	146549210,350	400			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
LU	4	100	1178,226 a			
	3	100	1217,653 ab			
	2	100	1227,938 ab			
	1	100	1268,222 b			
THU	3	100	566,269 a			
	4	100	587,569 a			
	2	100	616,114 b			
	1	100	621,765 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif uzunluğu üzerine yükseltinin etkisi olduğu, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı; trahe hücre uzunluğu üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakımın etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.1.5. Lif Genişliği, Lif Lümen Genişliği ve Lif Çeper Kalınlığı

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 67'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 68'de belirtilmiştir.

Tablo 67. Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Lif Genişliği (LG, μm)		Lif Lümen Genişliği (LLG, μm)		Lif Çeper Kalınlığı (LÇK, μm)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	50	17,564	2,778	5,355	1,803	6,106	1,252
	G1	50	18,349	2,601	5,426	1,940	6,463	1,011
2 (600-800 m)	K2	50	17,207	2,856	5,212	1,797	6,000	1,431
	G2	50	17,850	2,392	5,212	1,797	6,321	1,092
3 (800-1000 m)	K3	50	18,349	2,281	4,855	1,731	6,748	1,156
	G3	50	18,064	2,737	5,069	1,920	6,499	1,287
4 (1000-1200 m)	K4	50	18,064	2,436	5,640	2,174	6,213	1,311
	G4	50	18,278	2,460	5,283	1,940	6,499	1,181

Tablo 68. Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çerper kalınlığı değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
LG	Yükselti	29,154	3	9,718	1,465	0,224
	Bakı	11,502	1	11,502	1,734	0,189
	Yükselti*Bakı	17,429	3	5,810	0,876	0,454
	Hata	2600,214	392	6,633		
	Toplam	131769,521	400			
LLG	Yükselti	14,880	3	4,960	1,385	0,247
	Bakı	0,032	1	0,032	0,009	0,925
	Yükselti*Bakı	4,429	3	1,476	0,412	0,744
	Hata	1404,233	392	3,582		
	Toplam	12477,257	400			
LÇK	Yükselti	11,511	3	3,837	2,569	0,054
	Bakı	3,183	1	3,183	2,131	0,145
	Yükselti*Bakı	6,165	3	2,055	1,376	0,250
	Hata	585,395	392	1,493		
	Toplam	16768,544	400			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çerper kalınlığı üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.2. Makroskobik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular

3.3.2.1. Yıllık Halka Genişliği

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun yıllık halka genişliği değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 69'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin yıllık halka genişliği üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 70'de belirtilmiştir.

Tablo 69. Yıllık halka genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	Yıllık Halka Sayısı	Yıllık Halka Genişliği (mm)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	160	2,137	1,014
	G1	132	2,153	0,860
2 (600-800 m)	K2	116	2,099	0,793
	G2	142	1,747	0,583
3 (800-1000 m)	K3	153	2,187	0,860
	G3	156	1,898	0,830
4 (1000-1200 m)	K4	202	1,428	0,613
	G4	193	1,678	0,606

Tablo 70. Yıllık halka genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	71,111	3	23,704	39,574	0,000
Bakı	2,677	1	2,677	4,470	0,035
Yükselti*Bakı	19,417	3	6,472	10,806	0,000
Hata	746,324	1246	0,599		
Toplam	5284,974	1254			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Yıllık Halka Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
4	395	1,550 a			
2	258	1,905 b			
3	309	2,041 c			
1	292	2,144 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yıllık halka genişliği üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.2.2. İlkbahar Odunu Genişliği

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun ilkbahar odunu genişliğine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 71’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin ilkbahar odunu genişliği üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 72’de belirtilmiştir.

Tablo 71. İlkbahar odunu genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	Yıllık Halka Sayısı	İlkbahar Odunu Genişliği (mm)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	160	1,210	0,585
	G1	132	1,360	0,584
2 (600-800 m)	K2	116	1,377	0,592
	G2	142	1,116	0,407
3 (800-1000 m)	K3	153	1,491	0,740
	G3	156	1,176	0,534
4 (1000-1200 m)	K4	202	0,918	0,444
	G4	193	1,021	0,373

Tablo 72. İlkbahar odunu genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	28,974	3	9,658	33,698	0,000
Bakı	1,989	1	1,989	6,940	0,009
Yükselti*Bakı	13,368	3	4,456	15,547	0,000
Hata	357,109	1246	0,287		
Toplam	2160,436	1254			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Yıllık Halka Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
4	395	0,968 a			
2	258	1,233 b			
1	292	1,278 bc			
3	309	1,332 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre ilkbahar odunu genişliği üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.2.3. Yaz Odunu Genişliği

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun yaz odunu genişliğine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 73'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin yaz odunu genişliği üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 74'de belirtilmiştir.

Tablo 73. Yaz odunu genişliğine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	Yıllık Halka Sayısı	Yaz Odunu Genişliği (mm)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	160	0,927	0,474
	G1	132	0,792	0,329
2 (600-800 m)	K2	116	0,722	0,280
	G2	142	0,631	0,225
3 (800-1000 m)	K3	153	0,696	0,214
	G3	156	0,722	0,345
4 (1000-1200 m)	K4	202	0,509	0,220
	G4	193	0,657	0,277

Tablo 74. Yaz odunu genişliğine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	12,919	3	4,306	46,135	0,000
Bakı	0,051	1	0,051	0,546	0,460
Yükselti*Bakı	4,052	3	1,351	14,470	0,000
Hata	116,304	1246	0,093		
Toplam	745,550	1254			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Yıllık Halka Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
4	395	0,582 a			
2	258	0,671 b			
3	309	0,709 b			
1	292	0,866 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yaz odunu genişliği üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.2.4. Yaz Odunu Katılım Oranı (Tekstür)

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun yaz odunu katılım oranına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 75’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin yaz odunu genişliği üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 76’da belirtilmiştir.

Tablo 75. Yaz odunu katılım oranına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	Yıllık Halka Sayısı	Yaz Odunu Katılım Oranı (%)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	160	43,354	6,328
	G1	132	37,310	6,647
2 (600-800 m)	K2	116	35,447	8,882
	G2	142	36,520	6,012
3 (800-1000 m)	K3	153	33,915	9,577
	G3	156	38,255	6,359
4 (1000-1200 m)	K4	202	36,463	7,316
	G4	193	39,034	6,678

Tablo 76. Yaz odunu katılım oranına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	3544,212	3	1181,404	22,350	0,000
Bakı	71,554	1	71,554	1,354	0,245
Yükselti*Bakı	4667,949	3	1555,983	29,437	0,000
Hata	65861,556	1246	52,858		
Toplam	1852441,421	1254			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Yıllık Halka Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
2	258	36,038 a			
3	309	36,106 a			
4	395	37,719 b			
1	292	40,622 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yaz odunu katılım oranı üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.3. Fiziksel Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular

3.3.3.1. Yoğunluk Değerleri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun yoğunluk değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 77’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin yoğunluk değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 78’de belirtilmiştir.

Tablo 77. Yoğunluk değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Hava Kuru Yoğunluk (D_{12} , g/cm ³)		Tam Kuru Yoğunluk (D_0 , g/cm ³)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	0,753	0,024	0,726	0,026
	G1	60	0,727	0,021	0,704	0,024
2 (600-800 m)	K2	60	0,750	0,032	0,727	0,030
	G2	60	0,733	0,017	0,720	0,017
3 (800-1000 m)	K3	60	0,740	0,029	0,708	0,028
	G3	60	0,695	0,034	0,667	0,034
4 (1000-1200 m)	K4	60	0,718	0,039	0,694	0,039
	G4	60	0,697	0,017	0,668	0,019

Tablo 78. Yoğunluk değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
D ₀	Yükselti	0,078	3	0,026	31,839	0,000
	Bakı	0,034	1	0,034	41,930	0,000
	Yükselti*Bakı	0,009	3	0,003	3,528	0,016
	Hata	0,189	472	0,001		
	Toplam	118,694	480			
D ₁₂	Yükselti	0,051	3	0,017	21,306	0,000
	Bakı	0,044	1	0,044	55,192	0,000
	Yükselti*Bakı	0,007	3	0,002	2,803	0,041
	Hata	0,184	472	0,001		
	Toplam	127,103	480			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
D ₁₂	4	120	0,707 a			
	3	120	0,717 a			
	1	120	0,740 b			
	2	120	0,741 b			
D ₀	4	120	0,681 a			
	3	120	0,688 a			
	1	120	0,715 b			
	2	120	0,724 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri üzerine denizden yükseklik, bakı ve bu iki faktörün karşılıklı etkileşimlerinin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.3.2. Hacim Yoğunluk Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun hacim yoğunluk değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 79'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin hacim yoğunluk değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 80'de belirtilmiştir.

Tablo 79. Hacim yoğunluk değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Hacim Yoğunluk (g/cm ³)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	0,601	0,019
	G1	60	0,579	0,014
2 (600-800 m)	K2	60	0,595	0,027
	G2	60	0,585	0,014
3 (800-1000 m)	K3	60	0,587	0,018
	G3	60	0,554	0,024
4 (1000-1200 m)	K4	60	0,572	0,024
	G4	60	0,561	0,015

Tablo 80. Hacim yoğunluk değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	0,029	3	0,010	22,789	0,000
Bakı	0,022	1	0,022	53,360	0,000
Yükselti*Bakı	0,005	3	0,002	4,341	0,005
Hata	0,098	472	0,000		
Toplam	80,751	480			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
4	120	0,566 a			
3	120	0,570 a			
2	120	0,590 b			
1	120	0,590 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre hacim yoğunluk değeri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.3.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Yüzdeleri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 81'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin bu değerler üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 82'de belirtilmiştir.

Tablo 81. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelere ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Hücre Çeperi Maddesi Yüzdesi (K, %)		Hava Boşluğu Yüzdesi (P, %)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	48,435	1,726	51,564	1,726
	G1	60	47,055	1,652	52,944	1,652
2 (600-800 m)	K2	60	48,475	2,009	51,524	2,009
	G2	60	48,057	1,175	51,942	1,175
3 (800-1000 m)	K3	60	47,265	1,906	52,734	1,906
	G3	60	44,506	2,225	55,493	2,225
4 (1000-1200 m)	K4	60	46,247	2,570	53,752	2,570
	G4	60	44,618	1,252	55,381	1,252

Tablo 82. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelere ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
K	Yükselti	344,687	3	114,896	32,957	0,000
	Bakı	143,517	1	143,517	41,167	0,000
	Yükselti*Bakı	41,665	3	13,888	3,984	0,009
	Hata	808,797	472	3,486		
	Toplam	527729,503	480			
P	Yükselti	344,687	3	114,896	32,957	0,000
	Bakı	143,517	1	143,517	41,167	0,000
	Yükselti*Bakı	41,665	3	13,888	3,984	0,009
	Hata	808,797	472	3,486		
	Toplam	679763,303	480			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları						
	Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
K	4	120	45,432 a			
	3	120	45,886 a			
	1	120	47,745 b			
	2	120	48,266 b			
P	2	120	51,733 a			
	1	120	52,254 a			
	3	120	54,114 b			
	4	120	54,567 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelere üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.3.4. Daralma ve Genişleme Yüzdeleri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun daralma ve genişleme yüzdelerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 83'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin daralma ve genişleme yüzdeleri üzerine etkisinin araştırıldığı Çoğul Varyans Analizi sonuçları Tablo 84'de belirtilmiştir.

Tablo 83. Daralma ve genişleme yüzdelerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Darlalma ve Genişleme Yüzdeleri (%)							
			Teğet Yönde Daralma (β_t)		Radyal Yönde Daralma (β_r)		Lifler Yönünde Daralma (β_l)		Hacimsel Daralma (β_v)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	11,361	0,435	5,322	0,588	0,318	0,055	17,003	0,890
	G1	60	11,703	1,254	5,056	0,330	0,287	0,058	17,050	1,381
2 (600-800 m)	K2	60	11,534	1,194	5,429	0,616	0,306	0,052	17,269	1,746
	G2	60	10,935	0,800	5,020	0,798	0,288	0,036	16,242	1,575
3 (800-1000 m)	K3	60	10,595	0,928	4,794	0,302	0,271	0,057	15,696	1,137
	G3	60	11,151	0,636	4,956	0,323	0,287	0,041	16,398	0,921
4 (1000-1200 m)	K4	60	10,286	0,934	5,268	0,853	0,304	0,036	15,826	0,538
	G4	60	9,167	1,225	4,525	0,430	0,286	0,034	13,978	1,268
Yükselti Basamakları	Grup	N	Teğet Yönde Genişleme (α_t)		Radyal Yönde Genişleme (α_r)		Lifler Yönünde Genişleme (α_l)		Hacimsel Genişleme (α_v)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
			1 (400-600 m)	K1	60	14,002	0,641	5,888	0,571	0,318
G1	60	14,368		0,739	5,618	0,908	0,293	0,097	20,030	0,858
2 (600-800 m)	K2	60	14,137	1,498	5,753	0,618	0,295	0,042	20,319	1,992
	G2	60	14,267	1,663	5,496	0,344	0,281	0,072	20,166	2,546
3 (800-1000 m)	K3	60	13,945	0,676	5,748	0,657	0,217	0,100	20,015	0,982
	G3	60	14,190	1,018	5,451	0,319	0,251	0,082	19,979	1,017
4 (1000-1200 m)	K4	60	12,813	1,309	5,098	0,345	0,286	0,055	18,131	1,469
	G4	60	13,821	0,661	5,517	0,337	0,211	0,081	19,589	0,934

Tablo 84. Daralma ve genişleme yüzdelerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
β_t	Yükselti	112,488	3	37,496	40,139	0,000
	Bakı	2,528	1	2,528	2,706	0,101
	Yükselti*Bakı	28,033	3	9,344	10,003	0,000
	Hata	216,726	472	0,934		
	Toplam	28570,008	480			
β_r	Yükselti	6,240	3	2,080	6,439	0,000
	Bakı	5,903	1	5,903	18,277	0,000
	Yükselti*Bakı	6,333	3	2,111	6,535	0,000
	Hata	74,935	472	0,323		
	Toplam	6205,731	480			
β_l	Yükselti	0,018	3	0,006	2,721	0,045
	Bakı	0,010	1	0,010	4,213	0,041
	Yükselti*Bakı	0,018	3	0,006	2,678	0,048
	Hata	0,523	472	0,002		
	Toplam	21,285	480			
β_v	Yükselti	161,868	3	53,956	35,166	0,000
	Bakı	16,944	1	16,944	11,044	0,001
	Yükselti*Bakı	57,522	3	19,174	12,497	0,000
	Hata	355,961	472	1,534		
	Toplam	63447,392	480			
α_t	Yükselti	31,971	3	10,657	8,866	0,000
	Bakı	11,471	1	11,471	9,544	0,002
	Yükselti*Bakı	6,933	3	2,311	1,923	0,127
	Hata	278,860	472	1,202		
	Toplam	46987,812	480			
α_r	Yükselti	6,361	3	2,120	7,003	0,000
	Bakı	0,617	1	0,617	2,038	0,155
	Yükselti*Bakı	5,422	3	1,807	5,969	0,001
	Hata	70,245	472	0,303		
	Toplam	7532,297	480			
α_l	Yükselti	0,201	3	0,067	10,986	0,000
	Bakı	0,025	1	0,025	4,066	0,045
	Yükselti*Bakı	0,091	3	0,030	4,952	0,002
	Hata	1,416	472	0,006		
	Toplam	19,163	480			
α_v	Yükselti	70,263	3	23,421	10,729	0,000
	Bakı	6,001	1	6,001	2,749	0,099
	Yükselti*Bakı	26,253	3	8,751	4,009	0,008
	Hata	506,445	472	2,183		
	Toplam	94539,833	480			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre; radyal yönde, lifler yönünde ve hacimsel daralma yüzdeleri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu; teğet

yönde daralma yüzdesi üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı; lifler yönünde genişleme yüzdesi üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu; radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdeleri üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı; teğet yönde genişleme yüzdesi üzerine yükselti ve bakının etkisi olduğu, yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir. Daralma ve genişleme yüzdelerinin yükselti basamaklarına göre değişimini belirten Duncan homojenlik grupları Tablo 85’de belirtilmiştir.

Tablo 85. Daralma ve genişleme yüzdelere ait Duncan homojenlik grupları

	Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Duncan Homojenlik Grupları
β_t	4	120	9,727 a
	3	120	10,873 b
	2	120	11,234 c
	1	120	11,532 c
β_r	3	120	4,875 a
	4	120	4,896 a
	1	120	5,189 b
	2	120	5,224 b
β_l	3	120	0,279 a
	4	120	0,295 ab
	2	120	0,297 b
	1	120	0,302 b
β_v	4	120	14,902 a
	3	120	16,047 b
	2	120	16,755 c
	1	120	17,026 c
α_t	4	120	13,317 a
	3	120	14,067 b
	1	120	14,185 b
	2	120	14,202 b
α_r	4	120	5,308 a
	3	120	5,599 b
	2	120	5,624 b
	1	120	5,753 b
α_l	3	120	0,234 a
	4	120	0,248 a
	2	120	0,288 b
	1	120	0,306 b
α_v	4	120	18,860 a
	3	120	19,997 b
	1	120	20,032 b
	2	120	20,242 b

3.3.3.5. Lif Doğunluk Noktası Rutubeti

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun lif doğunluk noktası rutubet değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 86’da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin lif doğunluk noktası rutubet değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 87’de belirtilmiştir.

Tablo 86. Lif doğunluk noktası rutubet değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Lif Doğunluk Noktası Rutubet Değeri (%)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	30,170	2,349
	G1	60	28,944	2,791
2 (600-800 m)	K2	60	28,252	1,309
	G2	60	29,426	2,042
3 (800-1000 m)	K3	60	26,752	1,851
	G3	60	29,641	1,466
4 (1000-1200 m)	K4	60	26,645	1,335
	G4	60	23,909	2,220

Tablo 87. Lif doğunluk noktası rutubet değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	634,591	3	211,530	53,731	0,000
Bakı	0,038	1	0,038	0,010	0,922
Yükselti*Bakı	280,660	3	93,553	23,764	0,000
Hata	913,341	472	3,937		
Toplam	189555,551	480			
Yükselti Basamaklarına Göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
4	120	25,277 a			
3	120	28,196 b			
2	120	28,839 b			
1	120	29,557 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif doğunluk noktası rutubet değerleri üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.3.6. Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 88'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve bu değerlerin yükselti basamaklarına göre değişimini gösteren Duncan homojenlik grupları Tablo 89'da belirtilmiştir.

Tablo 88. En yüksek su miktarına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Oduğun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı (%)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	99,393	4,813
	G1	60	104,608	4,502
2 (600-800 m)	K2	60	97,738	6,945
	G2	60	96,047	4,363
3 (800-1000 m)	K3	60	101,353	5,889
	G3	60	113,129	8,157
4 (1000-1200 m)	K4	60	108,094	7,235
	G4	60	111,806	5,519

Tablo 89. En yüksek su miktarına ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	6025,134	3	2008,378	54,509	0,000
Bakı	1355,527	1	1355,527	36,790	0,000
Yükselti*Bakı	1382,263	3	460,754	12,505	0,000
Hata	8547,946	472	36,845		
Toplam	2614220,100	480			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
2	120	96,893 a			
1	120	102,000 b			
3	120	107,241 c			
4	120	109,950 d			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı değerleri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.4. Mekanik Özelliklere İlişkin İstatistiksel Bulgular

3.3.4.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri

3.3.4.1.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun liflere paralel yönde basınç direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 90'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin liflere paralel yönde basınç direnci değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 91'de belirtilmiştir.

Tablo 90. Liflere paralel basınç direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	64,963	6,518
	G1	60	62,088	3,170
2 (600-800 m)	K2	60	68,169	3,171
	G2	60	61,967	2,449
3 (800-1000 m)	K3	60	60,766	3,740
	G3	60	57,541	5,242
4 (1000-1200 m)	K4	60	56,176	7,232
	G4	60	56,498	5,247

Tablo 91. Liflere paralel basınç direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	2884,470	3	961,490	40,501	0,000
Bakı	538,202	1	538,202	22,671	0,000
Yükselti*Bakı	320,348	3	106,783	4,498	0,004
Hata	5507,651	472	23,740		
Toplam	902912,979	480			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
4	120	56,337 a			
3	120	59,153 b			
1	120	63,525 c			
2	120	65,068 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre liflere paralel basınç direnci üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.4.1.2. Statik Kalite Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun statik kalite değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 92’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin statik kalite değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen oğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre belirlenen Duncan homojenlik grupları Tablo 93’de belirtilmiştir.

Tablo 92. Statik kalite değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Statik Kalite Değeri (km)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	8,796	0,364
	G1	60	7,660	0,352
2 (600-800 m)	K2	60	8,526	0,688
	G2	60	8,108	0,459
3 (800-1000 m)	K3	60	8,303	0,719
	G3	60	8,018	0,636
4 (1000-1200 m)	K4	60	7,875	0,646
	G4	60	7,978	0,695

Tablo 93. Statik kalite değerlerine ait oğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	5,027	3	1,676	4,845	0,003
Bakı	11,301	1	11,301	32,678	0,000
Yükselti*Bakı	12,068	3	4,023	11,632	0,000
Hata	80,235	472	0,346		
Toplam	16082,974	480			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
4	120	7,927 a			
3	120	8,160 b			
1	120	8,228 b			
2	120	8,317 b			

oğul varyans analizi sonuçlarına göre statik kalite değerleri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.4.2. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri

3.3.4.2.1. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun dinamik eğilme (şok) direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 94’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin dinamik eğilme (şok) direnci değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 95’de belirtilmiştir.

Tablo 94. Dinamik eğilme (şok) direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci (J/cm ²)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	11,431	1,811
	G1	60	13,901	1,050
2 (600-800 m)	K2	60	11,486	0,925
	G2	60	14,241	0,891
3 (800-1000 m)	K3	60	11,177	0,855
	G3	60	13,364	1,404
4 (1000-1200 m)	K4	60	12,355	0,963
	G4	60	14,253	1,492

Tablo 95. Dinamik eğilme (şok) direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	33,213	3	11,071	7,443	0,000
Bakı	325,059	1	325,059	218,541	0,000
Yükselti*Bakı	6,122	3	2,041	1,372	0,252
Hata	345,078	472	1,487		
Toplam	39886,054	480			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
3	120	12,271 a			
1	120	12,666 ab			
2	120	12,863 b			
4	120	13,304 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre dinamik eğilme direnci üzerine yükselti ve bakının etkisi olduğu, yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.4.2.2. Dinamik Kalite Değeri

Doğu Kaymı (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun dinamik kalite değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 96’da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin dinamik kalite değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 97’de belirtilmiştir.

Tablo 96. Dinamik kalite değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Dinamik Kalite Değeri	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	1,969	0,306
	G1	60	2,389	0,297
2 (600-800 m)	K2	60	1,911	0,121
	G2	60	2,204	0,148
3 (800-1000 m)	K3	60	2,039	0,252
	G3	60	2,585	0,277
4 (1000-1200 m)	K4	60	2,366	0,276
	G4	60	2,731	0,371

Tablo 97. Dinamik kalite değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	7,966	3	2,655	36,921	0,000
Bakı	9,894	1	9,894	137,579	0,000
Yükselti*Bakı	0,518	3	0,173	2,399	0,069
Hata	16,685	472	0,072		
Toplam	1276,712	480			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
2	120	2,057 a			
1	120	2,179 b			
3	120	2,312 c			
4	120	2,548 d			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre dinamik kalite değerleri üzerine yükselti ve bakının etkisi olduğu, yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.4.3. Statik Eğilme Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun statik eğilme direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 98’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin eğilme direnci değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve yükselti basamaklarına göre Duncan homojenlik grupları Tablo 99’da belirtilmiştir.

Tablo 98. Statik eğilme direnci değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Statik Eğilme Direnci (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	134,717	8,519
	G1	60	132,355	7,994
2 (600-800 m)	K2	60	137,116	6,636
	G2	60	135,168	5,886
3 (800-1000 m)	K3	60	130,595	8,841
	G3	60	123,551	7,865
4 (1000-1200 m)	K4	60	133,378	7,616
	G4	60	125,647	9,974

Tablo 99. Statik eğilme direnci değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	2953,654	3	984,551	15,362	0,000
Bakı	1365,999	1	1365,999	21,313	0,000
Yükselti*Bakı	415,467	3	138,489	2,161	0,093
Hata	14869,355	472	64,092		
Toplam	4173924,334	480			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
3	120	127,073 a			
4	120	129,512 a			
1	120	133,536 b			
2	120	136,142 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre statik eğilme direnci üzerine yükselti ve bakının etkisi olduğu, yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.4.4. Statik Eğilmede Elastikiyet Modülü

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun statik eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 100'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 101'de belirtilmiştir.

Tablo 100. Statik eğilmede elastikiyet modülüne ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	12041,594	848,529
	G1	60	11199,130	984,647
2 (600-800 m)	K2	60	12190,945	706,362
	G2	60	11429,302	740,996
3 (800-1000 m)	K3	60	10647,352	853,528
	G3	60	10916,634	758,651
4 (1000-1200 m)	K4	60	11388,017	765,063
	G4	60	10705,412	561,845

Tablo 101. Eğilmede elastikiyet modülüne ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	41667993,79	3	13889331,26	22,481	0,000
Bakı	15262604,03	1	15262604,03	24,704	0,000
Yükselti*Bakı	12162034,62	3	4054011,543	6,562	0,000
Hata	143335754,96	472	617826,530		
Toplam	30938349125,67	480			
Yükselti basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
3	120	10781,99 a			
4	120	11046,72 a			
1	120	11620,36 b			
2	120	11810,12 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre elastikiyet modülü üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.4.5. Makaslama Direnci

3.3.4.5.1. Teğet Kesitte Makaslama Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun teğet kesitte makaslama direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 102’de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin teğet kesitte makaslama direnci değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 103’de belirtilmiştir.

Tablo 102. Teğet kesitte makaslama direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Teğet Kesitte Makaslama Direnci (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	10,858	0,608
	G1	60	10,490	0,737
2 (600-800 m)	K2	60	10,220	0,449
	G2	60	10,549	0,541
3 (800-1000 m)	K3	60	10,025	0,465
	G3	60	10,232	1,098
4 (1000-1200 m)	K4	60	10,312	1,051
	G4	60	9,599	0,351

Tablo 103. Teğet kesitte makaslama direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	17,641	3	5,880	11,582	0,000
Bakı	1,111	1	1,111	2,188	0,140
Yükselti*Bakı	10,814	3	3,605	7,099	0,000
Hata	117,795	472	0,508		
Toplam	25539,998	480			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
4	120	9,956 a			
3	120	10,129 ab			
2	120	10,385 b			
1	120	10,674 c			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre teğet kesitte makaslama direnci üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.4.5.2. Radyal Kesitte Makaslama Direnci

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun radyal kesitte makaslama direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 104'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin radyal kesitte makaslama direnci üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 105'de belirtilmiştir.

Tablo 104. Radyal kesitte makaslama direncine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Radyal Kesitte Makaslama Direnci (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	8,426	0,668
	G1	60	9,461	1,100
2 (600-800 m)	K2	60	8,526	0,288
	G2	60	8,437	0,304
3 (800-1000 m)	K3	60	8,642	0,663
	G3	60	8,214	0,581
4 (1000-1200 m)	K4	60	8,817	1,354
	G4	60	8,333	0,585

Tablo 105. Radyal kesitte makaslama direncine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	9,721	3	3,240	5,413	0,001
Bakı	0,005	1	0,005	0,008	0,931
Yükselti*Bakı	22,432	3	7,477	12,490	0,000
Hata	138,892	472	0,599		
Toplam	17951,734	480			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik grupları			
3	120	8,428 a			
2	120	8,482 a			
4	120	8,575 a			
1	120	8,943 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre radyal kesitte makaslama direnci üzerine yükselti ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu, bakının etkisi olmadığı belirlenmiştir.

3.3.4.6. Brinell Sertlik Değerleri

3.3.4.6.1. Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 106'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin enine kesitte Brinell sertlik değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 107'de belirtilmiştir.

Tablo 106. Enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	73,364	7,003
	G1	60	56,790	5,761
2 (600-800 m)	K2	60	67,880	5,532
	G2	60	61,144	7,654
3 (800-1000 m)	K3	60	70,105	5,068
	G3	60	64,879	6,442
4 (1000-1200 m)	K4	60	73,917	6,848
	G4	60	54,301	4,394

Tablo 107. Enine kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları ve Duncan homojenlik grupları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	413,655	3	137,885	3,618	0,014
Bakı	8694,927	1	8694,927	228,173	0,000
Yükselti*Bakı	2287,944	3	762,648	20,014	0,000
Hata	8840,743	472	38,107		
Toplam	1043549,652	480			
Yükselti Basamaklarına göre Duncan Homojenlik Grupları					
Yükselti Basamakları	Örnek Sayısı	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları			
4	120	64,109 a			
2	120	64,512 a			
1	120	65,077 a			
3	120	67,492 b			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre enine kesitte Brinell sertlik değeri üzerine yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.4.6.2. Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 108'de; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin teğet kesitte Brinell sertlik değerleri üzerine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları Tablo 109'da belirtilmiştir.

Tablo 108. Teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	40,395	5,056
	G1	60	30,815	3,264
2 (600-800 m)	K2	60	41,056	5,217
	G2	60	30,084	3,029
3 (800-1000 m)	K3	60	36,262	4,052
	G3	60	32,160	2,725
4 (1000-1200 m)	K4	60	37,238	4,335
	G4	60	33,907	5,961

Tablo 109. Teğet kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	84,691	3	28,230	1,497	0,216
Bakı	2936,991	1	2936,991	155,787	0,000
Yükselti*Bakı	664,448	3	221,483	11,748	0,000
Hata	4373,817	472	18,853		
Toplam	306105,066	480			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre teğet kesitte Brinell sertlik değeri üzerine yükseltinin etkisi olmadığı, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.4.6.3. Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 110'da; yükselti, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin radyal kesitte Brinell sertlik değerleri üzerine etkisi olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi sonuçları Tablo 111'de belirtilmiştir.

Tablo 110. Radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Yükselti Basamakları	Grup	N	Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri (N/mm ²)	
			\bar{x}	s
1 (400-600 m)	K1	60	46,906	4,918
	G1	60	36,540	3,537
2 (600-800 m)	K2	60	47,523	5,736
	G2	60	36,433	3,173
3 (800-1000 m)	K3	60	42,156	5,784
	G3	60	38,222	3,433
4 (1000-1200 m)	K4	60	42,979	4,502
	G4	60	39,137	5,612

Tablo 111. Radyal kesitte Brinell sertlik değerlerine ait Çoğul Varyans Analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Yükselti	114,923	3	38,308	1,734	0,161
Bakı	3204,485	1	3204,485	145,080	0,000
Yükselti*Bakı	705,680	3	235,227	10,650	0,000
Hata	5124,343	472	22,088		
Toplam	417269,545	480			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre radyal kesitte Brinell sertlik değeri üzerine yükseltinin etkisi olmadığı, bakı ve yükselti-bakı etkileşiminin etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.3.5. Doğu Kayını Odununun Hava Kuru Yoğunluk Değerleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki

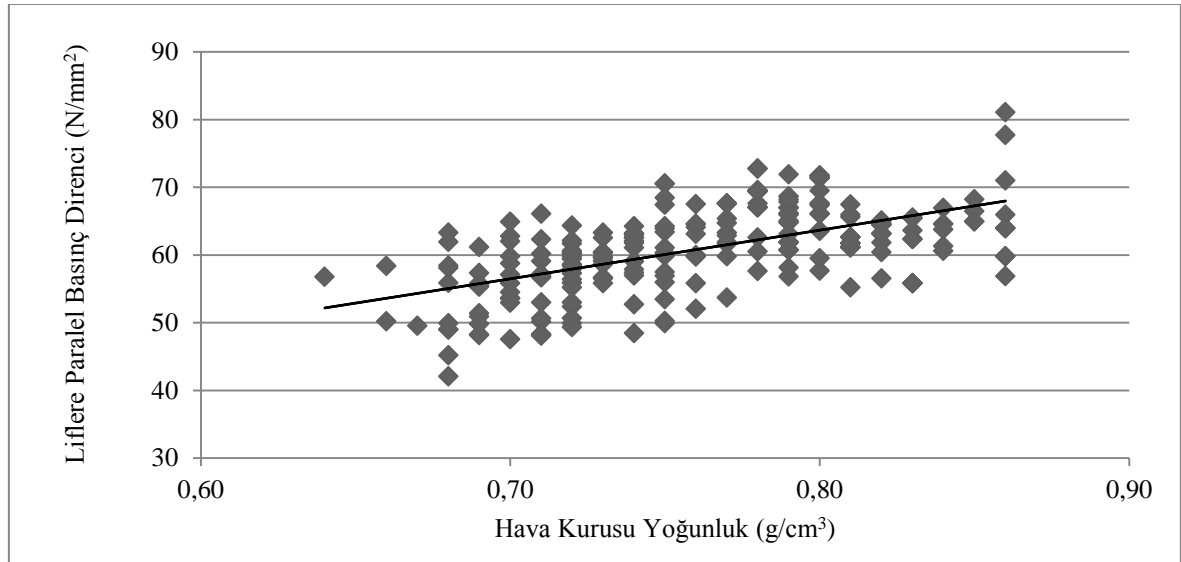
Ayancık yöresinden alınan toplam 16 adet Doğu Kayını ağacının mekanik özellikleri ile her deney sonrası belirlenen hava kuru yoğunluk değerleri arasındaki ilişki Regresyon

analizi yapılarak belirlenmiştir. Regresyon analizi sonuçları Tablo 112’de ve Şekil 36-42’de belirtilmiştir.

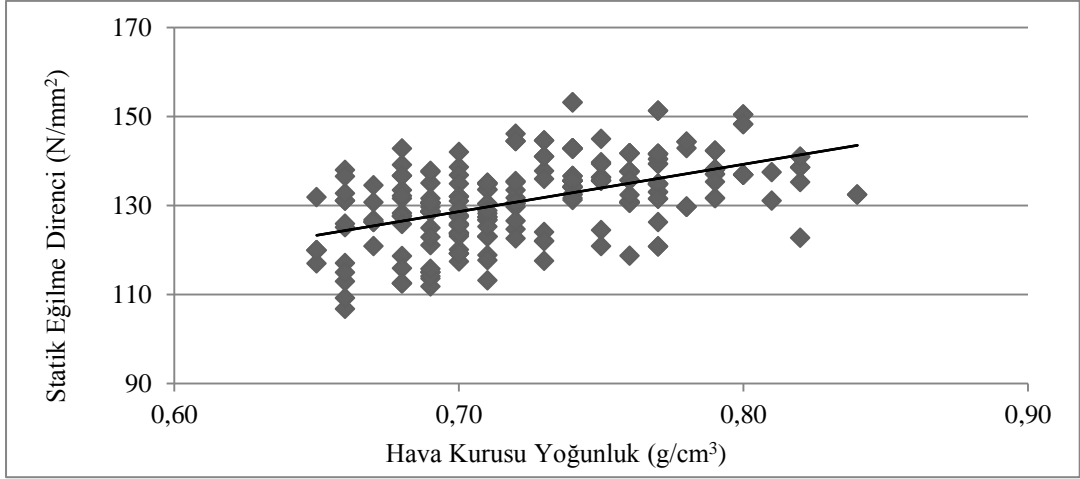
Regresyon analizi sonuçlarına göre Ayancık yöresinde yetişen Doğu Kayını ağacı odunlarının hava kuruğu yoğunluk değerleri ile liflere paralel basınç direnci ($\sigma_{B//}$), statik eğilme direnci (σ_e), statik eğilmede elastikiyet modülü (E), dinamik eğilme (şok) direnci (σ_s), enine kesitte Brinell sertlik (H_e), teğet kesitte Brinell sertlik (H_t) ve radyal kesitte Brinell sertlik (H_r) değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Şekil 36-42’de görüleceği üzere Doğu Kayını odununun hava kuruğu yoğunluk değeri arttıkça mekanik özellikleri doğrusal olarak artmıştır.

Tablo 112. Regresyon analizi sonuçları

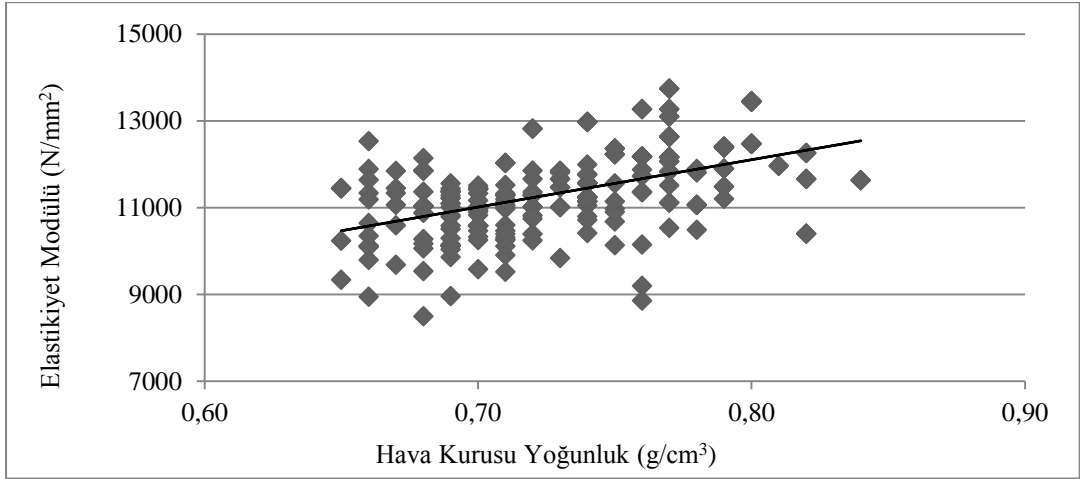
Bağımlı Değişken	Model	R ²	Serbestlik Derecesi	F-Hesap Değeri	Önem Düzeyi	b ₀	b ₁
$\sigma_{B//}$	Doğrusal	0,347	238	126,360	0,000	6,240	71,785
σ_e	Doğrusal	0,272	238	89,090	0,000	54,694	105,776
E	Doğrusal	0,270	238	87,960	0,000	3213,390	11141,700
σ_s	Doğrusal	0,224	238	68,690	0,000	0,195	16,692
H_e	Doğrusal	0,373	238	141,370	0,000	-44,269	150,349
H_t	Doğrusal	0,327	238	115,480	0,000	-29,507	88,846
H_r	Doğrusal	0,367	238	137,700	0,000	-31,828	100,261



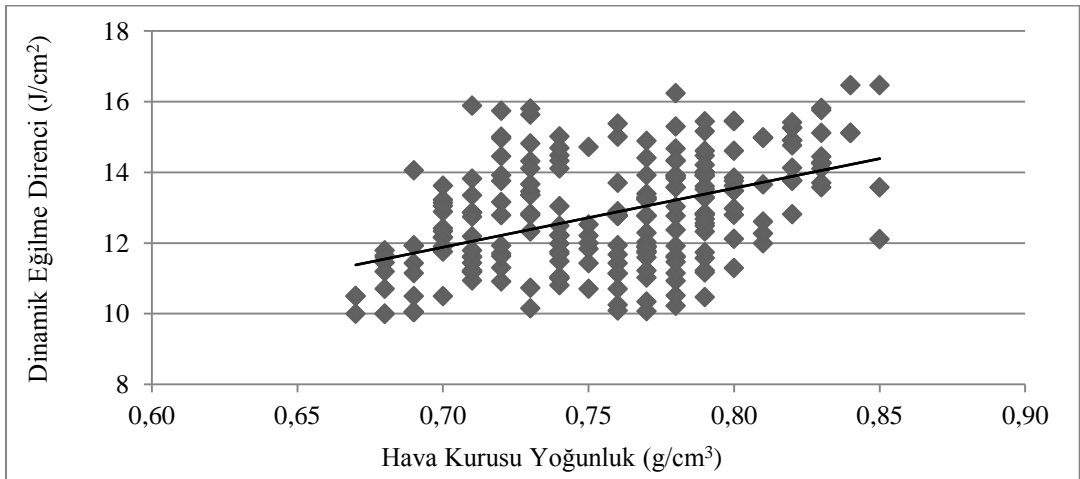
Şekil 36. Liflere paralel basınç direnci ile hava kuruğu yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık)



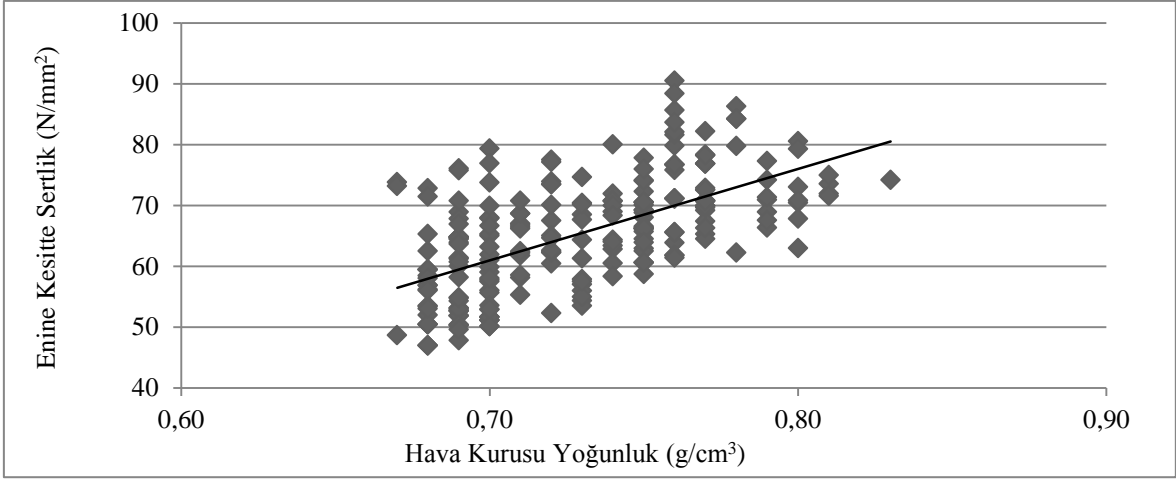
Şekil 37. Statik eğilme direnci ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık)



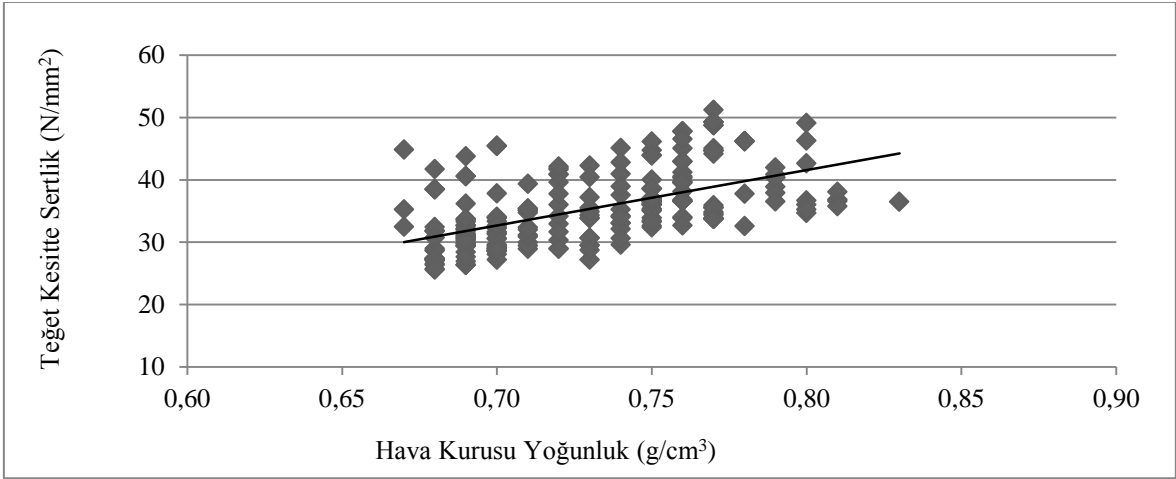
Şekil 38. Elastikiyet modülü ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık)



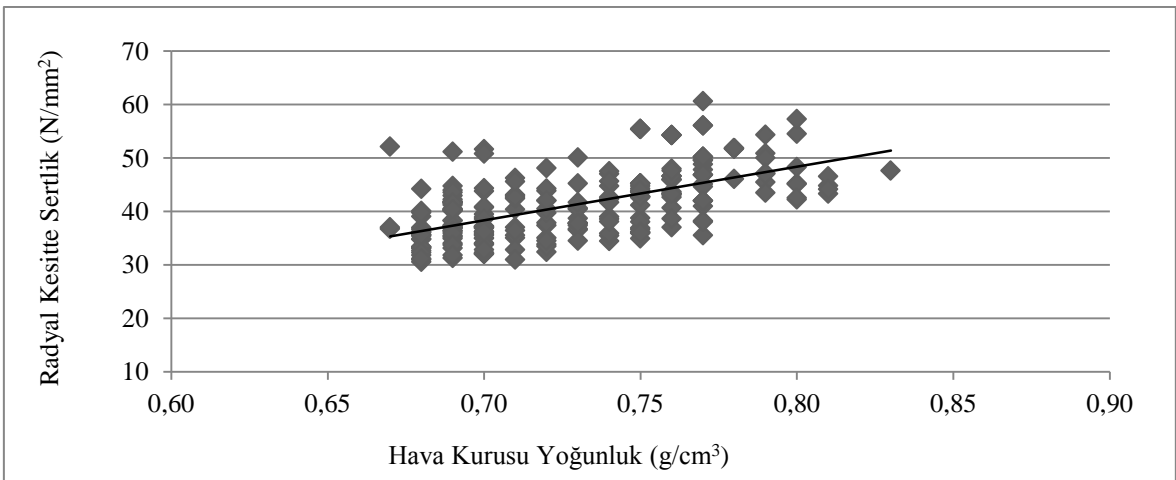
Şekil 39. Dinamik eğilme direnci ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık)



Şekil 40. Enine kesitte sertlik değeri ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık)



Şekil 41. Teğet kesitte sertlik değeri ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık)



Şekil 42. Radyal kesitte sertlik değeri ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (Ayancık)

3.3.6. Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Anatomik ve Makroskopik Özellikleri Arasındaki İlişki

Ayancık yöresinde her yükselti basamağından alınan toprak örneklerine ait bulgular Ek Tablo 15-18'de belirtilmektedir (Altun vd., 2012). Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri (yükselti, bakı, toprak özellikleri) ile anatomik ve makroskopik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her deneme alanına ait ortalama değerler kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 24'de belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları dört bölümde değerlendirilmiştir. Bunlar; toprak özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, anatomik ve makroskopik özelliklerin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin anatomik ve makroskopik özellikler ile ilişkisi ve anatomik özelliklerin birbirleri ile olan ilişkisidir.

3.3.6.1. Toprak Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre yükselti ile toprağın fiziksel özelliklerinden ortalama kum oranı ($r=0,623$, $p<0,01$) pozitif yönde, ortalama kil oranı ($r=-0,551$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Bakı ile toprak özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

3.3.6.2. Toprak Özelliklerinin Anatomik ve Makroskopik Özellikler ile İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ortalama kum oranı ile odunun anatomik özelliklerinden trahe teğet çapı ($r=-0,524$, $p<0,05$) ve trahe radyal çapı ($r=-0,582$, $p<0,05$) negatif yönde, lif genişliği ($r=0,532$, $p\leq 0,05$) ve lif çeper kalınlığı ($r=0,560$, $p<0,05$) pozitif yönde; ortalama toz oranı ile lif genişliği ($r=-0,592$, $p<0,05$) ve lif çeper kalınlığı ($r=-0,507$, $p<0,05$) negatif yönde; ortalama kil oranı ile trahe radyal çapı ($r=0,520$, $p<0,05$) pozitif yönde; ortalama faydalanılabilir su kapasitesi ile trahe radyal çapı ($r=0,543$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Ortalama pH değeri ile mültiseri özışını yüksekliği ($r=0,518$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Toprak özellikleri ile ortalama yıllık halka genişliği ve tekstür arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

3.3.6.3. Anatomik ve Makroskobik Özelliklerin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre yükselti ile trahe teğet çapı ($r=-0,537$, $p<0,05$) negatif yönde ve 1 mm^2 'deki trahe sayısı ($r=0,562$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki gösterirken diğer özelliklerle yükselti arasında istatistiksel olarak bir ilişki olmadığı belirlenmiştir. Bakı ile mültiseri özışını yüksekliği ($r=0,849$, $p<0,01$) ve mültiseri özışını genişliği ($r=0,527$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki gösterirken diğer özelliklerle bakı arasında istatistiksel olarak bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

3.3.6.4. Anatomik ve Makroskobik Özelliklerin Birbirleri ile İlişkisi

Odunun anatomik özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi incelendiğinde; trahe teğet çapı ile trahe radyal çapı ($r=0,864$, $p<0,01$) pozitif yönde; lif genişliği ile lif çeper kalınlığı ($r=0,799$, $p<0,01$) pozitif yönde, lif lümen genişliği ile lif çeper kalınlığı ($r=-0,650$, $p<0,01$) negatif yönde ilişki göstermiştir.

3.3.7. Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki

Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri (yükselti, bakı, toprak özellikleri) ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her örnek alana ait ortalama değerler kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 25'de belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları üç bölümde değerlendirilmiştir. Bunlar; odunun fiziksel özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin odunun fiziksel özellikleri ile ilişkisi ve odunun fiziksel özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkisidir.

3.3.7.1. Odunun Fiziksel Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre yükselti ile odunun fiziksel özelliklerinden hacim yoğunluk değeri ($r=-0,511$, $p<0,05$) ve hacimsel daralma yüzdesi ($r=-0,500$, $p<0,05$) negatif yönde, odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=0,512$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Odunun fiziksel özellikleri ile bakı arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

3.3.7.2. Toprak Özelliklerinin Odunun Fiziksel Özellikleri ile İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre toprağın fiziksel özelliklerinden ortalama kum oranı ile odunun hacimsel genişleme yüzdesi ($r=0,516$, $p<0,05$) pozitif yönde, ortalama toz oranı ile hacimsel daralma yüzdesi ($r=0,610$, $p<0,05$) pozitif yönde, ortalama kil oranı ile hacimsel genişleme yüzdesi ($r=-0,542$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir.

3.3.7.3. Odunun Fiziksel Özelliklerinin Birbirleri ile İlişkisi

Odunun fiziksel özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi incelendiğinde; odunun hava kuru yoğunluk değeri ile tam kuru yoğunluk değeri ($r=0,979$, $p<0,01$), hacim yoğunluk değeri ($r=0,983$, $p<0,01$), hacimsel genişleme yüzdesi ($r=0,566$, $p<0,05$), hücre çeper maddesi yüzdesi ($r=0,980$, $p<0,01$) pozitif yönde; hava boşluğu yüzdesi ($r=-0,980$, $p<0,01$), odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=-0,900$, $p<0,01$) negatif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Odunun tam kuru yoğunluk değeri ile hacim yoğunluk değeri ($r=0,962$, $p<0,01$), hacimsel genişleme yüzdesi ($r=0,522$, $p<0,05$), hücre çeper maddesi yüzdesi ($r=1,000$, $p<0,01$) pozitif yönde; hava boşluğu yüzdesi ($r=-1,000$, $p<0,01$), odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=-0,935$, $p<0,01$) negatif yönde ilişki göstermiştir. Hacim yoğunluk değeri ile hacimsel genişleme yüzdesi ($r=0,558$, $p<0,05$), hücre çeperi maddesi yüzdesi ($r=0,963$, $p<0,01$) pozitif yönde; hava boşluğu yüzdesi ($r=-0,963$, $p<0,01$), odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=-0,905$, $p<0,01$) negatif yönde ilişkili çıkmıştır. Hacimsel genişleme yüzdesi ile hücre çeper maddesi yüzdesi ($r=0,524$, $p<0,05$) pozitif yönde, hava boşluğu yüzdesi ($r=-0,524$, $p<0,05$) negatif yönde ilişkilidir. Ayrıca hücre çeper maddesi yüzdesi ile hava boşluğu yüzdesi ($r=-1,000$, $p<0,01$), odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=-0,936$, $p<0,01$) negatif yönde ilişki gösterirken hava boşluğu yüzdesi ile odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=0,936$, $p<0,01$) pozitif yönde ilişkili çıkmıştır.

3.3.8. Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki

Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri (yükselti, bakı, toprak özellikleri) ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her örnek alana ait ortalama değerler

kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 26'da belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları üç bölümde değerlendirilmiştir. Bunlar; odunun mekanik özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin odunun mekanik özellikleri ile ilişkisi ve odunun mekanik özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkisidir.

3.3.8.1. Odunun Mekanik Özelliklerinin Yükselti ve Bakıyla İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre yükselti ile odunun mekanik özelliklerinden liflere paralel basınç direnci ($r=-0,657$, $p<0,01$), elastikiyet modülü ($r=-0,527$, $p<0,05$) ve teğet kesitte makaslama direnci ($r=-0,503$, $p<0,05$) negatif yönde; dinamik kalite değeri ($r=0,538$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Bakı ile statik eğilme direnci ($r=-0,536$, $p<0,05$) negatif yönde, dinamik eğilme direnci ($r=0,521$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir.

3.3.8.2. Toprak Özelliklerinin Odunun Mekanik Özellikleri ile İlişkisi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ortalama toz oranı ile liflere paralel basınç direnci ($r=-0,521$, $p<0,05$) negatif yönde; ortalama faydalanılabilir su kapasitesi ile teğet kesitte sertlik değeri ($r=-0,600$, $p<0,05$) ve radyal kesitte sertlik değeri ($r=-0,575$, $p<0,05$) negatif yönde ilişki göstermiştir.

3.3.8.3. Odunun Mekanik Özelliklerinin Birbirleri ile İlişkisi

Odunun mekanik özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi incelendiğinde; odunun liflere paralel basınç direnci ile statik eğilme direnci ($r=0,541$, $p<0,05$), eğilmede elastikiyet modülü ($r=0,599$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Statik eğilme direnci ile eğilmede elastikiyet modülü ($r=0,717$, $p<0,01$) arasında pozitif yönde bir ilişki çıkmıştır. Dinamik eğilme direnci ile dinamik kalite değeri ($r=0,668$, $p<0,01$), teğet kesitte sertlik değeri ($r=0,722$, $p<0,01$), radyal kesitte sertlik değeri ($r=0,755$, $p<0,01$) pozitif yönde ilişkili çıkmıştır. Radyal kesitte makaslama direnci ile enine kesitte sertlik değeri ($r=0,626$, $p<0,01$) pozitif yönde, teğet kesitte sertlik değeri ile radyal kesitte sertlik değeri ($r=0,977$, $p<0,01$) pozitif yönde ilişki göstermiştir.

3.3.9. Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki

Doğu Kayını'nın anatomik ve makroskobik özellikleri ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her örnek alana ait ortalama değerler kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 27'de belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre trahe hücre uzunluğu ile odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı ($r=0,540$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişkili çıkmıştır. Trahe hücre uzunluğu haricindeki anatomik özellikler ile odunun fiziksel özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca odunun yıllık halka genişliği ve tekstür oranı ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

3.3.10. Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki

Doğu Kayını'nın anatomik ve makroskobik özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için her örnek alana ait ortalama değerler kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 28'de belirtilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre 1 mm^2 'deki trahe sayısı ile dinamik kalite değeri ($r=0,509$, $p<0,05$) ve enine kesitte sertlik değeri ($r=0,507$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişkili çıkmıştır. Mültiseri özışını yüksekliği ile statik eğilme direnci ($r=0,509$, $p<0,05$), eğilmede elastikiyet modülü ($r=0,512$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Lif uzunluğu ile liflere paralel basınç direnci ($r=0,587$, $p<0,05$) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Lif genişliği ile statik eğilme direnci ($r=0,512$, $p<0,05$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ortalama yıllık halka genişliği ve tekstür oranı ile odunun mekanik özellikleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

3.4. Sinop ve Ayancık Yörelerinin Toprak Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması

İki yöre arasında toprak özellikleri bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek için her iki yörenin ortak yükselti basamaklarından (400-600 m, 600-800 m, 800-1000 m)

alınan toprak özelliklerine ait sonuçlar kullanılmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları Tablo 113’de belirtilmiştir.

Tablo 113. Toprak özelliklerine ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları

Toprak Özellikleri	t-Hesap Değeri	Serbestlik Derecesi	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı
Kum (%)	-0,338	104	0,736	-0,798	2,362
Toz (%)	-2,891	104	0,005	-2,877	0,995
Kil (%)	1,544	104	0,126	3,675	2,380
FSK (%)	-4,203	104	0,000	-2,136	0,508
pH	4,937	73,930	0,000	0,655	0,132
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	2,855	55,302	0,006	0,050	0,017
Organik Madde (%)	1,668	104	0,098	0,850	0,509
Toplam kireç (%)	2,563	51,247	0,013	4,658	1,817

İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçlarına göre; iki yöre arasında toprak özelliklerinden toz oranı, faydalanılabilir su kapasitesi, pH, elektriksel iletkenlik ve toplam kireç oranı bakımından farklılık olduğu ($p < 0,05$); kum, kil ve organik madde oranı bakımından farklılık olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir.

3.5. Sinop ve Ayancık Yörelerinin Odun Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması

İki yöre arasında odun özellikleri bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek için her iki yörenin ortak yükselti basamaklarından (400-600 m, 600-800 m, 800-1000 m) alınan ağaçlara ait sonuçlar kullanılarak İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi yapılmıştır.

3.5.1. Anatomik Özellikler

Sinop ve Ayancık yörelerinde yetişen Doğu Kayını odununun anatomik özelliklerini karşılaştırmak üzere gerçekleştirilen İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları Tablo 114’de belirtilmiştir.

Tablo 114. Anatamik özelliklere ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları

Anatomik Özellikler	t-Hesap Değeri	Serbestlik Derecesi	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı
TTÇ	4,483	589,821	0,000	3,760	0,838
TRÇ	6,721	580,922	0,000	6,283	0,934
TS	-6,582	541,498	0,000	-6,226	0,946
ÖS	0,320	575,711	0,749	0,040	0,125
MÖY	-2,130	598	0,034	-28,883	13,558
MÖG	6,336	593,982	0,000	6,985	1,102
TU	-2,495	560,913	0,013	-19,803	7,936
LU	0,653	579,399	0,514	11,618	17,796
LG	0,837	572,081	0,403	0,202	0,241
LLG	-0,521	598	0,603	-0,083	0,159
LÇK	1,367	598	0,172	0,142	0,104

İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçlarına göre; iki yöre arasında trahe teğet çapı, trahe radyal çapı, 1 mm²'deki trahe sayısı, mültiseri özışını yüksekliği, mültiseri özışını genişliği, trahe hücre uzunluğu bakımından farklılık (p<0,05) olduğu; 1 mm'deki özışını sayısı, lif uzunluğu, lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı bakımından farklılık olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir.

3.5.2. Makroskobik Özellikler

Sinop ve Ayancık yörelerinde yetişen Doğu Kayını odununun makroskobik özelliklerini karşılaştırmak üzere gerçekleştirilen İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları Tablo 115'de belirtilmiştir.

Tablo 115. Makroskobik özelliklere ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları

Makroskobik Özellikler	t-Hesap Değeri	Serbestlik Derecesi	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı
YHG (mm)	7,827	1737,157	0,000	0,339	0,043
İO (mm)	14,577	1701,957	0,000	0,465	0,031
YO (mm)	-7,584	1748,989	0,000	-0,125	0,016
Tekstür (%)	-27,387	1720,979	0,000	-11,420	0,417

İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçlarına göre; iki yöre arasında makroskobik özellikler (yıllık halka genişliği, ilkbahar odunu genişliği, yaz odunu genişliği ve tekstür) bakımından farklılık ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir.

3.5.3. Fiziksel Özellikler

Sinop ve Ayancık yörelerinde yetişen Doğu Kayını odununun fiziksel özelliklerini karşılaştırmak üzere gerçekleştirilen İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları Tablo 116'da belirtilmiştir.

Tablo 116. Fiziksel özelliklere ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları

Fiziksel Özellikler	t-Hesap Değeri	Serbestlik Derecesi	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı
D_0	6,376	958	0,000	0,014	0,002
D_{12}	5,411	958	0,000	0,012	0,002
R	8,730	958	0,000	0,014	0,001
β_t	7,068	718	0,000	0,687	0,097
β_r	7,174	588,250	0,000	0,420	0,058
β_l	11,226	711,072	0,000	0,041	0,003
β_v	8,444	639,691	0,000	1,150	0,136
α_t	-1,672	622,005	0,095	-0,142	0,085
α_r	2,024	670,801	0,043	0,088	0,043
α_l	9,051	662,865	0,000	0,042	0,004
α_v	-0,101	632,711	0,920	-0,010	0,108
LDN	5,021	685,493	0,000	1,102	0,219
K	7,413	718	0,000	1,253	0,169
P	-7,413	718	0,000	-1,253	0,169
M_{max}	-4,503	701,661	0,000	-2,544	0,565

İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçlarına göre; iki yöre arasında tam kuru yoğunluk, hava kuru yoğunluk, hacim yoğunluk, teğet yönde daralma yüzdesi, radyal yönde daralma yüzdesi, lifler yönünde daralma yüzdesi, hacimsel daralma yüzdesi, radyal yönde genişleme yüzdesi, lifler yönünde genişleme yüzdesi, lif doygunluk noktası rutubeti, hücre çeperi maddesi yüzdesi, hava boşluğu yüzdesi ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı bakımından farklılık ($p<0,05$) olduğu; teğet yönde genişleme yüzdesi ve hacimsel genişleme yüzdesi bakımından farklılık olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

3.5.4. Mekanik Özellikler

Sinop ve Ayancık yörelerinde yetişen Doğu Kayını odununun mekanik özelliklerini karşılaştırmak üzere gerçekleştirilen İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları Tablo 117’de belirtilmiştir.

Tablo 117. Mekanik özelliklere ait İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçları

Mekanik Özellikler	t-Hesap Değeri	Serbestlik Derecesi	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı
$\sigma_{B//}$	11,236	718	0,000	5,092	0,453
I_s	21,261	703,126	0,000	1,149	0,054
σ_e	-13,963	643,000	0,000	-11,246	0,805
E	-7,928	703,204	0,000	-628,422	79,266
$\sigma_{\text{ş}}$	-26,345	667,225	0,000	-3,020	0,114
I_d	-12,375	718	0,000	-0,298	0,024
σ_{mt}	-14,807	563,113	0,000	-0,651	0,044
σ_{mr}	3,334	664,864	0,001	0,223	0,067
H_e	-1,355	666,556	0,176	-0,867	0,640
H_t	-1,323	693,222	0,186	-0,536	0,405
H_r	2,965	705,389	0,003	1,334	0,450

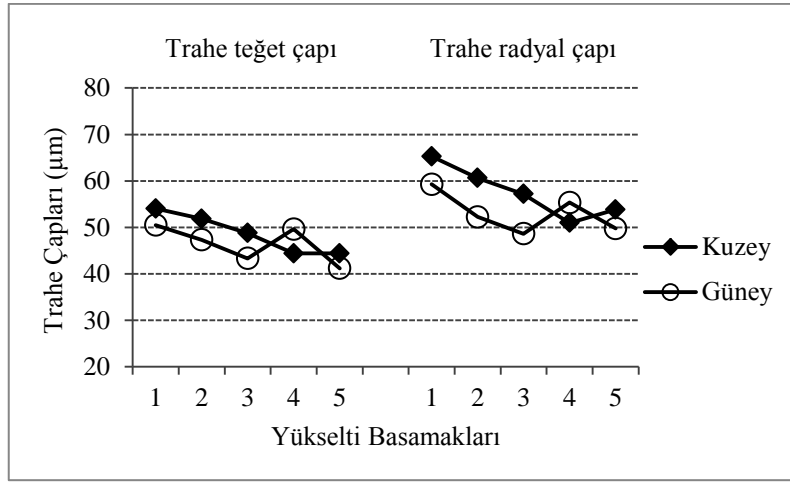
İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi sonuçlarına göre; iki yöre arasında liflere paralel basınç direnci, statik kalite değeri, statik eğilme direnci, statik eğilme direncinde elastikiyet modülü, dinamik eğilme (şok) direnci, dinamik kalite değeri, teğet kesitte makaslama direnci, radyal kesitte makaslama direnci ve radyal kesitte sertlik değerleri bakımından farklılık ($p < 0,05$) olduğu; enine kesitte ve teğet kesitte sertlik değerleri bakımından farklılık olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir.

4. İRDELEME

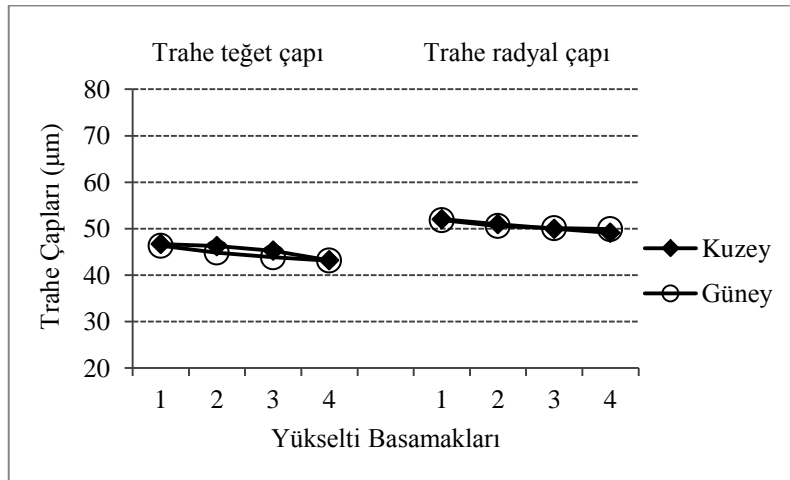
4.1. Anatomik Özelliklere İlişkin Bulguların İrdelenmesi

4.1.1. Trahe Çapları

Trahe çaplarının yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik Şekil 43 ve 44'de belirtilmiştir.



Şekil 43. Trahe çaplarının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 44. Trahe çaplarının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Sinop yöresinde trahe teğet çapına ait en yüksek değer (54,049 μm) kuzey bakı birinci yükselti basamağında; en düşük değer (41,197 μm) güney bakı beşinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre trahe teğet çapı üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek trahe teğet çapı birinci yükselti basamağında belirlenmiş, diğer yükselti basamakları arasında istatistiksel açıdan farklılık çıkmış ve en düşük trahe teğet çapı beşinci yükselti basamağında gözlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek trahe teğet çapı kuzey bakıda bulunmuştur. Trahe radyal çapına ait en yüksek değer (65,259 μm) kuzey bakı birinci yükselti basamağında; en düşük değer (48,623 μm) güney bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre trahe radyal çapı üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek trahe radyal çapı birinci yükselti basamağında, en düşük trahe radyal çapı beşinci yükselti basamağında elde edilmiş olup üçüncü, dördüncü ve beşinci yükselti basamakları aynı homojenlik grubunda yer aldığı için bu üç yükselti basamağı istatistiksel açıdan farksız bulunmuştur. Sinop yöresinde trahe radyal çapı, bakı grupları arasında farklılık göstermiş olup korelasyon analizi sonuçlarına göre bakı derecesi arttıkça azaldığı belirlenmiştir (Ek Tablo 19, $p < 0,05$). Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek trahe radyal çapı kuzey bakıda bulunmuştur.

Ayancık yöresinde trahe teğet çapına ait en yüksek değer (46,695 μm) kuzey bakı birinci yükselti basamağında; en düşük değer (43,125 μm) güney bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre trahe teğet çapı üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Buna göre trahe teğet çapı bakımından yükselti basamakları ve bakı grupları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Trahe radyal çapına ait en yüksek değer (52,050 μm) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (49,123 μm) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre trahe radyal çapı üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Doğu Kayını odununun trahe teğet ve radyal çaplarına ait ortalama değerler, Bozlar (2012) tarafından belirlenen ortalama değerlere yakın çıkarken 1022 m rakımda Genç (2010) tarafından belirlenen sonuçlardan daha düşük çıkmıştır. Bu durum, ağaçların alındığı yetiştirme ortamı koşullarının farklı olmasından kaynaklanabilir. Nitekim Genç (2010)

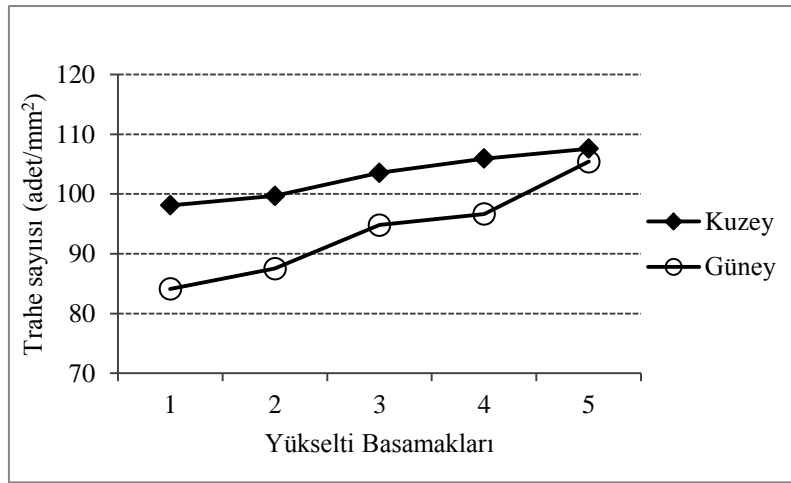
tarafından yapılan çalışmada araştırma alanı Artvin ili olup yıllık ortalama yağış miktarı 1010,2 mm'dir. Bozlar (2012) tarafından yapılan çalışmada araştırma alanı olan Sinop ilinin yıllık ortalama yağış miktarı ise 680,2 mm'dir. Ayrıca Sinop yöresinde hem trahe teğet çapı hem de trahe radyal çapına ait en yüksek değerler kuzey bakıda belirlenmiştir. Kuzey bakının güney bakıya oranla daha fazla yağış alması, daha serin olması ve Doğu Kayını ağaçlarının en elverişli yetiştirme ortamı olarak gölgeli bakıları tercih etmesi bu türün kuzey bakıda daha iyi büyüme yaptığının bir göstergesidir (Atalay, 1992; Çepel, 1995). Korelasyon analizi sonucunda Sinop ve Ayancık yörelerinde yükselti arttıkça trahe teğet çapları azalmaktadır. Bu konu, bölüm 4.5.1'de detaylı olarak açıklanmıştır.

4.1.2. Trahe ve Özışını Sayıları

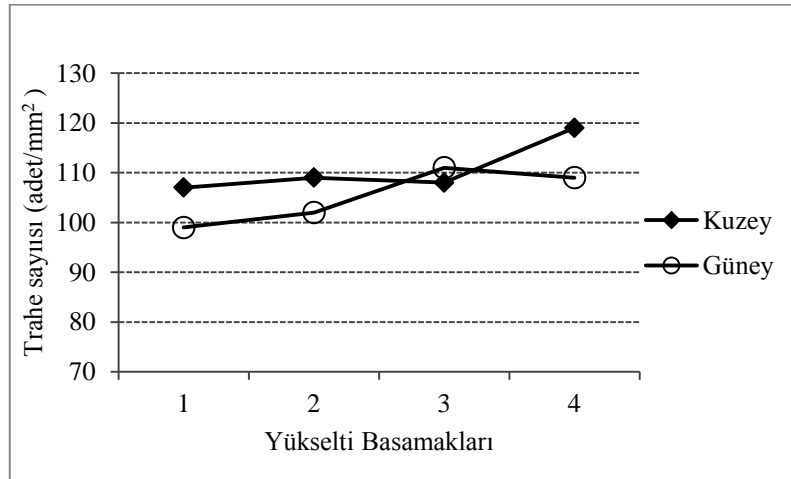
1 mm²'deki trahe sayısının yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik Şekil 45 ve 46'da belirtilmiştir. Sinop yöresinde 1 mm²'deki trahe sayısına ait en yüksek değer (108 adet) kuzey bakı beşinci yükselti basamağında, en düşük değer (84 adet) güney bakı birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre 1 mm²'deki trahe sayısı üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre 1 mm²'deki trahe sayısı beşinci yükselti basamağında en yüksek değerde iken dördüncü ve üçüncü yükselti basamakları ile ikinci ve birinci yükselti basamakları aynı homojenlik grubunda yer almış olup bu yükselti basamaklarının istatistiksel açıdan farksız olduğu belirlenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda denizden yükseklik arttıkça 1 mm²'deki trahe sayısının arttığı belirlenmiştir. Bu konu bölüm 4.5.1'de açıklanmıştır. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek 1 mm²'deki trahe sayısı kuzey bakıda bulunmuştur.

Ayancık Yöresinde 1 mm²'deki trahe sayısına ilişkin en yüksek değer (119 adet) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında, en düşük değer (99 adet) güney bakı birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonucunda %95 güven düzeyi ile 1 mm²'deki trahe sayısı üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre 1 mm²'deki trahe sayısının en düşük olduğu birinci yükselti basamağı ile ikinci yükselti basamağı aynı homojenlik grubunda yer almış, üçüncü ve dördüncü yükselti basamakları arasında anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiş ve en yüksek değer dördüncü yükselti basamağında yer almıştır. Korelasyon analizi sonucunda denizden yükseklik arttıkça 1 mm²'deki trahe sayısının arttığı belirlenmiştir. Bu konu

bölüm 4.5.2’de açıklanmıştır. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek 1 mm^2 ’deki trahe sayısı kuzey bakıda bulunmuştur. Doğu Kayını’nın 1 mm^2 ’deki trahe sayısına ait ortalama değerler, Bozlar (2012) tarafından belirtilen ortalama değerler ile uyumlu çıkmıştır. Genç (2010), Artvin-Camili’de 1022 m rakımda Doğu Kayını’nın 1 mm^2 ’deki trahe sayısını 90 adet olarak belirlemiştir. Bu çalışmada hem Sinop hem de Ayancık yöresinde 1000 m rakımdaki ortalama 1 mm^2 ’deki trahe sayısı 90 adetten fazla bulunmuştur.



Şekil 45. Trahe sayısının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

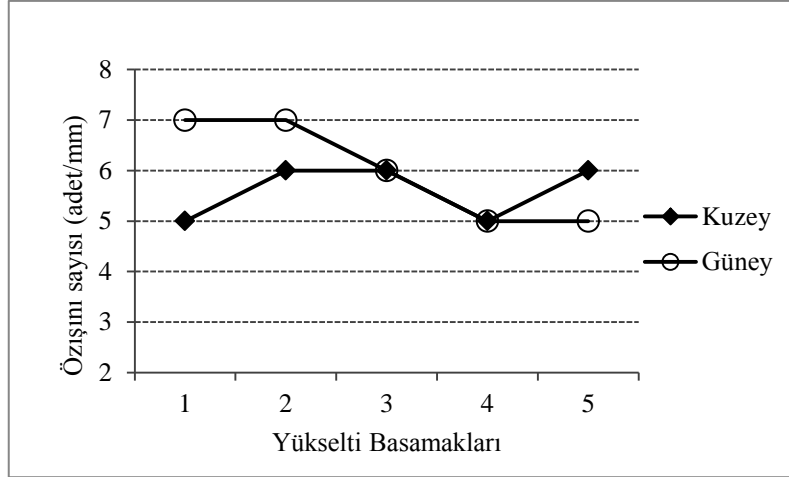


Şekil 46. Trahe sayısının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

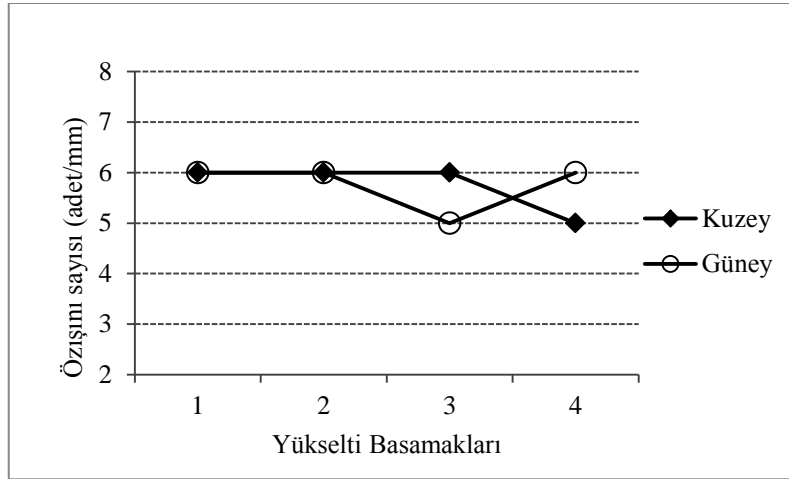
Şekil 47 ve 48’de 1 mm^2 ’deki özışını sayısının yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik belirtilmiştir. Sinop yöresinde 1 mm^2 ’deki özışını sayısına ait en yüksek

değer (7 adet) güney bakı birinci ve ikinci yükselti basamağında; en düşük değer (5 adet) kuzey bakı birinci ve dördüncü yükselti basamağı, güney bakı dördüncü ve beşinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Doğu Kayını'nın 1 mm'deki özışını sayısına ait sonuçlar, Bozlar (2012) tarafından belirtilen sonuçlarla uyumlu çıkmıştır. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre 1 mm'deki özışını sayısı üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre 1 mm'deki özışını sayısı; aynı homojenlik grubunda yer alan birinci, ikinci ve üçüncü yükselti basamaklarında en yüksek değerde iken aynı homojenlik grubunda yer alan dördüncü ve beşinci yükselti basamaklarına çıkıldıkça azaldığı belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek 1 mm'deki özışını sayısı güney bakıda bulunmuştur.

Ayancık Yöresinde 1 mm'deki özışını sayısına ait en yüksek değer (6 adet) kuzey bakı birinci, ikinci, üçüncü yükselti basamakları ve güney bakı birinci, ikinci, dördüncü yükselti basamaklarında; en düşük değer (5 adet) güney bakı üçüncü yükselti basamağı ve kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre 1 mm'deki özışını sayısı üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre 1 mm'deki özışını sayısı, aynı homojenlik grubunda yer alan birinci ve ikinci yükselti basamaklarında en yüksek değerde iken yükselti arttıkça aynı homojenlik grubunda bulunan üçüncü ve dördüncü yükselti basamaklarında azaldığı gözlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek 1 mm'deki özışını sayısı güney bakıda bulunmuştur. Her iki araştırma bölgesinde belirlenen ortalama 1 mm'deki özışını sayısı, Genç (2010) ve Bozlar (2012) tarafından belirtilen ortalama değerlerle uyumlu çıkmıştır.



Şekil 47. Özışını sayısının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



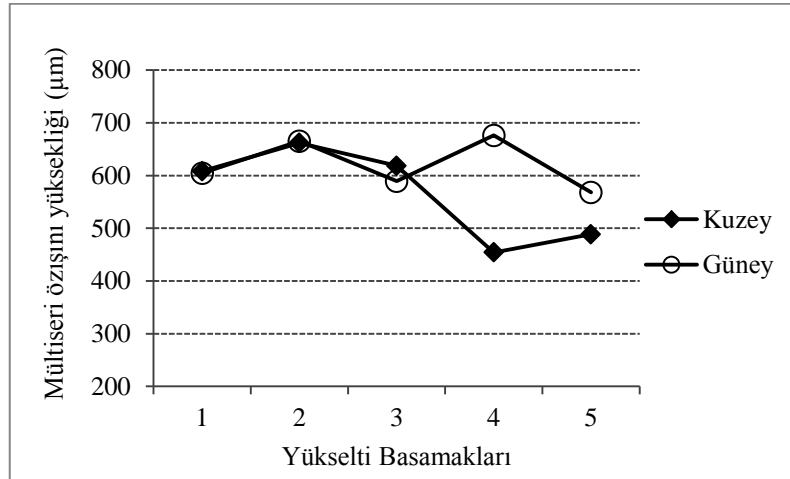
Şekil 48. Özışını sayısının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

4.1.3. Mültiseri Özışını Yüksekliği ve Genişliği

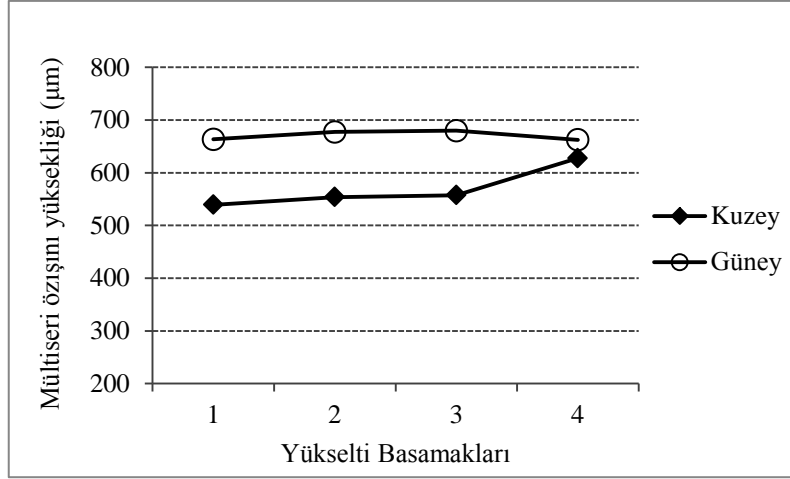
Mültiseri özışını yüksekliğinin yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik Şekil 49 ve 50’de belirtilmiştir. Sinop yöresinde mültiseri özışını yüksekliğine ait en yüksek değer (676,103 μm) güney bakı dördüncü yükselti basamağında, en düşük değer (454,116 μm) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre mültiseri özışını yüksekliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre mültiseri özışını yüksekliği aynı homojenlik grubunda yer alan birinci, ikinci ve üçüncü yükselti basamaklarında en yüksek değerde iken aynı homojenlik grubunda yer alan dördüncü ve

beşinci yükselti basamaklarına çıkıldıkça azaldığı belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek mültiseri özışını yüksekliği güney bakıda bulunmuştur.

Ayancık Yöresinde mültiseri özışını yüksekliğine ait en yüksek değer (679,870 μm) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (539,317 μm) kuzey bakı birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre mültiseri özışını yüksekliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olmadığı, bakımın etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre mültiseri özışını yüksekliği, yükselti basamakları arasında farklılık göstermez iken bakı grupları arasında farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek mültiseri özışını yüksekliği güney bakıda bulunmuştur. Korelasyon analizi sonucunda Ayancık yöresinde mültiseri özışını yüksekliğinin bakı derecesi arttıkça arttığı belirlenmiştir (Ek Tablo 24, $p < 0,01$). Bu konu, bölüm 4.5.2’de açıklanmıştır. Bu çalışmada belirlenen mültiseri özışını yüksekliğine ait ortalama değerler, Genç (2010) ve Bozlar (2012) tarafından belirtilen ortalama değerlere yakın çıkmıştır.

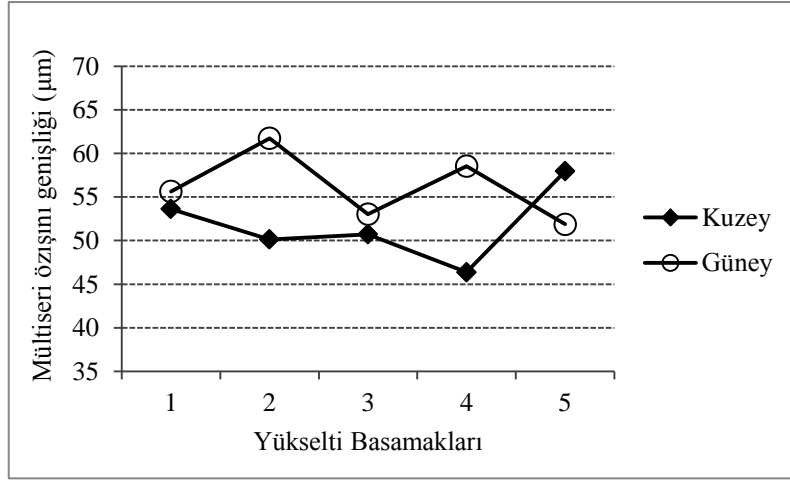


Şekil 49. Mültiseri özışını yüksekliğinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

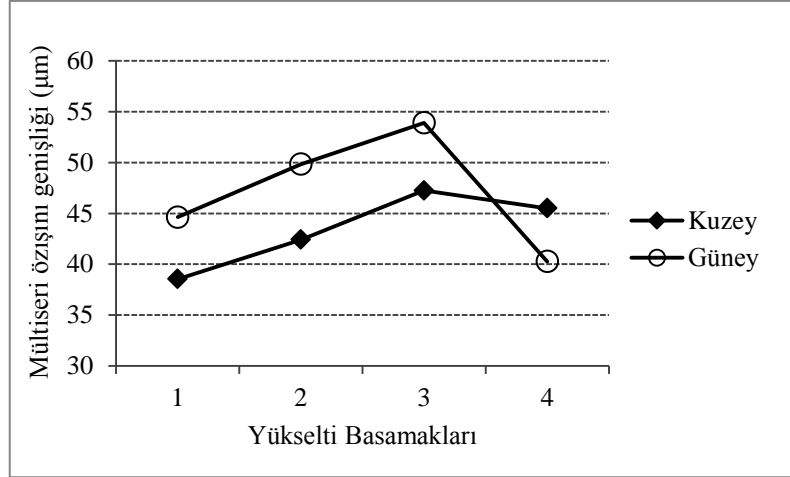


Şekil 50. Mültiseri özışını yüksekliğinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Mültiseri özışını genişliğinin yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik Şekil 51 ve 52’de belirtilmiştir.



Şekil 51. Mültiseri özışını genişliğinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 52. Mültiseri özışını genişliğinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Sinop yöresinde mültiseri özışını genişliğine ait en yüksek değer (61,727 µm) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (46,368 µm) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre mültiseri özışını genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olmadığı, bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek mültiseri özışını genişliği güney bakıda bulunmuştur.

Ayancık yöresinde mültiseri özışını genişliğine ait en yüksek değer (53,902 µm) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (38,543 µm) kuzey bakı birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre mültiseri özışını genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre mültiseri özışını genişliği, birinci yükselti basamağından ikinci yükselti basamağına ve ikinci yükselti basamağından üçüncü yükselti basamağına çıkıldıkça artmış, dördüncü yükselti basamağında azaldığı gözlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek mültiseri özışını genişliği güney bakıda bulunmuştur. Korelasyon analizi sonucunda Ayancık yöresinde bakı derecesi arttıkça mültiseri özışını genişliğinin arttığı belirlenmiştir (Ek Tablo 24, $p < 0,05$). Bu çalışmada belirlenen ortalama mültiseri özışını genişliği değerleri Genç (2010) ve Bozlar (2012) tarafından belirlenen değerlerden düşük çıkmıştır. Bu çalışma ile Genç (2010) tarafından yapılan çalışma yetiştirme ortamı koşulları bakımından farklılık göstermektedir. Aynı ağaç türü için sonuçların farklı çıkması bu nedene bağlanabilir. Fakat bu çalışma ile Bozlar (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışma

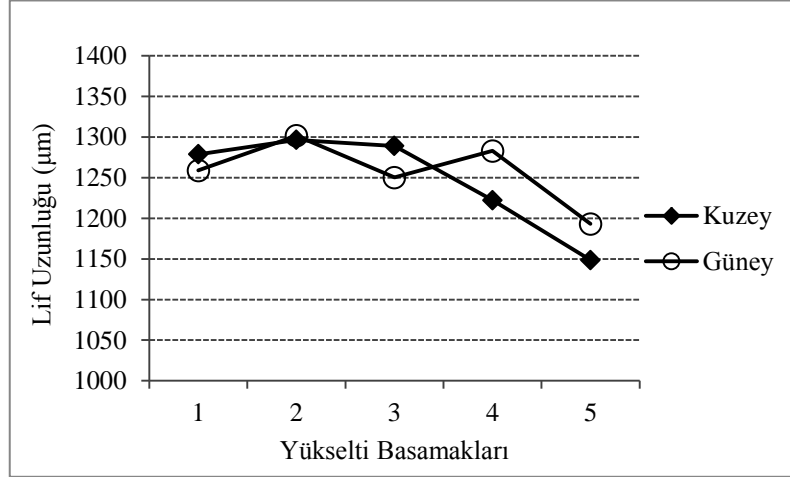
için aynı araştırma bölgesi seçilmiştir. Araştırma bölgelerinin aynı olmasına karşın sonuçların farklı çıkması anatomik özelliklerin belirlenmesi için alınan kesitlerin yeri ile yakından ilişkilidir. Bir ağaç içerisindeki hücre boyutları özden çevreye doğru gittikçe artmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2000). Ayrıca Doğu Kayını odununda özden kabuğa doğru gidildikçe anatomik özelliklerdeki değişim (artış/azalış) Özkan Güngör (2005) tarafından yapılan çalışmada belirtilmiştir. Nitekim Aytuğ (1961) bir ağacın gövdesinden alınan kesitin yerinin özellikle toprak seviyesinden yüksekliği, yönü ve ait olduğu yıllık halkaların yaşları bakımından önemli olduğunu belirtmektedir. Ayrıca *Fagus sylvatica* L. ile yapmış olduğu çalışmasında ağacın yaşı ilerledikçe traheid uzunluğu ve genişliğinin de arttığını belirlemiştir.

4.1.4. Lif ve Trahe Hücre Uzunlukları

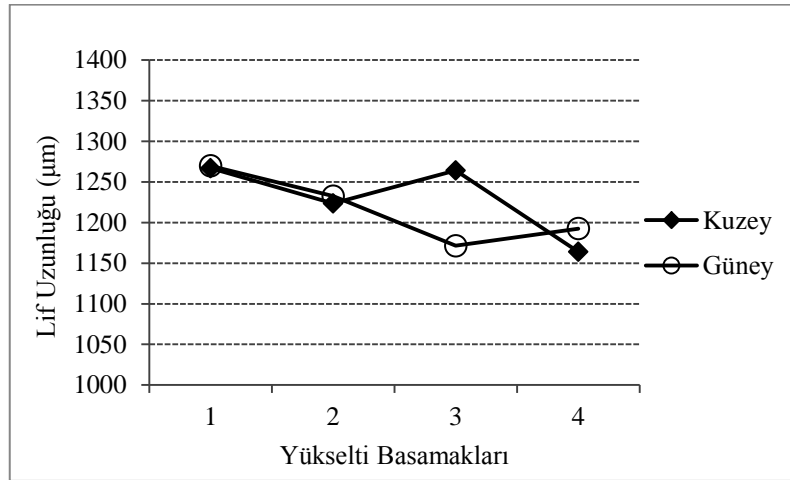
Lif uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik Şekil 53 ve 54'de belirtilmiştir. Sinop yöresinde lif uzunluğuna ait en yüksek değer (1301,649 μm) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (1148,514 μm) kuzey bakı beşinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif uzunluğu üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü yükselti basamakları aynı homojenlik grubunda yer alırken beşinci yükselti basamağına çıkıldıkça lif uzunluğunun azaldığı gözlenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda denizden yükseklik arttıkça Doğu Kayını odununun lif uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Bu durum, bölüm 4.5.1'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Lif uzunluğunun kuzey ve güney bakı gruplarına göre farklılık göstermediği istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Ayancık yöresinde lif uzunluğuna ait en yüksek değer (1269,650 μm) güney bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (1163,941 μm) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif uzunluğu üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek lif uzunluğu birinci yükselti basamağında, en düşük dördüncü yükselti basamağında belirlenmiş, ikinci ve üçüncü yükselti basamakları aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Çalışma sonucunda belirlenen ortalama lif uzunluğu; Alkan vd. (2003) ve Genç (2010) tarafından belirlenen değerden yüksek, Bozlar (2012) tarafından belirlenen değerlerle uyumlu çıkmıştır. Nitekim Alkan

vd. (2003) çalışmalarında kullandıkları materyali, Kırklareli-Demirköy’de 450 m rakımda yetişen *Fagus orientalis* Lipsky. gövdesinin son iki yıllık halkasından elde etmişlerdir.



Şekil 53. Lif uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

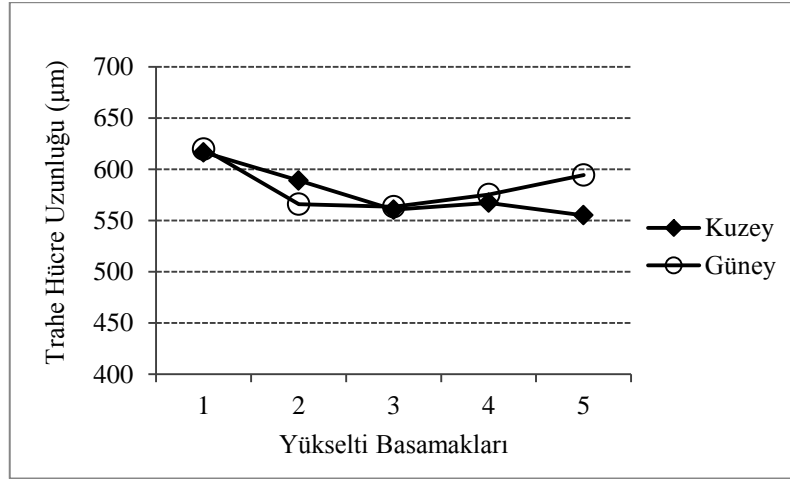


Şekil 54. Lif uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

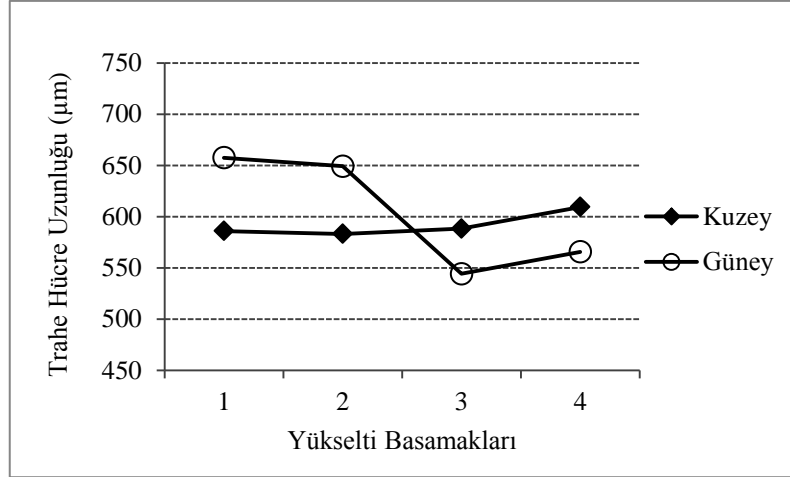
Trahe hücre uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik Şekil 55 ve 56’da belirtilmiştir. Sinop yöresinde trahe hücre uzunluğuna ait en yüksek değer (619,882 µm) güney bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (554,967 µm) kuzey bakı beşinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre trahe hücre uzunluğu üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakımın etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek değer birinci

yükselti basamağında belirlenmiş olup ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci yükselti basamakları aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Korelasyon analizi sonucunda yükselti arttıkça trahe hücre uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Bu durum, bölüm 4.5.1'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Trahe hücre uzunluğunun kuzey ve güney bakı gruplarına göre farklılık göstermediği istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Ayancık yöresinde trahe hücre uzunluğuna ait en yüksek değer (657,556 μm) güney bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (544,244 μm) güney bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre trahe hücre uzunluğu üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakımın etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek değerlerin bulunduğu birinci yükselti basamağı, ikinci yükselti basamağı ile aynı homojenlik grubunda yer alırken en düşük değerlerin bulunduğu üçüncü yükselti basamağı, dördüncü yükselti basamağı ile aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Çalışma sonucunda belirlenen ortalama trahe hücre uzunluğu, Bozlar (2012) tarafından belirlenen sonuçlarla uyumlu çıkarken Genç (2010) tarafından belirlenen ortalama değerden yüksek çıkmıştır. Ayrıca Alkan vd. (2003), Kırklareli-Demirköy'de 450 m rakımda yetişen *Fagus orientalis* Lipsky. ağacının ortalama trahe hücre uzunluğunu 653,50 μm olarak belirlemişlerdir.



Şekil 55. Trahe hücre uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

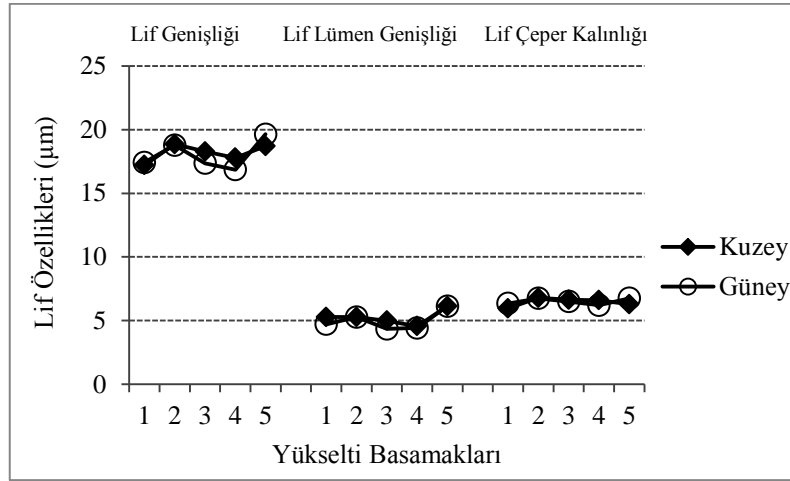


Şekil 56. Trahe hücre uzunluğunun yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

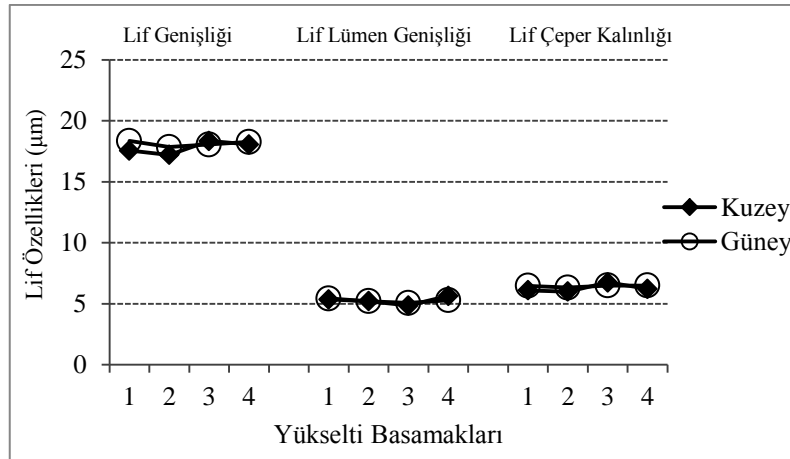
4.1.5. Lif Genişliği, Lif Lümen Genişliği ve Lif Çeper Kalınlığı

Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığının yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik Şekil 57 ve 58’de belirtilmiştir. Sinop yöresinde lif genişliğine ait en yüksek değer (19,635 µm) güney bakı beşinci yükselti basamağında, en düşük değer (16,850 µm) güney bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek değer bulunduğu beşinci yükselti basamağı, ikinci yükselti basamağı ile aynı homojenlik grubunda yer alırken en düşük değer bulunduğu dördüncü yükselti basamağı, birinci ve üçüncü yükselti basamakları ile aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Lif lümen genişliğine ait en yüksek değer (6,140 µm) kuzey bakı beşinci yükselti basamağı ve güney bakı beşinci yükselti basamağında, en düşük değer (4,355 µm) güney bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif lümen genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre aynı homojenlik grubunda yer alan birinci ve ikinci yükselti basamaklarından üçüncü ve dördüncü yükselti basamaklarına çıkıldıkça lif lümen genişliği azalmış, aynı homojenlik grubundaki üçüncü ve dördüncü yükselti basamaklarından beşinci yükselti basamağına çıkıldıkça bu değer arttığı gözlemlenmiştir. Lif çeper kalınlığına ait en yüksek değer (6,784 µm) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (5,961 µm) kuzey bakı birinci yükselti basamağında

belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif çeper kalınlığı üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük değer birinci yükselti basamağında yer alırken, en yüksek değer bulunduğ u ikinci yükselti basamağı, üçüncü yükselti basamağı ile aynı homojenlik grubunda yer almış; dördüncü ve beşinci yükselti basamakları ise aynı homojenlik grubunda yer almıştır.



Şekil 57. Lif özelliklerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 58. Lif özelliklerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Ayancık yöresinde lif genişliğine ait en yüksek değer (18,349 µm) güney bakı birinci yükselti basamağı ve kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (17,207 µm) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi

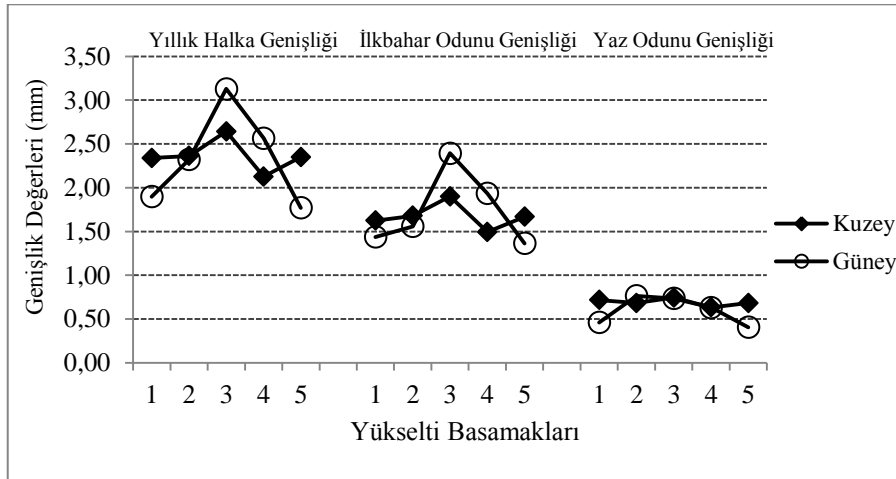
sonuçlarına göre lif genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Buna göre Ayancık yöresinde lif genişliği, yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermemiştir. Lif lümen genişliğine ait en yüksek değer (5,640 μm) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında, en düşük değer (4,855 μm) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif lümen genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olmadığı belirlenmiş olup Ayancık yöresinde lif lümen genişliği, yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermemiştir. Lif çeper kalınlığına ait en yüksek değer (6,748 μm) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (6,000 μm) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre lif çeper kalınlığı üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olmadığı belirlenmiş olup Ayancık yöresinde lif çeper kalınlığı, yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermemiştir. Çalışma sonucunda belirlenen ortalama lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerleri Bozlar (2012) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile paralellik gösterirken Genç (2010) tarafından belirlenen ortalama değerlerden düşük çıkmıştır. Ayrıca Alkan vd. (2003), Kırklareli-Demirköy'de 450 m rakımda yetişen *Fagus orientalis* Lipsky. ağacının ortalama lif genişliğini 19,50 μm , lif lümen çapını 4,75 μm , lif çeper kalınlığını ise 7,37 μm olarak hesaplamışlardır.

4.2. Makroskobik Özelliklere İlişkin Bulguların İrdelenmesi

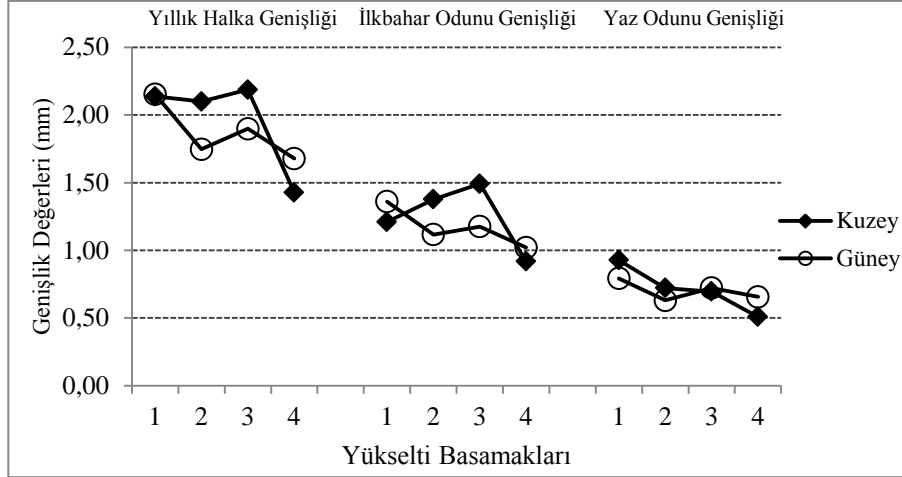
4.2.1. Yıllık Halka, İlkbahar Odunu ve Yaz Odunu Genişliği

Yıllık halka, ilkbahar odunu ve yaz odunu genişliklerinin yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik Şekil 59 ve 60'da belirtilmiştir. Sinop yöresinde en yüksek yıllık halka genişliği değeri (3,129 mm) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (1,770 mm) güney bakı beşinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yıllık halka genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek yıllık halka genişliği üçüncü yükselti basamağında belirlenmiş olup en düşük yıllık halka genişliğinin bulunduğu beşinci yükselti basamağı ile birinci yükselti basamağı, dördüncü yükselti basamağı ile ikinci yükselti basamağı aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Buna göre denizden yükseklik arttıkça yıllık halka

genişliği artarak üçüncü yükselti basamağında en yüksek değere ulaşmış, yükselti arttıkça azalmıştır. Ayancık yöresinde en yüksek yıllık halka genişliği değeri (2,187 mm) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (1,428 mm) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yıllık halka genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek değerin bulunduğu birinci yükselti basamağı ile üçüncü yükselti basamağı aynı homojenlik grubunda yer almış ve en düşük yıllık halka genişliği dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Buna göre yıllık halka genişliği birinci yükselti basamağından ikinci yükselti basamağına çıkıldıkça azalmış, ikinci yükselti basamağından üçüncü yükselti basamağına çıkıldıkça artmış ve üçüncü yükselti basamağından dördüncü yükselti basamağına çıkıldıkça tekrar azalmıştır. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek yıllık halka genişliği kuzey bakıda bulunmuştur.



Şekil 59. Yıllık halka, ilkbahar odunu ve yaz odunu genişliklerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 60. Yıllık halka, ilkbahar odunu ve yaz odunu genişliklerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

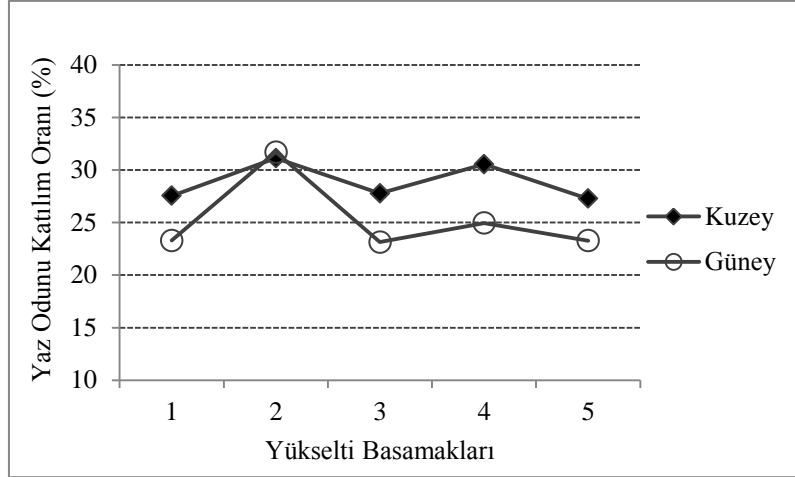
Sinop yöresinde en yüksek ilkbahar odunu genişliği değeri (2,393 mm) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (1,364 mm) güney bakı beşinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre ilkbahar odunu genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakımın etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek ilkbahar odunu genişliği üçüncü yükselti basamağında belirlenmiş olup en düşük ilkbahar odunu genişliğinin bulunduğu beşinci yükselti basamağı ile birinci yükselti basamağı aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Ayancık yöresinde en yüksek ilkbahar odunu genişliği değeri (1,491 mm) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (0,918 mm) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre ilkbahar odunu genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakımın etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek ilkbahar odunu genişliği üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Buna göre Ayancık yöresinde ilkbahar odunu genişliği birinci yükselti basamağından ikinci yükselti basamağına çıkıldıkça istatistiksel açıdan değişmemiş, ikinci yükselti basamağından üçüncü yükselti basamağına çıkıldıkça artmış ve üçüncü yükselti basamağından dördüncü yükselti basamağına çıkıldıkça azalmıştır. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek ilkbahar odunu genişliği kuzey bakıda bulunmuştur.

Sinop yöresinde en yüksek yaz odunu genişliği değeri (0,764 mm) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (0,406 mm) güney bakı beşinci yükselti

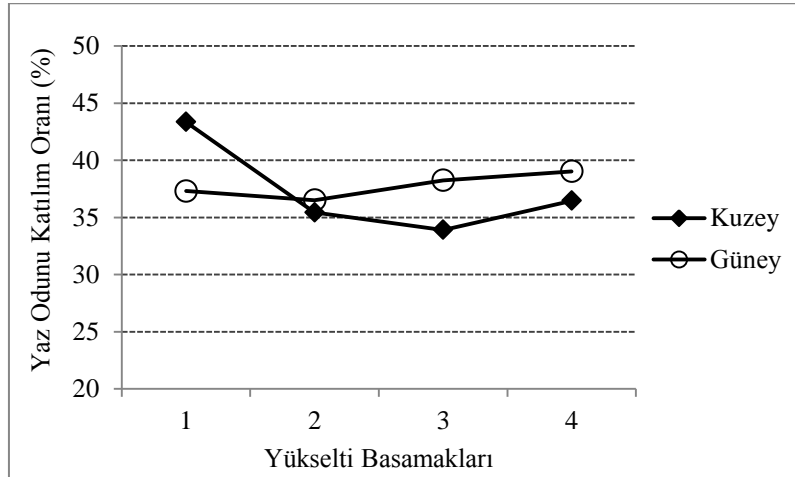
basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yaz odunu genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek yaz odunu genişliği üçüncü ve ikinci yükselti basamağında belirlenmiş olup en düşük yaz odunu genişliği beşinci yükselti basamağında bulunmuştur. Sinop yöresinde yaz odunu genişliği bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında en yüksek yaz odunu genişliği kuzey bakıda bulunmuştur. Ayancık yöresinde en yüksek yaz odunu genişliği değeri (0,927 mm) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (0,509 mm) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yaz odunu genişliği üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek yaz odunu genişliği birinci yükselti basamağında, en düşük yaz odunu genişliği dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Ayancık yöresinde birinci yükselti basamağından ikinci yükselti basamağına çıkıldıkça yaz odunu genişliği azalmış, ikinci yükselti basamağından üçüncü yükselti basamağına çıkıldıkça istatistiksel açıdan bir değişiklik olmamış, üçüncü yükselti basamağından dördüncü yükselti basamağına çıkıldıkça yaz odunu genişliğinde bir azalma olmuş ve en düşük değere ulaşmıştır.

4.2.2. Yaz Odunu Katılım Oranı (Tekstür)

Yaz odunu katılım oranının (tekstür) yükselti ve bakıya göre değişimini açıklayan grafik Şekil 61 ve 62’de belirtilmiştir.



Şekil 61. Yaz odunu katılım oranının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 62. Yaz odunu katılım oranının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Sinop yöresinde yaz odunu katılım oranına ait en yüksek değer (%31,704) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (%23,144) güney bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yaz odunu katılım oranı üzerine %95 güven düzeyi ile yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek yaz odunu katılım oranı ikinci yükselti basamağında belirlenmiş olup en düşük değer bulunduğ u beşinci yükselti basamağı birinci ve üçüncü yükselti basamakları ile aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Yaz odunu katılım oranı bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında en yüksek yaz odunu katılım oranı kuzey bakıda bulunmuştur. Buna

göre Sinop yöresinde tekstürü en iyi olan ağaçların yetiştiği yükselti basamaklarını büyükten küçüğe doğru sıralayacak olursak ikinci yükselti basamağı > dördüncü yükselti basamağı > üçüncü, birinci, beşinci yükselti basamakları şeklinde olacaktır. Ayancık yöresinde yaz odunu katılım oranına ait en yüksek değer (%43,354) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (%33,915) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre yaz odunu katılım oranı üzerine %95 güven düzeyi ile yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek yaz odunu katılım oranı birinci yükselti basamağında, en düşük değerler ikinci ve üçüncü yükselti basamaklarında belirlenmiştir. Ayancık yöresinde yaz odunu katılım oranı, en yüksek değerde olduğu birinci yükselti basamağından ikinci yükselti basamağına çıkıldıkça azalmış, ikinci yükselti basamağından üçüncü yükselti basamağına çıkıldıkça istatistiksel açıdan farklılık olmamış, üçüncü yükselti basamağından dördüncü yükselti basamağına çıkıldıkça artmıştır.

4.3. Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulguların İrdelenmesi

4.3.1. Yoğunluk Değerleri

Yoğunluk değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 63 ve 64'de belirtilmiştir. Sinop yöresinde en yüksek hava kurusu yoğunluk değeri ($0,770 \text{ g/cm}^3$) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer ($0,688 \text{ g/cm}^3$) kuzey bakı birinci yükselti basamağında; en yüksek tam kuru yoğunluk değeri ($0,743 \text{ g/cm}^3$) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer ($0,659 \text{ g/cm}^3$) kuzey bakı birinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile hava kurusu yoğunluk değerleri üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu; tam kuru yoğunluk değerleri üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri üçüncü yükselti basamağında, en düşük değerler birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Buna göre birinci yükselti basamağından ikinci ve üçüncü yükselti basamaklarına çıkıldıkça her iki yoğunluk değeri artarak üçüncü yükselti basamağında en yüksek değerlere ulaşmış, üçüncü yükselti basamağından dördüncü ve beşinci yükselti basamaklarına çıkıldıkça her iki yoğunluk değerinin azaldığı gözlenmiştir. Sinop yöresi için belirlenen bu sonuç ile Sopushynskyy vd. (2005) tarafından yapılan çalışmanın

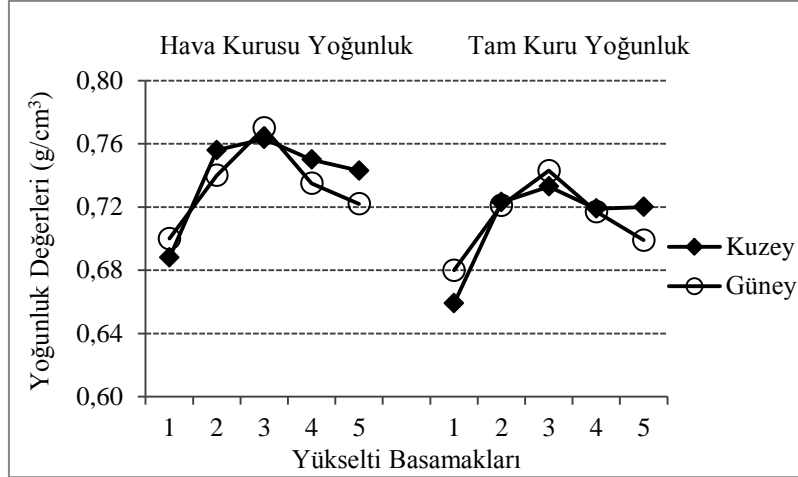
sonuçları benzerlik göstermektedir. Sopushynskyy vd. (2005), Avrupa Kayını'nın (*Fagus sylvatica* L.) rutubet miktarı ve yoğunluğu üzerine yetiştirme yeri faktörlerinin (sıcaklık, yıllık yağış miktarı, toprak yapısı) etkisini inceledikleri çalışmalarında, üç yükselti basamağına ayrılmış olan araştırma alanlarında en yüksek yoğunluk ve rutubet miktarı değerlerinin 600-950 m yükselti arasında yetişen ağaçlara ait olduğunu, bu yükselti arasında sıcaklık derecesi ve yağış miktarının *Fagus sylvatica* L.'nin yetişmesi açısından en uygun değerlerde olduğunu, 600 m'nin altındaki ve 950 m'nin üzerindeki rakımlarda yetişen ağaçların en düşük değerlere sahip olduğunu, 950 m'nin üzerinde düşük sıcaklık ve kısa vejetasyon süresi nedeni ile yoğunluk değerlerinin en düşük olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Sinop yöresi için belirlenen bu sonucun bir diğer nedeni, üçüncü yükselti basamağında trahe çaplarının daha dar ve hücre çeperi maddesi yüzdesinin daha fazla olması olabilir. Nitekim bu çalışmada, trahe radyal çapı ile tam kuru yoğunluk değeri ve hücre çeperi maddesi yüzdesi arasında negatif yönde; hava boşluğu yüzdesi ve en yüksek su miktarı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 22). Bu sonuca göre Sinop yöresinde trahe çapı arttıkça hücre çeperi maddesi yüzdesi azalmakta buna bağlı olarak yoğunluk azalmakta, hücre lümeni ya da hava boşluğu yüzdesi artarak odunun içerisine alabileceği su miktarı da artmaktadır. Nitekim Malan (1991) *Eucalyptus grandis*'de ve Martinez-Cabrera (2011) *Angiospermler*'de trahe çapları ile odun yoğunluğu arasında negatif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Denne ve Halle (1999), *Nothofagus nervosa* türünün odun yoğunluğu ile hücre çeperi ve lümen oranı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, trahe lümen oranının artarak lif lümen oranının azalması ile odun yoğunluğunun azaldığını belirlemişlerdir. Sinop yöresinde hava kurusu yoğunluk değerleri, kuzey ve güney bakılara göre farklılık gösterirken tam kuru yoğunluk değerleri bakı gruplarına göre farklılık göstermemektedir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek hava kurusu yoğunluk değerleri kuzey bakıda bulunmuştur.

Ayancık yöresinde en yüksek hava kurusu yoğunluk değeri ($0,753 \text{ g/cm}^3$) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer ($0,695 \text{ g/cm}^3$) güney bakı üçüncü yükselti basamağında; en yüksek tam kuru yoğunluk değeri ($0,727 \text{ g/cm}^3$) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer ($0,668 \text{ g/cm}^3$) güney bakı dördüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek hava kurusu ve tam kuru

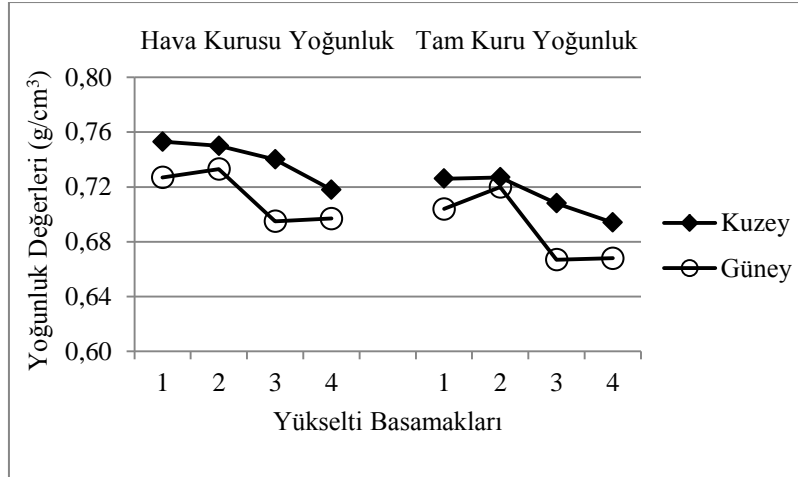
yoğunluk değerleri aynı homojenlik grubunda yer alan birinci ve ikinci yükselti basamaklarında, en düşük değerler aynı homojenlik grubunda yer alan üçüncü ve dördüncü yükselti basamaklarında belirlenmiştir. Buna göre, aralarında istatistiksel açıdan fark bulunmayan birinci ve ikinci yükselti basamaklarından üçüncü yükselti basamağına çıkıldıkça her iki yoğunluk değeri azalarak dördüncü yükselti basamağında en düşük değere ulaşmıştır. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile her iki yoğunluk değeri, bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Kuzey ve güney bakı arasında her iki yoğunluk değeri bakımından belirgin bir farklılık olduğu gözlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri kuzey bakıda bulunmuştur.

Sinop ve Ayancık yörelerinde hücre çeperi maddesi yüzdesi ve yoğunluk değerleri arasında pozitif yönde ve kuvvetli bir ilişki olduğu yapılan korelasyon analizi sonucunda belirlenmiştir (Ek Tablo 22 ve 25, $p < 0,01$). Kalın çeperli, dar lümenli hücrelerden meydana gelen bir hücre dokusu ağır; ince çeperli ve geniş lümenli hücrelerden meydana gelen bir hücre dokusu ise hafif bir odun oluşturmaktadır (Berkel, 1970). Zanne vd. (2010), lümen dışındaki çeper maddesi yoğunluğunun odun yoğunluğunun temel belirleyicisi olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca Fujiwara vd. (1991), Japonya’da yetişen 50 adet yapraklı ağacın yoğunluk değerleri ile lif özellikleri arasındaki ilişkileri incelemişler ve yoğunluk ile lif çeper maddesi oranı arasında kuvvetli ve pozitif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun yoğunluk değerleri daha önce yapılmış birçok araştırma ile belirlenmiştir. Bu araştırma sonuçlarına göre Doğu Kayını’nın yetişme ortamı ve hava kurusu yoğunluk değerleri şu şekilde belirtilmiştir: Berkel (1941), 0,633 g/cm³ (Begrad Ormanı); Gürsu (1960), 0,663 g/cm³ (Tokat); Malkoçoğlu (1994), 0,610 g/cm³ (Artvin), 0,693 g/cm³ (Kastamonu), 0,668 g/cm³ (Bolu), 0,722 g/cm³ (İstanbul); Ünsal (1998), 0,655 g/cm³ (Düzce); Gözlüklüoğlu Erdinler (1999), 0,711 g/cm³ (Düzce); Bektaş ve Güler (2001a), 0,663 g/cm³ (Andırın, Doğu Akdeniz); Uncu (2004), 0,685 g/cm³ (Murgul, Artvin); Sefil (2010), 0,658 g/cm³ (Yeşildağ, Bolu). Sinop ve Ayancık yörelerinde doğal olarak yetişen Doğu Kayını odununun ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri, ülkemizde bu tür ile yapılmış diğer araştırma sonuçlarından yüksek çıkmıştır. Aynı ağaç türüne ait farklı sonuçların elde edilmiş olması ağaçların yetişme ortamı şartlarının birbirinden farklı olması ile ilgilidir. Bozkurt ve Erdin (1990) kayının hava kurusu yoğunluk değerine göre ağır ağaçlar ($D_{12} = 0,70-0,99$ g/cm³) sınıfında yer aldığını belirtmişlerdir.



Şekil 63. Yoğunluk değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

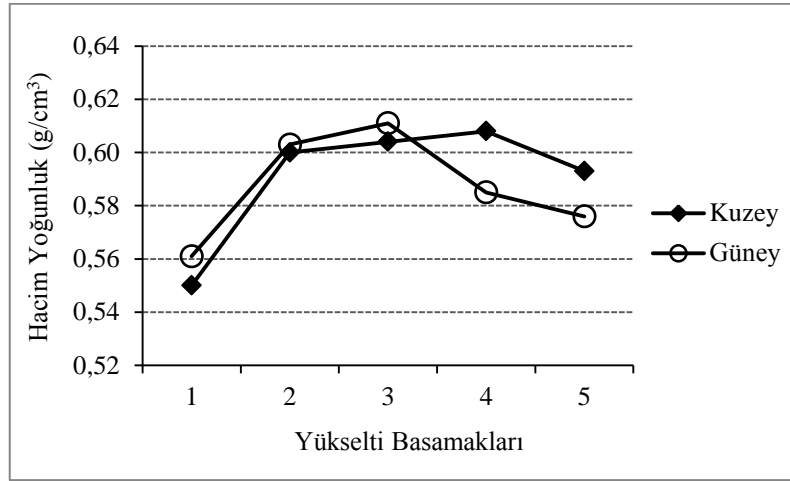


Şekil 64. Yoğunluk değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

4.3.2. Hacim Yoğunluk Değeri

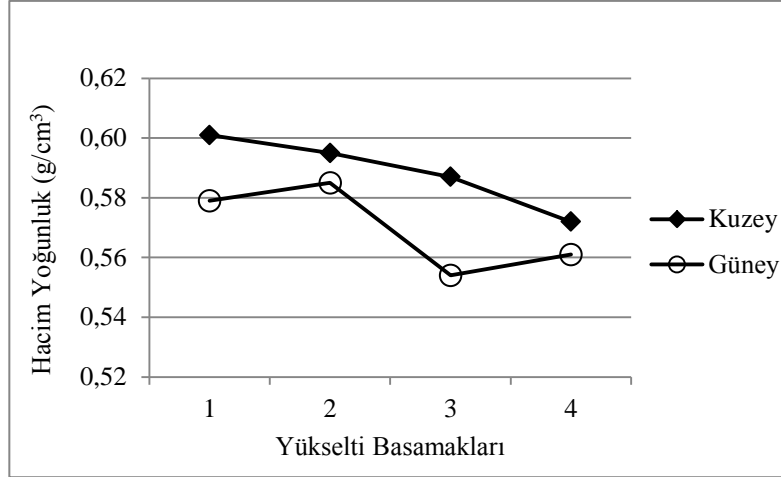
Hacim yoğunluk değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 65 ve 66'da belirtilmiştir. Sinop yöresinde en yüksek hacim yoğunluk değeri ($0,611 \text{ g/cm}^3$) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer ($0,550 \text{ g/cm}^3$) kuzey bakı birinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile hacim yoğunluk değerleri üzerine yükselti ve bakımın etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek hacim yoğunluk değeri üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Buna göre birinci yükselti basamağından ikinci yükselti basamağına çıkıldıkça hacim yoğunluk değeri

artmış ve üçüncü yükselti basamağına çıkıldıkça en yüksek değere ulaşmıştır. Yükselti arttıkça dördüncü yükselti basamağında azalmış ve dördüncü yükselti basamağından beşinci yükselti basamağına çıkıldıkça azalmaya devam etmiştir. Bakı grupları arasında hacim yoğunluk değeri bakımından farklılık olduğu belirlenmiş olup yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek hacim yoğunluk değeri kuzey bakıda bulunmuştur.



Şekil 65. Hacim yoğunluk değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

Ayancık yöresinde en yüksek hacim yoğunluk değeri ($0,601 \text{ g/cm}^3$) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer ($0,554 \text{ g/cm}^3$) güney bakı üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile hacim yoğunluk değerleri üzerine yükselti ve bakımın etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek hacim yoğunluk değeri aynı homojenlik grubunda yer alan birinci ve ikinci yükselti basamaklarında, en düşük değerler ise aynı homojenlik grubunda yer alan üçüncü ve dördüncü yükselti basamaklarında bulunmuştur. Korelasyon analizi sonuçlarına göre Ayancık yöresinde hacim yoğunluk değeri, yükselti arttıkça azalmıştır. Yükselti ile hacim yoğunluk değeri arasındaki bu ilişki bölüm 4.6.2'de açıklanmıştır. Bakı grupları arasında hacim yoğunluk değeri bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek hacim yoğunluk değeri kuzey bakıda bulunmuştur.

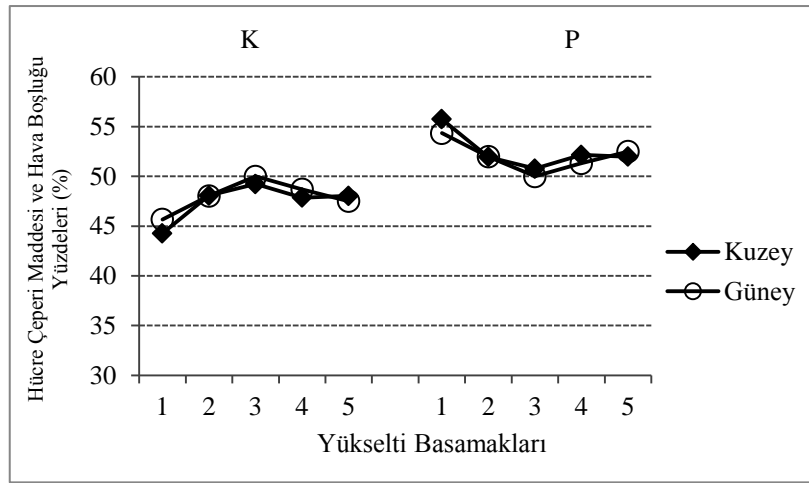


Şekil 66. Hacim yoğunluk değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

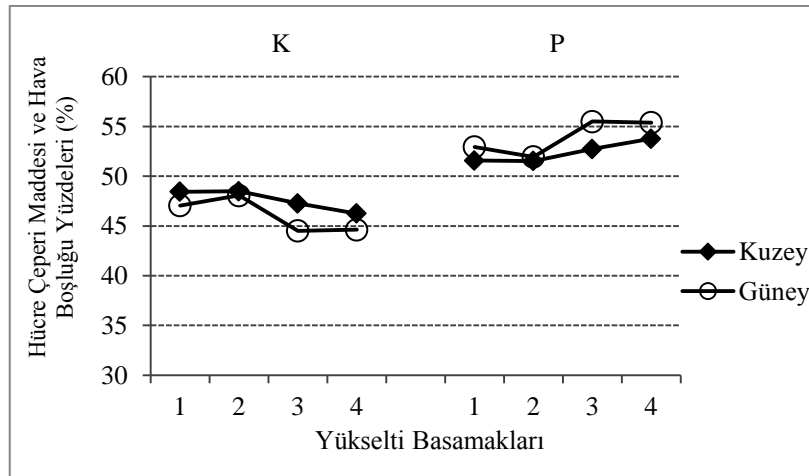
4.3.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Yüzdeleri

Hücre çeperi maddesi (K) ve hava boşluğu (P) yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 67 ve 68’de belirtilmiştir. Sinop yöresinde en yüksek hücre çeperi maddesi yüzdesi (%50,002) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (%44,265) kuzey bakı birinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile hücre çeperi maddesi yüzdesi üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük hücre çeperi maddesi yüzdesi birinci yükselti basamağında, en yüksek değer üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Birinci yükselti basamağından ikinci yükselti basamağına, ikinci yükselti basamağından üçüncü yükselti basamağına çıkıldıkça hücre çeperi maddesi yüzdesi artarak en yüksek değere ulaşmıştır. Üçüncü yükselti basamağından dördüncü ve beşinci yükselti basamaklarına çıkıldıkça bu değerde azalma gözlenmiştir. Bakı grupları arasında hücre çeperi maddesi yüzdesi bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek hücre çeperi maddesi yüzdesi güney bakıda bulunmuştur. Hava boşluğu yüzdesine ait en yüksek değer (%55,734) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (%49,997) güney bakı üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile hava boşluğu yüzdesi üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük değer üçüncü yükselti basamağında, en yüksek değer birinci yükselti basamağında bulunmuştur. Buna göre

birinci yükselti basamağından ikinci yükselti basamağına çıkıldıkça hava boşluğu yüzdesi azalmış, ikinci yükselti basamağından üçüncü yükselti basamağına çıkıldıkça azalmaya devam etmiş ve en düşük değere ulaşmıştır. Üçüncü yükselti basamağından dördüncü ve beşinci yükselti basamaklarına çıkıldıkça bu değerde artış olduğu gözlenmiştir. Bakı grupları arasında hava boşluğu yüzdesi bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek hava boşluğu yüzdesi kuzey bakıda bulunmuştur.



Şekil 67. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelерinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 68. Hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdelерinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Ayancık yöresinde en yüksek hücre çeperi maddesi yüzdesi (%48,475) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (%44,506) güney bakı üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile hücre çeperi maddesi yüzdesi üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük hücre çeperi maddesi yüzdesi aynı homojenlik grubunda yer alan üçüncü ve dördüncü yükselti basamaklarında, en yüksek değer aynı homojenlik grubunda yer alan birinci ve ikinci yükselti basamaklarında belirlenmiştir. Bakı grupları arasında hücre çeperi maddesi yüzdesi bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek hücre çeperi maddesi yüzdesi kuzey bakıda bulunmuştur. Şekil 48'de Ayancık yöresinde yükselti arttıkça hücre çeperi maddesi yüzdesinin azaldığı görülüyor olsa bile bu azalış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Ek Tablo 25). Bu konu bölüm 4.6.2'de açıklanmıştır. Hava boşluğu yüzdesine ait en yüksek değer (%55,493) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (%51,524) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile hava boşluğu yüzdesi üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük hava boşluğu yüzdesi değerleri aynı homojenlik grubunda bulunan birinci ve ikinci yükselti basamaklarında, en yüksek değerler aynı homojenlik grubunda bulunan üçüncü ve dördüncü yükselti basamaklarında bulunmuştur. Bakı grupları arasında hava boşluğu yüzdesi bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek hava boşluğu yüzdesi güney bakıda bulunmuştur. Odun yapısındaki hücre çeperi maddesi yüzdesi arttıkça hava boşluğu yüzdesi de azalmaktadır. Nitekim bu çalışmada hücre çeperi maddesi yüzdesi ile hava boşluğu yüzdesi arasında negatif yönde ve kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 20 ve 25). Osunkoya vd. (2007), odundaki hücre çeper maddelerinin miktarı arttıkça su ya da hava ile dolu olan boşluk oranının azalacağını ve sonuç olarak odun yoğunluğu ile odundaki rutubet içeriği arasında negatif bir ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir. Sinop yöresinde Şekil 63 ve 67, Ayancık yöresinde Şekil 64 ve 68 incelendiğinde yoğunluk değerleri ile hücre çeperi maddesi yüzdesinin birbirine paralel olarak değişim gösterdiği görülmektedir. Bilindiği gibi odunda hücre çeperi maddesi yüzdesi arttıkça yoğunluk da artmaktadır. Bu çalışmada da yoğunluk değerleri ile hücre çeperi maddesi yüzdesi arasında kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 22 ve 25, $p<0,01$).

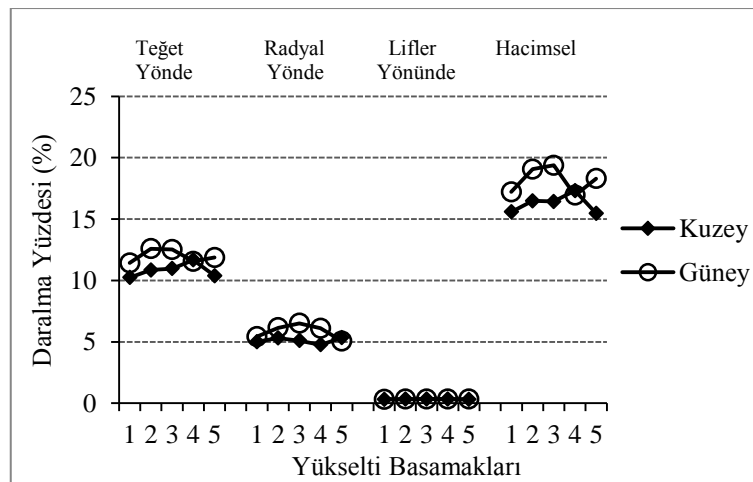
4.3.4. Daralma ve Genişleme Yüzdeleri

4.3.4.1. Daralma Yüzdeleri

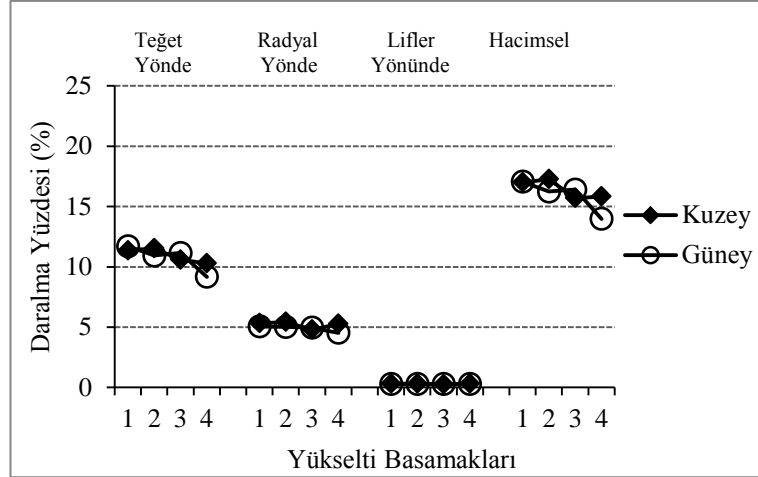
Daralma yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 69 ve 70'de belirtilmiştir. Sinop yöresinde en yüksek teğet yönde daralma yüzdesi (%12,587) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (%10,240) kuzey bakı birinci yükselti basamağında; en yüksek radyal yönde daralma yüzdesi (%6,508) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (%4,758) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında; en yüksek lifler yönünde daralma yüzdesi (%0,346) güney bakı dördüncü yükselti basamağında, en düşük değer (%0,307) kuzey bakı beşinci yükselti basamağında; en yüksek hacimsel daralma yüzdesi (%19,375) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (%15,463) kuzey bakı beşinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile teğet yönde, radyal yönde, lifler yönünde ve hacimsel daralma yüzdeleri üzerine yükseltinin etkili olduğu; teğet yönde, radyal yönde ve hacimsel daralma yüzdeleri üzerine bakının etkili olduğu; lifler yönünde daralma yüzdesi üzerine bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük daralma yüzdeleri (teğet yönde, radyal yönde, lifler yönünde, hacimsel), birinci ve beşinci yükselti basamaklarında bulunmuştur. Teğet yönde, radyal yönde ve hacimsel daralma yüzdelerine ait en yüksek değerler ikinci ve üçüncü yükselti basamaklarında; lifler yönünde daralma yüzdesine ait en yüksek değer üçüncü ve dördüncü yükselti basamaklarında bulunmuştur. Tüm daralma yüzdeleri, yükselti arttıkça artarak üçüncü yükselti basamağında en yüksek değere ulaşmış ve üçüncü yükselti basamağından beşinci yükselti basamağına çıkıldıkça azaldığı gözlenmiştir. Teğet yönde, radyal yönde ve hacimsel daralma yüzdeleri bakı gruplarına göre farklılık göstermiş olup yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek daralma yüzdeleri güney bakıda belirlenmiştir.

Ayancık yöresinde en yüksek teğet yönde daralma yüzdesi (%11,703) güney bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (%9,167) güney bakı dördüncü yükselti basamağında; en yüksek radyal yönde daralma yüzdesi (%5,429) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (%4,525) güney bakı dördüncü yükselti basamağında; en yüksek lifler yönünde daralma yüzdesi (%0,318) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (%0,271) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında; en yüksek hacimsel

daralma yüzdesi (%17,269) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (%13,978) güney bakı dördüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile teğet yönde, radyal yönde, lifler yönünde ve hacimsel daralma yüzdeleri üzerine yükseltinin etkili olduğu; radyal yönde, lifler yönünde ve hacimsel daralma yüzdeleri üzerine bakının etkili olduğu; teğet yönde daralma yüzdesi üzerine bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek daralma yüzdeleri (teğet yönde, radyal yönde, lifler yönünde, hacimsel), aynı homojenlik grubunda yer alan birinci ve ikinci yükselti basamaklarında bulunmuştur. Teğet yönde ve hacimsel daralma yüzdelerine ait en düşük değerler dördüncü yükselti basamağında belirlenirken radyal yönde ve lifler yönünde daralma yüzdelerine ait en düşük değerler, aynı homojenlik grubunda yer alan üçüncü ve dördüncü yükselti basamaklarında belirlenmiştir. Radyal yönde, lifler yönünde ve hacimsel daralma yüzdeleri bakı gruplarına göre farklılık göstermiş olup yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek daralma yüzdeleri kuzey bakıda belirlenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda Ayancık yöresinde hacimsel daralma yüzdesi ile yükselti arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuş ve yükselti arttıkça hacimsel daralma yüzdesi azalmıştır (Ek Tablo 25). Hacimsel daralma yüzdesi ile yükselti arasındaki ilişki bölüm 4.6.2’de detaylı olarak açıklanmıştır. Ayrıca Sinop yöresinde Şekil 63 ve 69, Ayancık yöresinde Şekil 64 ve 70’de görüldüğü üzere yoğunluk değerleri ile daralma yüzdeleri birbirlerine paralel olarak değişim göstermiştir. Çünkü odunun yoğunluğu arttıkça odunun su tutabilen iç yüzeyi artarak bünyesine daha fazla miktarda su bağlanabilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1996).



Şekil 69. Daralma yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

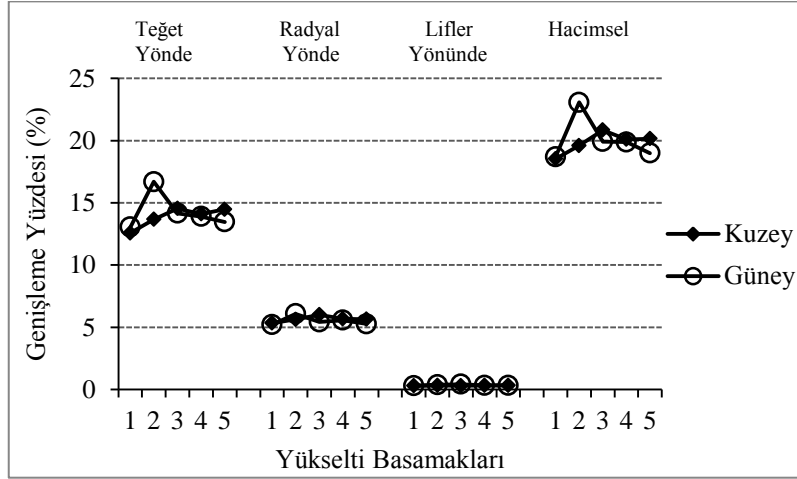


Şekil 70. Daralma yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

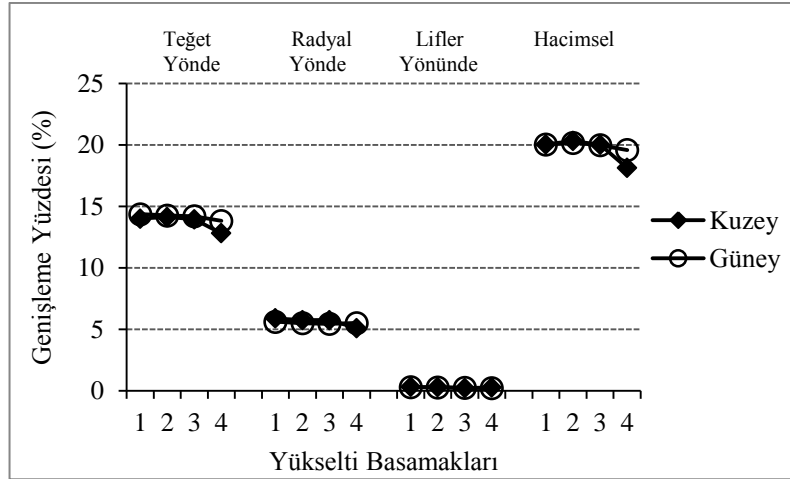
4.3.4.2. Genişleme Yüzdeleri

Genişleme yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 71 ve 72’de gösterilmiştir. Sinop yöresinde en yüksek teğet yönde genişleme yüzdesi (%16,688) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (%12,572) kuzey bakı birinci yükselti basamağında; en yüksek radyal yönde genişleme yüzdesi (%6,073) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (%5,206) güney bakı birinci yükselti basamağında; en yüksek lifler yönünde genişleme yüzdesi (%0,417) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (%0,291) kuzey bakı birinci yükselti basamağında; en yüksek hacimsel genişleme yüzdesi (%23,068) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (%18,526) kuzey bakı birinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile teğet yönde, radyal yönde, lifler yönünde ve hacimsel genişleme yüzdeleri üzerine yükseltinin etkili olduğu; teğet yönde ve lifler yönünde genişleme yüzdeleri üzerine bakının etkili olduğu; radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdeleri üzerine bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre teğet yönde, radyal yönde, lifler yönünde ve hacimsel genişleme yüzdelerine ait en düşük değerler birinci yükselti basamağında; teğet yönde, radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdelerine ait en yüksek değerler ikinci yükselti basamağında, lifler yönünde genişleme yüzdesine ait en yüksek değerler ise üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Korelasyon analizi sonucunda Sinop yöresinde yükselti arttıkça hacimsel genişleme yüzdesinin azaldığı belirlenmiştir (Ek Tablo 20). Bu konu, bölüm 4.6.1’de açıklanmıştır. Teğet yönde ve lifler yönünde genişleme yüzdeleri bakı gruplarına

göre farklılık göstermiş, radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdeleri bakı gruplarına göre farklılık göstermemiştir. Sinop yöresinde yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek teğet yönde ve lifler yönünde genişleme yüzdeleri güney bakıda bulunmuştur.



Şekil 71. Genişleme yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



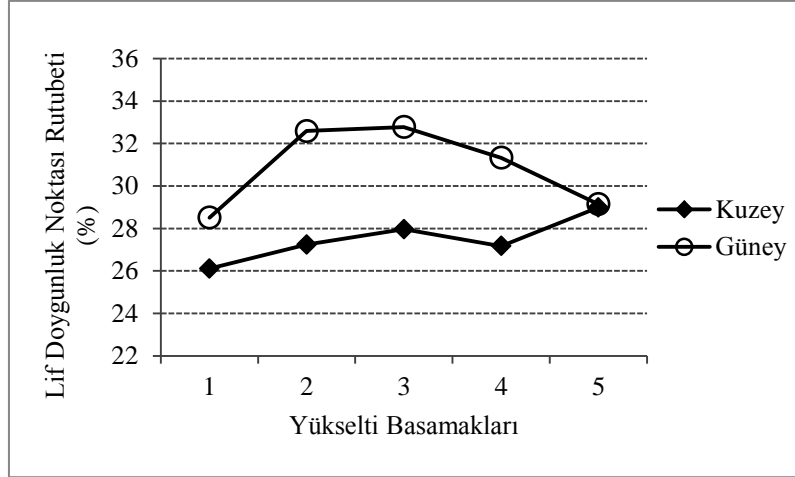
Şekil 72. Genişleme yüzdelerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Ayancık yöresinde en yüksek teğet yönde genişleme yüzdesi (%14,368) güney bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (%12,813) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında; en yüksek radyal yönde genişleme yüzdesi (%5,888) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (%5,098) kuzey bakı dördüncü yükselti

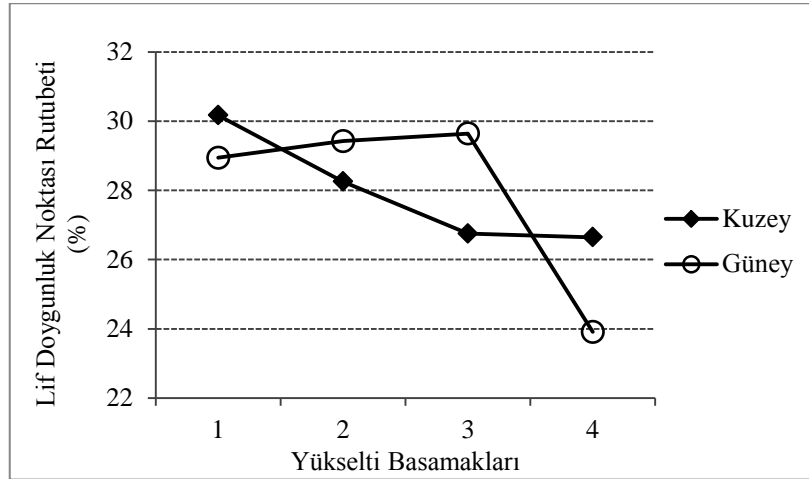
basamağında; en yüksek lifler yönünde genişleme yüzdesi (%0,318) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (%0,211) güney bakı dördüncü yükselti basamağında; en yüksek hacimsel genişleme yüzdesi (%20,319) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında, en düşük değer (%18,131) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile teğet yönde, radyal yönde, lifler yönünde ve hacimsel genişleme yüzdeleri üzerine yükseltinin etkili olduğu; teğet yönde ve lifler yönünde genişleme yüzdeleri üzerine bakının etkili olduğu, radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdeleri üzerine bakının etkili olmadığı bulunmuştur. Duncan homojenlik gruplarına göre teğet yönde ve hacimsel genişleme yüzdelerine ait en yüksek değerler ikinci yükselti basamağında, en düşük değerler dördüncü yükselti basamağında; radyal yönde genişleme yüzdesine ait en yüksek değer birinci yükselti basamağında, en düşük değer dördüncü yükselti basamağında; lifler yönünde genişleme yüzdesine ait en yüksek değer birinci yükselti basamağında, en düşük değer üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Teğet yönde ve lifler yönünde genişleme yüzdeleri bakı gruplarına göre farklılık gösterirken radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdeleri farklılık göstermemiştir. Buna göre Ayancık yöresinde yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek teğet yönde genişleme yüzdesi güney bakıda, en yüksek lifler yönünde genişleme yüzdesi kuzey bakıda belirlenmiştir.

4.3.5. Lif Doygunluk Noktası Rutubeti

Lif doygunluk noktası rutubeti (LDN) değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 73 ve 74'de belirtilmiştir. Sinop yöresinde en yüksek LDN rutubeti (%32,776) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (%26,107) kuzey bakı birinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile LDN rutubeti üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük LDN rutubeti birinci yükselti basamağında, en yüksek değer üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. LDN rutubeti, bakı gruplarına göre farklılık göstermiş olup Sinop yöresinde yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek LDN rutubeti güney bakıda bulunmuştur. Sinop yöresinde LDN rutubet değeri ile hacimsel daralma yüzdesi arasında belirlenen pozitif yöndeki kuvvetli ilişki (Ek Tablo 20, $p < 0,01$) bu iki özelliğin birbirine paralel olarak değişim göstermesine neden olmuştur (Şekil 69 ve 73).



Şekil 73. Lif doygunluk noktası rutubetinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

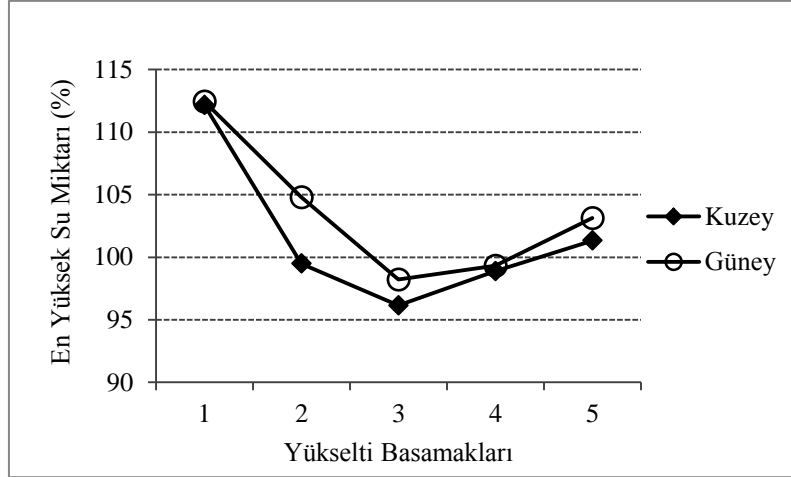


Şekil 74. Lif doygunluk noktası rutubetinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

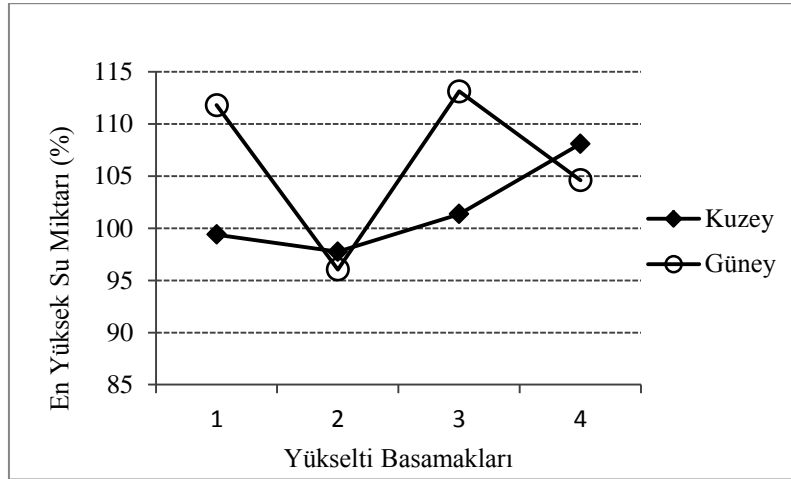
Ayancık yöresinde en yüksek LDN rutubeti (%30,170) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (%23,909) güney bakı dördüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile LDN rutubeti üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek LDN rutubeti birinci yükselti basamağında, en düşük değer dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. LDN rutubeti, bakı gruplarına göre farklılık göstermemiştir.

4.3.6. Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı (M_{max}) değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 75 ve 76'da belirtilmiştir. Sinop yöresinde en yüksek M_{max} değer (112,441) güney bakı birinci yükselti basamağında, en düşük değer (96,144) kuzey bakı nc yükselti basamağında bulunmuştur. oğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile M_{max} değerleri üzerine yükselti ve bakımın etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük M_{max} değer nc yükselti basamağında, en yüksek değer birinci yükselti basamağında bulunmuştur. Şekil 75'de görüldüğü üzere M_{max} değer, birinci yükselti basamağından ikinci yükselti basamağına çıktıkça azalmış ve nc yükselti basamağında en düşük değere ulaşmıştır. Yükselti arttıkça beşinci yükselti basamağında arttığı gözlenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda Sinop yöresinde yükselti arttıkça M_{max} değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 20, $p<0,05$). Bu konu bölüm 4.6.1'de açıklanmıştır. M_{max} değerleri, kuzey ve güney bakı grupları arasında farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek M_{max} değer güney bakıda belirlenmiştir. Bilindiği gibi odunun yapısındaki hava boşluğu yüzdesi arttıkça içerisine alabileceği su miktarı da artmaktadır. Şekil 67 ve 75'de hava boşluğu yüzdesi ile M_{max} değerlerinin birbirleri ile paralel bir değişim gösterdiği görülmektedir. Ayrıca korelasyon analizi sonucunda odundaki hava boşluğu yüzdesi ile M_{max} arasında kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 20, $p<0,01$). Sinop yöresinde yükselti arttıkça trahe çaplarının ve trahe hücre uzunluğunun azalması (Ek Tablo 19, $p<0,05$) trahelerin içerisine alabileceği su miktarının azalmasına neden olmuştur. Nitekim geniş trahelerin (Schume vd., 2004) ve trahe çapının (Martinez-Cabrera vd., 2011), su taşıma kapasitesi konusunda çok etkili oldukları bilinmektedir.



Şekil 75. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarının yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 76. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarının yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Ayancık yöresinde en yüksek M_{max} değeri (%113,129) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer (%96,047) güney bakı ikinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile M_{max} değerleri üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük M_{max} değeri ikinci yükselti basamağında, en yüksek değer dördüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Korelasyon analizi sonucunda Ayancık yöresinde yükselti ile M_{max} değeri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 25, $p < 0,05$). M_{max} değerleri, kuzey ve güney bakı grupları arasında farklılık göstermiştir. Yükselti

basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek M_{max} değeri güney bakıda belirlenmiştir. Sinop yöresinde belirlenen sonuca benzer olarak Ayancık yöresinde de Şekil 68 ve 76'da hava boşluğu yüzdesi ile M_{max} değerlerinin birbirleri ile paralel bir değişim gösterdiği görülmektedir. Ayrıca odundaki hava boşluğu yüzdesi ile M_{max} arasında kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişki olduğu yapılan korelasyon analizi sonucunda belirlenmiştir (Ek Tablo 25, $p<0,01$).

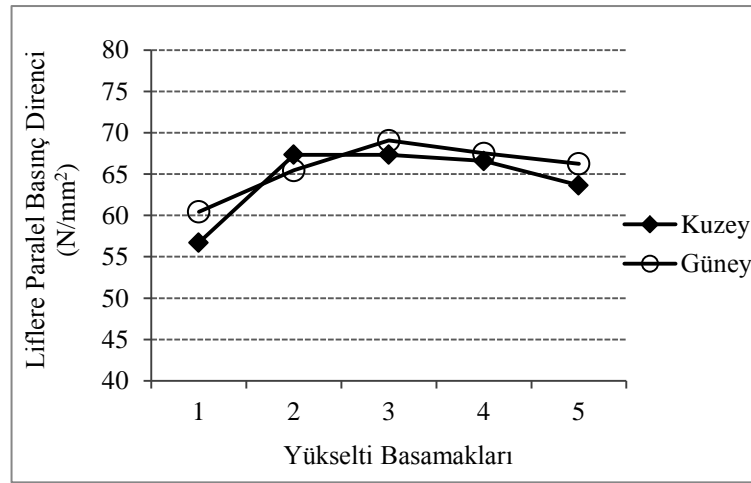
4.4. Mekanik Özelliklere İlişkin Bulguların İrdelenmesi

4.4.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri

4.4.1.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci

Liflere paralel yönde basınç direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 77 ve 78'de belirtilmiştir. Sinop yöresinde en düşük liflere paralel basınç direnci ($56,705 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakıda birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($69,063 \text{ N/mm}^2$) güney bakıda üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile liflere paralel basınç direnci üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük liflere paralel basınç direnci birinci yükselti basamağında, en yüksek değer üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Odunun yoğunluğu ve hücre çeperi maddesi yüzdesi odunun mekanik özelliklerini etkilemektedir. Şekil 63 ve 67 incelendiğinde odunun liflere paralel basınç direncinin bu iki fiziksel özelliğe bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Nitekim Sinop yöresinde Doğu Kayını odununun yoğunluğu ve hücre çeperi maddesi yüzdesinin birinci yükselti basamağında en düşük, üçüncü yükselti basamağında ise en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Sinop yöresinde Doğu Kayını odununun hava kurusu yoğunluk değeri ile liflere paralel basınç direnci arasında doğrusal bir ilişki ($R^2=0,254$, $p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 58, Şekil 29). Şekil 77'de görüldüğü üzere liflere paralel basınç direnci, yükselti arttıkça doğrusal olmayan bir şekilde artmaktadır. Yükselti ile liflere paralel basınç direnci arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu gerçekleştirilen korelasyon analizi sonucunda belirlenmiştir (Ek Tablo 20, $p<0,05$). Bu konu, bölüm 4.7.1'de açıklanmıştır. Ayrıca Şekil 57 ve 77 birlikte değerlendirildiğinde trahe hücre uzunluğunun en düşük olduğu üçüncü yükselti basamağında liflere paralel basınç

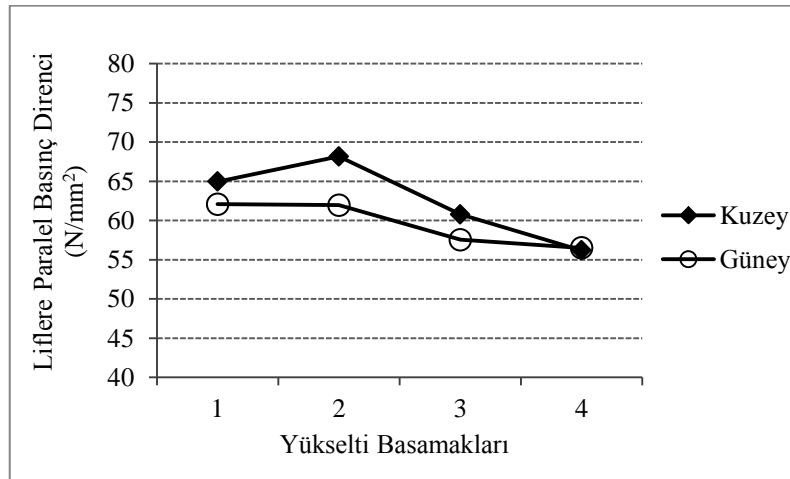
direncinin en yüksek, trahe hücre uzunluğunun en yüksek olduğu birinci yükselti basamağında liflere paralel basınç direncinin en düşük olduğu görülmektedir. Nitekim Sinop yöresinde trahe hücre uzunluğu ile liflere paralel basınç direnci arasındaki negatif yöndeki ilişki bu sonucu desteklemektedir (Ek Tablo 23, $p < 0,05$). Sinop yöresinde liflere paralel basınç direnci bakı grupları arasında farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri güney bakıda belirlenmiştir.



Şekil 77. Liflere paralel basınç direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

Ayancık yöresinde en düşük liflere paralel basınç direnci ($56,176 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakıda dördüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ($68,169 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakıda ikinci yükselti basamağında bulunmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile liflere paralel basınç direnci üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük liflere paralel basınç direnci dördüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ikinci yükselti basamağında bulunmuştur. Liflere paralel basınç direncinin yükselti ve bakıya göre gösterdiği bu değişim, odunun yoğunluğu ve hücre çeperi maddesi yüzdesinin yükselti ve bakıya göre gösterdiği değişim ile paralellik göstermektedir (Şekil 64 ve 68). Bilindiği gibi odunun yoğunluğu, mekanik özelliklerini etkilemektedir. Bu çalışmada Ayancık yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun hava kurusu yoğunluk değeri ile liflere paralel basınç direnci arasında doğrusal bir ilişki ($R^2=0,347$, $p < 0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 112, Şekil

36). Odun yoğunluğu ve mekanik özellikler arasındaki ilişki, birçok araştırmaya konu olmuştur. Zhang (1997), tür düzeyinde yoğunluk ve mekanik özellikler arasındaki ilişkileri araştırdığı çalışmada, dağınık traheli ağaç türlerinin liflere paralel basınç direnci ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkinin doğrusal ve zayıf bir ilişki olduğunu belirtmektedir. Ayrıca Şekil 78’de görüldüğü üzere Ayancık yöresinde yükselti arttıkça liflere paralel basınç direnci azalmaktadır. Yükselti ile liflere paralel basınç direnci arasında kuvvetli ve negatif yönde bir ilişki olduğu yapılan korelasyon analizi sonucunda belirlenmiştir (Ek Tablo 26, $p < 0,01$). Bu konu, bölüm 4.7.2’de açıklanmıştır. Ayrıca Ayancık yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun lif uzunluğu ile liflere paralel basınç direnci arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 28, $p < 0,05$). Şekil 56 ve 78 incelendiğinde lif uzunluğunun en düşük olduğu dördüncü yükselti basamağında liflere paralel basınç direnci en düşük, lif uzunluğunun en yüksek olduğu birinci yükselti basamağında liflere paralel basınç direncinin de yüksek olduğu görülmektedir. Yapraklı ağaçlarda lifler, ölü hücreler olup ağacı destekleme ve kuvvetlendirme görevi yaparlar. Ayrıca yapraklı ağaç hücre dokusunun hacim bakımından %50 ve daha fazlasını oluştururlar (Berkel, 1970). Ayancık yöresinde liflere paralel basınç direnci bakı grupları arasında farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri kuzey bakıda belirlenmiştir.



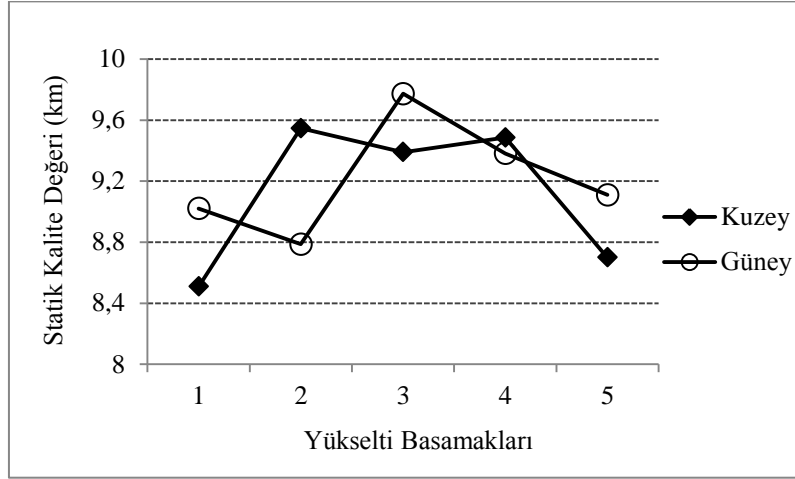
Şekil 78. Liflere paralel basınç direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

4.4.1.2. Statik Kalite Değeri

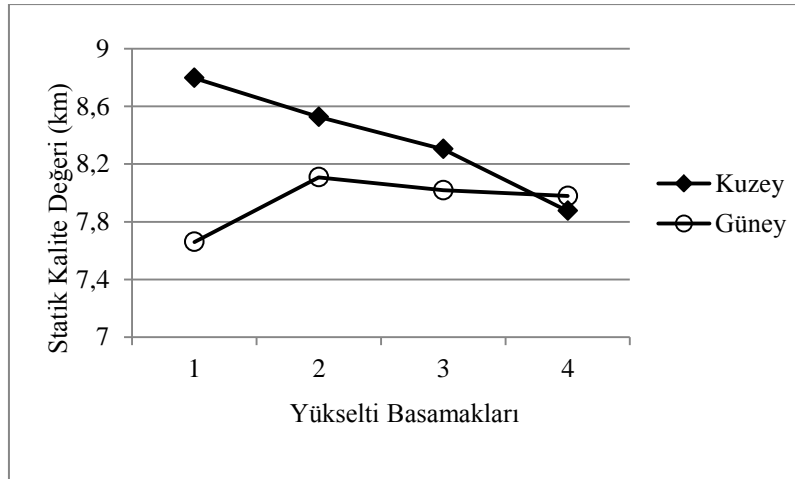
Statik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 79 ve 80’de belirtilmiştir. Sinop yöresinde en düşük statik kalite değeri (8,509 km) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer (9,773 km) güney bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Sinop yöresinde tüm gruplarda belirlenen statik kalite değerleri 7,5 km’den büyük olduğu için bu yörede yetişen ağaçlar, “iyi” kalite özelliğine sahiptir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile statik kalite değeri üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakımın etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük statik kalite değeri birinci yükselti basamağında, en yüksek değer üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Statik kalite değerlerinin kuzey ve güney bakı grupları arasında istatistiksel açıdan farksız olduğu belirlenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda Sinop yöresinde statik kalite değeri ile lif çeper kalınlığı arasında kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur (Ek Tablo 23, $p<0,01$). Genel bir kural olarak odunda kalın çeperli lif oranı ne kadar yüksek ise direnç özellikleri de o kadar yüksek olacaktır (Bowyer vd., 2007). Ayrıca Bozkurt ve Göker (1996), odundaki lignin miktarının artması ile kalite faktörünün doğrusal bir şekilde artış gösterdiğini belirtmektedirler. Odunsu bir hücrenin oluşarak son şeklini almasında en son aşama hücre çeperi içerisine lignin maddesinin yerleşmesidir. Böylece hücre çeperi kuvvetlenmekte, sertleşmekte ve bütün hücre dokularına daha fazla mukavemet sağlamaktadır (Berkel, 1970). Bu durum, lif çeper kalınlığının odunun kalitesini belirleyen önemli bir özellik olduğunu doğrulamaktadır.

Ayancık yöresinde en düşük statik kalite değeri (7,660 km) güney bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer (8,796 km) kuzey bakı birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Ayancık yöresinde tüm gruplarda belirlenen statik kalite değerleri, 7,5 km’den büyük olduğu için bu yörede yetişen ağaçlar “iyi” kalite özelliğine sahiptir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Nitekim Malkoçoğlu (1994), dört farklı yetiştirme ortamından almış olduğu Doğu Kayını ağaçlarının ortalama statik kalite değerini 8,55 km olarak bulmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile statik kalite değeri üzerine yükselti ve bakımın etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük statik kalite değeri dördüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Şekil 80’de görüleceği üzere birinci, ikinci ve üçüncü yükselti basamakları aynı homojenlik grubunda yer alırken yükselti

arttıkça dördüncü yükselti basamağında bir azalış olmuştur. Fakat bu azalış, istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (Ek Tablo 26, $p>0,05$). Ayancık yöresinde statik kalite değeri, bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek statik kalite değeri kuzey bakıda belirlenmiştir.



Şekil 79. Statik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

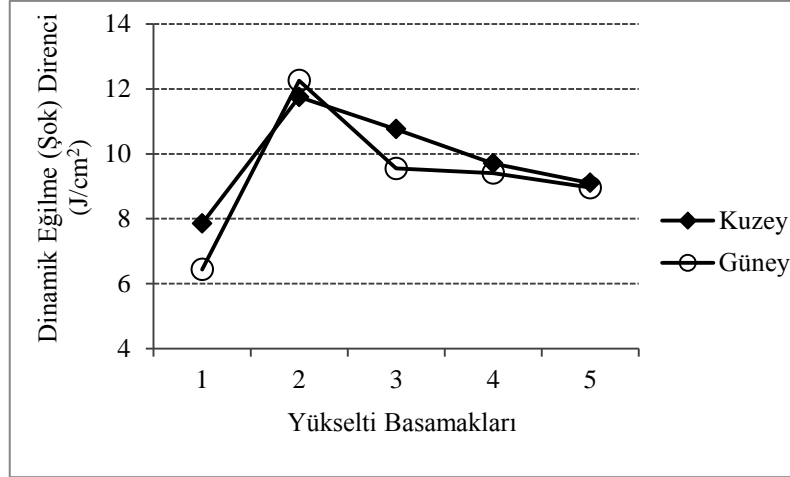


Şekil 80. Statik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

4.4.2. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri

4.4.2.1. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

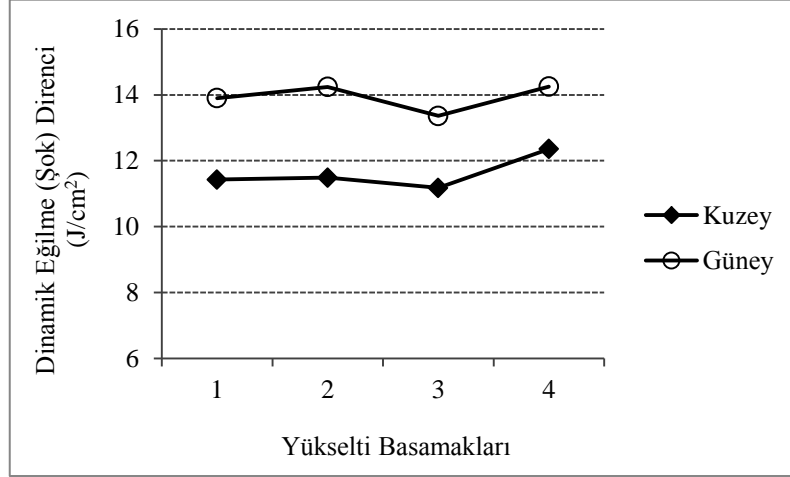
Dinamik eğilme direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 81 ve 82'de belirtilmiştir. Sinop yöresinde en düşük dinamik eğilme direnci değeri ($6,438 \text{ J/cm}^2$) güney bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($12,259 \text{ J/cm}^2$) güney bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile dinamik eğilme direnci üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük dinamik eğilme direnci birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ikinci yükselti basamağında bulunmuştur. Berkel (1970), yapraklı ağaçlarda trahe, traheid ve paranzim hücrelerinin odun yapısındaki iştirak oranının çok yüksek olması ve libriform lifleri çeperlerinin ince oluşunun dinamik eğilme direncini düşürücü bir etki yaptığını belirtmektedir. Bu çalışmada, Sinop yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun lif çeper kalınlığının birinci yükselti basamağında en düşük, ikinci yükselti basamağında en yüksek oluşu, dinamik eğilme direncinin bu yükselti basamaklarındaki değişimini açıklamaktadır. Bununla birlikte yapılan regresyon analizi sonucunda Sinop yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun hava kurusu yoğunluk değeri ile dinamik eğilme direnci arasında doğrusal bir ilişki ($R^2=0,233$, $p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 58, Şekil 32). Ayrıca dinamik eğilme direnci bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek dinamik eğilme direnci kuzey bakıda belirlenmiştir.



Şekil 81. Dinamik eğilme (şok) direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

Ayancık yöresinde en düşük dinamik eğilme direnci değeri ($11,177 \text{ J/cm}^2$) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ($14,253 \text{ J/cm}^2$) güney bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile dinamik eğilme direnci üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük dinamik eğilme direnci üçüncü yükselti basamağında, en yüksek değer dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan birinci ve ikinci yükselti basamaklarından yukarı çıkıldıkça dinamik eğilme direnci azalarak en düşük değere ulaşmış, yükseltinin artması ile dördüncü yükselti basamağında en yüksek değere ulaşmıştır. Regresyon analizi sonucunda Ayancık yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun hava kurusu yoğunluk değeri ile dinamik eğilme direnci arasında doğrusal bir ilişki ($R^2=0,224$, $p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 112, Şekil 39). Dinamik eğilme direnci bakı gruplarına göre belirgin bir farklılık göstermiş olup yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek dinamik eğilme direnci güney bakıda belirlenmiştir. Ayrıca korelasyon analizi sonucunda bakı derecesi arttıkça dinamik eğilme direncinin arttığı belirlenmiştir (Ek Tablo 26, $p<0,05$). Buna göre Ayancık yöresinde dinamik eğilme direnci, kuzey bakıdan güney bakıya gidildikçe artmıştır. Odunun anatomik özelliklerinden mültiseri özışını yüksekliği (Ek Tablo 24, $p<0,01$) ve mültiseri özışını genişliğinin (Ek Tablo 24, $p<0,05$) bakı ile pozitif yönde göstermiş oldukları ilişki, dinamik eğilme direncinin de bakı ile olan ilişkisini açıklayan bir neden olabilir. Nitekim Stanzl-Tschegg (2006), özışınlarının kırılma

esnasında fazladan kırılma enerjisi harcayarak kırılma noktası gerisinde takviye lif olarak görev yaptığını belirtmektedir.

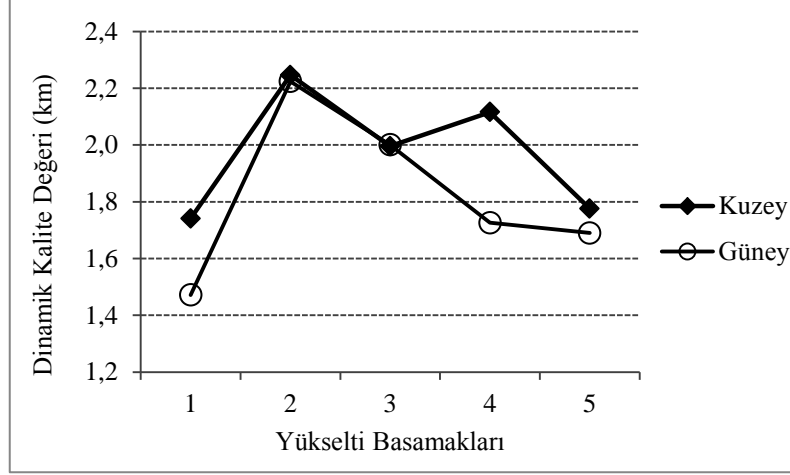


Şekil 82. Dinamik eğilme (şok) direncinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

4.4.2.2. Dinamik Kalite Değeri

Dinamik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 83 ve 84'de belirtilmiştir. Sinop yöresinde en düşük dinamik kalite değeri (1,472 km) güney bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer (2,246 km) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Sinop yöresinde tüm gruplarda belirlenen dinamik kalite değerleri 1,2 km'den büyük olduğu için bu yörede yetişen ağaçlar ortalama dinamik kalite değerine göre "esnek (güç kırılır)" kalite sınıfında yer almaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997). Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile dinamik kalite değeri üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük dinamik kalite değeri birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ikinci yükselti basamağında bulunmuştur. Bu durum dinamik eğilme direnci ile paralellik göstermektedir. Nitekim korelasyon analizi sonucunda Sinop yöresinde dinamik eğilme direnci ile dinamik kalite değeri arasında kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 21, $p < 0,01$). Buna göre Sinop yöresinde en düşük dinamik kalite değerinin bulunduğu birinci yükselti basamağından yukarı çıkıldıkça ikinci yükselti basamağında en yüksek değere ulaşmış, ikinci yükselti basamağından yukarı çıkıldıkça dinamik kalite değeri azalmıştır. Dinamik kalite değeri bakı gruplarına göre farklılık göstermiş olup yükselti

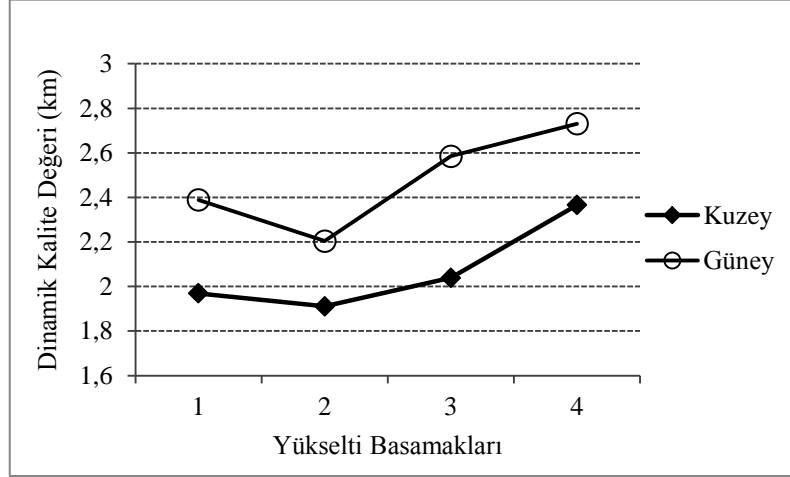
basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek dinamik kalite değeri kuzey bakıda belirlenmiştir.



Şekil 83. Dinamik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)

Ayancık yöresinde en düşük dinamik kalite değeri (1,911 km) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında, en yüksek değer (2,731 km) güney bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Ayancık yöresinde tüm gruplarda belirlenen dinamik kalite değerleri, 1,2 km'den daha büyük olduğu için bu yörede yetişen ağaçlar “esnek (güç kırılır)” kalite sınıfında yer almaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997). Malkoçoğlu (1994), Doğu Kayını odununun ortalama dinamik kalite değerini 2,12 km olarak bulmuştur. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile dinamik kalite değeri üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük dinamik kalite değeri ikinci yükselti basamağında, en yüksek değer dördüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Şekil 84’de görüleceği üzere dinamik kalite değeri yükselti arttıkça ikinci yükselti basamağında bir düşüş göstermiş ve yükseltinin artması ile artmıştır. Bu durum, korelasyon analizi sonucunda da ortaya çıkmış olup Ayancık yöresinde yükselti ile dinamik kalite değeri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 26, $p < 0,05$). Dinamik kalite değeri, kuzey ve güney bakıya göre farklılık göstermiş olup yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek dinamik kalite değeri güney bakıda belirlenmiştir. Ayancık yöresinde kuzey bakıdan güney bakıya gidildikçe dinamik kalite değerinin arttığı şekilsel

olarak görünse de bakı ile dinamik kalite değeri arasındaki bu ilişki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (Ek Tablo 26, $p>0,05$).



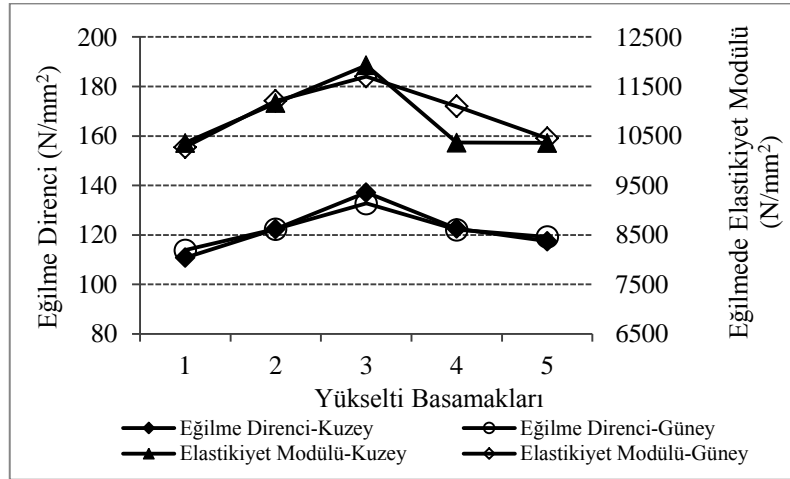
Şekil 84. Dinamik kalite değerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

4.4.3. Statik Eğilme Direnci ve Statik Eğilmede Elastikiyet Modülü

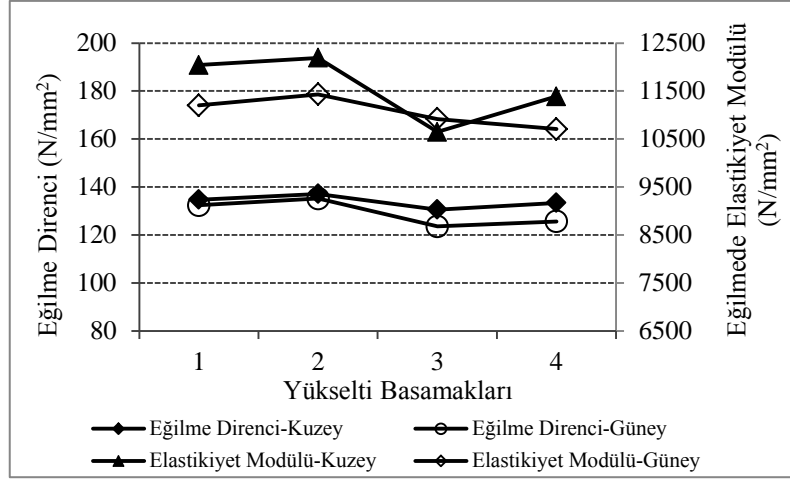
Statik eğilme direnci ve statik eğilmede elastikiyet modülünün yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 85 ve 86'da belirtilmiştir. Sinop yöresinde en düşük statik eğilme direnci değeri ($110,800 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($137,098 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile eğilme direnci üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük eğilme direnci birinci yükselti basamağında, en yüksek değer üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Şekil 85'de görüleceği üzere Sinop yöresinde eğilme direnci birinci yükselti basamağından yukarı çıkıldıkça artarak üçüncü yükselti basamağında en yüksek değere ulaşmış ve yükselti arttıkça azalmıştır. Yapılan korelasyon analizi sonucunda yükselti ile eğilme direnci arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur (Ek Tablo 21, $p<0,05$). Sinop yöresinde statik eğilme direncinin yükselti basamaklarına göre gösterdiği değişim, aynı yörede yoğunluk değerlerinin yükselti basamaklarına göre gösterdiği değişim ile paralellik göstermektedir. Nitekim bu çalışmada Sinop yöresinde Doğu Kayını odununun hava kurusu yoğunluk değerleri ile statik eğilme direnci arasında

doğrusal bir ilişki ($R^2=0,285$, $p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 58, Şekil 30). Sinop yöresinde eğilme direnci bakı gruplarına göre farklılık göstermemiştir.

Ayancık yöresinde en düşük statik eğilme direnci değeri ($123,551 \text{ N/mm}^2$) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ($137,116 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile eğilme direnci üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük eğilme direnci üçüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ikinci yükselti basamağında bulunmuştur. Ayancık yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun yoğunluk değerlerinin yükselti ile gösterdiği değişim, aynı yörede eğilme direncinin yükselti basamaklarına göre göstermiş olduğu değişim ile paralellik göstermektedir. Yapılan regresyon analizi sonucunda da Ayancık yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun statik eğilme direnci ile hava kurusu yoğunluk değeri arasında doğrusal bir ilişki ($R^2=0,272$, $p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 112, Şekil 37). Eğilme direnci bakı gruplarına göre farklılık göstermiş olup yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek eğilme direnci kuzey bakıda belirlenmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre eğilme direnci ile bakı arasında negatif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 26, $p<0,05$). Buna göre bakı derecesi arttıkça eğilme direnci azalmıştır.



Şekil 85. Statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 86. Statik eğilme direnci ve eğilmelerde elastikiyet modülünün yükselti ve göre değişimi (Ayancık)

Sinop yöresinde en düşük elastikiyet modülü değeri ($10275,140 \text{ N/mm}^2$) güney bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($11927,350 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile elastikiyet modülü üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakımın etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük elastikiyet modülü değeri birinci yükselti basamağında, en yüksek değer üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Buna göre Sinop yöresinde elastikiyet modülü değeri, en düşük değerde olduğu birinci yükselti basamağından yukarı çıkıldıkça artmış, yükselti arttıkça artmaya devam etmiş ve üçüncü yükselti basamağında en yüksek değere ulaşmıştır. Korelasyon analizi sonuçlarına göre denizden yükseklik arttıkça eğilmelerde elastikiyet modülü artmıştır (Ek Tablo 21, $p < 0,01$). Sinop yöresinde elastikiyet modülü değerlerinin yükselti basamaklarına göre gösterdiği değişim, aynı yörede yoğunluk değerlerinin yükselti basamaklarına göre gösterdiği değişim ile paralellik göstermektedir. Regresyon analizi sonucunda, Sinop yöresinde Doğu Kayını odununun hava kurusu yoğunluk değerleri ile elastikiyet modülü değerleri arasında doğrusal ve zayıf bir ilişki ($R^2=0,184$, $p < 0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 58, Şekil 31). Zhang (1997); iğne yapraklı ağaçlar, dağınık traheli ağaçlar ve halkalı traheli ağaçlardan oluşmuş 16 adet ağaç türünün yoğunluğu ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkileri araştırdığı çalışmasında, elastikiyet modülü ile yoğunluk arasındaki ilişkinin doğrusal bir ilişki olmadığını ve bu ilişkinin halkalı traheli ağaçlarda dağınık traheli ağaçlara göre daha güçlü olduğunu belirtmiştir.

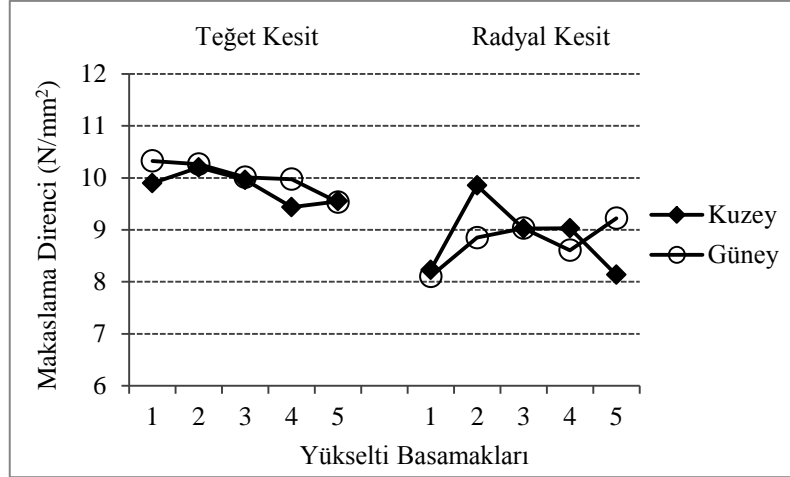
Ayancık yöresinde en düşük elastikiyet modülü değeri ($10647,352 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ($12190,945 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile elastikiyet modülü üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük elastikiyet modülü değeri üçüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ikinci yükselti basamağında bulunmuştur. Şekil 86'da görüldüğü üzere Ayancık yöresinde yükselti arttıkça ikinci yükselti basamağından sonra elastikiyet modülü azalmaktadır. Korelasyon analizi sonucunda da bu azalışın önemli olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 26, $p < 0,05$). Ayancık yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun yoğunluk değerlerinin yükselti ile gösterdiği değişim aynı yörede elastikiyet modülünün yükselti basamaklarına göre göstermiş olduğu değişim ile paralellik göstermektedir. Yapılan regresyon analizi sonucunda da Ayancık yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun elastikiyet modülü değeri ile hava kurusu yoğunluk değeri arasında doğrusal bir ilişki ($R^2=0,270$, $p < 0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 112, Şekil 38). Elastikiyet modülü, bakı gruplarına göre farklılık göstermiş olup yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek elastikiyet modülü değeri, kuzey bakıda bulunmuştur.

4.4.4. Teğet ve Radyal Kesitte Makaslama Direnci

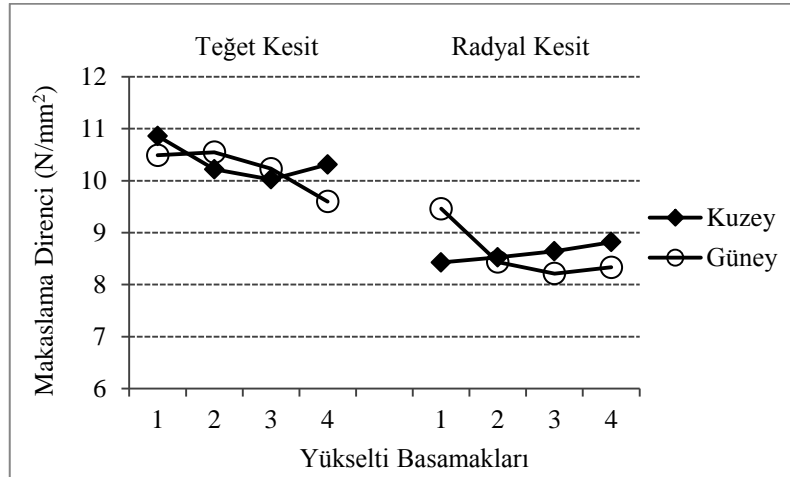
Makaslama direnci değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 87 ve 88'de belirtilmiştir. Sinop yöresinde teğet kesitte makaslama direncine ait en düşük değer ($9,436 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ($10,325 \text{ N/mm}^2$) güney bakı birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile teğet kesitte makaslama direnci üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük teğet kesitte makaslama direnci değeri beşinci yükselti basamağında, en yüksek değer ikinci yükselti basamağında yer almaktadır. Buna göre teğet kesitte makaslama direnci aynı homojenlik grubunda yer alan birinci ve ikinci yükselti basamaklarından yukarı çıkıldıkça azalmıştır. Bu azalış, korelasyon analizi sonucunda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek Tablo 21, $p < 0,01$). Ayrıca korelasyon analizi sonucunda Sinop yöresindeki Doğu Kayını odununun teğet kesitte makaslama direnci ile özışını sayısı ($p < 0,05$), mültileri özışını yüksekliği ($p < 0,01$) ile pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 23).

Makaslama direncinde kuvvet, enine kesite ve liflere paralel uygulandığı için deney örneği aynı zamanda bir basınç gerilmesi altında kalmaktadır. Deney yükü uygulandığında anizotrop ve heterojen bir yapıya sahip olan odun, üç farklı yönde ve kesitte farklı gerilmelere maruz kalmaktadır. Nitekim Rahman vd. (2005), altı tane *Tectona grandis* L. ağacının özışını boyutları ve hacminin odun özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında en yüksek özışını hacmine sahip olan ağaçların yoğunluk ve basınç dirençlerinin daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Easterling vd. (1982), farklı yoğunluklardaki dört balsa odununun mekanik özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında üç farklı yükleme (yıllık halkalara teğet, yıllık halkalara radyal ve liflere paralel) tipinde odununun anatomik özelliklerinden özellikle özışınlarının yoğun ve sertleşmiş yapıları nedeniyle odunun elastikiyetini artırdığını belirlemişlerdir. Sinop yöresinde teğet kesitte makaslama direnci, kuzey ve güney bakı arasında farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında ortalama değerler bakımından en yüksek teğet kesitte makaslama direnci güney bakıda bulunmuştur.

Ayancık yöresinde teğet kesitte makaslama direncine ait en düşük değer (9,599 N/mm²) güney bakı dördüncü yükselti basamağında, en yüksek değer (10,858 N/mm²) kuzey bakı birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile teğet kesitte makaslama direnci üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük teğet kesitte makaslama direnci değeri dördüncü yükselti basamağında, en yüksek değer birinci yükselti basamağında bulunmuştur. Buna göre Ayancık yöresinde teğet kesitte makaslama direnci birinci yükselti basamağında en yüksek değerde iken yükselti arttıkça azalmış ve dördüncü yükselti basamağında en düşük değere ulaşmıştır. Yapılan korelasyon analizi sonucunda yükselti arttıkça teğet kesitte makaslama direncinin azaldığı belirlenmiştir (Ek Tablo 26, p<0,05). Fakat bu azalış, Sinop yöresindeki azalış kadar kuvvetli değildir. Ayancık yöresinde teğet kesitte makaslama direnci, kuzey ve güney bakı arasında farklılık göstermemiştir.



Şekil 87. Makaslama direnci değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 88. Makaslama direnci değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Sinop yöresinde radyal kesitte makaslama direncine ait en düşük değer ($8,106 \text{ N/mm}^2$) güney bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($9,851 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile radyal kesitte makaslama direnci üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük radyal kesitte makaslama direnci değeri birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Bu sonuca göre Sinop yöresinde radyal kesitte makaslama direnci değerleri, birinci yükselti basamağında en düşük değerde iken yükselti arttıkça artmış, ikinci yükselti basamağında en yüksek değere ulaşmış ve yükseltinin

artması ile azalmıştır. Korelasyon analizi sonucunda radyal kesitte makaslama direnci ile lif çeper kalınlığı arasında anlamlı bir ilişki çıkmamış (Ek Tablo 23, $p>0,05$) olmasına rağmen bu durumun aynı yörede yetişen Doğu Kayını odununun lif çeper kalınlığının yükselti ile gösterdiği değişime çok benzediği gözlenmiştir. Nitekim Leclercq (1980) ve Jacobsen vd. (2005), lif çeper kalınlığının odunun mekanik özelliklerini etkilediğini yaptıkları araştırmalar sonucunda belirlemişlerdir. Ayrıca Merev (2003), lif çeperleri kalınlaştıkça odunun sertliği ile birlikte mekanik ve teknolojik özelliklerinin arttığını belirtmektedir. Korelasyon analizi sonucunda yükselti ile radyal kesitte makaslama direnci arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 21, $p>0,05$). Sinop yöresinde radyal kesitte makaslama direnci bakı grupları arasında farklılık göstermemiştir.

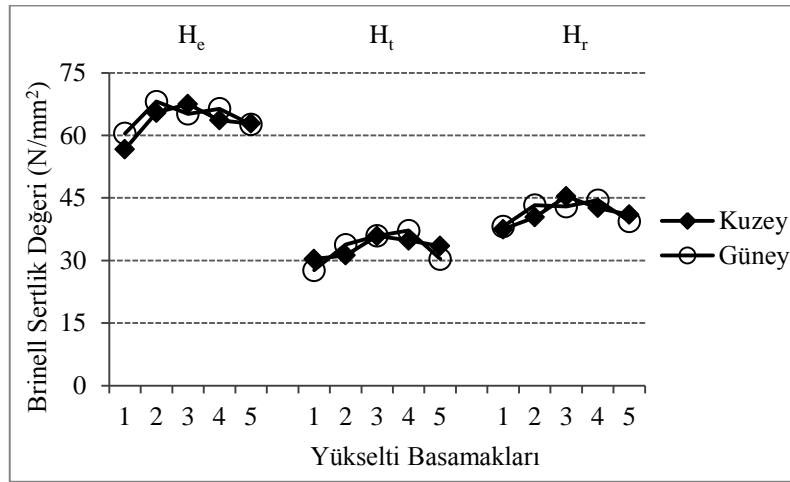
Ayancık yöresinde radyal kesitte makaslama direncine ait en düşük değer ($8,214 \text{ N/mm}^2$) güney bakı üçüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ($9,461 \text{ N/mm}^2$) güney bakı birinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile radyal kesitte makaslama direnci üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek radyal kesitte makaslama direnci değerleri birinci yükselti basamağında, en düşük değerler ikinci yükselti basamağında bulunmuştur. En düşük değerler ikinci yükselti basamağında bulunmuş olmasına rağmen ikinci, üçüncü ve dördüncü yükselti basamakları arasında istatistiksel açıdan fark olmayıp aynı homojenlik grubunda yer almışlardır. Korelasyon analizi sonucunda yükselti ile radyal kesitte makaslama direnci arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 26, $p>0,05$). Buna rağmen Zhang vd. (2011), Çin’de yapmış oldukları bir çalışmada iğne yapraklı ağaçlar ile tür düzeyinde yükselti ile liflere paralel yönde radyal makaslama direnci arasında negatif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Ayancık yöresinde radyal kesitte makaslama direnci kuzey ve güney bakı arasında farklılık göstermemiştir.

4.4.5. Brinell Sertlik Değerleri

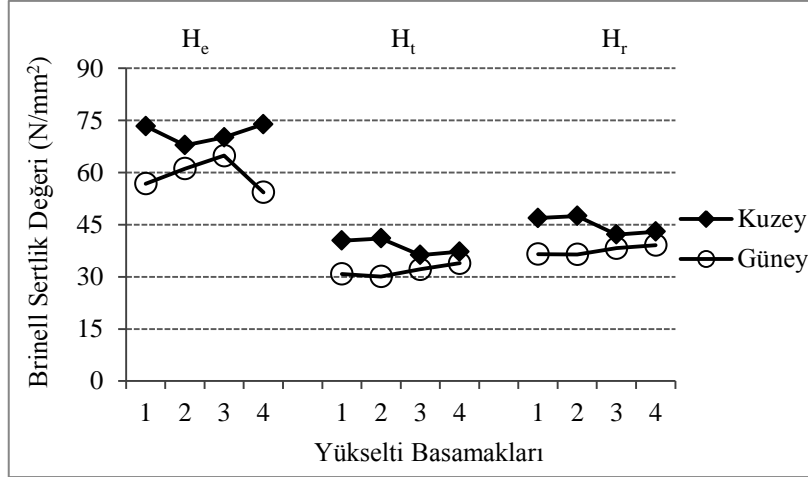
Brinell sertlik değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi Şekil 89 ve 90’da gösterilmiştir. Sinop yöresinde enine kesitte sertlik (H_e) değerlerine ait en düşük değer ($56,697 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($68,111 \text{ N/mm}^2$) güney bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile enine kesitte sertlik değerleri üzerine yükseltinin

etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek enine kesitte sertlik değerleri ikinci yükselti basamağında, en düşük değer birinci yükselti basamağında bulunmuştur. Sinop yöresinde yükselti arttıkça enine kesitte sertlik değeri artarak ikinci yükselti basamağında en yüksek değere ulaşmış ve yükselti arttıkça azalmıştır. Sinop yöresinde enine kesitte sertlik değeri bakı grupları arasında farklılık göstermemiştir. Fakat korelasyon analizi sonucunda bakı ile enine kesitte sertlik değeri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 21, $p < 0,05$). Bu sonuca göre Sinop yöresinde bakı derecesi arttıkça enine kesitte sertlik değerleri artmıştır. Teğet kesitte sertlik (H_t) değerlerine ait en düşük değer ($27,655 \text{ N/mm}^2$) güney bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($37,171 \text{ N/mm}^2$) güney bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile teğet kesitte sertlik değerleri üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük teğet kesitte sertlik değeri birinci yükselti basamağında, en yüksek değer dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Buna göre birinci yükselti basamağından yukarı çıkıldıkça teğet kesitte sertlik değeri önce artış göstermiş, üçüncü yükselti basamağından yukarı çıkıldıkça azaldığı gözlenmiştir. Sinop yöresinde teğet kesitte sertlik değeri bakı grupları arasında farklılık göstermemiştir. Radyal kesitte sertlik (H_r) değerlerine ait en düşük değer ($37,489 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($45,388 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile radyal kesitte sertlik değerleri üzerine yükseltinin etkili olduğu, bakının etkili olmadığı belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en düşük radyal kesitte sertlik değeri birinci yükselti basamağında, en yüksek değer üçüncü yükselti basamağında bulunmuştur. Buna göre Sinop yöresinde radyal kesitte sertlik değeri, birinci yükselti basamağından yukarı çıkıldıkça artarak üçüncü yükselti basamağında en yüksek değere ulaşmış ve yükselti arttıkça azalmıştır. Sinop yöresinde radyal kesitte sertlik değeri bakı grupları arasında farklılık göstermemiştir. Sinop yöresine ait Brinell sertlik değerleri genel olarak irdelendiğinde sertlik değerlerinin yükselti ve bakıya göre gösterdiği değişimin aynı yörede yoğunluk değerleri ve hücre çeperi maddesi yüzdesinin gösterdiği değişim ile aynı olduğu gözlenmiştir. Buna göre Sinop yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun Brinell sertlik değerleri, odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi ve yoğunluk değerleriyle ilişkili olduğu söylenebilir. Nitekim korelasyon analizi sonucunda da trahe radyal çapı ile enine kesitte sertlik değeri arasında kuvvetli ve negatif yönde ($p < 0,01$),

radyal kesitte sertlik değeri arasında da negatif yönde ($p<0,05$) bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 23). Ayrıca trahe radyal çapı ile odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi arasında kuvvetli ve negatif yönde ($p<0,01$), odunun tam kuru yoğunluğu ile negatif yönde ($p<0,05$) bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 22). Buna göre odunun trahe radyal çapı arttıkça odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi ve yoğunluğu azalmakta ve buna bağlı olarak odunun sertliği de azalmaktadır. Uetimane ve Ali (2011), *Pseudolachnostylis maprounaefolia* türünün bazı anatomik özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında trahe çapı ile liflere paralel yönde Brinell sertlik değeri arasında negatif yönde bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.



şekil 89. Brinell sertlik değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Sinop)



Şekil 90. Brinell sertlik değerlerinin yükselti ve bakıya göre değişimi (Ayancık)

Ayancık yöresinde enine kesitte sertlik değerlerine ait en düşük değer ($54,301 \text{ N/mm}^2$) güney bakı dördüncü yükselti basamağında, en yüksek değer ($73,917 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile enine kesitte sertlik değerleri üzerine yükselti ve bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Duncan homojenlik gruplarına göre en yüksek enine kesitte sertlik değeri üçüncü yükselti basamağında, en düşük değer dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Ayancık yöresinde enine kesitte sertlik değeri bakı grupları arasında farklılık göstermiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında en yüksek enine kesitte sertlik değeri kuzey bakıda belirlenmiştir. Teğet kesitte sertlik değerlerine ait en düşük değer ($30,084 \text{ N/mm}^2$) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($41,056 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile teğet kesitte sertlik değerleri üzerine yükseltinin etkili olmadığı, bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında en yüksek teğet kesitte sertlik değeri kuzey bakıda belirlenmiştir. Radyal kesitte sertlik değerlerine ait en düşük değer ($36,433 \text{ N/mm}^2$) güney bakı ikinci yükselti basamağında, en yüksek değer ($47,523 \text{ N/mm}^2$) kuzey bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile radyal kesitte sertlik değerleri üzerine yükseltinin etkili olmadığı, bakının etkili olduğu belirlenmiştir. Yükselti basamakları göz önüne alındığında en yüksek radyal kesitte sertlik değeri kuzey bakıda belirlenmiştir.

4.5. Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Anatomik ve Makroskobik Özellikleri Arasındaki İlişki

4.5.1. Sinop Yöresi

Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri ile anatomik ve makroskobik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları dört bölümde irdelenmiştir. Bunlar; toprak özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin anatomik ve makroskobik özellikler ile ilişkisi, anatomik ve makroskobik özelliklerin yükselti ve bakıyla ilişkisi, anatomik ve makroskobik özelliklerin birbirleri ile ilişkisidir. Toprak özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi irdelendiğinde yükselti arttıkça ortalama kum miktarının azaldığı, ortalama toz, kil ve organik madde miktarının arttığı; bakı derecesi arttıkça ortalama toprak pH'sinin azaldığı belirlenmiştir (Ek Tablo 19). Sinop yöresinde yükselti arttıkça toprak türünün kumlu yapıdan killi yapıya dönüştüğü Ek Tablo 10-14'de görülmektedir. Kumlu topraklarda tane çapları 0,02 mm'den büyüktür. Bu iri tane çapları arasında kalan boşluklar (gözenekler) nedeni ile kumlu topraklar suyu tutamayan, iyi havalanabilen ve besin maddelerince fakir topraklardır (Kantarıcı, 1987). Yükseltinin artması ile topraktaki kum oranı azalarak kil oranı artmıştır. Tane çapı 0,002 mm'den küçük olan ince kil tanecikleri arasında kalan küçük gözenekler suyun ve havanın hareketini güçleştirir. Bu nedenle killi topraklar, su tutma gücü yüksek ve besin maddelerince iyi topraklardır. Ayrıca bitkilerin su alımı ve beslenme ilişkilerini olumlu yönde etkilemektedir (Kantarıcı, 1987; Birtürk, 2011). Salehi ve Amiri (2005), Kuzey İran'da çalışma alanı olarak belirledikleri ormanda açmış oldukları 85 tane toprak profilinden aldıkları toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleyerek bu özelliklerin yükseltinin değişimi ve ağaçların dağılışıyla nasıl değiştiğini araştırdıkları çalışmalarında toprak pH'si, topraktaki kil ve toz oranının yükseltiyle arttığını belirlemişlerdir.

Toprak özelliklerinin anatomik ve makroskobik özellikler ile ilişkisi irdelendiğinde topraktaki kum oranı arttıkça trahe teğet çapının azaldığı, birim alandaki trahe sayısının arttığı belirlenmiştir. Kumlu topraklar suyu tutamayan, iyi havalanabilen ve besin maddelerince fakir topraklar (Kantarıcı, 1987) olduğu için topraktaki kum oranının artması ile toprakta tutulan su miktarı da azalacaktır. Ayrıca toprak suyunu yüzey gerilimi ile tuttuğu için bitki bu sudan yararlanamamaktadır (Birtürk, 2011). Bünyesine yeterince su alamayan bitkinin anatomik elemanlarının boyutları da bu durumdan olumsuz

etkilenmektedir. Benzer sonuçlar; Birtürk (2011) ve Bozlar (2012) tarafından rapor edilmiştir. Ayrıca Naidoo vd. (2007), Güney Afrika'da yetişen *Eucalyptus grandis* odununun bazı odun özellikleri üzerine toprak özelliklerinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında, tropikal iklime yakın iklim özellikleri gösteren bölgede topraktaki kum oranının artması ile trahe çaplarının azaldığını belirlemişlerdir. Topraktaki toz oranı arttıkça birim alandaki trahe sayısı, mültileri özışını yüksekliği ve trahe hücre uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Topraktaki toz oranının artması, toprakta tutulan suyun artmasına neden olmaktadır. Toprakta tutulan su miktarının artması trahelerin çaplarının genişlemesine ve birim alandaki trahe sayısının azalmasına neden olabilir. Topraktaki kil oranının artması ile trahe teğet çapının arttığı belirlenmiştir. Topraktaki kil miktarı, su ve besin maddelerinin tutulmasını sağlamakta ve bitkilerin su alımı ve beslenme ilişkilerini olumlu yönde etkilemektedir (Birtürk, 2011). Dolayısıyla topraktaki su miktarının artmasına bağlı olarak bitki trahe çaplarını genişletmiş olabilir. Benzer sonuçlar; Birtürk (2011) ve Bozlar (2012) tarafından yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Toprak pH'si arttıkça trahe radyal çapının arttığı belirlenmiştir. Bu sonuç, Bozlar (2012) tarafından belirlenen sonuç ile uyumludur. Malkoçoğlu (2012), pH değerinin artmasına bağlı olarak trahe sayısının azaldığını fakat pH değeri ile trahe çapları arasında ilişki olmadığını belirlemiştir. Toprak pH'sinin 5,5-7,0 arasında olması bitkilerin beslenmesini olumlu yönde etkilerken düşmesi durumunda beslenme ilişkilerini olumsuz yönde etkilemektedir (Birtürk, 2011). Toprağın elektriksel iletkenliği (tuzluluk) arttıkça mültileri özışını yüksekliği ve lif uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Nitekim Junghans vd. (2006), kavak ağacında auxin konsantrasyonunun azalmasına bağlı olarak trahe boyutlarının azaldığını belirlemişlerdir. Schmitz vd. (2006), *Rhizophora mucronata* türünün trahe özellikleri üzerine topraktaki tuzluluk oranının etkisini araştırdıkları çalışmalarında topraktaki tuzluluk oranı arttıkça birim alandaki trahe sayısının arttığını, trahe radyal ve teğet çaplarının ise değişmediğini; tuzluluk oranı ile trahe sayısı arasındaki bu ilişkininin daha yüksek tuzluluk oranına sahip topraklarda yetişen ağaçların auxin hormonunun fizyolojisi ve mevcut besin maddelerinin bir adaptasyonu olarak açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Toprak özellikleri ile Doğu Kayını odununun yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım oranı (Tekstür) arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir.

Anatomik ve makroskobik özelliklerin yükselti ve bakıyla ilişkisi incelendiğinde yükselti ile trahe teğet çapı arasında negatif yönde, 1 mm²'deki trahe sayısı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 19). Bu sonuca göre denizden yükseklik

arttıkça trahe çapları küçülerek birim alandaki trahe sayısı artmıştır. Denizden yükseklik arttıkça her 100 m yükseliş için hava sıcaklığı 0,4-0,6 °C azalmaktadır (Çepel, 1995). Sıcaklığın azalmasına bağlı olarak bitkilerin su alımı azalmakta ve bitki su iletiminde emniyeti sağlamak için trahe çaplarını küçültmektedir. Çünkü yüksek rakımlarda düşük sıcaklık su alımını engellemektedir (Carlquist, 1988; Erşen Bak, 2006). Denizden yüksekliğin artması ile trahe çaplarının küçülerek trahe sayısının artması olarak bulunan bu sonuç; Şanlı (1978), Van Den Oever vd. (1981), Gerçek (1984), Noshiro vd. (1994), Noshiro vd. (1995a), Merev vd. (2000), Serdar (2003), Lens vd. (2004), Yaman ve Sarıbaş (2004), Erşen Bak (2006), Serdar ve Gerçek (2007), Fisher vd. (2007), Yaman (2008), Yılmaz vd. (2008), Birtürk (2011), Bozlar (2012) ve Malkoçoğlu (2012) tarafından yapılan araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak “denizden yükseklik arttıkça trahe çapları küçülürken birim alandaki sayıları artar” diye bir sonuca varmak her zaman için doğru olmayabilir. Çünkü Sarıbaş ve Yaman (2009), *Celtis australis* L. üzerinde yaptıkları ksilolojik araştırmalar sonucunda yaz odunu trahe çaplarının alçak rakımdan yüksek rakımlara çıkıldıkça arttığını, bu durumu Akdeniz iklim tipine özgü olarak yaz aylarında yüksek rakımların daha nemli olmasından kaynaklanabileceğini belirtmektedirler. Ayrıca Gerçek vd. (1998), Türkiye’deki Gürgen Yapraklı Kayacık’ın (*Ostrya carpinifolia* Scop.) ekolojik odun anatomisini inceledikleri araştırmalarında yükselti ile trahe teğet çapı ve 1 mm²’deki trahe sayısı arasında bir ilişkinin olmadığını belirlemişlerdir. Serdar vd. (2010), Artvin-Camili Bölgesi’nde doğal olarak yetişen bazı Orman Gülü (*Rhododendron* L.) taksonlarının anatomik özelliklerindeki değişimi yükseltiye bağlı olarak inceledikleri çalışmalarında yükselti arttıkça hem trahe çapları hem de trahe sayısının azaldığını, bu durumun Camili bölgesinde lokal iklim değişikliklerinin fazla olması, yükselti kademesi oluşturulurken yöre ve bakının farklı olması, türler için yeterli derecede yükselti kademesinde örneklerin alınamayışına bağlamaktadırlar. Malkoçoğlu (2012), farklı yetiştirme ortamı koşullarının Sakallı Kızılağaç odununun bazı anatomik özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında Arhavi yöresinde yükselti arttıkça trahe sayısı azalırken trahe teğet çapının arttığını belirlemiş ve bu sonucu Arhavi yöresinde lokal iklim özelliklerinin çok farklı olması, yükselti kademesi oluşturulurken yeterli derecede yükselti kademelerinde örneklerin alınamayışına bağlamaktadır. Yükselti ile odunun anatomik özellikleri arasında önemli bir ilişkinin olmadığı; *Dodonaea viscosa* türü için Liu ve Noshiro (2003), *Epacridaceae* familyası için Lens vd. (2003), *Castanopsis* cinsi için Pande vd. (2005) ve *Buddleja cordata* türü için

Aguilar-Rodriguez vd. (2006) tarafından rapor edilmiştir. Liu ve Noshiro (2003), yükselti ile odunun anatomik özellikleri arasında önemli bir ilişkinin olmamasını türün yetişme ortamlarının geniş bir iklim çeşitliliğine sahip olmasından kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır. Yükselti ile trahe hücre uzunluğu ve lif uzunluğu negatif yönde ilişki göstermiştir. Benzer sonuçlar; Van Den Oever vd. (1981), Noshiro vd. (1994), Noshiro vd. (1995a), Gerçek vd. (1998), Merev vd. (2000), Serdar (2003), Erşen Bak (2006), Serdar ve Gerçek (2007), Noshiro vd. (2010), Genç (2010) ve Birtürk (2011) tarafından yapılan çalışmalarda belirtilmektedir. Bakı ile trahe radyal çapı arasında negatif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiş olup bakı derecesi arttıkça trahe radyal çapı azalmıştır (Ek Tablo 19). Aynı yörede bakı derecesi arttıkça toprağın ortalama pH değerinin de azaldığı görülmektedir (Ek Tablo 19). Toprak pH'sinin 5,5-7,0 arasında olması bitkilerin beslenmesini olumlu yönde etkilerken pH'nin düşmesi beslenme ilişkilerini olumsuz yönde etkilemektedir (Birtürk, 2011). Gölge bakılarda toprağın aynı bölgedeki güneşli bakılara göre daha nemli olması, güneşli bakılarda gündüzleri fazla ısınma ve fazla su kaybı nedeni ile don tehlikesinin daha fazla olması (Çepel, 1995), bakı derecesi arttıkça toprak pH'sinin düşmesi, trahe radyal çaplarındaki azalışın nedenleri olabilir. Yıllık halka genişliği ve tekstürün yükselti ve bakı ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 19). Gryc vd. (2008b), Çek Cumhuriyeti'nde iki farklı yükseltide yetişen Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica* L.) odununun yıllık halka genişliği, yoğunluk ve hacimsel genişleme değerlerini araştırdıkları çalışmalarında yıllık halka genişliği ile yükselti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını belirlemişlerdir. Wang vd. (2005), Brookhouse ve Bi (2009), Samariha (2011) yükselti ile yıllık halka genişliği arasında pozitif yönde bir ilişki; Merev ve Yavuz (2000), Pourtahmasi vd. (2011), Splechtna vd. (2000), Moshtagh Kahnomoie vd. (2004), Piovesan vd. (2005a), Hoch ve Körner (2005), Berges vd. (2008), Massaccesi vd. (2008) yükselti ile yıllık halka genişliği arasında negatif yönde bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Odunun anatomik özellikleri ile yıllık halka genişliği ve tekstür arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 19). Örs ve Keskin'e (2001) göre dağınık traheli ağaçlarda yıllık halka genişliğinin odun özelliklerine etkisi önemsizdir. DeBell vd. (2002), kavak türleri ile yapmış oldukları çalışmalarında yıllık halka genişliği ile odun yoğunluğu arasında önemli bir ilişki olmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca Yaman (2008), *Juglans regia* odununun bazı anatomik özelliklerinin yükselti ve yıllık halka genişliği ile ilişkisini incelediği çalışmasında yıllık halka genişliği ile belirlenen anatomik özellikler arasında

önemli bir ilişkinin olmadığını belirtmektedir. Pourtahmasi vd. (2011), Kuzey İran'da denizden yükseklikleri 1260-2200 m arasında değişen üç yetişme ortamında yetişen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ağaçlarının yıllık halka genişlikleri ve trahe özelliklerindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında trahe özelliklerindeki değişimin yıllık halka genişliği araştırmalarında tek başına bir katkı sağlamadığı sonucuna varmışlardır.

Odunun anatomik özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi irdelendiğinde trahe teğet çapı ile trahe radyal çapı arasında pozitif yönde ve kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 19). Bu ilişki, Giraud (1980), Serdar (2003), Erşen Bak (2006) ve Birtürk (2011) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Ayrıca lif genişliği arttıkça lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı artmış, lif lümen genişliği arttıkça lif çeper kalınlığı azalmıştır. Kiaei ve Samariha (2011c), lif genişliği ile lif lümen genişliği arasında pozitif yönde; lif lümen genişliği ile lif çeper kalınlığı arasında negatif yönde bir ilişki bulmuşlardır. Roque ve Filho (2007), *Gmelina arborea* türü ile yapmış oldukları çalışmalarında lif lümen genişliği ile lif çeper kalınlığı arasında kuvvetli ve negatif yönde bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Serdar (2003), Erşen Bak (2006) ve Birtürk (2011) lif genişliği arttıkça lif lümen genişliğinin arttığını belirlemişlerdir. Odunun anatomik özellikleri ile yıllık halka genişliği ve tekstür arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 19).

4.5.2. Ayancık Yöresi

Doğu Kayını'nın yetişme ortamı özellikleri ile anatomik ve makroskobik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları dört bölümde irdelenmiştir. Bunlar; toprak özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin anatomik ve makroskobik özellikler ile ilişkisi, anatomik ve makroskobik özelliklerin yükselti ve bakıyla ilişkisi, anatomik ve makroskobik özelliklerin birbirleri ile olan ilişkisidir.

Toprak özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi irdelendiğinde yükselti arttıkça topraktaki kum oranının arttığı, kil oranının azaldığı; bakı ile toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 24). Ayancık yöresinde yükselti arttıkça toprak türünün killi yapıdan kumlu yapıya dönüştüğü Ek Tablo 15-18'de görülmektedir.

Toprak özelliklerinin anatomik ve makroskobik özellikler ile ilişkisi irdelendiğinde topraktaki kum oranı arttıkça trahe çaplarının azaldığı, lif genişliği ve lif çeper kalınlığının arttığı belirlenmiştir. Benzer sonuç, Birtürk (2011) tarafından da belirtilmiştir. Naidoo vd. (2007), Güney Afrika'da yetişen *Eucalyptus grandis* odununun bazı odun özellikleri üzerine toprak özelliklerinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında, sıcak iklim bölgesinde topraktaki kum oranının artması ile odunun birim alandaki trahe sayısının arttığını belirlemişlerdir. Kumlu toprakların gevşek yapıda olması, su tutma gücünün az olması, besin maddelerince fakir olması bitkinin beslenmesini olumsuz etkilemektedir (Kantarıcı, 1987; Birtürk, 2011). Dolayısıyla topraktaki kum oranının artması ile toprakta tutulan su miktarı azalacak ve bitkinin su iletimi görevini yerine getiren trahe hücrelerinin çapları daralacaktır. Trahe çaplarının daralmasına bağlı olarak lif genişliğinin arttığı düşünülebilir. Trahe boyutlarının yağış miktarı ve toprak suyu ile nasıl değişim gösterdiği, daha yağışlı yıllarda ağacın daha geniş traheler oluşturduğu Schume vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada açıklanmıştır. Topraktaki kil oranı arttıkça trahe radyal çapı artmıştır. Benzer sonuçlar, Birtürk (2011) ve Bozlar (2012) tarafından yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Topraktaki kil miktarı, su ve besin maddelerinin tutulmasını sağlayarak bitkilerin su alımı ve beslenme ilişkilerini olumlu yönde etkilemektedir (Birtürk, 2011). Bir toprak ne kadar fazla kil ve organik madde içerirse toprakta tutulan su da o oranda artar (Türüdü, 2004). Kil oranının artışına bağlı olarak toprakta tutulan su artarak trahe çapları da artış göstermiştir. Topraktaki toz oranı arttıkça lif genişliği ve lif çeper kalınlığı azalmıştır. Bozlar (2012), topraktaki toz oranı ile lif genişliği arasında negatif yönde bir ilişki bulmuştur. Malkoçoğlu (2012) ise Espiye yöresinde topraktaki toz oranı arttıkça lif genişliğinin arttığını belirlemiştir. Topraktaki toz oranının artması, toprakta tutulan suyun artmasına neden olmaktadır. Toprakta tutulan su miktarının artması ise trahe çaplarının genişlemesine neden olabilir. Bu durum, topraktaki faydalanılabilir su kapasitesi (FSK) arttıkça trahe radyal çaplarının artması ile doğrulanmıştır. Topraktaki FSK'nın artması ile trahe radyal çaplarının arttığı Bozlar (2012) tarafından da rapor edilmiştir. Trahe çaplarının genişlemesi ile lif genişliği ve lif çeper kalınlığının azalmış olabileceği düşünülebilir. Ayrıca Bosio vd. (2010), Brezilya'da üç vejetasyon tipinde yetişen *Miconia sellowiana* türünün ekolojik odun anatomisini araştırdıkları çalışmalarında en yüksek lif çeper kalınlığı değerlerinin daha düşük su kapasitesine sahip, derin olmayan topraklara sahip vejetasyon tipinde yetişen ağaçlarda belirlemişlerdir. Toprağın pH'si arttıkça mültiseri özışını yüksekliği artmıştır. Toprak pH'si bitkilerin beslenmesini olumlu yönde etkilerken

pH'nin düşmesi durumunda beslenme ilişkilerini olumsuz yönde etkilemektedir (Birtürk, 2011). Nitekim Bhat ve Priya (2004), genellikle verimli topraklarda yetişen ağaçların daha yüksek miktarda paranşim depoladıklarını belirtmektedirler. Toprak özellikleri ile yıllık halka genişliği ve tekstür arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir.

Anatomik ve makroskobik özelliklerin yükselti ve bakıyla ilişkisi irdelendiğinde yükselti ile trahe teğet çapı arasında negatif yönde, 1 mm^2 'deki trahe sayısı arasında pozitif yönde bir ilişki belirlenmiş olup denizden yükseklik arttıkça trahe teğet çapı azalırken birim alandaki sayıları artmıştır (Ek Tablo 24). Bu sonuç, Sinop yöresinde belirlenen sonuçlarla uyumlu olmakla birlikte Şanlı (1978), Van Den Oever vd. (1981), Gerçek (1984), Noshiro vd. (1994), Noshiro vd. (1995a), Merev vd. (2000), Serdar (2003), Lens vd. (2004), Yaman ve Sarıbaş (2004), Erşen Bak (2006), Serdar ve Gerçek (2007), Fisher vd. (2007), Yaman (2008), Yılmaz vd. (2008), Birtürk (2011), Bozlar (2012) ve Malkoçoğlu (2012) tarafından yapılan araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bakı ile mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 24). Bakı derecesi arttıkça mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği artmıştır. Ayancık yöresinde toprak özellikleri bakıya göre değişmediği için böyle bir sonucu toprak özellikleri ile ilişkilendirmek doğru olmayacaktır. Fakat gölgeli bakılarda karlar yavaş yavaş eridiğinden toprağa sızan su miktarı güneşli bakılara göre daha fazladır. Ayrıca gölgeli bakılarda toprağın aynı bölgedeki güneşli bakılara göre daha nemli (Çepel, 1995) oluşu, kuzeyden güneye gidildikçe trahe çaplarında azalışa neden olabilir, bu azalış özışını paranşim hücrelerinin yükseklik ve genişliğindeki artışın nedeni olarak düşünülebilir. Yükselti ve bakı ile yıllık halka genişliği ve tekstür arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 24).

Anatomik ve makroskobik özelliklerin birbirleri ile ilişkisi irdelendiğinde trahe teğet çapı ile trahe radyal çapı arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 24). Bu ilişki, Giraud (1980), Serdar (2003), Erşen Bak (2006) ve Birtürk (2011) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Ayrıca lif genişliği arttıkça lif çeper kalınlığı artmış, lif lümen genişliği arttıkça lif çeper kalınlığı azalmıştır. Kiaei ve Samariha (2011c), lif lümen genişliği ile lif çeper kalınlığı arasında negatif yönde bir ilişki bulmuşlardır. Odunun anatomik özellikleri ile yıllık halka genişliği ve tekstür arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 24).

4.6. Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki

4.6.1. Sinop Yöresi

Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları üç bölümde irdelenmiştir. Bunlar; odunun fiziksel özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin odunun fiziksel özellikleri ile ilişkisi ve odunun fiziksel özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkisidir.

Odunun fiziksel özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi irdelendiğinde, yükselti arttıkça odunun hacimsel genişleme yüzdesi ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarının azaldığı belirlenmiştir (Ek Tablo 20). Yükselti arttıkça trahe çaplarının ve trahe hücre uzunluğunun azalması, hacimsel genişleme yüzdesi ve en yüksek su miktarının azalma nedeni olabilir. Bilindiği gibi traheler odunun su iletim görevini gerçekleştiren hücrelerdir. Su, trahelerin lümen boşluklarında bulunabildiği gibi trahe çeperlerinde de bulunabilmektedir. Trahe lümen genişliği ne kadar daralırsa ve trahe hücre uzunluğu ne kadar kısalırsa içerisine alabileceği en yüksek su miktarı da o kadar az olacaktır. Nitekim Sperry vd. (2006), Angiospermiler'de trahe boyutlarının (çap ve uzunluklarının) iletimde önemli rol oynadıklarını belirtmektedirler. Ayrıca Ek Tablo 22'de görüleceği üzere Sinop yöresinde trahe radyal çapı ile odunun hava boşluğu yüzdesi ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yükselti ile odunun yoğunluk ve hacim yoğunluk değerleri, hacimsel daralma yüzdesi, hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu yüzdesi, lif doygunluk noktası arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 20). Bakı ile odunun fiziksel özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 20).

Toprak özelliklerinin odunun fiziksel özellikleri ile ilişkisi irdelendiğinde topraktaki kum oranı arttıkça odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı azalmıştır. Sinop yöresinde topraktaki kum oranı arttıkça trahe teğet çapları azalmıştır. Bu konu, bölüm 4.6.1. de açıklanmıştır. Trahe çapının azalmasına bağlı olarak odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı da azalmıştır. Topraktaki toz oranı arttıkça odunun hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk, hacim yoğunluk değerleri ve hücre çeperi maddesi yüzdesi azalmış; odunun hava boşluğu yüzdesi ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarı artmıştır (Ek Tablo 20). Topraktaki toz oranının artması, toprakta tutulan suyun artmasına

neden olmaktadır. Toprakta tutulan su miktarının artması ile trahe çapları genişlemekte, trahe lümen genişliği artmakta dolayısıyla hava boşluğu yüzdesi artmakta, çeper kalınlığı azalmakta ve sonuç olarak odunun yoğunluğu azalmaktadır. Kahveci (2012), Arhavi yöresinde toprağın beşinci derinlik (80-120 cm) kademesindeki toz oranı ile Sakallı Kızılağaç odununun özgül ağırlığı arasında negatif yönde bir ilişki bulmuştur. Toprak pH'si arttıkça odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi azalmış, hava boşluğu yüzdesi artmıştır. Toprak reaksiyonu ile toprak verimliliği arasında önemli bir ilişki vardır. Her bitki belli bir pH sınırına tolerans gösterir ve gelişimini bu sınırlar içerisinde sürdürür. Bu sınırların alt ve üst değerlerinin ötesinde besin elementlerinin elverişliliği azalır ve bitki büyümesi yavaşlar (Bilen ve Sezen, 1993). Dolayısıyla toprak reaksiyonundaki (pH) artış, ağacın büyümesini olumsuz etkileyerek hücre çeperi maddesi oluşumunu da olumsuz etkilemiştir. Nitekim Kahveci (2012); Arhavi, Akçaabat ve Espiye yörelerinde toprağın pH miktarı ile Sakallı Kızılağaç odununun özgül ağırlığı arasında negatif yönde bir ilişki bulmuştur.

Odunun fiziksel özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi irdelendiğinde, yoğunluk ve hacim yoğunluk değerleri arttığında odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi artmış, hava boşluğu yüzdesi azalmıştır. Berkel (1970)'in belirttiği gibi birim hacimde hava boşluğunun iştirak oranı arttıkça odun hafiflemekte, hücre çeperi odun maddesi iştirak oranı arttıkça odun ağırlaşmaktadır. Ayrıca Osunkoya vd. (2007), tropikal yağmur ormanlarında yetişen ağaç türlerinin odun özelliklerindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında, odundaki hücre çeper maddelerinin miktarı arttıkça su ya da hava ile dolu olan boşluk oranının azalacağını ve sonuç olarak odun yoğunluğu ile odundaki rutubet içeriği arasında negatif bir ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir. Odunun hacimsel daralma yüzdesi arttıkça lif doygunluk noktası rutubeti de artmıştır. Lif doygunluğu rutubet hali, hücre çeperi içerisindeki bütün boşlukların su ile doygun bir duruma gelmesi halidir (Berkel, 1970). Dolayısıyla odunun hücre çeperlerindeki bağlı suyu kaybederek meydana gelen hacimsel daralma yüzdesi ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Hücre çeperi maddesi yüzdesi arttıkça hava boşluğu yüzdesi ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı azalmıştır (Ek Tablo 20).

4.6.2. Ayancık Yöresi

Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları üç bölümde irdelenmiştir. Bunlar; odunun fiziksel özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin odunun fiziksel özellikleri ile ilişkisi ve odunun fiziksel özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkisidir.

Odunun fiziksel özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi irdelendiğinde, yükselti arttıkça odunun hacim yoğunluk değeri ve hacimsel daralma yüzdesinin azaldığı, en yüksek su miktarının arttığı belirlenmiştir (Ek Tablo 25). Aynı yörede denizden yükseklik arttıkça trahe çaplarının daralarak birim alandaki sayılarının artması odunun yoğunluk değerlerini ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarını etkilememiştir. Çünkü Ek Tablo 27'de görüleceği üzere Ayancık yöresinde trahe çapları ve birim alandaki trahe sayısı ile odunun yoğunluk değerleri ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarı arasında istatistiksel olarak ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. Denizden yükseklik ile odun yoğunluğu arasındaki ilişki, birçok araştırmacı tarafından farklı ağaç türleri ile yapılmış çalışmalarla rapor edilmiştir. Malkoçoğlu (1994), Govorcin vd. (2003), Chave vd. (2006), Swenson ve Enquist (2007) ve Berges vd. (2008) denizden yüksekliğin artması ile odun yoğunluğunun azaldığını belirlemişlerdir. Barij vd. (2007), Sheikh vd. (2011), Kiaei (2011a) ve Kiaei (2012) denizden yüksekliğin artması ile odun yoğunluğunun arttığını; Hernandez ve Restrepo (1995), Wiemann ve Williamson (2002) ve Acuna (2006) denizden yüksekliğin artması ile odun yoğunluğunun değişmediğini belirlemişlerdir. Ayrıca Kahveci (2012), farklı yetiştirme ortamı koşullarının Sakallı Kızılağaç odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkileri üzerine yaptığı çalışmada yükselti ile odunun yoğunluğu arasında Arhavi yöresinde ilişki olmadığı, Akçaabat yöresinde pozitif bir ilişki olduğu, Espiye yöresinde negatif bir ilişki olduğunu ve farklı sonuçların arazinin çok değişken bir yapıya sahip olması ve örnek ağaçların yaşlarının birbirinden farklı olmasıyla açıklanabileceğini belirtmiştir. Denizden yükseklik arttıkça odunun hacim yoğunluk değerinin azalmasına bağlı olarak odunun hacimsel daralma yüzdesi de azalmıştır. Govorcin vd. (2003), denizden yüksekliğin artması ile Hırvatistan'da yayılış gösteren *Fagus sylvatica* L. odununun yoğunluk ve hacimsel daralma yüzdesinin azaldığını; Kiaei (2012), denizden yükseklik arttıkça Kuzey İran'da yetişen *Carpinus betulus* odununun tam kuru yoğunluk değeri ve hacimsel daralma yüzdesinin arttığını belirlemişlerdir.

Toprak özelliklerinin odunun fiziksel özellikleri ile ilişkisi irdelendiğinde topraktaki kum oranı arttıkça hacimsel genişleme yüzdesinin arttığı belirlenmiştir. Ek Tablo 24'de görüleceği üzere topraktaki kum oranı arttıkça trahe çaplarının azaldığı, lif genişliği ve lif çeper kalınlığının arttığı belirlenmiştir. Topraktaki kum oranının artması ile toprakta tutulan su azalmakta (Birtürk, 2011; Bozlar, 2012) ve bunun sonucunda trahe çapları daralmakta, trahe çaplarının daralması ile lif oranı artarak lif genişliği ve lif çeper kalınlığı artmaktadır. Hücre çeper maddesi yüzdesi arttıkça odunun su tutabilen iç yüzeyi artmakta ve odunun hacimsel daralma ve genişleme yüzdeleri de artmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1996). Denne ve Hale (1999), *Nothofagus nervosa* türünün odun yoğunluğu ile hücre çeperi ve lümen oranı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, trahe lümen oranının artarak lif lümen oranının azalması ile odun yoğunluğunun azaldığını belirtmektedirler. Topraktaki toz oranı arttıkça hacimsel daralma yüzdesinin arttığı belirlenmiştir. Moya ve Perez (2008a), Costa Rica'da yetişen *Tectona grandis* odununun fiziksel özellikleri üzerine toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında toprağın fiziksel özelliklerinden toz oranı ile odunun fiziksel özelliklerinden teğet yönde ve radyal yönde daralma yüzdesi arasında kuvvetli ve pozitif yönde ilişkiler olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca bu ilişkilerin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklara ağacın adaptasyonu olarak yorumlanabileceğini ve topraktaki minarellerin vasküler kambiyum üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedirler. Topraktaki kil oranı arttıkça hacimsel genişleme yüzdesi azalmıştır. Topraktaki kil miktarı, su ve besin maddelerinin tutulmasını sağlamakta ve bitkilerin su alımı ve beslenme ilişkilerini olumlu yönde etkilemektedir (Birtürk, 2011). Dolayısıyla topraktaki kil oranının artışına bağlı olarak odunun trahe çapları artış göstermiş (Ek Tablo 24), trahe çaplarının genişlemesi ile trahe lümen genişliği artarken trahe çeper kalınlığı azalmış ve böylece lif doygunluk noktası altında gerçekleşen, hücre çeper maddesi miktarı ile doğru orantılı olarak değişen hacimsel genişleme yüzdesi de azalmıştır. Topraktaki faydalanılabilir su kapasitesi, toprak pH'si, toprağın elektriksel iletkenliği, topraktaki kireç ve organik madde oranları ile odunun fiziksel özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 25).

Odunun fiziksel özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi irdelendiğinde, odunun yoğunluk değerleri (hava kuru yoğunluk, tam kuru yoğunluk, hacim yoğunluk) arttıkça hacimsel genişleme yüzdesi ve hücre çeper maddesi yüzdesi artmıştır. Odunun yoğunluğu arttıkça odunun su tutabilen iç yüzeyi artmakta, bünyesine daha fazla miktarda su bağlanabilmekte

ve hacimsel genişleme yüzdesi de artmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1996). Odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi arttıkça hava boşluğu yüzdesi azalmış ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarı da azalmıştır (Ek Tablo 25).

4.7. Doğu Kayını'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri (Yükselti, Bakı, Toprak Özellikleri) ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki

4.7.1. Sinop Yöresi

Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları üç bölümde irdelenmiştir. Bunlar; odunun mekanik özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin odunun mekanik özellikleri ile ilişkisi ve odunun mekanik özelliklerinin birbirleri ile ilişkisidir.

Odunun mekanik özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi irdelendiğinde, denizden yükseklik arttıkça odunun liflere paralel basınç direnci, statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü artarken teğet kesitte makaslama direnci azalmış; bakı derecesi arttıkça enine kesitte sertlik değeri artmıştır (Ek Tablo 21). Sinop yöresinde denizden yükseklik arttıkça trahe çaplarının daralarak birim alandaki trahe sayısının artması, trahe hücre uzunluğu ve lif uzunluğunun azalması odunun mekanik özelliklerindeki değişimi açıklayan nedenler arasında sayılabilir. Nitekim Sinop yöresinde trahe hücre uzunluğu ile liflere paralel basınç direnci arasında ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 23). Nitekim Leclercq (1980), lif uzunluğunun eğilme direnci, basınç direnci ve şok direnci üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Sonderegger vd. (2008), *Picea abies* (L.) Karst. türünün bazı odun özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında odun yoğunluğunun yanında mikrofibril açısı ve lif uzunluğunun da eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerinde etkili olduğunu, lif uzunluğunun artması ve mikrofibril açısının azalması ile eğilme direnci ve elastikiyet modülünün arttığını belirlemişlerdir. Liflere paralel basınç direnci, iğne yapraklı ağaçlarda traheidlerde hücre çeperinin parçalanması ile yapraklı ağaçlarda ise hücrelerin bükülmesi ile meydana gelmektedir (Bozkurt ve Göker, 1996). Ayrıca Barij vd. (2007), *Quercus pubescens* Willd. ile yapmış oldukları çalışmalarında denizden yükseklik arttıkça trahe lümen genişliğinin azaldığını, yoğunluk ve basınç direncinin ise arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca Zhang vd. (2011), Çin'de yapmış oldukları

bir çalışmada iğne yapraklı ağaçlar ile tür düzeyinde yükselti ile liflere paralel yönde radyal makaslama direnci arasında negatif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Toprak özelliklerinin odunun mekanik özellikleri ile ilişkisi irdelendiğinde, Ek Tablo 21’de görüleceği üzere topraktaki kum oranı arttıkça odunun statik eğilme direnci, teğet kesitte makaslama direnci ve teğet kesitte sertlik değerleri artmıştır. Topraktaki kum oranının artması toprakta tutulan suyun azalmasına neden olarak bitkinin trahe çaplarının küçülmesi ve birim alandaki trahe sayısının artması sonucunu doğurmuştur (Ek Tablo 19). Trahe çaplarının daralması ile trahe lümen genişliği daralmış, hücre çeperi maddesi yüzdesi artmış, buna bağlı olarak odunun yoğunluğu ve sertlik değerleri artmıştır (Ek Tablo 22 ve 23). Birim hacimdeki lümen hacminin azalarak odun yoğunluğunun arttığı Roderick and Berry (2001) ve Thomas vd. (2004) tarafından rapor edilmiştir. Uetimane Jr ve Ali (2011), *Pseudolachnostylis maprounaefolia* türünün mekanik özellikleri ve bazı anatomik özellikleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında trahe çapı ile liflere paralel yönde Brinell sertlik değerleri arasında negatif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Kahveci (2012), Arhavi yöresinde toprağın beşinci derinlik kademesindeki kum oranı ile Sakallı Kızılağaç odununun eğilme direnci arasında pozitif yönde bir ilişki bulmuştur. Topraktaki toz oranının artması ile odunun statik eğilme direnci ve teğet kesitte makaslama direnci azalmış, topraktaki kil oranının artması ile teğet kesitte makaslama direnci azalmış, topraktaki faydalanılabilir su kapasitesinin (FSK) artması ile liflere paralel basınç direnci azalmıştır. Topraktaki toz, kil ve FSK’nın artması toprakta tutulan su miktarını artıracığından trahe çapları artarak (Ek Tablo 19) hava boşluğu yüzdesi artmış, hücre çeperi maddesi yüzdesi azalmış ve odunun yoğunluk değerleri de azalmıştır (Ek Tablo 20). Odunun mekanik özelliklerindeki değişimin önemli bir kısmını etkileyen yoğunluk değerlerindeki azalış mekanik özelliklerdeki azalışın önemli bir nedeni olarak kabul edilebilir. Kahveci (2012) Arhavi yöresinde toprağın beşinci derinlik (80-120 cm) kademesindeki toz oranı ile eğilme direnci arasında negatif yönde, toprağın üçüncü derinlik (30-50 cm) kademesindeki FSK miktarı ile liflere paralel basınç direnci arasında negatif yönde bir ilişki; Akçaabat yöresinde toprağın dördüncü ve beşinci derinlik (50-80 cm, 80-120 cm) kademelerindeki FSK miktarı ile liflere paralel basınç direnci arasında negatif yönde bir ilişki bulmuştur. Toprak pH’si arttıkça odunun radyal kesitte makaslama direnci ve enine kesitte sertlik değerleri önemli ölçüde azalmıştır. Doğu Kayını, en iyi gelişimini orta ve çok şiddetli derecede asit reaksiyon (pH 6,0-4,5) gösteren topraklarda yapmaktadır (Atalay, 1992). Bu değerlerin altında ve üstündeki değerlerde ağacın gelişimi

olumsuz etkilenir. Dolayısıyla toprağın pH değeri arttıkça odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi azalmış, hava boşluğu yüzdesi artmıştır (Ek Tablo 20). Odunun hava boşluğu yüzdesinin artması odunu daha poröz bir yapıya dönüştürmekte ve mekanik özelliklerini de olumsuz etkilemektedir. Toprağın elektriksel iletkenliği arttıkça teğet kesitte makaslama direnci azalmıştır. Ek Tablo 19'da görüleceği üzere Sinop yöresinde toprağın elektriksel iletkenliği (tuzluluk) arttıkça mültiseri özışını yüksekliği ve lif uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca mültiseri özışını yüksekliğinin makaslama direnci üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu, mültiseri özışını yüksekliği arttıkça teğet kesitte makaslama direncinin önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir (Ek Tablo 23). Özışını paranzim hücrelerinin odunun yoğunluğu üzerinde etkili olduğu Fujiwara (1992); mekanik özellikleri üzerinde etkili olduğu Easterling vd. (1982), Woodrum vd. (2003), Rahman vd. (2005) ve Uetimane Jr ve Ali (2011) tarafından yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Topraktaki organik madde ve kireç oranı ile odunun mekanik özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 21).

Odunun mekanik özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi irdelendiğinde, odunun liflere paralel basınç direnci arttıkça, elastikiyet modülü ve şok direnci artmıştır. Örs ve Keskin'e (2001) göre elastiklik modülü küçüldükçe cisim elastikleşir. Doğu Kayını odununun liflere paralel basınç direncine karşı gösterdiği direncin artması, bu ağaç türünün ne kadar rijit ve sağlam olduğunun bir göstergesidir. Böyle rijit bir malzamenin elastikiyet modülü ve ani yüklemelere maruz kaldığında göstereceği direnç değerleri de yüksek olacaktır. Odunun statik eğilme direnci arttıkça üç kesitteki (enine, teğet ve radyal) Brinell sertlik değerleri artmıştır. Özellikle radyal kesitte sertlik değeri ile daha kuvvetli pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. Bilindiği gibi statik eğilme direnci odun yoğunluğu arttıkça artmaktadır. Daha yoğun bir odun, daha fazla hücre çeper maddesi yüzdesi ve daha sert odun demektir. Ayrıca statik eğilme direnci deneyinde kuvvet, odun örneğinin radyal kesitine yıllık halkalara teğet yönde uygulanmaktadır (TS 2474). Dolayısıyla bu kesitin sertliği, eğilme direncini etkilemektedir. Odunun şok direnci arttıkça dinamik kalite değeri, enine kesitte ve teğet kesitte sertlik değeri artmıştır. Dinamik kalite değeri, odunun hava kurusu yoğunluk ve şok direnci değerleri ile hesaplanan bir değer olup (Bozkurt ve Erdin, 1997) şok direnci ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Bu değer, belli bir değer altında ise odun örneği gevrek (kolay kırılan), belli bir değer üstünde ise odun örneği elastik (güç kırılan) bir yapıdadır (Örs ve Keskin, 2001). Radyal kesitte makaslama direnci arttıkça odunun enine ve radyal kesitte sertlik değerleri artmıştır. Radyal kesitte makaslama direnci

deneyinde kuvvet, liflere paralel yönde uygulanmaktadır. Birbirine bitişik iki düzlemin birbirinden ayrıldığı ve kırılmanın gerçekleştiği kesit alanı ise radyal kesittir (TS 3459). Dolayısıyla odunun bu kesitlerdeki sertliği ne kadar fazla olursa uygulanan kuvvete karşı gösterdiği direnç o kadar fazla olacaktır. Odunun üç kesitteki sertlik değerleri birbirleri ile kuvvetli ve pozitif yönde ilişkiler göstermiştir (Ek Tablo 21).

4.7.2. Ayancık Yöresi

Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları üç bölümde irdelenmiştir. Bunlar; odunun mekanik özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi, toprak özelliklerinin odunun mekanik özellikleri ile ilişkisi ve odunun mekanik özelliklerinin birbirleri ile ilişkisidir.

Odunun mekanik özelliklerinin yükselti ve bakıyla ilişkisi irdelendiğinde, denizden yükseklik arttıkça odunun liflere paralel basınç direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve teğet kesitte makaslama direnci azalmış; dinamik kalite değeri artmıştır. Yükselti arttıkça direnç değerlerinde meydana gelen azalış, aynı yörede yükseltinin artması ile odunun hacim yoğunluk değerinde meydana gelen azalışa bağlanabilir (Ek Tablo 25). Ayrıca yükseltinin artması ile dinamik kalite değerinde meydana gelen artış, aynı yörede yetişen Doğu Kayını'nın birim alandaki trahe sayısı ile dinamik kalite değeri arasındaki pozitif yöndeki ilişkiden (Ek Tablo 28) kaynaklanmış olabilir. Çünkü Ayancık yöresinde yükselti arttıkça birim alandaki trahe sayısı artmıştır (Ek Tablo 24). Kahveci (2012), Sakallı Kızıllağaç ile yapmış olduğu çalışmada yükselti arttıkça Arhavi yöresinde eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci, dinamik eğilme (şok) direncinin azaldığını; Espiye yöresinde ise eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci ve dinamik eğilme direncinin azaldığını belirlemiştir. Bakı derecesi arttıkça statik eğilme direnci azalmış, şok direnci artmıştır. Aynı yörede bakı derecesinin artması ile mültiseri özışını genişliği ve yüksekliği artmıştır (Ek Tablo 24). Özışını paranzim hücrelerinin genişliği ve yüksekliğindeki artış; eğilme direncini azaltmış, şok direncini artırmış olabilir. Uetimane Jr ve Ali (2011), *Pseudolachnostylis maprounaefolia* türünde özışını paranzim hücreleri dahil olmak üzere paranzim hücrelerinin oranı arttıkça eğilme direncinin azaldığını ve ksilemde her bir hücrenin görevleri bakımından özelleşmiş olduklarını belirtmişlerdir.

Toprak özelliklerinin odunun mekanik özellikleri ile ilişkisi irdelendiğinde, topraktaki toz oranı arttıkça odunun liflere paralel basınç direnci azalmıştır. Bu azalış, aynı yörede topraktaki toz oranının artışı ile lif genişliği ve lif çeper kalınlığındaki azalışa bağlanabilir (Ek Tablo 24). Kahveci (2012), Arhavi yöresinde toprağın beşinci derinlik (80-120 cm) kademesindeki toz oranı ile liflere paralel basınç direnci arasında negatif yönde bir ilişki bulmuştur. FSK arttıkça odunun teğet ve radyal kesitteki sertlik değerleri azalmıştır. Topraktaki FSK'nın artması ile trahe radyal çapı artmıştır (Ek Tablo 24). Trahe çaplarının genişlemesi ile trahe çeper kalınlığı ve lif çeper kalınlıkları azalarak odunun sertliği azalmış olabilir. Toprak pH'si, toprağın elektriksel iletkenliği, topraktaki kum, kil, organik madde ve kireç oranları ile odunun mekanik özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 26).

Odunun mekanik özelliklerinin birbirleri ile ilişkisi irdelendiğinde, odunun liflere paralel basınç direnci arttıkça statik eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü artmıştır. Statik eğilme direnci arttıkça eğilmede elastikiyet modülü artmıştır. Şok direnci arttıkça dinamik kalite değeri, teğet ve radyal kesitte sertlik değerleri artmıştır. Radyal kesitte makaslama direnci arttıkça enine kesitte sertlik değeri artmıştır (Ek Tablo 26).

4.8. Doğu Kayını'nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki

4.8.1. Sinop Yöresi

Sinop yöresinde odunun trahe radyal çapı arttıkça tam kuru yoğunluk değeri ve hücre çeperi maddesi yüzdesi azalırken hava boşluğu yüzdesi ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarı artmıştır. Denne ve Hale (1999), *Nothofagus nervosa* türünün odun yoğunluğu ile hücre çeperi ve lümen oranı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, trahe lümen oranının artarak lif lümen oranının azalması ile odun yoğunluğunun azaldığını belirtmektedirler. Preston vd. (2006), Kaliforniya'da Santa Cruz sahili boyunca yayılış gösteren 51 adet angiosperm türünün odun yoğunluğu ve trahe özellikleri ile ekolojik özellikler arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında trahe lümen genişliği ile odun yoğunluğu arasında ters bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Santos vd. (2004), yüksek yoğunluklu ağaçların daha az hücre içi boşluk içerdiğini, lif ve trahe hücresi gibi anatomik elemanların daha yoğun olduğunu belirtmektedir. Bu görüşlerin aksine Martinez-Cabrera vd. (2009), odun yoğunluğundaki artışın lif lümen çapındaki azalışa bağlı

olduğunu ve odun yoğunluğunun trahe özellikleri ile ilişkisinin olmadığını belirtmektedirler. Odunun trahe hücre uzunluğu arttıkça içerisine alabileceği en yüksek su miktarı artmıştır. Angiospermiler’de trahe boyutlarının (çap ve uzunluklarının) iletimde önemli rol oynadıkları Sperry vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada belirtilmektedir. 1 mm²’deki trahe sayısı arttıkça hacimsel genişleme yüzdesi de artmıştır. 1 mm²’deki trahe sayısının artması ile trahe çapları daralarak odun yoğunluğunun ve hücre çeperi maddesi yüzdesinin artmasını sağlamış ve yoğunluktaki bu artış hacimsel genişleme yüzdesinin artmasını sağlamış olabilir. Özışını sayısı ve boyutları, lif boyutları, yıllık halka genişliği ve tekstürün odunun fiziksel özellikleri ile istatistiksel olarak ilişkili olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 22). Bu tez çalışmasında Sinop yöresinde odun yoğunluğunun lif özellikleri (uzunluk, genişlik, lümen genişliği, çeper kalınlığı) ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Fakat bu sonucun aksine Kiaei ve Samariha (2011c), sert ağaçların (*Quercus castaneaefolia*, *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*) lif boyutları, fiziksel ve mekanik özelliklerini ve bu özelliklerin birbirleri ile ilişkilerini araştırdıkları çalışmalarında tam kuru yoğunluk arttıkça lif çeper kalınlığı artarken lif uzunluğu, lif genişliği, lif lümen genişliğinin azaldığını belirlemişlerdir.

4.8.2. Ayancık Yöresi

Ayancık yöresinde odunun trahe hücre uzunluğu arttıkça odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı artmıştır. Trahe sayısı ve çapları, özışını sayısı ve boyutları, lif özellikleri (uzunluk, genişlik, lümen genişliği, çeper kalınlığı), yıllık halka genişliği ve tekstür ile odunun fiziksel özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir (Ek Tablo 27).

4.9. Doğu Kayını’nın Anatomik ve Makroskobik Özellikleri ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişki

4.9.1. Sinop Yöresi

Doğu Kayını’nın anatomik ve makroskobik özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiler Ek Tablo 23’de belirtilmektedir. Sinop yöresinde trahe radyal çapı arttıkça enine kesitte ve radyal kesitte sertlik değerleri azalmıştır. Özellikle enine kesitte

sertlik değeri ile daha kuvvetli ilişki gösterdiği belirlenmiştir. Enine kesitte traheler ve lifler boyuna yönde uzandığı için boyuna yönde uzanan odun elemanları, boyuna yönde uygulanan kuvvete daha fazla direnç göstermektedirler. Dolayısıyla odunun enine kesitinde belirlenen sertlik değeri, diğer iki kesitte belirlenen sertlik değerlerinden daima daha büyüktür. Trahe radyal çapının artması ile trahe lümen boşluğu artacak ve odunun sertliği de azalacaktır. 1 mm'deki özışını sayısı ve mülterisi özışını yüksekliği arttıkça odunun teğet kesitte makaslama direnci artmıştır. Özışını paranzim hücrelerinin odunun mekanik özellikleri üzerinde etkili olduğu Easterling vd. (1982), Woodrum vd. (2003), Rahman vd. (2005), Uetimane Jr ve Ali (2011) tarafından yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Trahe hücre uzunluğu arttıkça liflere paralel basınç direnci azalmıştır. Lif lümen genişliği arttıkça odunun statik kalite değeri, elastikiyet modülü, radyal kesitte sertlik değerleri azalmıştır. Çünkü lif lümen genişliği arttıkça lif çerper kalınlığı azalmıştır (Ek Tablo 19, 22, 23). Lif çerper kalınlığı arttıkça statik kalite değeri önemli derecede artmıştır. Kiaei ve Samariha (2011c), sert ağaçların (*Quercus castaneaefolia*, *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*) lif boyutları, fiziksel ve mekanik özelliklerini ve bu özelliklerin birbirleri ile ilişkilerini araştırdıkları çalışmalarında lif uzunluğu arttıkça tam kuru yoğunluk, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direncinin azaldığını; lif genişliği arttıkça eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülünün azaldığını; lif çerper kalınlığı arttıkça tam kuru yoğunluk, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci artarken lif uzunluğunun azaldığını; lif lümen genişliği arttıkça tam kuru yoğunluk, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci ve lif çerper kalınlığı azalırken lif genişliğinin arttığını belirlemişlerdir. Jacobsen vd. (2005), trahe çerper kalınlığının mekanik dirençleri (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü) etkilemediğini; statik eğilme direncinin lif çerper kalınlığı ile pozitif yönde, lif lümen çapı ile negatif yönde ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Bu tez çalışması sonucunda liflere paralel basınç direnci ve eğilme direnci ile trahe çapları ve lif boyutlarının ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Bu durumun aksine Ocloo ve Laing (2003), trahe çerper kalınlığı ve lif çerper kalınlığının liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünü pozitif yönde etkilediğini belirtmektedirler. Yıllık halka genişliği ve tekstür ile odunun mekanik özellikleri arasındaki ilişkiler istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (Ek Tablo 23).

4.9.2. Ayancık Yöresi

Doğu Kayını'nın anatomik ve makroskobik özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiler Ek Tablo 28'de belirtilmektedir. Ayancık yöresinde 1 mm²'deki trahe sayısı arttıkça dinamik kalite değeri ve enine kesitte sertlik değeri artmıştır. Mültiseri özışını yüksekliği arttıkça eğilme direnci ve elastikiyet modülü artmıştır. Woodrum vd. (2003), beş tane Akçaağaç türünün odunsu gövdelerindeki iletim ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkileri araştırdıkları çalışmalarında özışını paranşim hücrelerinin odunun elastikiyet modülü ile pozitif yönde kuvvetli bir ilişki gösterdiğini ve bu sonucu; akçaağaçların yavaş büyüyen ve uzun ömürlü ağaçlar olmasına, bu uzun yaşam sürecinde bünyesinde yeterli miktarda besin maddesi depolamak için daha geniş özışını paranşim hücrelerinin gerekli olacağına bağlamaktadırlar. Rahman vd. (2005), altı tane *Tectona grandis* L. ağacının özışını boyutları ve hacminin odun özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında en yüksek özışını hacmine sahip olan ağaçların yoğunluk ve basınç dirençlerinin daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Easterling vd. (1982), farklı yoğunluklardaki dört balsa odununun mekanik özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında üç farklı yükleme (yıllık halkalara teğet, yıllık halkalara radyal ve liflere paralel) tipinde odununun anatomik özelliklerinden özellikle özışınlarının yoğun ve sertleşmiş yapıları nedeniyle odunun elastikiyetini artırdığını belirlemişlerdir. Trahe hücre uzunluğu arttıkça eğilme direnci azalmıştır. Lif uzunluğu arttıkça liflere paralel basınç direnci artmıştır. Lif genişliği arttıkça eğilme direnci artmıştır. Bu sonuçların aksine Kiaei ve Samariha (2011c); lif uzunluğu arttıkça liflere paralel basınç direncinin azaldığını, lif genişliği arttıkça eğilme direncinin azaldığını belirlemişlerdir. Sonuçlardan da görüleceği üzere eğilme direnci; özışını, trahe ve lif özellikleri ile ilişkilidir. Eroğlu ve Usta'ya (2000) göre eğilme direnci; lümen çapı, hücre çeper kalınlığı ve lif uzunluğunun karmaşık bir fonksiyonudur.

4.10. Sinop ve Ayancık Yörelerinin Toprak Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması

İki yöre arasında %95 güven düzeyi ile toprak özelliklerinden toz oranı, faydalanılabilir su kapasitesi, toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik ve toplam kireç oranı bakımından farklılık olduğu; kum, kil ve organik madde oranı bakımından farklılık

olmadığı belirlenmiştir (Tablo 113). Sinop ve Ayancık yörelerinde toprak özellikleri, yükselti ve bakıya göre farklı sonuçlar vermiştir. Toprağın oluşumu ve gelişimi olayları, toprağı oluşturan faktörlerden anakaya, iklim, yeryüzü şekli ve canlıların etkisi altında gerçekleşmektedir. Ayrıca aynı iklim etkisi altında aynı ana kayadan oluşmuş toprakların farklı bitki örtüleri altındaki özellikleri arasında önemli farklar bulunabilmektedir (Kantarıcı, 1987). Topraktaki kum, kil ve organik madde oranları iki yöre arasında farklılık göstermez iken topraktaki toz ve FSK oranlarına ait en yüksek değerler Ayancık yöresinde; topraktaki kireç oranı, toprak reaksiyonu (pH) ve toprağın elektriksel iletkenliğine ait en yüksek değerler Sinop yöresinde belirlenmiştir.

4.11. Sinop ve Ayancık Yörelerinin Odun Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması

4.11.1. Anatomik Özellikler

Sinop ve Ayancık yöreleri arasında trahe çapları, 1 mm²'deki trahe sayısı, mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği, trahe hücre uzunluğu bakımından %95 güven düzeyi ile farklılık olduğu; 1 mm'deki özışını sayısı, lif uzunluğu, lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı bakımından farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 114). Sinop yöresinde ölçülen trahe çapları Ayancık yöresinde ölçülenlerden daha yüksek çıkarken trahe sayıları, Ayancık yöresinde ölçülen trahe sayılarından daha düşük çıkmıştır. İki yöre arasındaki bu anlamlı farklılık, yağış ve sıcaklık değerlerinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Her iki yöre ortak yükselti basamakları (400-600 m, 600-800 m ve 800-1000 m) esas alınarak karşılaştırıldığı için bu yükselti basamaklarındaki ortalama sıcaklık ve yağış değerleri ağacın gelişimi açısından önemlidir. Ek Tablo 3-8'de görüldüğü üzere Sinop yöresinde yıllık ortalama yağış miktarları Ayancık yöresinin yağış miktarlarından düşük, yıllık ortalama sıcaklık değerleri ise Ayancık yöresinin sıcaklık değerlerinden daha yüksektir. Ayrıca yükselti arttıkça yağış miktarları artarken sıcaklık değerleri düşmektedir. Yüksek rakımlarda düşük sıcaklık ve yüksek nem toprak özellikleri üzerinde etkili olmakla birlikte toprakta biyolojik aktivite yavaşlar ya da tamamen durabilir. Bu durum, ağaçların beslenmesini olumsuz etkiler (Çepel, 1995). Sonuç olarak Ayancık yöresinin sıcaklık değerlerinin Sinop yöresinden daha düşük olması, bu yörede yetişen ağaçların daha dar çaplı trahe oluşturmalarının nedeni olabilir. Ayancık yöresine ait trahe hücre uzunluğu

değerleri, Sinop yöresindekilerden daha yüksek çıkmıştır. Mültiseri özışını yüksekliğine ait en yüksek değerler Ayancık yöresinde belirlenirken mültiseri özışını genişliğine ait en yüksek değerler Sinop yöresinde belirlenmiştir. Bazı anatomik özelliklerde belirlenen bu farklılıklar, her iki yöre toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Aynı orman bölge müdürlüğü sınırları içinde birbirine yakın iki orman işletme müdürlüğünde yetişen aynı ağaç türlerinin bazı anatomik özelliklerinde belirlenen bu farklılıklar örnek ağaçların alındığı yetişme ortamının enlem, boylam, yükselti, bakı, toprak özellikleri gibi özelliklerinin birbirinden farklı olması ile ilişkilidir. Bayramzadeh vd. (2011), Japonya'nın Honshu adasında yetişen *Fagus crenata* türünün anatomik özellikleri ile iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, yıllık yağış miktarı ile birim alandaki trahe sayısı arasında negatif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

4.11.2. Makroskobik Özellikler

İki yöre arasında %95 güven düzeyi ile makroskobik özellikler (yıllık halka genişliği, ilkbahar odunu genişliği, yaz odunu genişliği ve tekstür) bakımından farklılık ($p < 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Yıllık halka genişliği ve ilkbahar odunu genişliği en yüksek Sinop yöresinde belirlenirken yaz odunu genişliği ve yaz odunu katılım oranı (tekstür) en yüksek Ayancık yöresinde belirlenmiştir. Sıcaklığa bağlı olarak bitkilerin gelişmesi üzerinde rol oynayan en önemli faktör, normal gelişimi sağlayan sıcaklığın bulunduğu devrenin süresidir. Bu devreye “vejetasyon devresi” veya “vejetasyon periyodu” denilmektedir. Bu devre ne kadar uzun olursa odun artımı da o kadar çok olacak demektir. Aylık ortalama sıcaklıkları $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve daha yüksek olan aylar, orman ağaçları için vejetasyon devresini oluşturmaktadır (Çepel, 1995). Ayrıca Genç'e (2004) göre Türkiye'de vejetasyon dönemi, aylık ortalama sıcaklığın minimum $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğu dönem olarak belirlenmektedir. Ek Tablo 1-5'de görüleceği üzere Sinop yöresinde 0-200 m yükselti basamağında vejetasyon dönemi, Nisan ayında başlayıp Kasım ayında sonlanırken yükselti arttıkça bu süre daralmakta ve Mayıs-Ekim ayları arasında devam etmektedir. Ayancık yöresinde de 400-600 m yükselti basamağında vejetasyon dönemi, Mayıs ayında başlayıp Ekim ayında sonlanırken yükselti arttıkça bu süre daralmış ve Haziran ayında başlayıp Eylül ayında sona ermiştir (Ek Tablo 6-9). Ek Tablo 3-8'de görüleceği üzere iki yörenin ortak yükselti basamakları (400-600 m, 600-800 m ve 800-1000 m) karşılaştırıldığında Sinop yöresinde vejetasyon devresinin daha uzun olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, odun artımının

dolayısıyla yıllık halka gelişiminin bu yörede daha fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca yüksek rakımlı bölgelerde düşük sıcaklıklar, güçlü rüzgârlar, kar miktarı ve kısa vejetasyon süresi gibi zorlu çevresel koşullar ağacın radyal büyümesini azaltmaktadır (Coomes ve Allen, 2007; Gebauer vd., 2010).

4.11.3. Fiziksel Özellikler

İki yöre arasında %95 güven düzeyi ile tam kuru yoğunluk, hava kurusu yoğunluk, hacim yoğunluk, teğet yönde daralma yüzdesi, radyal yönde daralma yüzdesi, lifler yönünde daralma yüzdesi, hacimsel daralma yüzdesi, radyal yönde genişleme yüzdesi, lifler yönünde genişleme yüzdesi, lif doygunluk noktası rutubeti, hücre çeperi maddesi yüzdesi, hava boşluğu yüzdesi ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı bakımından farklılık olduğu; teğet yönde genişleme yüzdesi ve hacimsel genişleme yüzdesi bakımından farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 116). Tam kuru yoğunluk, hava kurusu yoğunluk, hacim yoğunluk değerleri, teğet yönde daralma yüzdesi, radyal yönde daralma yüzdesi, lifler yönünde daralma yüzdesi, hacimsel daralma yüzdesi, radyal yönde genişleme yüzdesi, lifler yönünde genişleme yüzdesi, lif doygunluk noktası rutubeti, hücre çeperi maddesi yüzdesine ait en yüksek değerler Sinop yöresinde belirlenmiştir. Hava boşluğu yüzdesi ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarına ait en yüksek değerler Ayancık yöresinde belirlenmiştir. Sinop yöresinin yıllık ortalama yağış miktarı 680,2 mm ve ortalama sıcaklık derecesi 13,9 °C iken Ayancık yöresinin yıllık ortalama yağış miktarı 926,8 mm ve ortalama sıcaklık derecesi 12,7 °C'dir (Tablo 1 ve 2). Naidoo vd. (2007), yıllık yağış miktarı daha yüksek olan bölgeden almış oldukları odun örneklerinin daha düşük yoğunluğa sahip olduğunu ve Naidoo vd. (2006), ortalama yıllık yağış miktarının artması ile (toprakta depolanan su miktarına bağlı olarak) odun yoğunluğunun azaldığını belirlemişlerdir. Barajas-Morales (1987), Meksiko'da iki tropikal ormanda yayılış gösteren 220 tane ağaç türünün özgül ağırlıklarını araştırdığı çalışmada, yağış miktarının az olduğu bölgelerde yetişen ağaçların özgül ağırlıklarının yüksek, fazla olan bölgelerde yetişen ağaçların özgül ağırlıklarının ise düşük olduğu ve bu sonucun trahe özellikleri ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Ayrıca Martinez-Cabrera vd. (2009), Kuzey ve Güney Amerika'dan sekiz bölgeden almış oldukları 61 adet çalı türünün odun anatomisi, odun yoğunluğu ve iklim özellikleri arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmalarında odun yoğunluğunun ortalama yıllık yağış miktarı ve kuraklık indeksi ile

negatif ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Onoda vd. (2010), Avustralya'da yetişen 12 familyaya ait 32 tür ile yaptıkları çalışmalarında yıllık yağış miktarı daha az olan bölgelerde odun yoğunluğunun daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

4.11.4. Mekanik Özellikler

İki yöre arasında %95 güven düzeyi ile liflere paralel basınç direnci, statik kalite değeri, statik eğilme direnci, statik eğilme direncinde elastikiyet modülü, dinamik eğilme (şok) direnci, dinamik kalite değeri, teğet kesitte makaslama direnci, radyal kesitte makaslama direnci ve radyal kesitte sertlik değerleri bakımından farklılık olduğu; enine kesitte ve teğet kesitte sertlik değerleri bakımından farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 117). En yüksek liflere paralel basınç direnci, statik kalite değeri, radyal kesitte makaslama direnci ve radyal kesitte sertlik değerleri Sinop yöresinde belirlenmiştir. En yüksek statik eğilme direnci, statik eğilme direncinde elastikiyet modülü, dinamik eğilme (şok) direnci, dinamik kalite değeri ve teğet kesitte makaslama direnci değerleri Ayancık yöresinde belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında Sinop ilinin iki yöresinde doğal olarak yetişen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun anatomik, makroskobik, fiziksel ve mekanik özelliklerinin denizden yükseklik ve bakıya göre değişimi incelenerek bazı yetiştirme ortamı faktörleri (denizden yükseklik, bakı, toprak özellikleri) ile Doğu Kayını'nın belirtilen odun özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar, iki başlık altında ve her yöre için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

5.1. Sinop Yöresine Ait Sonuçlar

1. Sinop yöresinde yükselti arttıkça ortalama kum miktarının azaldığı, ortalama toz, kil ve organik madde miktarının arttığı; bakı derecesi arttıkça ortalama toprak pH'sinin azaldığı belirlenmiştir. Topraktaki kum oranı arttıkça trahe teğet çapları azalırken birim alandaki trahe sayısı artmıştır. Topraktaki toz oranı arttıkça birim alandaki trahe sayısı, mültiseri özışını yüksekliği ve trahe hücre uzunluğu azalmıştır. Topraktaki kil oranının artması ile trahe teğet çapları, toprak pH'si arttıkça trahe radyal çaplarının arttığı belirlenmiştir. Toprağın elektriksel iletkenliği (tuzluluk) arttıkça mültiseri özışını yüksekliği ve lif uzunluğu azalmıştır. Toprak özellikleri ile Doğu Kayını odununun yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım oranı (Tekstür) arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Topraktaki kum oranı arttıkça odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı azalmıştır. Topraktaki toz oranı arttıkça odunun hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk, hacim yoğunluk değerleri ve hücre çeperi maddesi yüzdesi azalmış; odunun hava boşluğu yüzdesi ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarı artmıştır. Toprak pH'si arttıkça odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi azalmış, hava boşluğu yüzdesi artmıştır. Topraktaki kum oranı arttıkça odunun statik eğilme direnci, teğet kesitte makaslama direnci ve teğet kesitte sertlik değerleri artmıştır. Topraktaki toz oranının artması ile odunun statik eğilme direnci ve teğet kesitte makaslama direnci azalmış, topraktaki kil oranının artması ile teğet kesitte makaslama direnci azalmış, topraktaki faydalanılabilir su kapasitesinin (FSK) artması ile liflere paralel basınç direnci azalmıştır. Toprak pH'si arttıkça odunun radyal kesitte makaslama direnci ve enine kesitte sertlik

değerleri önemli ölçüde azalmıştır. Toprağın elektriksel iletkenliği arttıkça teğet kesitte makaslama direnci azalmıştır.

2. Doğu Kayını odununun anatomik özelliklerinden trahe teğet çaplarına ait sonuçlar; yükselti basamakları (1, 2, 3, 4, 5), kuzey (K) ve güney (G) bakı grupları için şu şekilde elde edilmiştir: $K1 > K2 > K3 > K4=K5$, $G1 > G4 > G2 > G3 > G5$. Trahe radyal çaplarına ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K1 > K2 > K3 > K5 > K4$, $G1 > G4 > G2 > G5 > G3$. Kuzey bakıda yetişen ağaçların trahe çapları güney bakıda yetişen ağaçların trahe çaplarından daha yüksek çıkmıştır. Denizden yükseklik arttıkça trahe teğet ve radyal çapları azalmıştır. Sinop yöresinde denizden yükseklik arttıkça yıllık ortalama yağış miktarı artarken yıllık ortalama sıcaklık değerleri düşmüştür. Düşük sıcaklıklarda bitkinin topraktan su alımı azaldığı için bitkinin trahe çaplarını küçülterek bu duruma adapte olduğu söylenebilir. Bakı ile trahe radyal çapı ve toprak reaksiyonu (pH) arasında negatif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiş ve bakı derecesi arttıkça trahe radyal çapı ve toprağın pH değeri azalmıştır. Bakı derecesi arttıkça toprak reaksiyonunun azalması bitkinin beslenme ilişkilerini olumsuz etkilemiş ve trahe radyal çapları küçülmüştür. Kayının en uygun yetişme alanlarının sisli, bulutlu olması ve bu türün bir gölge ağacı olması gölgeli bakılarda daha iyi gelişim yaptığının bir göstergesidir. 1 mm²'deki trahe sayısına ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K1 < K2 < K3 < K4 < K5$, $G1 < G2 < G3 < G4 < G5$. Kuzey bakıda yetişen ağaçların birim alandaki trahe sayısı güney bakıda yetişen ağaçların trahe sayısından daha fazla olduğu bulunmuştur. Denizden yükseklik arttıkça 1 mm²'deki trahe sayısı artmıştır. 1 mm²'deki özışını sayısına ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K1=K4 < K2=K3=K5$, $G1=G2 > G3 > G4=G5$. Güney bakıda yetişen ağaçların 1 mm²'deki özışını sayısı kuzey bakıda yetişen ağaçların özışını sayısından daha fazla olduğu bulunmuştur. Mültiseri özışını yüksekliğine ait sonuçlar şu şekildedir: $K2 > K3 > K1 > K5 > K4$, $G4 > G2 > G1 > G3 > G5$. Güney bakıda yetişen ağaçların mültiseri özışını yüksekliği kuzey bakıda yetişen ağaçların mültiseri özışını yüksekliğinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Mültiseri özışını genişliğine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K5 > K1 > K3 > K2 > K4$, $G2 > G4 > G1 > G3 > G5$. Güney bakıda yetişen ağaçların mültiseri özışını genişliği kuzey bakıda yetişen ağaçların mültiseri özışını genişliğinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Lif uzunluğuna ait sonuçlar şu şekildedir: $K2 > K3 > K1 > K4 > K5$, $G2 > G4 > G1 > G3 > G5$. Denizden yükseklik arttıkça Doğu Kayını odununun lif uzunluğu azalmıştır. Lif uzunluğu üzerine bakı faktörünün etkili olmadığı, kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların lif uzunluklarının birbirine yakın değerlerde olduğu

belirlenmiştir. Trahe hücre uzunluğuna ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K1 > K2 > K4 > K3 > K5$, $G1 > G5 > G4 > G2 > G3$. Denizden yükseklik arttıkça Doğu Kayını odununun trahe hücre uzunluğu azalmıştır. Trahe hücre uzunluğu üzerine bakı faktörünün etkili olmadığı, kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların trahe hücre uzunluklarının birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Lif genişliğine ait sonuçlar şu şekildedir: $K2 > K5 > K3 > K4 > K1$, $G5 > G2 > G1 > G3 > G4$. Lif lümen genişliğine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K5 > K1=K2 > K3 > K4$, $G5 > G2 > G1 > G4 > G3$. Lif çeper kalınlığına ait sonuçlar şu şekildedir: $K2 > K3 > K4 > K5 > K1$, $G2=G5 > G3 > G1 > G4$. Lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı üzerine bakının etkili olmadığı, kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların birbirine yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ayrıca odunun trahe radyal çapı arttıkça tam kuru yoğunluk değeri ve hücre çeperi maddesi yüzdesi azalırken hava boşluğu yüzdesi ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarı artmıştır. Trahe radyal çapı haricindeki anatomik özelliklerin odun yoğunluğunu etkilemediği istatistiksel olarak belirlenmiştir.

3. Doğu Kayını odununun makroskobik özelliklerinden yıllık halka genişliğine ait sonuçlar; yükselti basamakları (1, 2, 3, 4, 5), kuzey (K) ve güney (G) bakı grupları için şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K2 > K5 > K1 > K4$, $G3 > G4 > G2 > G1 > G5$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların yıllık halka genişlikleri birbirine yakın çıkmıştır. Doğu Kayını odununun yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım oranının (tekstür) yükselti ve bakı ile ilişkili olmadığı, Sinop yöresinin toprak özellikleri ile Doğu Kayını odununun yıllık halka genişliği ve tekstürü arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı, odunun anatomik özellikleri ile yıllık halka genişliği ve tekstür arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu, yıllık halka genişliği ve tekstürün odunun fiziksel ve mekanik özellikleri ile istatistiksel olarak ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Bilindiği gibi ağacın radyal büyümesi ve yıllık halka oluşumu üzerine sıcaklık ve yağış önemli derecede etkili olmaktadır. Bu çalışma sonucunda yetiştirme ortamı faktörlerinden toprak özellikleri ile yıllık halka genişliği arasında anlamlı ilişkiler bulunmamış olduğundan Doğu Kayını odununun yıllık halka genişliğinin yükseltiye göre değişimi üzerine sıcaklık ve yağışın etkili olduğu anlaşılmaktadır. Denizden yükseklik arttıkça özellikle üçüncü yükselti basamağından sonra yıllık ortalama sıcaklık derecesinin 10 °C'nin altına düşmesi vejetasyon periyodunun kısalmasına ve daha dar halkaların oluşumuna neden olmuştur. İlkbahar odunu genişliğine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K2 > K5 > K1 > K4$, $G3 > G4 > G2 > G1 > G5$. Yapılan istatistiksel

analiz sonucunda kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların ilkbahar odunu genişlikleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Yaz odunu genişliğine ait sonuçlar şu şekildedir: $K3 > K1 > K2 > K5 > K4$, $G2 > G3 > G4 > G1 > G5$. Kuzey bakıda yetişen ağaçların yaz odunu genişlikleri güney bakıda yetişen ağaçların yaz odunu genişliklerinden yüksek çıkmıştır. Yaz odunu katılım oranına (tekstür) ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K4 > K3 > K1 > K5$, $G2 > G4 > G1 > G5 > G3$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda yaz odunu genişliği ve yaz odunu katılım oranı, yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Bu sonuçlara göre Sinop yöresinde tekstürü en iyi olan ağaçların kuzey ve güney bakıda ikinci yükselti basamağında (200-400 m) yetişen ağaçlar olduğu belirlenmiştir.

4. Doğu Kayını odununun fiziksel özelliklerinden hava kurusu yoğunluk değerlerine ait sonuçlar; yükselti basamakları (1, 2, 3, 4, 5), kuzey (K) ve güney (G) bakı grupları için şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K2 > K4 > K5 > K1$, $G3 > G2 > G4 > G5 > G1$. Kuzey bakıda yetişen ağaçların hava kurusu yoğunluk değerleri güney bakıda yetişen ağaçların hava kurusu yoğunluk değerlerinden fazla olduğu belirlenmiştir. Tam kuru yoğunluk değerlerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K3 > K2 > K5 > K4 > K1$, $G3 > G2 > G4 > G5 > G1$. Kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların tam kuru yoğunluk değerleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Denizden yükseklik ve bakı ile odunun yoğunluk değerleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Topraktaki toz oranı arttıkça odunun hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerlerinin azaldığı; odunun trahe radyal çapı arttıkça tam kuru yoğunluk değerlerinin azaldığı; odunun yoğunluk değerleri arttığında odunun hücre çeperi maddesi yüzdesinin arttığı, hava boşluğu yüzdesi ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarının azaldığı belirlenmiştir. Hacim yoğunluk değerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K4 > K3 > K2 > K5 > K1$, $G3 > G2 > G4 > G5 > G1$. Kuzey bakıda yetişen ağaçların hacim yoğunluk değerleri güney bakıda yetişen ağaçların hacim yoğunluk değerlerinden fazla olduğu belirlenmiştir. Denizden yükseklik ve bakı ile odunun hacim yoğunluk değeri arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Topraktaki toz oranı arttıkça odunun hacim yoğunluk değerinin azaldığı; odunun hacim yoğunluk değeri arttığında odunun hücre çeperi maddesi yüzdesinin arttığı, hava boşluğu yüzdesi ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarının azaldığı belirlenmiştir. Odunun hücre çeperi maddesi yüzdesine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K2 > K5 > K4 > K1$, $G3 > G4 > G2 > G5 > G1$. Güney bakıda yetişen ağaçların odunlarının hücre çeperi maddesi yüzdesi kuzey bakıda yetişen ağaçların odunlarının hücre çeperi maddesi yüzdesinden daha

yüksek çıkmıştır. Odunun hava boşluğu yüzdesine ait sonuçlar ise şu şekildedir: $K1 > K4 > K5 > K2 > K3$, $G1 > G5 > G2 > G4 > G3$. Kuzey bakıda yetişen ağaçların odunlarının hava boşluğu yüzdesi güney bakıda yetişen ağaçların odunlarının hava boşluğu yüzdesinden daha yüksek çıkmıştır. Denizden yükseklik ve bakı ile hücre çeperi maddesi yüzdesi ve hava boşluğu yüzdesi arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Topraktaki toz oranı ve toprağın pH değeri arttıkça odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi azalmış, hava boşluğu yüzdesi artmıştır. Ayrıca odunun trahe radyal çapı arttıkça odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi azalmış, hava boşluğu yüzdesi artmıştır. Hücre çeperi maddesi yüzdesi arttıkça hava boşluğu yüzdesi ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı azalmıştır. Teğet yönde daralma yüzdelerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K4 > K3 > K2 > K5 > K1$, $G5 > G2 > G4 > G3 > G1$. Radyal yönde daralma yüzdelerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K5 > K2 > K3 > K1 > K4$, $G3 > G2 > G4 > G1 > G5$. Lifler yönünde daralma yüzdelerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K3 > K4 > K2 > K1 > K5$, $G4 > G3 > G2 > G5 > G1$. Hacimsel daralma yüzdelerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K4 > K2 > K3 > K1 > K5$, $G3 > G2 > G5 > G1 > G4$. Teğet yönde, radyal yönde ve hacimsel daralma yüzdeleri güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek çıkmıştır. Lifler yönünde daralma yüzdesi kuzey ve güney bakı arasında farklılık göstermemiştir. Doğu Kayını odununun hacimsel daralma yüzdesi ile yetiştirme ortamının toprak özellikleri, odunun anatomik özellikleri, yıllık halka genişliği ve tekstür arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Teğet yönde genişleme yüzdelerine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K5 > K4 > K2 > K1$, $G2 > G3 > G4 > G5 > G1$. Radyal yönde genişleme yüzdelerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K3 > K5 > K2 > K4 > K1$, $G2 > G4 > G3 > G5 > G1$. Lifler yönünde genişleme yüzdelerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K5 > K2 > K4 > K3 > K1$, $G3 > G2 > G4 > G5 > G1$. Hacimsel genişleme yüzdelerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K3 > K5 > K4 > K2 > K1$, $G2 > G3 > G4 > G5 > G1$. Teğet yönde ve lifler yönünde genişleme yüzdeleri güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek çıkmıştır. Radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdeleri bakı gruplarına göre farklılık göstermemiştir. Denizden yükseklik arttıkça Doğu Kayını odununun hacimsel genişleme yüzdesi azalmıştır. Bakı ve toprak özellikleri ile hacimsel genişleme yüzdesi arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Odunun anatomik özelliklerinden 1 mm^2 'deki trahe sayısı arttıkça hacimsel genişleme yüzdesi artmıştır. Ayrıca odunun yoğunluk değerleri (hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk, hacim yoğunluk) arttıkça hacimsel genişleme yüzdesi de artmıştır. LDN rutubet değerlerine ait sonuçlar şu şekilde

elde edilmiştir: $K5 > K3 > K2 > K4 > K1$, $G3 > G2 > G4 > G5 > G1$. LDN rutubet değerleri güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek çıkmıştır. Denizden yükseklik, bakı, toprak özellikleri ile LDN arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Odunun hacimsel daralma yüzdesi arttıkça LDN rutubeti artmıştır. M_{max} değerlerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K1 > K5 > K2 > K4 > K3$, $G1 > G2 > G5 > G4 > G3$. Güney bakıda yetişen ağaçların M_{max} değerleri kuzey bakıda yetişen ağaçların M_{max} değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Denizden yükseklik arttıkça odunun M_{max} değerleri azalmıştır. Bakı ile M_{max} değerleri arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Topraktaki kum oranı arttıkça odunun M_{max} değerleri azalmıştır.

5. Doğu Kayını odununun mekanik özelliklerinden liflere paralel basınç direnci değerlerine ait sonuçlar; yükselti basamakları (1, 2, 3, 4, 5), kuzey (K) ve güney (G) bakı grupları için şu şekilde elde edilmiştir: $K2=K3 > K4 > K5 > K1$, $G3 > G4 > G5 > G2 > G1$. Liflere paralel basınç direnci güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek çıkmıştır. Denizden yükseklik arttıkça liflere paralel basınç direnci artmıştır. Bakı ile liflere paralel basınç direnci arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Topraktaki faydalanılabilir su kapasitesinin (FSK) artması ile liflere paralel basınç direnci azalmıştır. Trahe hücre uzunluğu arttıkça liflere paralel basınç direnci azalmıştır. Odunun liflere paralel basınç direnci arttıkça, elastikiyet modülü ve şok direnci artmıştır. Odunun basınç direncine göre kalitesini ifade eden statik kalite değerlerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K2 > K4 > K3 > K5 > K1$, $G3 > G4 > G5 > G1 > G2$. Statik kalite değeri kuzey ve güney bakı arasında farklılık göstermemiştir. Statik kalite değeri ile yükselti, bakı, toprak özellikleri arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Odunun anatomik özelliklerinden lif lümen genişliği arttıkça odunun statik kalite değeri azalırken lif çeper kalınlığı arttıkça statik kalite değeri önemli derecede artmıştır. Statik eğilme direnci değerlerine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K4 > K2 > K5 > K1$, $G3 > G2 > G4 > G5 > G1$. Statik eğilme direnci ile bakı arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiş olup eğilme direnci bakı gruplarına göre değişiklik göstermemiştir. Denizden yükseklik arttıkça statik eğilme direnci artmıştır. Topraktaki kum oranı arttıkça odunun statik eğilme direnci artarken toz oranı arttıkça azalmıştır. Odunun anatomik özellikleri ile statik eğilme direnci arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Odunun statik eğilme direnci arttıkça üç kesitteki (enine, teğet ve radyal) Brinell sertlik değerleri artmıştır. Statik eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K3 > K2 > K4 > K5 > K1$, $G3 > G2 > G4 > G5 > G1$. Elastikiyet

modülü kuzey ve güney bakı grupları arasında farklılık göstermemiştir. Denizden yükseklik arttıkça eğilmede elastikiyet modülü artmıştır. Eğilmede elastikiyet modülü ile bakı ve toprak özellikleri arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Odunun anatomik özelliklerinden lif lümen genişliği arttıkça odunun elastikiyet modülü azalmıştır. Odunun liflere paralel basınç direnci arttıkça eğilmede elastikiyet modülü artmıştır. Statik eğilme direnci arttıkça eğilmede elastikiyet modülü artmıştır. Dinamik eğilme direnci değerlerine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K3 > K4 > K5 > K1$, $G2 > G3 > G4 > G5 > G1$. Kuzey bakıda yetişen ağaçların dinamik eğilme direnci güney bakıda yetişen ağaçların dinamik eğilme direncinden daha yüksek çıkmıştır. Denizden yükseklik, bakı, toprak özellikleri, odunun anatomik özellikleri ile dinamik eğilme direnci arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Odunun liflere paralel basınç direnci arttıkça dinamik eğilme direnci artmıştır. Dinamik eğilme direnci arttıkça dinamik kalite değeri, teğet ve radyal kesitte sertlik değerleri artmıştır. Odunun dinamik eğilme direncine göre kalitesini belirten dinamik kalite değerlerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K2 > K4 > K3 > K5 > K1$, $G2 > G3 > G4 > G5 > G1$. Dinamik kalite değeri kuzey bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek bulunmuştur. Denizden yükseklik, bakı, toprak özellikleri, odunun anatomik özellikleri ile dinamik kalite değeri arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Teğet kesitte makaslama direnci değerlerine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K3 > K1 > K5 > K4$, $G1 > G2 > G3 > G4 > G5$. Teğet kesitte makaslama direncinin güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Denizden yükseklik arttıkça teğet kesitte makaslama direnci azalmıştır. Bakı ile teğet kesitte makaslama direnci arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Topraktaki kum oranı arttıkça teğet kesitte makaslama direnci artmıştır. Topraktaki toz ve kil oranları, toprağın elektriksel iletkenliği arttıkça teğet kesitte makaslama direnci azalmıştır. 1 mm'deki özışını sayısı ve mültiseri özışını yüksekliği arttıkça teğet kesitte makaslama direnci artmıştır. Radyal kesitte makaslama direnci değerlerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K2 > K4 > K3 > K1 > K5$, $G5 > G3 > G2 > G4 > G1$. Radyal kesitte makaslama direnci kuzey ve güney bakı grupları arasında farklılık göstermemiştir. Denizden yükseklik ve bakı ile radyal kesitte makaslama direnci arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Toprak pH'si arttıkça odunun radyal kesitte makaslama direnci azalmıştır. Odunun anatomik özellikleri ile radyal kesitte makaslama direnci arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Brinell sertlik değerleri, odunun üç kesiti (enine, teğet ve radyal) için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Enine kesitte

sertlik değerlerine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K2 > K4 > K5 > K1$, $G2 > G4 > G3 > G5 > G1$. Bakı ile enine kesitte sertlik değeri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiş ve bakı derecesi arttıkça enine kesitte sertlik değerleri artmıştır. Teğet kesitte sertlik değerlerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K3 > K4 > K5 > K2 > K1$, $G4 > G3 > G2 > G5 > G1$. Radyal kesitte sertlik değerlerine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K4 > K5 > K2 > K1$, $G4 > G2 > G3 > G5 > G1$. Enine, teğet ve radyal kesitte sertlik değerleri bakı grupları arasında farklılık göstermemiştir. Topraktaki kum oranı arttıkça teğet kesitte sertlik değeri artmış, toprak pH'si arttıkça odunun enine kesitte sertlik değeri önemli ölçüde azalmıştır. Odunun statik eğilme direnci arttıkça üç kesitteki (enine, teğet ve radyal) Brinell sertlik değerleri artmıştır. Odunun şok direnci arttıkça enine kesitte ve teğet kesitte sertlik değeri artmıştır. Radyal kesitte makaslama direnci arttıkça odunun enine ve radyal kesitte sertlik değerleri artmıştır. Odunun trahe radyal çapı arttıkça enine kesitte ve radyal kesitte sertlik değerleri azalmıştır. Özellikle enine kesitte sertlik değeri ile daha kuvvetli ilişki gösterdiği belirlenmiştir. Lif lümen genişliği arttıkça radyal kesitte sertlik değerleri azalmıştır.

5.2. Ayancık Yöresine Ait Sonuçlar

1. Ayancık yöresinde yükselti arttıkça topraktaki kum oranının arttığı, kil oranının azaldığı; bakı ile toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olmadığı belirlenmiştir. Topraktaki kum oranı arttıkça Doğu Kayını odununun trahe teğet ve radyal çapları azalmış, lif genişliği ve lif çeper kalınlığı artmış; topraktaki kil oranı arttıkça trahe radyal çapı artmıştır. Topraktaki toz oranı arttıkça lif genişliği ve lif çeper kalınlığı azalmıştır. Topraktaki faydalanılabilir su kapasitesi (FSK) arttıkça trahe radyal çapları artmıştır. Toprağın pH'si arttıkça mültileri özışını yüksekliği artmıştır. Toprak özellikleri ile yıllık halka genişliği ve tekstür arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Topraktaki kum oranı arttıkça Doğu Kayını odununun hacimsel genişleme yüzdesi, topraktaki toz oranı arttıkça odunun hacimsel daralma yüzdesi artmıştır. Topraktaki kil oranı arttıkça hacimsel genişleme yüzdesi azalmıştır. Topraktaki faydalanılabilir su kapasitesi, toprak pH'si, toprağın elektriksel iletkenliği, topraktaki kireç ve organik madde oranları ile odunun fiziksel özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Topraktaki toz oranı arttıkça odunun liflere paralel basınç direnci azalmıştır. Topraktaki FSK arttıkça odunun teğet ve radyal kesitteki sertlik değerleri

azalmıştır. Toprak pH'si, toprağın elektriksel iletkenliği, topraktaki kum, kil, organik madde ve kireç oranları ile odunun mekanik özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir.

2. Doğu Kayını odununun anatomik özelliklerinden trahe teğet çaplarına ait sonuçlar; yükselti basamakları (1, 2, 3, 4), kuzey (K) ve güney (G) bakı grupları için şu şekilde elde edilmiştir: $K1 > K2 > K3 > K4$, $G1 > G2 > G3 > G4$. Trahe radyal çaplarına ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K1 > K2 > K3 > K4$, $G1 > G2 > G3 > G4$. Denizden yükseklik arttıkça trahe teğet çapları azalmıştır. Sinop yöresindeki duruma benzer şekilde Ayancık yöresinde de denizden yükseklik arttıkça yıllık ortalama yağış miktarı artarken yıllık ortalama sıcaklık değerleri düşmüştür. Düşük sıcaklıklarda bitkinin topraktan su alımı azalmış ve bitki bu duruma trahe çaplarını küçülterek adapte olmuştur. Bakı ile trahe çapları arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. 1 mm^2 'deki trahe sayısına ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K4 > K2 > K3 > K1$, $G3 > G4 > G2 > G1$. 1 mm^2 'deki trahe sayısı kuzey bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek çıkmıştır. Denizden yükseklik arttıkça 1 mm^2 'deki trahe sayısı artmıştır. Bakı ile 1 mm^2 'deki trahe sayısı arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. 1 mm 'deki özışını sayısına ait sonuçlar şu şekildedir: $K1=K2=K3 > K4$, $G1=G2=G4 > G3$. 1 mm 'deki özışını sayısı güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda yükselti ve bakı ile 1 mm 'deki özışını sayısı arasında ilişki olmadığı belirlenmiştir. Mültiseri özışını yüksekliğine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K4 > K3 > K1 > K2$, $G3 > G2 > G1 > G4$. Mültiseri özışını yüksekliği güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek bulunmuştur. Mültiseri özışını genişliğine ait sonuçlar şu şekildedir: $K4 > K3 > K2 > K1$, $G3 > G2 > G1 > G4$. Mültiseri özışını genişliği güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek bulunmuştur. Yükselti ile mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği arasında ilişki olmadığı, bakı ile pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiş ve bakı derecesi arttıkça mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği artmıştır. Lif uzunluğuna ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K1 > K3 > K2 > K4$, $G1 > G2 > G4 > G3$. Kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların lif uzunluklarının birbirine yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Trahe hücre uzunluğuna ait sonuçlar şu şekildedir: $K4 > K3 > K1 > K2$, $G1 > G2 > G4 > G3$. Trahe hücre uzunluğu kuzey ve güney bakı grupları arasında farklılık göstermemiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda yükselti ve bakı ile lif uzunluğu ve trahe hücre uzunluğu arasında ilişki olmadığı belirlenmiştir. Lif genişliğine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K4 > K1 > K2$, $G1 > G4 > G3 > G2$. Yükselti ve bakı ile lif genişliği

arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Lif lümen genişliğine ait sonuçlar şu şekildedir: $K4 > K1 > K2 > K3$, $G1 > G4 > G2 > G3$. Yükselti ve bakı ile lif lümen genişliği arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Lif çeper kalınlığına ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K3 > K4 > K1 > K2$, $G3=G4 > G1 > G2$. Yükselti ve bakı ile lif çeper kalınlığı arasında ilişki olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Odunun trahe hücre uzunluğu arttıkça odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı artmıştır. Trahe sayısı ve çapları, özışını sayısı ve boyutları, lif özellikleri (uzunluk, genişlik, lümen genişliği, çeper kalınlığı), yıllık halka genişliği ve tekstür ile odunun fiziksel özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir.

3. Doğu Kayını odununun makroskobik özelliklerinden yıllık halka genişliğine ait sonuçlar; yükselti basamakları (1, 2, 3, 4), kuzey (K) ve güney (G) bakı grupları için şu şekilde elde edilmiştir: $K3 > K1 > K2 > K4$, $G1 > G3 > G2 > G4$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda yükselti ve bakı ile yıllık halka genişliği arasında ilişki olmadığı fakat yıllık halka genişliklerinin yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. İlkbahar odunu genişliğine ait sonuçlar şu şekildedir: $K3 > K2 > K1 > K4$, $G1 > G3 > G2 > G4$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ilkbahar odunu genişliklerinin yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Yıllık halka ve ilkbahar odunu genişliklerinin kuzey bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yaz odunu genişliğine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K1 > K2 > K3 > K4$, $G1 > G3 > G4 > G2$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda yaz odunu genişlik değerleri yükselti basamaklarına göre farklılık gösterirken bakı gruplarına göre farklılık göstermemiş, kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların yaz odunu genişlikleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Yaz odunu katılım oranına (tekstür) ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K1 > K4 > K2 > K3$, $G4 > G3 > G1 > G2$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda yükselti ile yaz odunu katılım oranı arasında ilişki olmadığı, kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların yaz odunu katılım oranlarının birbirine yakın sonuçlar verdiği ve tekstürlerinin benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca yıllık halka genişliği ve tekstür ile odunun fiziksel ve mekanik özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir.

4. Doğu Kayını odununun fiziksel özelliklerinden hava kurusu yoğunluk değerlerine ait sonuçlar; yükselti basamakları (1, 2, 3, 4), kuzey (K) ve güney (G) bakı grupları için şu şekilde elde edilmiştir: $K1 > K2 > K3 > K4$, $G2 > G1 > G4 > G3$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda hava kurusu yoğunluk değerleri ile yükselti ve bakı arasında ilişki

olmadığı fakat hava kurusu yoğunluk değerlerinin yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Tam kuru yoğunluk değerlerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K2 > K1 > K3 > K4$, $G2 > G1 > G4 > G3$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda tam kuru yoğunluk değerleri ile yükselti ve bakı arasında ilişki olmadığı fakat tam kuru yoğunluk değerlerinin yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri kuzey bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek bulunmuştur. Hacim yoğunluk değerlerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K1 > K2 > K3 > K4$, $G2 > G1 > G4 > G3$. Hacim yoğunluk değeri kuzey bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda hacim yoğunluk değerinin yükselti ile ilişkili olduğu, bakı ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Yükselti arttıkça hacim yoğunluk değeri azalmış, bakı derecesi arttıkça değişmemiştir. Hücre çeperi maddesi yüzdesine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K1 > K3 > K4$, $G2 > G1 > G4 > G3$. Hücre çeperi maddesi yüzdesi kuzey bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda hücre çeperi maddesi yüzdesi yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş fakat yükselti ve bakı ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Hava boşluğu yüzdesine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K4 > K3 > K1 > K2$, $G3 > G4 > G1 > G2$. Hava boşluğu yüzdesinin güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda hava boşluğu yüzdesi yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş fakat yükselti ve bakı ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Teğet yönde daralma yüzdesine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K1 > K3 > K4$, $G1 > G3 > G2 > G4$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda teğet yönde daralma yüzdesi yükselti basamaklarına göre farklılık göstermiş, bakı gruplarına göre farklılık göstermemiş, kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların teğet yönde daralma yüzdeleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Radyal yönde daralma yüzdesine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K2 > K1 > K3 > K4$, $G1 > G2 > G3 > G4$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda radyal yönde daralma yüzdesi yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Lifler yönünde daralma yüzdesine ait sonuçlar şu şekildedir: $K1 > K2 > K4 > K3$, $G2 > G1=G3 > G4$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda lifler yönünde daralma yüzdesi yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Hacimsel daralma yüzdesine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K1 > K4 > K3$, $G1 > G3 > G2 > G4$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda hacimsel daralma yüzdesi yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş, yükselti arttıkça azalmış, bakı derecesi arttıkça

değişmemiştir. Teğet yönde genişleme yüzdesine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K2 > K1 > K3 > K4$, $G1 > G2 > G3 > G4$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda teğet yönde genişleme yüzdesi yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Radyal yönde genişleme yüzdesine ait sonuçlar şu şekildedir: $K1 > K2 > K3 > K4$, $G1 > G4 > G2 > G3$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda radyal yönde genişleme yüzdesi yükselti basamaklarına göre farklılık göstermiş, bakı gruplarına göre farklılık göstermemiş, kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların radyal yönde genişleme yüzdeleri birbirine yakın çıkmıştır. Lifler yönünde genişleme yüzdesine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K1 > K4 > K2 > K3$, $G1 > G2 > G3 > G4$. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda lifler yönünde genişleme yüzdesi yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiştir. Hacimsel genişleme yüzdesine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K1 > K3 > K4$, $G2 > G1 > G3 > G4$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda hacimsel genişleme yüzdesi yükselti basamaklarına göre farklılık göstermiş, bakı gruplarına göre farklılık göstermemiş, kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların hacimsel genişleme yüzdeleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. LDN rutubetine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K1 > K2 > K3 > K4$, $G3 > G2 > G1 > G4$. İstatistiksel analiz sonucunda LDN rutubeti yükselti basamaklarına göre farklılık göstermiş, bakı gruplarına göre farklılık göstermemiş, kuzey ve güney bakıda yetişen ağaçların LDN rutubetleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. M_{max} değerlerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K4 > K3 > K1 > K2$, $G3 > G4 > G1 > G2$. M_{max} değerinin güney bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda M_{max} değerleri yükselti ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş, yükselti arttıkça M_{max} değerleri artmış, bakı derecesi arttıkça değişmemiştir. Topraktaki kum oranı arttıkça hacimsel genişleme yüzdesi artmıştır. Topraktaki toz oranı arttıkça hacimsel daralma yüzdesi artmıştır. Topraktaki kil oranı arttıkça hacimsel genişleme yüzdesi azalmıştır. Topraktaki faydalanılabilir su kapasitesi, toprak pH'si, toprağın elektriksel iletkenliği, topraktaki kireç ve organik madde oranları ile odunun fiziksel özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir. Odunun yoğunluk değerleri (hava kuru yoğunluk, tam kuru yoğunluk, hacim yoğunluk) arttıkça hacimsel genişleme yüzdesi ve hücre çeper maddesi yüzdesi artmıştır. Odunun hücre çeperi maddesi yüzdesi arttıkça hava boşluğu yüzdesi azalmış ve içerisine alabileceği en yüksek su miktarı da azalmıştır. Odunun trahe hücre uzunluğu arttıkça odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı artmıştır. Trahe sayısı ve çapları, özışını sayısı ve boyutları, lif özellikleri (uzunluk, genişlik, lümen genişliği, çeper kalınlığı), yıllık halka

genişliği ve tekstür ile odunun fiziksel özellikleri arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı belirlenmiştir.

5. Doğu Kayını odununun mekanik özelliklerinden liflere paralel basınç direnci değerlerine ait sonuçlar; yükselti basamakları (1, 2, 3, 4), kuzey (K) ve güney (G) bakı grupları için şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K1 > K3 > K4$, $G1 > G2 > G3 > G4$. Kuzey bakıda yetişen ağaçların liflere paralel basınç direnci güney bakıda yetişen ağaçların basınç direncinden daha yüksek çıkmıştır. İstatistiksel analiz sonucunda liflere paralel basınç direncinin yükselti ile ilişkili olduğu, bakı ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Denizden yükseklik arttıkça liflere paralel basınç direnci azalmış, bakı derecesi arttıkça değişmemiştir. Statik kalite değerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K1 > K2 > K3 > K4$, $G2 > G3 > G4 > G1$. Kuzey bakıda yetişen ağaçların güney bakıda yetişenlerden daha kaliteli olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda statik kalite değeri yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş fakat yükselti, bakı ve toprak özellikleri ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Dinamik eğilme (şok) direncine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K4 > K2 > K1 > K3$, $G4 > G2 > G1 > G3$. Güney bakıda yetişen ağaçların dinamik eğilme direnci daha yüksek bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda dinamik eğilme direnci yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş, yükselti arttıkça değişmemiş, bakı derecesi arttıkça artmıştır. Dinamik kalite değerine ait sonuçlar şu şekildedir: $K4 > K3 > K1 > K2$, $G4 > G3 > G1 > G2$. Güney bakıda yetişen ağaçların dinamik kalite değerleri daha yüksek çıkmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda dinamik kalite değeri yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş, yükselti arttıkça artmış, bakı derecesi arttıkça değişmemiştir. Statik eğilme direncine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K1 > K4 > K3$, $G2 > G1 > G4 > G3$. İstatistiksel analizler sonucunda statik eğilme direnci yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş, yükselti arttıkça değişmemiş, bakı derecesi arttıkça azalmıştır. Eğilmede elastikiyet modülüne ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K2 > K1 > K4 > K3$, $G2 > G1 > G3 > G4$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda eğilmede elastikiyet modülü yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş, denizden yükseklik arttıkça azalmış, bakı derecesi arttıkça değişmemiştir. Statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün kuzey bakıda yetişen ağaçlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Teğet kesitte makaslama direncine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K1 > K4 > K2 > K3$, $G2 > G1 > G3 > G4$. İstatistiksel analizler sonucunda teğet kesitte makaslama direnci yükselti basamaklarına göre farklılık

göstermiş, bakı gruplarına göre farklılık göstermemiş, yükselti arttıkça azalmıştır. Radyal kesitte makaslama direncine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K4 > K3 > K2 > K1$, $G1 > G2 > G4 > G3$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda radyal kesitte makaslama direnci yükselti basamaklarına göre farklılık gösterirken bakı gruplarına göre farklılık göstermemiş, yükselti ve bakı ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Enine kesitte sertlik değerlerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K4 > K1 > K3 > K2$, $G3 > G2 > G1 > G4$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda enine kesitte sertlik değerleri yükselti basamakları ve bakı gruplarına göre farklılık göstermiş, yükselti ve bakı ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Teğet kesitte sertlik değerlerine ait sonuçlar şu şekilde belirlenmiştir: $K2 > K1 > K4 > K3$, $G4 > G3 > G1 > G2$. İstatistiksel analizler sonucunda teğet kesitte sertlik değerleri yükselti basamaklarına göre farklılık göstermemiş, bakı gruplarına göre farklılık göstermiş, yükselti ve bakı ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Radyal kesitte sertlik değerlerine ait sonuçlar şu şekilde elde edilmiştir: $K2 > K1 > K4 > K3$, $G4 > G3 > G1 > G2$. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda radyal kesitte sertlik değerleri yükselti basamaklarına göre farklılık göstermemiş, bakı gruplarına göre farklılık göstermiş, yükselti ve bakı ile ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Ayancık yöresinde kuzey bakıda yetişen ağaçlar güney bakıda yetişen ağaçlardan daha serttir. Ayrıca Ayancık yöresinde 1 mm^2 'deki trahe sayısı arttıkça dinamik kalite değeri ve enine kesitte sertlik değeri artmıştır. Mültiseri özışını yüksekliği arttıkça eğilme direnci ve elastikiyet modülü artmıştır. Trahe hücre uzunluğu arttıkça eğilme direnci azalmıştır. Lif uzunluğu arttıkça liflere paralel basınç direnci artmıştır. Lif genişliği arttıkça eğilme direnci artmıştır. Odunun liflere paralel basınç direnci arttıkça statik eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü artmıştır. Statik eğilme direnci arttıkça eğilmede elastikiyet modülü artmıştır. Şok direnci arttıkça dinamik kalite değeri, teğet ve radyal kesitte sertlik değerleri artmıştır. Radyal kesitte makaslama direnci arttıkça enine kesitte sertlik değeri artmıştır.

6. ÖNERİLER

Bu çalışma sonucunda her iki yörede yetişen Doğu Kayını ağaçlarının odun özelliklerinin çoğu üzerinde yükselti ve bakımın etkili olduğu belirlenmiştir. Sinop yöresinde en yüksek yoğunluğa sahip ağaçların 400-600 m yükselti arasında, en düşük yoğunluğa sahip ağaçların da 0-200 m yükselti arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yoğunluk değerlerine paralel olarak odunun mekanik özelliklerinin çoğunun, kalite değerlerinin ve sertliğinin 0-200 m arasında en düşük, 400-800 m arasında ise en yüksek olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla Doğu Kayını odununun yüksek direnç isteyen kullanım yerlerinde belirtilen yükseltide yetişen ağaçların kullanılması uygun olabilir. Özellikle maden direği ve demiryolu traversi gibi eğilme ve basınca karşı dayanımın yüksek olması gereken kullanım yerleri için 600-800 m yükselti arasında yetişen kayın ağaçlarının kullanılması önerilebilir. Ayrıca kontrplak ve kaplama üretimi için kullanılacak kayın tomruklarının soyma makinalarında problem oluşturmaması için yoğunluğunun düşük ve sert olmaması gerekmektedir. Buna göre 0-200 m ve 800-1000 m yükselti arasında yetişen ağaçlar kontrplak ve kaplama üretimi için değerlendirilebilir. Kayının fazla çalışması, mobilya üretiminde problemlere neden olmaktadır. Dolayısıyla Sinop yöresinde mobilya üretiminde kullanılacak kayın kerestesi için daralma ve genişleme yüzdelerinin az olduğu, kuzey bakıda 0-200 m ve 800-1000 m yükselti basamaklarında yetişen ağaçların tercih edilmesi önerilebilir. Sinop yöresinde denizden yükseklik arttıkça lif uzunluğu azaldığı için lif levha üretimi için kullanılacak ağaçların seçiminde de yükselti faktörü göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca lif levha üretiminde odun yoğunluğu da önemli olduğu için, daha çok düşük ve orta yoğunluktaki türler tercih edildiği için Sinop yöresinde 0-200 m yükseltide yetişen ağaçların kullanılması önerilebilir. Ayancık yöresinde yetişen ağaçların yoğunluk değerleri 400-600 m'de en yüksek, 1000-1200 m'de ise en düşük çıkmıştır. Yoğunluk değerlerine paralel olarak odunun liflere paralel basınç direnci, statik kalite değeri ve eğilme direnci gibi mekanik özellikleri de aynı sonuçları vermiştir. Özellikle liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülü gibi mekanik özelliklerin önem arz ettiği kullanım yerlerinde 400-800 m yükselti arasında yetişen ağaçların tercih edilmesi önerilebilir. Kaplama, kontrplak ve mobilya üretimi için odun yoğunluğunun ve çalışma (daralma ve genişleme) yüzdelerinin düşük olduğu 800-1000 m ve 1000-1200 m yükselti basamaklarında yetişen ağaçların kullanılması önerilebilir.

Trahe çapları; odunun emprenye edilmesinde, tutkallanmasında, işlenme özelliklerinde önemli bir rol oynamaktadır. Her iki yörede denizden yseklik arttıkça trahe çaplarının azalarak birim alandaki sayılarının artması odunun kullanım alanlarını etkileyecektir. Çünkü traheleler ne kadar geniş olursa odun da o kadar poröz bir yapıda olacaktır. Bu nedenle orman ürünleri endüstrisinde kullanılacak ağaçların belirlenmesinde yükselti faktörü dikkate alınmalıdır. Bilindiği gibi ağacın yaşı, odun özellikleri üzerinde etkili olan faktörlerden biridir. Kayının idare süresi Orman Genel Müdürlüğü Amenajman ve Silvikültür Dairesi Başkanlığı tarafından 100-120 yıl olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan örnek ağaçların yaşı 42-104 arasında değişmektedir. Dolayısıyla alışma kapsamında belirlenen odun özellikleri, idare sresinin altındaki yaşlarda belirlenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda özellikle işletme amacı hizmet üretimi olan ormanlar için idare süresi sonunda meşcerenin teknik olgunluğa ulaştığı çağda odun özellikleri belirlenerek daha kesin sonuçlara varılabilir.

Bu alışma kapsamında her iki yörede her bir yükselti basamağından kuzey bakıdan 2 adet ve güney bakıdan 2 adet olmak üzere toplam 4 adet ağaç kesilmiştir. İleride bu konu ile ilgili yapılacak çalışmalarda örnek ağaç sayısı artırılabilir. Fakat rnek ağaç sayısının artırılması daha fazla ağacın kesilmesini gerektireceği için günümüzde yaygın olarak kullanılan ve ağaçları kesmeden odun özelliklerinin belirlenebildiği “Tahribatsız Muayene Yöntemleri” nin kullanılması önerilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Acuna, M., A., 2006. Wood Properties and Use of Sensor Technology to Improve Optimal Bucking and Value Recovery of Douglas-Fir, PhD Thesis, Oregon State University.
- Aguilar-Rodriguez, S., Terrazas, T. ve Lopez-Mata, L., 2006. Anatomical Wood Variation of *Buddleja cordata* (Buddlejaceae) Along its Natural Range in Mexico, Trees, 20, 253-261.
- Akgül, M. ve Tozluoğlu, A., 2009. Some Chemical and Morphological Properties of Juvenile Woods from Beech (*Fagus orientalis* L.) and Pine (*Pinus nigra* A.) Plantations, Trends in Applied Sciences Research, 4, 2, 116-125.
- Alkan, Ç., Eroğlu, H. ve Yaman, B., 2003. Türkiye'deki Bazı Odunsu Angiospermae Taksonlarının Lif Morfolojileri, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 5, 5, 102-108.
- Altun, L., Ay, N., Serdar, B., Köse, N., 2012. Sinop Orman Bölge Müdürlüğü Sınırları İçerisinde Doğal Olarak Yayılış Gösteren Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarının Ekolojik Tabanlı Mutlak İdare Süreleri İle Ağaçların Anatomik, Dendroklimatik, Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, Tübitak Projesi, Proje No:107O752
- Alves, E., S. ve Angyalossy-Alfonso, V., 2000. Ecological Trends in the Wood Anatomy of Some Brazilian Species. 1. Growth Rings and Vessels, IAWA Journal, 21, 1, 3-30.
- Anşin, R., 1983. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, Karadeniz Üniversitesi Dergisi, 6, 2, 318-339.
- Anşin, R. ve Özkan, Z., C., 1993. Tohumlu Bitkiler, KTÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 19 Trabzon.
- Atalay, İ., 1983. Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No:19, İzmir.
- Atalay, İ., 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transferi Yönünden Bölgelere Ayrılması, Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü Yayın No:5, Ankara.
- Aydınözü, D., 2008. Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica*)'nın Yıldız (Istranca) Dağlarındaki Yayılış Alanları, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 17, 46-56, İstanbul.
- Aytuğ, B., 1961. Odun Anatomisi Araştırmaları Hakkında Görüşler, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 11, 2, 88-93.

- Baas, P. ve Miller, R. B., 1985. Functional and Ecological Wood Anatomy Some Introductory Comments, IAWA Bulletin n.s., 6, 4, 281-282.
- Baker, T., R., Phillips, O., L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., DiFiore, A., Erwin, T., Killeen, T., Laurance, S., G., Laurance, W., F., Lewis, S., L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D., A., Patino, S., Pitman, N., C., A., Silva, J., N., M. ve Martinez, R. V., 2004. Variation in Wood Density Determines Spatial Patterns in Amazonian Forest Biomass, Global Change Biology, 10, 545-562.
- Bakhshi, R., Kiaei, M. ve Veylaki, S., 2011. The Effect of Climate on Fiber Properties of Maple Wood (*Acer velutinum* Boiss), Middle-East Journal of Scientific Research, 8, 4, 739-746.
- Barajas-Morales, J., 1987. Wood Specific Gravity in Species from Two Tropical Forests in Mexico, IAWA Bulletin n.s., 8, 2, 143-148.
- Barij, N., Stokes, A., Bogaard, T. ve Van Beek, R., 2007. Does Growing on A Slope Affect Tree Xylem Structure and Water Relations?, Tree Physiology, 27, 757-764.
- Barichivich, J., Sauchyn, D., J. ve Lara, A., 2009. Climate Signals in High Elevation Tree-Rings from the Semiarid Andes of North-Central Chile: Responses to Regional and Large-Scale Variability, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 281, 320-333.
- Bayramzadeh, V., Attarod, P., Ahmadi, M., T., Rezaee Amruabadi, S., H. ve Kubo, T., 2011. Does the Climate of the Origin Control Anatomical Characteristics of the Vessel Elements as well as Different Foliar Traits in *Fagus crenata*? Journal of Forest Science, 57, 9, 377-383.
- Bektaş, İ. ve Güler, C., 2001a. Andırın Yöresi Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25, 209-215.
- Bektaş, İ., Alma, M., H. ve As, N., 2001b. Determination of the Relationships Between Brinell and Janka Hardness of Eastern Beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Forest Products Journal, 51, 11/12, 84-88.
- Bektaş, İ., Güler, C. ve Baştürk, M., A., 2002. Principal Mechanical Properties of Eastern Beech Wood (*Fagus orientalis* Lipsky) Naturally Grown in Andırın Northeastern Mediterranean Region of Turkey, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26, 147-154.
- Berges, L., Dupouey, J., L. ve Franc, A., 2000. Long-term Changes in Wood Density and Radial Growth of *Quercus petraea* Liebl. in Northern France Since the Middle of the Nineteenth Century, Trees, 14, 398-408.
- Berges, L., Nepveu, G. ve Franc, A., 2008. Effects of Ecological Factors on Radial Growth and Wood Density Components of Sessile Oak (*Quercus petraea* Liebl.) in Northern France, Forest Ecology and Management, 255, 567-579.

- Berkel, A., 1941. Şark Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) nın Teknolojik Vasıfları ve İstimali Hakkında Araştırmalar, T. C. Yüksek Ziraat Enstitüsü çalışmalarından, Sayı: 118, Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü.
- Berkel, A., 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi, 1. Cilt, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Berkel, A., Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1980. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Çoruh Meşesi (*Quercus dschorochensis* Koch.) Ağaç Türleri Odunlarının Aşınma Dirençleri Hakkında Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 30, 2, 29-48.
- Berry, S., L. ve Roderick, M., L., 2005. Plant-Water Relations and the Fibre Saturation Point, New Phytologist, 168, 25-37.
- Bhat, K., M. ve Priya, P., B., 2004. Influence of Provenance Variation on Wood Properties of Teak from the Western Ghat Region in India, IWA Journal, 25, 3, 273-282.
- Bilen, S. ve Sezen, Y., 1993. Toprak Reaksiyonunun Bitki Besin Elementleri Elverişliliği Üzerine Etkisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24, 2, 156-166.
- Bircan, Ş., 2008. Batı Karadeniz Kıyı Bölgesinde Yetişen Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Yetiştirme Ortamı Değişkenleriyle İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Birtürk, T., 2011. Karadeniz Bölgesinde Doğal Olarak Yetişen Akçaağaç (*Acer L.*) Taksonları Odunlarının Anatomik Özellikleri ve Farklı Yetiştirme Koşullarının Bu Özellikler Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bosio, F., Soffiatti, P. ve Boeger, M., R., T., 2010. Ecological Wood Anatomy of *Miconia sellowiana* (Melastomataceae) in Three Vegetation Types of Paraná State, Brazil, IWA Journal, 31, 2, 179-190.
- Bouriaud, O., Breda, N., Le Moguedec, G. ve Nepveu, G., 2004. Modelling Variability of Wood Density in Beech as Affected by Ring Age, Radial Growth and Climate, Trees, 18, 264-276.
- Bowyer, J., L., Shmulsky, R. ve Haygreen, J., G., 2007. Forest Products and Wood Science An Introduction, Fifth Edition, Blackwell Publishing, USA.
- Bozkurt, Y., 1960. Belgrad Ormanında Önemli Bazı Ağaç Türlerinde Yıllık Halka Gelişimi Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 10,1, 29-56.
- Bozkurt, A., Y., 1967. Yapraklı Ağaç Odunlarının Anatomik Yapısı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 17, 2, 45-63.
- Bozkurt, A., Y. ve Göker, Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3944, Fakülte Yayın No: 436, İstanbul.

- Bozkurt, A., Y. ve Erdin, N., 1990. Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 40,1, 6-24.
- Bozkurt, A., Y. ve Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayını, No: 3998, İstanbul.
- Bozkurt, A., Y. ve Erdin, N., 2000. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 4263, Fakülte Yayın No: 466, İstanbul.
- Bozlar, T., 2012. Sinop Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Taksonu Odununun Anatomik Özellikleri ve Farklı Yetiştirme Ortamı Koşullarının Bu Özellikler Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Brookhouse, M. T. ve Bi, H., 2009. Elevation-Dependent Climate Sensitivity in *Eucalyptus pauciflora* Sieb. ex Spreng, Trees, 23, 1309-1320.
- Carlquist, S., 1988. Comparative Wood Anatomy, Springer-Verlag LTD, London, 436 s.
- Chave, J., Muller-Landau, H., C., Baker, T., R., Easdale, T., A., Steege, H., T. ve Webb, C., O., 2006. Regional and Phylogenetic Variation of Wood Density Across 2456 Neotropical Tree Species, Ecological Applications, 16, 6, 2356-2367.
- Committee on Nomenclature, 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification, IAWA Bulletin n.s. 10, 1-4, 219-332.
- Coomes, D., A. ve Allen, R., B., 2007. Effects of Size, Competition and Altitude on Tree Growth, Journal of Ecology, 95, 1084-1097.
- Creber, G. T. ve Chaloner, W. G., 1984. Influence of Environmental Factors on the Wood Structure of Living and Fossil Trees, Botanical Review, 50, 4, 357-448.
- Cufar, K., Prislan, P., De Luis, M. ve Gricar, J., 2008. Tree-Ring Variation, Wood Formation and Phenology of Beech (*Fagus sylvatica*) from a Representative Site in Slovenia, SE Central Europe, Trees, 22, 749-758.
- Çepel, N., 1988. Orman Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3518, Orman Fakültesi Yayın No: 399, İstanbul.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3886, Sosyal B. M. Y. O. Yayın No: 433, İstanbul.
- Çolak, A., H. ve Rotherham, I., D., 2006. A Review of the Forest Vegetation of Turkey: Its Status Past and Present and Its Future Conservation, Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 106B, 3, 343-354.
- Davis, P. H. 1982. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Volume Seven, Edinburgh at the University Press.

- DeBell, D. S., Singleton, R., Harrington, C., A. ve Gartner, B., L., 2002. Wood Density and Fiber Length in Young *Populus* Stems: Relation to Clone, Age, Growth Rate, and Pruning, Wood and Fiber Science, 34, 4, 529-539.
- Denne, M., P. ve Hale, M., D., 1999. Cell Wall and Lumen Percentages in Relation to Wood Density of *Nothofagus nervosa*, IAWA Journal, 20, 1, 23-36.
- Dittmar, C., Zech, W. ve Elling, W., 2003. Growth Variations of Common Beech (*Fagus sylvatica* L.) Under Different Climatic and Environmental Conditions in Europe- A Dendroecological Study, Forest Ecology and Management, 173, 63-78.
- Doğu, A., D., 2002. Odun Yapısı Üzerinde Etkili Faktörler, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi, 8, 81-102.
- Dolezal, J., Ishii, H., Kyncl, T., Takahashi, K., Vetrova, V., P., Homma, K., Sumida, A. ve Hara, T., 2010. Climatic Factors Affecting Radial Growth of *Betula ermanii* and *Betula platyphylla* in Kamchatka, Canadian Journal of Forest Research, 40, 273-285.
- Doungpet, M., 2005. Environment and Genetic Effects on Wood Quality of *Populus*, PhD Thesis, North Carolina State University, Wood and Paper Science, Raleigh.
- D.P.T., 2007. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı Yayın No: 2712, Ankara, 102 s.
- Easterling, K., E., Harrysson, R., Gibson, L., J. ve Ashby, M., F., 1982. On The Mechanics of Balsa and Other Woods, Proceedings of the Royal Society, Seri A, 383, 31-41.
- Eroğlu, H. ve Usta, M., 2000. Lif Levha Üretim Teknolojisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 200, Fakülte Yayın No: 30, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.
- Erşen Bak, F., 2006. Türkiye’de Yetişen *Oleaceae* Familyası Taksonlarının Ekolojik Odun Anatomisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eşen, D., 2000. Ecology and Control of *Rhododendron (Rhododendron ponticum L.)* in Turkish Eastern Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forests, PhD Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, USA.
- Fang, J. ve Lechowicz, M., J., 2006. Climatic Limits for the Present Distribution of Beech (*Fagus L.*) Species in the World, Journal of Biogeography, 33, 1804-1819.
- Fisher, J. B., Goldstein, G., Jones, T., J. ve Cordell, S., 2007. Wood Vessel Diameter is Related to Elevation and Genotype in the Hawaiian Tree *Metrosideros polymorpha* (Myrtaceae), American Journal of Botany, 94, 5, 709-715.
- Fritts, H. C., 1962. The Relation of Growth Ring Widths in American Beech and White Oak to Variations in Climate, Tree-Ring Bulletin, 25, 1-2, 2-10.

- Fujiwara, S., Sameshima, K., Kuroda, K. ve Takamura, N., 1991. Anatomy and Properties of Japanese Hardwoods I. Variation of Fibre Dimensions and Tissue Proportions and Their Relation to Basic Density, IAWA Bulletin n.s., 12, 4, 419-424.
- Fujiwara, S., 1992. Anatomy and Properties of Japanese Hardwoods II. Variation of Dimensions of Ray Cells and Their Relation to Basic Density, IAWA Bulletin n.s., 13, 4, 397-402.
- Gea-Izquierdo, G., Fonti, P., Cherubini, P., Martin-Benito, D., Chaar, H. ve Canellas, I., 2012. Xylem Hydraulic Adjustment and Growth Response of *Quercus canariensis* Willd. to Climatic Variability, Tree Physiology, 32, 401-413.
- Gebauer, R., Volarik, D., Funda, T., Fundova, I., Kohutka, A., Klapetek, V., Martinkova, M., Anenkhonov, O., A. ve Razuvaev, A., 2010. *Pinus pumila* Growth at Different Altitudes in the Svyatoi Nos Peninsula (Russia), Journal of Forest Science, 56, 3, 101-111.
- Genç, M., 2004. Silvikültürün Temel Esasları, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 44, Isparta.
- Genç, R., 2010. Camili'deki Bazı Odunsu *Angiospermae* Taksonlarının Ekolojik Odun Anatomileri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gerçek, Z., 1984. Türkiye'de Yetiştirilen *Camellia sinensis* (L.) Kuntze'nin İç Morfolojik Özellikleri ve Farklı Yetiştirme Koşullarının Bu Özellikler Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, K.Ü. Basımevi, Trabzon.
- Gerçek, Z., 1988. Botanik, Genel Yayın No: 127, Fakülte Yayın No: 16, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon.
- Gerçek, Z., Mersev, N., Anşın, R., Özkan, Z. C., Terzioğlu, S., Serdar, B. ve Birtürk, T., 1998. Türkiye'deki Gürgeç Yapraklı Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.)'ın Ekolojik Odun Anatomisi, Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu, 21-23 Eylül, İstanbul.
- Ghanbar, E. ve Naser, M., 2004. Mechanical Qualities of Wood of *Fagus orientalis* and Comparison of its Sites with Respect of These Characteristics, Proceedings from the 7th International Beech Symposium, 10-20 May 2004, Tehran, Iran, 47-56.
- Gindl, W., Grabner, M. ve Wimmer, R., 2001. Effects of Altitude of Tracheid Differentiation and Lignification of Norway spruce, Canadian Journal of Botany, 79, 815-821.
- Giraud, B., 1980. Correlation Between Wood Anatomical Characters in *Entandrophragma utile* (Meliaceae), IAWA Bulletin n.s., 1, 1-2, 73-75.
- Govorcin, S., Sinkovic, T. ve Trajkovic, J., 2003. Some Physical and Mechanical Properties of Beech Wood Grown in Croatia, Wood Research, 48, 3, 39-52.

- Golbabaie, F., Hosseinkhani, H. ve Salehi, K., 2008. Variation in Mechanical Properties of Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Wood in Asalem Northwestern of Caspian Forests (Northwestern of Iran), Review of Forests, Wood Products and Wood Biotechnology of Iran and Germany- Part II, Ali Reza Kharazipour, Christian Schöpper and Cora Müller (Ed.), 185-194, Universitätsverlag Göttingen.
- Gözlüklüoğlu Erdinler, E., S., 1999. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky)'da Ardaklanmanın Teknolojik Özellikler Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gryc, V., Vavrcik, H., Rybnicek, M. ve Premyslovska, E., 2008a. The Relation Between the Microscopic Structure and the Wood Density of European Beech (*Fagus sylvatica* L.), Journal of Forest Science, 54, 4, 170-175.
- Gryc, V., Vavrcik, H. ve Gomola, S., 2008b. Selected Properties of European Beech (*Fagus sylvatica* L.), Journal of Forest Science, 54, 9, 418-425.
- Güler, C. ve Bektaş, İ., 2000. Andırın Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) Odununda Elastiklik Özellikleri İle Yoğunluk Arasındaki İlişki, Fen ve Mühendislik Dergisi 2000, 3, 2, 51-57.
- Güler, C., Bektaş, İ. ve Baştürk, A., M., 2004. Some Mechanical Properties of Eastern Beech Wood, Journal of The Institute of Wood Science, 16, 4, 223-229.
- Gürsu, İ., 1960. Tokat Mıntıkası Kayınlarının Teknik Vasıfları Üzerinde Yapılan Bir Çalışma, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 6, 1, 30-41.
- Hacke, U., G., Sperry, J., S., Pockman, W., T., Davis, S., D. ve McCulloh, K., A., 2001. Trends in Wood Density and Structure are Linked to Prevention of Xylem Implosion by Negative Pressure, Oecologia, 126, 457-461.
- Hemmasi, A., H., Soodmand, R., Varshoie, A. ve Baziyar, B., 2007. Study of Height Effect on Ovendry Specific Gravity and Biometrical Ratios in Iranian Beech Tree Wood from Siahkal Forest, Journal of Agricultural Sciences, 12, 4, 913-923,
- Hernandez, R., E. ve Restrepo, G., 1995. Natural Variation in Wood Properties of *Alnus acuminata* H.B.K. Grown in Colombia, Wood and Fiber Science, 27, 1, 41-48.
- Hoch, G. ve Körner, C., 2005. Growth, Demography and Carbon Relations of Polyepis Trees at the World's Highest Treeline, Functional Ecology, 19, 941-951.
- Hosseini, S., Z., 2006. The Effect of Altitude on Juvenile Wood Formation and Fiber Length, A Case Study in Iranian Beech Wood (*Fagus orientalis* L.), Journal of Agriculture Science and Technology, 8, 3, 221-231.
- Irmak, A., 1970. Orman Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 1650, Orman Fakültesi Yayın No: 149, İstanbul.

- Ives, E., 2001. A Guide to Wood Microtomy: Making Quality Microslides of Wood Sections, Sproughton.
- Jacobsen, A., L., Ewers, F., W., Pratt, R., B., Paddock III, W., A. ve Davis, S., D., 2005. Do Xylem Fibers Affect Vessel Cavitation Resistance?, Plant Physiology, 139, 546-556.
- Junghans, U., Polle, A., Duchtig, P., Weiler, E., Kuhlman, B., Gruber, F. ve Teichmann, T., 2006. Adaptation to High Salinity in Poplar Involves Changes in Xylem Anatomy and Auxin Physiology, Plant, Cell and Environment, 29, 8, 1519-1531.
- Kahveci, E., 2012. Farklı Yetiştirme Ortamı Koşullarının Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3194, Orman Fakültesi Yayın No: 354, İstanbul.
- Kantarıcı, M. D., 1987. Toprak İlimi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3444, Orman Fakültesi Yayın No: 387, İstanbul.
- Kantarıcı, M. D., 2005a. Orman Ekosistemleri Bilgisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 4594, Orman Fakültesi Yayın No: 488, İstanbul.
- Kantarıcı, M. D., 2005b. Türkiye'nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması ve Bu Birimlerdeki Orman Varlığı İle Devamlılığının Önemi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 4558, Orman Fakültesi Yayın No: 484, İstanbul.
- Kayacık, H., 1981. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2766, Orman Fakültesi Yayın No: 287, İstanbul.
- Kiaei, M., 2011a. Basic Density and Fiber Biometry Properties of Hornbeam Wood in Three Different Altitudes at Age 12, Middle-East Journal of Scientific Research, 8, 3, 663-668.
- Kiaei, M. ve Samariha, A., 2011b. Relationship Between Altitude Index and Wood Properties of *Pinus eldarica* Medw (Case Study in North of Iran), Gazi University Journal of Science, 24, 4, 911-918.
- Kiaei, M. ve Samariha, A., 2011c. Fiber Dimensions, Physical and Mechanical Properties of Five Important Hardwood Plants, Indian Journal of Science and Technology, 4, 11, 1460-1463.
- Kiaei, M., 2012. Effect of Site and Elevation on Wood Density and Shrinkage and Their Relationships in *Carpinus betulus*, Forestry Studies in China, 14, 3, 229-234.

- Konukçu, M., Ormanlar ve Ormancılığımız “Faydaları, İstatistiki Gerçekler, Anayasa, Kalkınma Planları, Hükümet Programları ve Yıllık Programlar’da Ormancılık”. <http://ekutup.dpt.gov.tr/ormancil/konukcum/ormancil.pdf> 17 Şubat 2011
- Körner, C., 2007. The Use of ‘Altitude’ in Ecological Research, Trends in Ecology and Evolution, 22, 11, 569-574.
- Köse, N., Akkemik, Ü. ve Güner, H., T., 2009a. Dendrokronoloji, Doğa ve Toplum, Sayı: 2.
- Köse, N., Akkemik, Ü. ve Güner, H., T., 2009b. Ağaçlar: İklim Tarihinin Yaşayan Tanıkları, Doğa ve Toplum, Sayı: 2.
- Köse, N., 2012. İklim Faktörlerinin Küre-Kastamonu’da Doğal Yetişen Uludağ Göknarının (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. Subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode&Cullen) Yıllık Halka Gelişimine Etkisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 62, 1, 81-86.
- Köse, N. ve Güner, H. T., 2012. The Effect of Temperature and Precipitation on the Intra-Annual Radial Growth of *Fagus orientalis* Lipsky in Artvin, Turkey, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36, 501-509.
- Lara, A., Aravena, J., C., Villalba, R., Wolodarsky-Franke, A., Luckman, B. ve Wilson, R., 2001. Dendroclimatology of High-Elevation *Nothofagus pumilio* Forests at Their Northern Distribution Limit in the Central Andes of Chile, Canadian Journal of Forest Research, 31, 6, 925-936.
- Leal, S., Pereira, H., Grabner, M. ve Wimmer, R., 2004. Tree-Ring Structure and Climatic Effects in Young *Eucalyptus globulus* Labill. Grown at Two Portuguese Sites: Preliminary Results, Dendrochronologia, 21, 3, 139-146.
- Leal, S., Melvin, T., M., Grabner, M., Wimmer, R. ve Briffa, K., R., 2007. Tree Ring-Growth Variability in the Austrian Alps: The Influence of Site, Altitude, Tree Species and Climate, Boreas, 36, 426-440.
- Lebourgeois, F., Breda, N., Ulrich, E. ve Granier, A., 2005. Climate-Tree-Growth Relationships of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) in the French Permanent Plot Network (RENECOFOR), Trees, 19, 385-401.
- Leclercq, A., 1980. Relationship Between Beechwood Anatomy and its Physico Mechanical Properties, IAWA Bulletin n.s., 1, 1-2, 65-71.
- Lens, F., Gasson, P., Smets, E. ve Jansen, S., 2003. Comparative Wood Anatomy of Epacrids (Styphelioideae, Ericaceae s.l.), Annals of Botany, 91, 6, 835-856.
- Lens, F., Luteyn, J. L., Smets, E. ve Jansen, S., 2004. Ecological Trends in the Wood Anatomy of Vaccinioideae (Ericaceae s.l.), Flora, 199, 309-319.

- Liu, J. ve Noshiro, S., 2003. Lack of Latitudinal Trends in Wood Anatomy of *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae), A Species With A Worldwide Distribution, American Journal of Botany, 90, 4, 532-539.
- Malan, F. S., 1991. Variation, Association and Inheritance of Juvenile Wood Properties of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden with Special Reference to the Effect of Rate of Growth, South African Forestry Journal, 157, 1, 16-23.
- Malkoçoğlu, A., 1994. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Malkoçoğlu, S., 2012. Farklı Yetişme Ortamı Koşullarının Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.) Odununun Bazı Anatomik Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Martinez-Cabrera, H., I., Jones, C., S., Espino, S. ve Schenk, H., J., 2009. Wood Anatomy and Wood Density in Shrubs: Responses to Varying Aridity Along Transcontinental Transects, American Journal of Botany, 96, 8, 1388-1398.
- Martinez-Cabrera, H., I., Schenk, H., J., Cevallos-Ferriz, S., R., S. ve Jones, C., S., 2011. Integration of Vessel Traits, Wood Density, and Height in Angiosperm Shrubs and Trees, American Journal of Botany, 98, 5, 915-922.
- Massaccesi, G., Roig, F., A., Martinez Pastur, G., J. ve Barrera, M., D., 2008. Growth Patterns of *Nothofagus pumilio* Trees Along Altitudinal Gradients in Tierra del Fuego, Argentina, Trees, 22, 245-255.
- Maxime, C. ve Hendrik, D., 2011. Effects of Climate on Diameter Growth of Co-Occurring *Fagus sylvatica* and *Abies alba* Along An Altitudinal Gradient, Trees, 25, 265-276.
- Merev, N., 1998. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, I. Cilt, Trabzon.
- Merev, N. ve Yavuz, H., 2000. Ecological Wood Anatomy of Turkish *Rhododendron* L. (*Ericaceae*) Intraspecific Variation, Turkish Journal of Botany, 24, 4, 227-237.
- Merev, N., Serdar, B., Erşen Bak, F. ve Birtürk, T., 2000. Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Meşe (*Quercus* L.) Taksonlarının Odun Anatomilerinin Ekolojik Yönden İncelenmesi, K.T.Ü., Araştırma Projesi, Trabzon.
- Merev, N., 2003. Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 210, Fakülte Yayın No: 32, Trabzon.
- Moore, J., R., Lyon, A., J., Searles, G., J. ve Vihermaa, L., E., 2009. The Effects of Site and Stand Factors on the Tree and Wood Quality of Sitka Spruce Growing in the United Kingdom, Silva Fennica, 43, 3, 383-396.

- Moshtagh Kahnamoie, M., H., Bijker, W. ve Sagheb-Talebi, K., 2004. The Relation Between Annual Diameter Increment of *Fagus orientalis* and Environmental Factors (Hyrcanian Forest) Improvement and Silviculture of Beech, Proceedings from the 7th International Beech Symposium, 10-20 May 2004, Tehran, Iran, 76-82.
- Moya, R. ve Perez, D., 2008a. Effects of Physical and Chemical Soil Properties on Physical Wood Characteristics of *Tectona grandis* Plantations in Costa Rica, Journal of Tropical Forest Science, 20, 4, 248-257.
- Moya, R. ve Tomazello Fo, M., 2008b. Variation in the Wood Anatomical Structure of *Gmelina arborea* (Verbenaceae) Trees at Different Ecological Conditions in Costa Rica, International Journal of Tropical Biology and Conservation, 56, 2, 689-704.
- Muller-Landau, H., C., 2004. Interspecific and Inter-site Variation in Wood Specific Gravity of Tropical Trees, Biotropica, 36, 1, 20-32.
- Naidoo, S., Zbonak, A. ve Ahmed, F., 2006. The Effect of Moisture Availability on Wood Density and Vessel Characteristics of *Eucalyptus grandis* in the Warm Temperate Region of South Africa, Wood Structure and Properties, 3-6 Eylül, Zvolen, Slovakia, 117-122.
- Naidoo, S., Zbonak, A., Pammenter, N., W. ve Ahmed, F., 2007. Assessing the Effects of Water Availability and Soil Characteristics on Selected Wood Properties of *E. grandis* in South Africa, In: Proceedings of "eucalyptus and diversity: balancing productivity and sustainability" IUFRO Working Group 2.08.03, 22-26 October, Durban, South Africa.
- Noshiro, S., Joshi, L. ve Suzuki, M., 1994. Ecological Wood Anatomy of *Alnus nepalensis* (Betulaceae) in East Nepal, Journal of Plant Research, 107, 399-408.
- Noshiro, S., Suzuki, M. ve Ohba, H., 1995a. Ecological Wood Anatomy of Nepalese *Rhododendron* (Ericaceae). 1. Interspecific Variation, Journal of Plant Research, 108, 1-9.
- Noshiro, S. ve Suzuki, M., 1995b. Ecological Wood Anatomy of Nepalese *Rhododendron* (Ericaceae). 2. Intraspecific Variation, Journal of Plant Research, 108, 217-233.
- Noshiro, S. ve Baas, P., 2000. Latitudinal Trends in Wood Anatomy Within Species and Genera: Case Study in *Cornus* S.L. (Cornaceae), American Journal of Botany, 87, 10, 1495-1506.
- Noshiro, S., Ikeda, H. ve Joshi, L., 2010. Distinct Altitudinal Trends in the Wood Structure of *Rhododendron arboreum* (Ericaceae) in Nepal, IAWA Journal, 31, 4, 443-456.
- OAE, 1985. Kayın, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi: 1, Muhtelif Yayınlar Serisi: 42, Çağ Matbaası, Ankara.

- Ocloo, J., K. ve Laing, E., 2003. Correlation of Relative Density and Strength Properties with Anatomical Properties of the Wood of Ghanaian *Celtis* Species, Discovery and Innovation, 15, 3/4, 186-196.
- Oladi, R., Pourtahmasi, K., Eckstein, D. ve Brauning, A., 2011. Seasonal Dynamics of Wood Formation in Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Along An Altitudinal Gradient in the Hyrcanian Forest, Iran, Trees, 25, 425-433.
- Onoda, Y., Richards, A., E. ve Westoby, M., 2010. The Relationship Between Stem Biomechanics and Wood Density is Modified by Rainfall in 32 Australian Woody Plant Species, New Phytologist, 185, 493-501.
- Osunkoya, O., O., Sheng, T., K., Mahmud, N. ve Damit, N., 2007. Variation in Wood Density, Wood Water Content, Stem Growth and Mortality Among Twenty-Seven Tree Species in A Tropical Rainforest on Borneo Island, Austral Ecology, 32, 191-201.
- Örs, Y., 1986. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, 1. Kısım: Odunun Fiziksel Özellikleri, KTÜ Basımevi, Trabzon.
- Örs, Y. ve Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayın Dağıtım, Yayın No: 2, İstanbul.
- Özkan Güngör, E., 2005. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununda Yaşa Bağlı Anatomik Varyasyonlar, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Pande, P., K., Chauhan, L. ve Singh, M., 2005. Wood Anatomical Variations Within the Genus *Castanopsis*, Journal of Tropical Forest Science, 17, 3, 366-371.
- Panshin, A., J. ve de Zeeuw, C., 1980. Textbook of Wood Technology, McGraw-Hill Series in Forest Resources, US.
- Patterson, R. ve Tanowitz, B., D., 1989. Evolutionary and Geographic Trends in Adaptive Wood Anatomy in *Eriastrum densifolium* (Polemoniaceae), American Journal of Botany, 76, 5, 706-713.
- Peters, R. ve Poulson, T., L., 1994. Stem Growth and Canopy Dynamics in A World-Wide Range of *Fagus* Forests, Journal of Vegetation Science, 5, 3, 421-432.
- Piovesan, G., Biondi, F., Bernabei, M., Di Filippo, A. ve Schirone, B., 2005a. Spatial and Altitudinal Bioclimatic Zones of the Italian Peninsula Identified from A Beech (*Fagus sylvatica* L.) Tree-Ring Network, Acta Oecologica, 27, 197-210.
- Piovesan, G., Di Filippo, A., Alessandrini, A., Biondi, F., Schirone, B., 2005b. Structure, Dynamics, and Dendroecology of An Apennine Old-Growth Beech Forest, Journal of Vegetation Science, 16, 13-28.

- Pourtahmasi, K., Lotfiomran, N., Brauning, A. ve Parsapajouh, D., 2011. Tree-Ring Width and Vessel Characteristics of Oriental Beech (*Fagus orientalis*) Along An Altitudinal Gradient in The Caspian Forests, Northern Iran, IAWA Journal, 32, 4, 461-473.
- Preston, K., A., Cornwell, W., K., ve DeNoyer, J., L., 2006. Wood Density and Vessel Traits as Distinct Correlates of Ecological Strategy in 51 California Coast Range Angiosperms, New Phytologist, 170, 807-818.
- Rahman, M., M., Fujiwara, S. ve Kanagawa, Y., 2005. Variations in Volume and Dimensions of Rays and Their Effect on Wood Properties of Teak, Wood and Fiber Science, 37, 3, 497-504
- Roderick, M., L. ve Berry, S., L., 2001. Linking Wood Density With Tree Growth and Environment: A Theoretical Analysis Based on the Motion of Water, New Phytologist, 149, 473-485.
- Roo-Zielinska, E. ve Solon, J., 1997. Effect of Geographical Location on Species Composition, Vegetation Structure, Diversity and Phytoindicative Characteristics in Pine Forests, Environmental Pollution, 98, 3, 347-360.
- Roque, R., M. ve Filho, M., T., 2007. Relationship Between Anatomical Features and Intra-Ring Wood Density Profiles in *Gmelina arborea* Applying X-Ray Densitometry, Cerne, 13, 4, 384-392.
- Salehi, A. ve Amiri, G., Z., 2005. Study of Physical and Chemical Soil Properties Variations Using Principal Component Analysis Method in the Forest, North of Iran, Caspian Journal of Environmental Sciences, 3, 2, 131-137.
- Samariha, A., 2011. Effect of Altitude Index on Growth Rate and Physical Properties of Hornbeam Wood (Case Study in Mashelak Forest of Iran), World Applied Sciences Journal, 13, 9, 2057-2059.
- Santos, P., E., T., Geraldi, I., O. ve Garcia, J., N., 2004. Estimates of Genetic Parameters of Wood Traits for Sawn Timber Production in *Eucalyptus grandis*, Genetics and Molecular Biology, 27, 4, 567-573.
- Sarıbaş, M. ve Yaman, Ö., 2009. Antalya-Kemer ve Zonguldak-Devrek'te Yetişen *Celtis australis* L. Üzerinde Ksilolojik Araştırmalar, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11, 15, 1-15.
- Schmitz, N., Verheyden, A., Beeckman, H., Kairo, J., G. ve Koedam, N., 2006. Influence of A Salinity Gradient on the Vessel Characters of the Mangrove Species *Rhizophora mucronata*, Annals of Botany, 98, 1321-1330.
- Schume, H., Grabner, M. ve Eckmüllner, O., 2004. The Influence of An Altered Groundwater Regime on Vessel Properties of Hybrid Poplar, Trees, 18, 184-194.

- Sefil, Y., 2010. Thermowood Yöntemiyle Isıl İşlem Uygulanmış Gökmar ve Kayın Odunlarının Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Serdar, B., 2003. Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Salicaceae Familyası Taksonlarının Ekolojik Odun Anatomisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Serdar, B. ve Gerçek, Z., 2007. Kavak (*Populus L.*) Odunlarının Anatomik Özelliklerinin Anatomik Olmayan Faktörlere Bağlı Varyasyonları, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 3, 1, 76-89.
- Serdar, B., Birtürk, T. ve Genç, R., 2010. Artvin-Camili Bölgesinde Yetişen *Rhododendron L.* Taksonları Odunlarının Yükseltiye Bağlı Varyasyonları, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Cilt: III, Sayfa: 1091-1099.
- Sheikh, M., A., Kumar, M. ve Bhat, J., A., 2011. Wood Specific Gravity of Some Tree Species In The Garhwal Himalayas, India, Forestry Studies in China, 13, 3, 225-230.
- Slik, J., W., F., Aiba, S., I., Brearley, F., Q., Cannon, C., H., Forshed, O., Kitayama, K., Nagamasu, H., Nilus, R., Payne, J., Paoli, G., Poulsen, A., D., Raes, N., Sheil, D., Sidiyasa, K., Suzuki, E. ve Van Valkenburg, J., L., C., H., 2010. Environmental Correlates of Tree Biomass, Basal Area, Wood Specific Gravity and Stem Density Gradients in Borneo’s Tropical Forests, Global Ecology and Biogeography, 19, 50-60.
- Sonderregger, W., Mandallaz, D. ve Niemz, P., 2008. An Investigation of the Influence of Selected Factors on the Properties of Spruce Wood, Wood Science and Technology, 42, 281-298.
- Sopushynskyy, I., Vintoniv, I., Teischinger, A. ve Michalak, R., 2005. The Influence of Site Factors on Wood Density and Moisture Content of Beech in the Ukrainian Carpathians, Wood Research, 50,1, 43-49.
- Sperry, J., S., Hacke, U., G. ve Pittermann, J., 2006. Size and Function in Conifer Tracheids and Angiosperm Vessels, American Journal of Botany, 93, 10, 1490-1500.
- Spiecker, H., 2002. Tree Rings and Forest Management in Europe, Dendrochronologia, 20, 1-2, 191-202.
- Splechtna, B. E., Dobrys, J. ve Klinka, K., 2000. Tree-Ring Characteristics of Subalpine Fir (*Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt.) in Relation to Elevation and Climatic Fluctuations, Annals of Forest Science, 57, 2, 89-100.
- Stanzl-Tschegg, S. E., 2006. Microstructure and Fracture Mechanical Response of Wood, International Journal of Fracture, 139, 495-508.

- Swenson, N., G. ve Enquist, B., J., 2007. Ecological and Evolutionary Determinants of A Key Plant Functional Trait: Wood Density and its Community-Wide Variation Across Latitude and Elevation, American Journal of Botany, 94, 3, 451-459.
- Şanlı, İ., 1978. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nın Türkiye'de Çeşitli Yörelerde Oluşan Odunları Üzerinde Anatomik Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2410, Orman Fakültesi Yayın No: 256, İstanbul.
- Tank, T., 1971. Doğu Kayını Odununun Lif ve Selüloz Yapısı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 21, 1, 140-180.
- Takahashi, K., Tokumitsu, Y. ve Yasue, K., 2005. Climatic Factors Affecting the Tree-Ring Width of *Betula ermanii* at the Timberline on Mount Norikura, Central Japan, Ecological Research, 20, 445-451.
- Terrazas, T., Aguilar-Rodriguez, S. ve Lopez-Mata, L., 2008. Wood Anatomy and its Relation to Plant Size and Latitude in *Buddleja* L. (Buddlejaceae), Interciencia, 33, 1, 46-50.
- Tessier, L., Nola, P. ve Serre-Bachet, F., 1994. Deciduous *Quercus* in the Mediterranean Region: Tree Ring/Climate Relationships, New Phytologist, 126, 2, 355-367.
- Thomas, D., S., Montagu, K., D. ve Conroy, J., P., 2004. Changes in Wood Density of *Eucalyptus camaldulensis* due to Temperature-the Physiological Link Between Water Viscosity and Wood Anatomy, Forest Ecology and Management, 193, 157-165.
- T.S.E., 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, TS 2471, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TS 2472, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1976. Odunun Statik Sertliğinin Tayini, TS 2479, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1976. Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TS 2477, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1977. Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, TS 2595, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1977. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TS 2474, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1978. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TS 2478, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- T.S.E., 1980. Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini, TS 3459, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1984. Odunun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuar Numunesi Alınması, TS 4176, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1984. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, TS 4083, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1984. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TS 4084, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1984. Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, TS 4085, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1984. Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, TS 4086, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1997. Kondisyonlama ve/veya Deney için Standard Atmosferler-Özellikler, TS 642-ISO 554, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türüdü, Ö., A., 2004. Toprak Bilgisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü, Meslek Yüksekokulları Serisi, Genel Yayın No: 104, M.Y.O. Yayın No: 1, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.
- Uetimane, JR. E. ve Ali, A. C., 2011. Relationship Between Mechanical Properties and Selected Anatomical Features of Ntholo (*Pseudolachnostylis maprounaefolia*), Journal of Tropical Forest Science, 23, 2, 166-176.
- Uncu, A., 2004. Murgul Gökteş Bakır işletmesi İzabehane Bacalarından Çıkan Kükürt Dioksit (SO₂) Gazının Sarıçam [*Pinus sylvestris* L.] ve Doğu Kayını [*Fagus orientalis* Lipsky.] Odunlarının Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- URL-1, <http://www.ogm.gov.tr/agaclarımız/agac2.htm>, 16 Şubat 2011
- URL-2, http://www.euforgen.org/distribution_maps.html, 4 Nisan 2011
- URL-3, <http://orbisgenel.ogm.gov.tr/website/public/genelorbis/> Orman Harita ve Fotogrametri Müdürlüğü. 11 Ekim 2012
- URL-4, <http://tumas.mgm.gov.tr/wps/portal/> T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv Sistemi (TÜMAS). 28 Şubat 2013
- Üçüncü, K., 2007. Tam Kuru Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) Odununun Adsorpsiyon Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 57, 2, 45-59.

- Ünsal, Ö., 1998. Buharlanmış ve Buharlanmamış Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ünsal, Ö. ve Ayrılmış, N., 2004. The Effect of Steaming on Equilibrium Moisture Content in Beech Wood (*Fagus orientalis* Lipsky), Forest Products Journal, 54, 6, 90-93.
- Üstündağ, Ö., 2009. Elazığ İlinde Genel Arazi Kullanımının Yükselti Kuşaklarına Göre Değişimi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 2-6 Kasım, İzmir.
- Van Den Oever, L., Baas, P. ve Zandee, M., 1981. Comparative Wood Anatomy of *Symplocos* and Latitude and Altitude of Provenance, IAWA Bulletin n.s., 2, 1, 3-24.
- Wang, T., Ren, H. ve Ma, K., 2005. Climatic Signals in Tree Ring of *Picea schrenkiana* Along An Altitudinal Gradient in the Central Tianshan Mountains, Northwestern China, Trees, 19, 735-741.
- Wiemann, M., C. ve Williamson, G. B., 2002. Geographic Variation in Wood Specific Gravity: Effects of Latitude, Temperature, And Precipitation, Wood and Fiber Science, 34, 1, 96-107.
- Wimmer, R., 2002. Wood Anatomical Features in Tree-Rings as Indicators of Environmental Change, Dendrochronologia, 20, 1-2, 21-36.
- Wodzicki, T., J., 2001. Natural Factors Affecting Wood Structure, Wood Science and Technology, 35, 5-26.
- Woodrum, C., L., Ewers, F., W. ve Telewski, F. W., 2003. Hydraulic, Biomechanical, and Anatomical Interactions of Xylem from Five Species of *Acer* (Aceraceae), American Journal of Botany, 90, 5, 693-699.
- Yaltırık, F., 1968. Memleketimizin Doğal Akçaağaç (*Acer L.*) Türlerinin Odunlarının Anatomik Özellikleri ile Yetiştirme Yeri Arasındaki Münasebet, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 18, 2, 77-89.
- Yaltırık, F. ve Efe, A., 2000. Dendroloji, İstanbul Üniversitesi Yayın No:4265, Fakülte Yayın No:465, İstanbul.
- Yaman, B. ve Sarıbaş, M., 2004. Türkiye'nin Euxine Bölgesindeki Doğal Kavak (*Populus L.*) Taksonlarında Yükseltiyle İlişkili Olarak Trahe Hücre Boyutlarındaki Varyasyonlar, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 1, 111-123.
- 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.
- Yılğör, N., Ünsal, Ö. ve Kartal, S., N., 2001. Physical, Mechanical, and Chemical Properties of Steamed Beech Wood, Forest Products Journal, 51, 11/12, 89-93.

- Yıldız, S., 2002. Isıl İşlem Uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel, Mekanik, Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, M., Serdar, B., Altun, L. ve Usta, A., 2008. Relationship Between Environmental Variables and Wood Anatomy of *Quercus pontica* C. Koch (Fagaceae), Fresenius Environmental Bulletin, 17, 7b, 902-910.
- Zanne, A., E., Westoby, M., Falster, D., S., Ackerly, D., D., Loarie, S., R., Arnold, S., E. J. ve Coomes, D., A., 2010. Angiosperm Wood Structure: Global Patterns in Vessel Anatomy and Their Relation to Wood Density and Potential Conductivity, American Journal of Botany, 97, 2, 207-215.
- Zhang, S., Y., 1997. Wood Specific Gravity-Mechanical Property Relationship at Species Level, Wood Science and Technology, 31, 181-191.
- Zhang, S., B., Slik, J., W., Zhang, J., L. ve Cao, K., F., 2011. Spatial Patterns of Wood Traits in China are Controlled by Phylogeny and the Environment, Global Ecology and Biogeography, 20, 241-250.

8. EKLER

Ek Tablo 1. Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu değerleri (Sinop, 0-200 metre)

İl : SİNOP	AYLAR												YILLIK	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Enlem	Boylam
İlçe : MERKEZ													42,01	
Rakım (m) :78														35,10
Ölçme yılları:1975-2010														
Bilanço Elemanları														
Sıcaklık (°C)	6,6	6,0	7,2	10,4	14,5	19,4	22,4	22,8	19,5	15,7	11,7	8,6	13,7	
Sıcaklık indisi	1,5	1,3	1,7	3,0	5,0	7,8	9,7	9,9	7,8	5,6	3,6	2,3	59,3	
Düzeltilmemiş PE (mm)	18,5	16,2	21,0	35,5	57,1	86,5	106,1	108,8	87,1	63,9	42,0	27,1		
Düzeltilmiş PE (mm)	15,2	13,4	21,4	39,6	71,3	109,7	136,0	129,8	90,4	60,9	34,3	21,3	743,3	
Yağış (mm)	72,9	50,9	51,0	39,4	34,8	37,0	38,0	42,8	66,7	95,9	86,7	84,5	700,9	
Depo Değişikliği (mm)	-	-	-	-0,2	-36,5	-63,3	-	-	-	35,0	52,4	12,6		
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	99,8	63,3	-	-	-	-	35,0	87,4	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	15,2	13,4	21,4	39,6	71,3	100,3	38,0	42,8	66,7	60,9	34,3	21,3	525,4	
Su Noksanı (mm)	-	-	-	-	-	9,4	97,9	86,9	23,6	-	-	-	217,9	
Su Fazlası (mm)	57,7	37,5	29,6	-	-	-	-	-	-	-	-	50,7	175,5	
Yüzeysel Akış (mm)	41,6	39,5	34,6	17,3	-	-	-	-	-	-	-	25,4	158,4	
Nemlilik Oranı	3,8	2,8	1,4	0,0	-0,5	-0,7	-0,7	-0,7	-0,3	0,6	1,5	3,0		

Ek Tablo 2. Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu değerleri (Sinop, 200-400 metre)

İl : SİNOP	AYLAR												YILLIK	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
İlçe : MERKEZ													Enlem	42,01
Rakım (m) : 288													Boylam	35,10
Ölçme yılları: 1975-2010														
Bilanço Elemanları														
Sıcaklık (°C)	5,5	4,9	6,1	9,3	13,4	18,3	21,3	21,7	18,4	14,6	10,6	7,5	12,7	
Sıcaklık indisi	1,2	1,0	1,4	2,6	4,5	7,1	9,0	9,2	7,2	5,1	3,1	1,9	53,2	
Düzeltilmemiş PE (mm)	16,8	14,4	19,3	33,7	54,8	82,8	101,3	103,9	83,4	61,4	40,1	25,4		
Düzeltilmiş PE (mm)	13,8	12,0	19,7	37,6	68,5	105,1	129,8	123,8	86,6	58,5	32,8	19,9	708,1	
Yağış (mm)	80,8	58,8	58,9	47,3	42,7	44,9	45,9	50,7	74,6	103,8	94,6	92,4	795,4	
Depo Değişikliği (mm)	-	-	-	-	-25,8	-60,2	-14,0	-	-	45,3	54,7	-		
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	74,2	14,0	-	-	-	45,3	100,0	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	13,8	12,0	19,7	37,6	68,5	105,1	59,9	50,7	74,6	58,5	32,8	19,9	553,1	
Su Noksanı (mm)	-	-	-	-	-	-	69,9	73,1	12,0	-	-	-	155,0	
Su Fazlası (mm)	67,0	46,8	39,2	9,7	-	-	-	-	-	-	7,1	72,5	242,3	
Yüzeysel Akış (mm)	52,6	49,7	44,5	27,1	13,5	-	-	-	-	-	3,6	38,1	229,1	
Nemlilik Oranı	4,9	3,9	2,0	0,3	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,1	0,8	1,9	3,6		

Ek Tablo 3. Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu değerleri (Sinop, 400-600 metre)

İl : SİNOP	AYLAR												YILLIK
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Bilanço Elemanları													
Sıcaklık (°C)	4,7	4,1	5,3	8,5	12,6	17,5	20,5	20,9	17,6	13,8	9,8	6,7	11,8
Sıcaklık indisi	0,9	0,7	1,1	2,2	4,0	6,6	8,4	8,7	6,7	4,6	2,8	1,5	48,4
Düzeltilmemiş PE (mm)	15,3	12,8	17,8	32,3	53,0	80,2	97,8	100,2	80,7	59,5	38,6	23,9	
Düzeltilmiş PE (mm)	12,5	10,6	18,1	36,0	66,3	101,8	125,3	119,5	83,8	56,7	31,5	18,8	681,0
Yağış (mm)	87,3	65,3	65,4	53,8	49,2	51,4	52,4	57,2	81,1	110,3	101,1	98,9	872,8
Depo Değişikliği (mm)	-	-	-	-	-17,1	-50,4	-32,5	-	-	53,6	46,4	-	
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	82,9	32,5	-	-	-	53,6	100,0	100,0	100,0
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	12,5	10,6	18,1	36,0	66,3	101,8	84,8	57,2	81,1	56,7	31,5	18,8	575,4
Su Noksanı (mm)	-	-	-	-	-	-	40,5	62,3	2,7	-	-	-	105,6
Su Fazlası (mm)	74,7	54,6	47,2	17,7	-	-	-	-	-	-	23,1	80,1	297,4
Yüzeysel Akış (mm)	60,3	57,5	52,3	35,0	17,5	-	-	-	-	-	11,5	45,8	279,9
Nemlilik Oranı	6,0	5,1	2,6	0,5	-0,3	-0,5	-0,6	-0,5	0,0	0,9	2,2	4,3	
Enlem													42,01
Boylam													35,10

Ek Tablo 4. Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu değerleri (Sinop, 600-800 metre)

İl : SİNOP	AYLAR												YILLIK	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
İlçe : MERKEZ													Enlem	42,01
Rakım (m) : 716													Boylam	35,10
Ölçme yılları: 1975-2010														
Bilanço Elemanları														
Sıcaklık (°C)	3,4	2,8	4,0	7,2	11,3	16,2	19,2	19,6	16,3	12,5	8,5	5,4	10,5	
Sıcaklık indisi	0,6	0,4	0,7	1,7	3,4	5,9	7,7	7,9	6,0	4,0	2,2	1,1	41,6	
Düzeltilmemiş PE (mm)	12,6	10,0	15,2	30,0	50,5	76,6	93,2	95,5	77,2	56,8	36,4	21,5		
Düzeltilmiş PE (mm)	10,3	8,3	15,5	33,5	63,2	97,2	119,4	113,8	80,1	54,1	29,7	16,9	642,2	
Yağış (mm)	96,9	74,9	75,0	63,4	58,8	61,0	62,0	66,8	90,7	119,9	110,7	108,5	988,0	
Depo Değişikliği (mm)	-	-	-	-	-4,4	-36,3	-57,5	-1,8	10,6	65,7	23,7	-		
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	95,6	59,3	1,8	-	10,6	76,3	100,0	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	10,3	8,3	15,5	33,5	63,2	97,2	119,4	68,5	80,1	54,1	29,7	16,9	596,9	
Su Noksanı (mm)	-	-	-	-	-	-	-	45,3	-	-	-	-	45,3	
Su Fazlası (mm)	86,5	66,5	59,4	29,9	-	-	-	-	-	-	57,2	91,5	391,1	
Yüzeysel Akış (mm)	73,3	70,0	64,7	47,3	23,6	-	-	-	-	-	28,6	60,1	367,6	
Nemlilik Oranı	8,4	8,0	3,8	0,9	-0,1	-0,4	-0,5	-0,4	0,1	1,2	2,7	5,4		

Ek Tablo 5. Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu değerleri (Sinop, 800-1000 metre)

İl : SİNOP	AYLAR												YILLIK	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
İlçe : MERKEZ													Enlem	42,01
Rakım (m) : 975													Boylam	35,10
Ölçme yılları: 1975-2010														
Bilanço Elemanları														
Sıcaklık (°C)	2,1	1,5	2,7	5,9	10,0	14,9	17,9	18,3	15,0	11,2	7,2	4,1	9,2	
Sıcaklık indisi	0,3	0,2	0,4	1,3	2,8	5,2	6,9	7,1	5,3	3,4	1,7	0,7	35,3	
Düzeltilmemiş PE (mm)	9,2	6,4	12,0	27,5	48,1	73,4	89,2	91,3	73,9	54,3	34,0	18,7		
Düzeltilmiş PE (mm)	7,5	5,3	12,2	30,7	60,1	93,2	114,2	108,8	76,7	51,7	27,7	14,7	603,0	
Yağış (mm)	106,6	84,6	84,7	73,1	68,5	70,7	71,7	76,5	100,4	129,6	120,4	118,2	1104,6	
Depo Değişikliği (mm)	-	-	-	-	-	-22,5	-42,6	-32,4	23,6	73,8	-	-		
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	77,5	34,9	2,5	26,2	100,0	100,0	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	7,5	5,3	12,2	30,7	60,1	93,2	114,2	108,8	76,7	51,7	27,7	14,7	603,0	
Su Noksanı (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	
Su Fazlası (mm)	99,0	79,3	72,4	42,4	8,3	-	-	-	-	4,0	92,6	103,5	501,6	
Yüzeysel Akış (mm)	87,2	83,3	77,9	60,2	34,3	17,2	-	-	-	2	47,3	75,4	484,8	
Nemlilik Oranı	13,2	14,9	5,9	1,4	0,1	-0,2	-0,4	-0,3	0,3	1,5	3,3	7,0		

Ek Tablo 6. Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu değerleri (Ayancık, 400-600 metre)

İl : SİNOP	AYLAR												YILLIK	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
İlçe : AYANCIK													Enlem	41,57
Rakım (m) : 484													Boylam	34,35
Ölçme yılları: 1975-1994														
Bilanço Elemanları														
Sıcaklık (°C)	3,0	2,6	4,5	8,0	11,9	16,6	18,9	18,9	15,6	11,8	7,6	4,7	10,4	
Sıcaklık indisi	0,5	0,4	0,9	2,0	3,7	6,2	7,5	7,5	5,6	3,7	1,9	0,9	40,8	
Düzeltilmemiş PE (mm)	11,4	9,7	18,0	34,7	54,4	79,5	92,2	92,2	74,1	53,9	32,7	18,9		
Düzeltilmiş PE (mm)	9,4	8,0	18,6	38,6	68,6	100,7	117,7	109,7	76,9	51,5	26,8	15,0	641,5	
Yağış (mm)	126,4	83,2	75,2	66,1	72,1	62,8	61,7	83,1	97,2	126,5	154,7	131,4	1140,1	
Depo Değişikliği (mm)	-	-	-	-	-	-37,9	-56,0	-6,1	20,3	75,0	4,7	-		
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	62,1	6,1	-	20,3	95,3	100,0	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	9,4	8,0	18,6	38,6	68,6	100,7	117,7	89,2	76,9	51,5	26,8	15,0	620,9	
Su Noksanı (mm)	-	-	-	-	-	-	-	20,6	-	-	-	-	20,6	
Su Fazlası (mm)	117,0	75,1	56,6	27,5	3,5	-	-	-	-	-	123,2	116,4	519,2	
Yüzeysel Akış (mm)	103,0	89,1	72,9	50,2	26,8	13,4	-	-	-	-	61,6	89,0	506,0	
Nemlilik Oranı	12,5	9,3	3,0	0,7	0,1	-0,4	-0,5	-0,2	0,3	1,5	4,8	7,8		

Ek Tablo 7. Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu değerleri (Ayancık, 600-800 metre)

İl : SİNOP	AYLAR												YILLIK
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Bilanço Elemanları													
Sıcaklık (°C)	2,1	1,7	3,6	7,1	11,0	15,7	18,0	18,0	14,7	10,9	6,7	3,8	9,4
Sıcaklık indisi	0,3	0,2	0,6	1,7	3,3	5,6	6,9	6,9	5,1	3,2	1,5	0,7	36,1
Düzeltilmemiş PE (mm)	8,8	7,0	15,8	32,9	52,6	77,0	89,2	89,2	71,8	52,1	30,9	16,8	
Düzeltilmiş PE (mm)	7,3	5,8	16,3	36,6	66,3	97,5	113,9	106,2	74,5	49,7	25,3	13,3	612,6
Yağış (mm)	133,6	90,4	82,4	73,3	79,3	70,0	68,9	90,3	104,4	133,7	161,9	138,6	1227,0
Depo Değişikliği (mm)	-	-	-	-	-	-27,5	-45,0	-15,9	29,9	58,4	-	-	
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	72,5	27,5	11,7	41,6	100,0	100,0	100,0	100,0
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	7,3	5,8	16,3	36,6	66,3	97,5	113,9	106,2	74,5	49,7	25,3	13,3	612,6
Su Noksanı (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Su Fazlası (mm)	126,4	84,6	66,1	36,7	13,0	-	-	-	-	25,6	136,6	125,3	614,4
Yüzeysel Akış (mm)	113,2	99,0	82,6	59,7	36,4	18,2	-	-	-	12,8	74,7	100,0	596,6
Nemlilik Oranı	17,4	14,6	4,1	1,0	0,2	-0,3	-0,4	-0,1	0,4	1,7	5,4	9,4	

Enlem

41,57

Boylam

34,35

Ek Tablo 8. Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu değerleri (Ayancık, 800-1000 metre)

İl : SİNOP	AYLAR												YILLIK	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
İlçe : AYANCIK													Enlem	41,57
Rakım (m) : 924													Boylam	34,35
Ölçme yılları: 1975-1994														
Bilanço Elemanları	AYLAR												YILLIK	
Sıcaklık (°C)	0,8	0,4	2,3	5,8	9,7	14,4	16,7	16,7	13,4	9,6	5,4	2,5	8,2	
Sıcaklık indisi	0,1	0,0	0,3	1,3	2,7	5,0	6,2	6,2	4,5	2,7	1,1	0,4	30,5	
Düzeltilmemiş PE (mm)	4,4	2,3	12,3	30,3	50,3	74,1	85,8	85,8	69,1	49,8	28,3	13,3		
Düzeltilmiş PE (mm)	3,7	1,9	12,6	33,8	63,3	93,8	109,5	102,1	71,7	47,5	23,2	10,5	573,6	
Yağış (mm)	142,9	99,7	91,7	82,6	88,6	79,3	78,2	99,6	113,7	143,0	171,2	147,9	1338,1	
Depo Değişikliği (mm)	-	-	-	-	-	-14,6	-31,3	-2,5	42,0	6,4	-	-		
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	85,4	54,1	51,6	93,6	100,0	100,0	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	3,7	1,9	12,6	33,8	63,3	93,8	109,5	102,1	71,7	47,5	23,2	10,5	573,6	
Su Noksanı (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	
Su Fazlası (mm)	139,2	97,8	79,0	48,8	25,2	-	-	-	-	89,1	148,0	137,3	764,5	
Yüzeysel Akış (mm)	128,0	113,0	96,0	72,4	48,8	24,4	-	-	-	44,6	96,3	116,8	740,3	
Nemlilik Oranı	38,1	50,8	6,3	1,4	0,4	-0,2	-0,3	0,0	0,6	2,0	6,4	13,0		

Ek Tablo 9. Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu değerleri (Ayancık, 1000-1200 metre)

ii : SİNOP	AYLAR												YILLIK	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
İlçe : AYANCIK													Enlem	41,57
Rakım (m) : 1154													Boylam	34,35
Ölçme yılları: 1975-1994														
Bilanço Elemanları	AYLAR												YILLIK	
Sıcaklık (°C)	-0,3	-0,7	1,2	4,7	8,6	13,3	15,6	15,6	12,3	8,5	4,3	1,4	7,0	
Sıcaklık indisi	0,0	0,0	0,1	0,9	2,3	4,4	5,6	5,6	3,9	2,2	0,8	0,1	25,9	
Düzeltilmemiş PE (mm)	0,0	0,0	7,8	27,5	48,0	71,6	82,9	82,9	66,6	47,4	25,4	9,0		
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	8,0	30,6	60,4	90,6	105,8	98,6	69,1	45,3	20,8	7,1	536,4	
Yağış (mm)	151,5	108,3	100,3	91,2	97,2	87,9	86,8	108,2	122,3	151,6	179,8	156,5	1441,6	
Depo Değişikliği (mm)	-	-	-	-	-	-2,7	-19,0	9,6	12,1	-	-	-		
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	78,3	87,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	-	-	8,0	30,6	60,4	90,6	105,8	98,6	69,1	45,3	20,8	7,1	536,4	
Su Noksanı (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	
Su Fazlası (mm)	151,5	108,3	92,3	60,6	36,8	-	-	-	41,1	106,3	159,0	149,4	905,2	
Yüzeysel Akış (mm)	140,9	124,6	108,5	84,6	60,7	30,4	-	-	20,5	63,4	112,2	130,3	876,1	
Nemlilik Oranı	151,5	108,3	11,5	2,0	0,6	0,0	-0,2	0,1	0,8	2,3	7,7	21,0		

Ek Tablo 11. İkinci yükselti basamağından alınan toprak örneklerine ait sonuçlar (Sinop)

Yükselti Basamağı	Grup No	Örnek Alan No	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	FSK (%)	pH saf su	pH sınıfı	EC (mS/cm)	Organik Madde (%)	Toplam Kireç (%)	
2 (200-400 m)	K2	38	0-12	58	17	25	Kumlu Kil	3,71	5,78	Orta Şiddetle Asit	0,11	7,99	0,27	
			12-27	65	12	23	Kumlu Killi Balçık	8,11	6,38	Hafif Asit	0,04	7,17	0,29	
			27-42	54	15	31	Balçıklı Kil	11,12	6,18	Hafif Asit	0,03	8,70	0,25	
		42-67	70	12	18	Kumlu Killi Balçık	8,77	6,35	Hafif Asit	0,02	3,19	0,22		
		67-130	71	9	20	Kumlu Killi Balçık	8,85	6,62	Çok Hafif Asit	0,02	3,32	0,23		
		0-10	67	19	14	Kumlu Balçık	8,16	4,67	Çok Şiddetli Asit	0,07	2,59	0,50		
	68	10-26	51	29	20	Killi Balçık	9,65	4,99	Çok Şiddetli Asit	0,02	1,68	0,46		
		26-47	41	24	35	Balçıklı Kil	10,47	5,13	Şiddetli Asit	0,01	0,92	0,42		
		47-91	42	8	50	Ağır Kil	11,80	5,02	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,93	0,37		
	41	G2	88	91-120	42	14	44	Balçıklı Kil	9,69	4,63	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,52	0,49
				0-18	73	15	12	Kumlu Balçık	9,67	6,20	Hafif Asit	0,06	6,84	0,24
				18-32	71	9	20	Kumlu Killi Balçık	8,77	6,08	Orta Şiddetle Asit	0,03	4,19	0,26
				32-75	47	9	44	Balçıklı Kil	8,11	6,04	Orta Şiddetle Asit	0,04	0,40	0,27
				75-145	71	9	20	Kumlu Killi Balçık	11,65	6,10	Hafif Asit	0,02	0,27	0,28
88	G2	88	0-8	57	15	28	Kumlu Kil	11,62	4,39	Pek Çok Şiddetli Asit	0,03	2,07	4,76	
			8-25	46	16	38	Balçıklı Kil	10,29	4,68	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,88	4,23	
			25-50	48	14	38	Balçıklı Kil	9,43	4,87	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,48	5,83	
			50-77	41	14	45	Balçıklı Kil	9,96	4,99	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,53	4,45	
88	G2	88	77-120	50	10	40	Balçıklı Kil	9,93	4,88	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,68	4,08	

Ek Tablo 12. Üçüncü yükselti basamağından alınan toprak örneklerine ait sonuçlar (Sinop)

Yükselti Basamağı	Grup No	Örnek Alan No	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	FSK (%)	pH saf su	pH sınıfı	EC (mS/cm)	Organik Madde (%)	Toplam Kireç (%)
3 (400-600 m)	K3	73	0-11	56	21	23	Killi Balçık	11,40	5,64	Orta Şiddette Asit	0,12	3,47	2,12
			11-28	57	20	23	Killi Balçık	9,10	5,52	Orta Şiddette Asit	0,05	2,00	2,51
			28-44	57	14	29	Kumlu Kil	8,37	5,15	Şiddetli Asit	0,03	0,90	7,54
		44-87	48	18	34	Balçıklı Kil	9,10	4,93	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,62	3,33	
		87-120	43	17	40	Balçıklı Kil	7,45	5,69	Orta Şiddette Asit	0,04	0,16	3,26	
		0-19	53	18	29	Balçıklı Kil	10,07	5,58	Orta Şiddette Asit	0,09	3,90	2,35	
	80	75	19-41	44	15	41	Balçıklı Kil	9,52	5,48	Şiddetli Asit	0,04	1,65	3,09
			41-77	41	13	46	Balçıklı Kil	8,29	4,92	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,57	3,12
			77-120	48	12	40	Balçıklı Kil	9,25	5,37	Şiddetli Asit	0,02	0,33	2,89
		0-12	63	16	21	Kumlu Killi Balçık	8,26	6,59	Çok Hafif Asit	0,12	3,98	4,74	
		12-30	63	13	24	Kumlu Killi Balçık	7,54	6,04	Orta Şiddette Asit	0,19	3,38	2,89	
		30-46	65	11	24	Kumlu Killi Balçık	7,75	5,61	Orta Şiddette Asit	0,02	1,41	3,58	
G3	83	46-100	54	16	30	Balçıklı Kil	8,12	4,90	Çok Şiddetli Asit	0,01	0,93	3,61	
		0-11	54	13	33	Balçıklı Kil	8,69	4,84	Çok Şiddetli Asit	0,03	2,45	1,80	
		11-35	52	17	31	Balçıklı Kil	10,10	5,16	Şiddetli Asit	0,15	2,11	0,41	
	35-69	44	11	45	Balçıklı Kil	8,11	4,57	Çok Şiddetli Asit	0,02	1,38	0,45		
	69-120	54	9	37	Balçıklı Kil	6,81	4,85	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,90	0,48		

Ek Tablo 14. Beşinci yükselti basamağından alınan toprak örneklerine ait sonuçlar (Sinop)

Yükselti Basamağı	Grup No	Örnek Alan No	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	FSK (%)	pH saf su	pH sınıfı	EC (mS/cm)	Organik Madde (%)	Toplam Kireç (%)	
5 (800-1000 m)	K5	43	0-20	49	23	28	Balçıklı Kil	11,20	5,42	Şiddetli Asit	0,12	4,85	6,15	
			20-40	52	22	26	Balçıklı Kil	10,11	5,88	Orta Şiddetli Asit	0,04	2,50	5,00	
			40-61	39	23	38	Balçıklı Kil	9,27	6,15	Hafif Asit	0,04	2,10	4,20	
		61-120	32	21	47	Ağır Kil	7,23	5,89	Orta Şiddetli Asit	0,04	2,00	5,68		
		0-16	36	21	43	Balçıklı Kil	15,47	6,44	Hafif Asit	0,19	8,20	2,07		
		16-30	33	16	51	Ağır Kil	14,68	6,37	Hafif Asit	0,07	3,72	3,09		
	48	G5	54	30-70	21	18	61	Ağır Kil	16,73	6,32	Hafif Asit	0,04	0,91	1,56
				70-120	61	12	27	Kumlu Kil	20,03	6,92	Çok Hafif Asit	0,08	0,65	2,14
				0-11	44	14	42	Balçıklı Kil	7,42	4,76	Çok Şiddetli Asit	0,12	11,01	4,98
	56	G5	56	11-18	40	12	48	Ağır Kil	6,32	4,58	Çok Şiddetli Asit	0,05	5,47	4,95
				18-46	34	8	58	Ağır Kil	7,14	4,72	Çok Şiddetli Asit	0,06	6,06	3,15
				46-120	25	15	60	Ağır Kil	9,27	4,81	Çok Şiddetli Asit	0,06	3,58	3,12
				0-12	56	22	22	Killi Balçık	11,89	4,63	Çok Şiddetli Asit	0,09	8,47	5,16
				12-22	32	21	47	Ağır Kil	9,53	4,63	Çok Şiddetli Asit	0,04	2,22	3,80
				22-53	29	15	56	Ağır Kil	7,63	5,06	Çok Şiddetli Asit	0,03	1,76	5,40
53-82	30	23	47	Ağır Kil	9,02	4,95	Çok Şiddetli Asit	0,02	1,30	5,59				
82-120	37	20	43	Balçıklı Kil	9,49	5,79	Orta Şiddetli Asit	0,03	1,61	4,10				

Ek Tablo 15. Birinci yükselti basamağından alınan toprak örneklerine ait sonuçlar (Ayancık)

Yükselti Basamağı	Grup No	Örnek Alan No	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	FSK (%)	pH saf su	pH sınıfı	EC (mS/cm)	Organik Madde (%)	Toplam Kireç (%)	
1 (400-600 m)	K1	123	0-9	50	17	33	Balçıklı Kil	11,34	4,42	Pek Çok Şiddetli Asit	0,04	6,60	0,46	
			9-19	48	18	34	Balçıklı Kil	13,18	4,39	Pek Çok Şiddetli Asit	0,03	3,17	0,54	
			19-44	32	15	53	Ağır Kil	10,33	4,69	Çok Şiddetli Asit	0,02	1,33	0,35	
		44-70	20	18	62	Ağır Kil	9,83	4,63	Çok Şiddetli Asit	0,02	1,87	0,33		
		70-120	26	22	52	Ağır Kil	11,19	4,54	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,82	0,44		
		0-14	47	19	34	Balçıklı Kil	13,61	3,79	Pek Çok Şiddetli Asit	0,06	3,46	4,58		
	127	14-30	26	26	48	Ağır Kil	11,48	4,60	Çok Şiddetli Asit	0,02	1,50	4,39		
		30-73	18	18	64	Ağır Kil	12,25	4,59	Çok Şiddetli Asit	0,02	1,23	3,42		
		73-93	24	19	57	Ağır Kil	10,00	4,73	Çok Şiddetli Asit	0,01	1,14	6,34		
	132	G1	158	93-142	29	22	49	Ağır Kil	11,25	4,57	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,85	6,16
				0-8	48	19	33	Balçıklı Kil	12,54	4,86	Çok Şiddetli Asit	0,05	5,09	2,00
				8-34	36	18	46	Ağır Kil	10,23	4,65	Çok Şiddetli Asit	0,03	2,35	0,56
				34-58	28	16	56	Ağır Kil	12,24	4,66	Çok Şiddetli Asit	0,02	1,22	0,58
				58-80	28	14	58	Ağır Kil	11,30	4,70	Çok Şiddetli Asit	0,01	0,45	0,61
158	G1	158	0-9	54	21	25	Kıllı Balçık	15,23	4,40	Pek Çok Şiddetli Asit	0,07	5,80	0,46	
			9-24	53	21	26	Kıllı Balçık	13,15	4,34	Pek Çok Şiddetli Asit	0,03	1,93	0,44	
			24-44	51	16	33	Balçıklı Kil	12,11	4,54	Çok Şiddetli Asit	0,03	1,53	0,41	
			44-72	48	8	44	Balçıklı Kil	10,23	4,80	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,74	0,45	
72-120	71	5	24	Kumlu Kıllı Balçık	9,99	4,96	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,46	0,43				

Ek Tablo 16. İkinci yükselti basamağından alınan toprak örneklerine ait sonuçlar (Ayancık)

Yükselti Basamağı	Grup No	Örnek Alan No	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	FSK (%)	pH saf su	pH sınıfı	EC (mS/cm)	Organik Madde (%)	Toplam Kireç (%)	
2 (600-800 m)	K2	162	0-15	56	27	17	Killi Balçık	14,23	4,51	Çok Şiddetli Asit	0,06	6,28	0,97	
			15-33	50	27	23	Killi Balçık	11,37	5,11	Şiddetli Asit	0,03	4,09	0,60	
			33-54	35	23	42	Balçıklı Kil	9,38	5,14	Şiddetli Asit	0,03	2,23	1,26	
			54-70	33	19	48	Ağır Kil	9,54	5,16	Şiddetli Asit	0,04	1,19	0,77	
			70-110	33	19	48	Ağır Kil	8,40	5,01	Çok Şiddetli Asit	0,05	1,92	1,14	
			0-13	36	39	25	Balçıklı Kil	17,80	4,23	Pek Çok Şiddetli Asit	0,04	4,17	1,01	
			13-30	66	20	14	Kumlu Balçık	17,85	4,89	Çok Şiddetli Asit	0,04	3,26	0,88	
	G2	161	167	30-51	50	28	22	Killi Balçık	14,54	5,14	Şiddetli Asit	0,15	3,05	1,01
				51-75	44	25	31	Balçıklı Kil	10,82	4,98	Çok Şiddetli Asit	0,04	2,16	0,46
				75-90	32	21	47	Ağır Kil	12,19	5,13	Şiddetli Asit	0,06	1,33	0,81
				0-14	43	26	31	Balçıklı Kil	11,47	4,40	Pek Çok Şiddetli Asit	0,11	4,73	1,32
				14-35	35	22	43	Balçıklı Kil	9,89	5,46	Şiddetli Asit	0,03	2,38	0,52
				35-60	28	20	52	Ağır Kil	8,06	5,74	Orta Şiddette Asit	0,03	2,24	0,98
				60-90	30	20	50	Ağır Kil	8,81	5,86	Orta Şiddette Asit	0,04	1,98	0,87
163	163	163	0-11	51	28	21	Killi Balçık	18,97	4,98	Çok Şiddetli Asit	0,03	4,42	1,30	
			11-23	50	25	25	Balçıklı Kil	14,08	5,19	Şiddetli Asit	0,03	2,97	1,17	
			23-58	45	26	29	Balçıklı Kil	12,56	5,93	Orta Şiddette Asit	0,03	2,24	0,76	
			58-100	38	19	43	Balçıklı Kil	9,13	5,55	Orta Şiddette Asit	0,03	1,75	1,23	

Ek Tablo 17. Üçüncü yükselti basamağından alınan toprak örneklerine ait sonuçlar (Ayancık)

Yükselti Basamağı	Grup No	Örnek Alan No	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	FSK (%)	pH saf su	pH sınıfı	EC (mS/cm)	Organik Madde (%)	Toplam Kireç (%)
3 (800-1000 m)	K3	116	0-11	59	24	17	Killi Balçık	14,32	4,65	Çok Şiddetli Asit	0,01	8,65	0,80
			11-26	55	21	24	Killi Balçık	12,01	5,06	Çok Şiddetli Asit	0,01	4,32	1,03
			26-50	48	14	38	Balçıklı Kil	11,86	5,59	Orta Şiddette Asit	0,02	1,25	0,99
			50-85	47	16	37	Balçıklı Kil	12,32	5,48	Şiddetli Asit	0,02	0,99	1,17
			85-120	45	19	36	Balçıklı Kil	12,22	5,47	Şiddetli Asit	0,03	0,59	1,23
			0-8	55	15	30	Kumlu Kil	12,38	4,46	Pek Çok Şiddetli Asit	0,16	1,41	0,42
	121	109	8-20	60	14	26	Kumlu Killi Balçık	10,33	4,49	Pek Çok Şiddetli Asit	0,08	5,28	0,41
			20-33	56	12	32	Kumlu Kil	8,99	4,45	Pek Çok Şiddetli Asit	0,04	4,04	0,45
			33-60	55	15	30	Kumlu Kil	8,40	5,00	Çok Şiddetli Asit	0,03	2,11	0,36
			60-90	68	10	22	Kumlu Killi Balçık	7,59	4,84	Çok Şiddetli Asit	0,02	2,10	0,42
			0-10	43	20	37	Balçıklı Kil	11,56	4,63	Çok Şiddetli Asit	0,04	1,39	0,49
			10-38	38	20	42	Balçıklı Kil	9,86	4,52	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,67	0,51
			38-63	35	15	50	Ağır Kil	14,22	4,65	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,39	0,51
			63-90	31	20	49	Ağır Kil	10,35	4,87	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,32	0,50
G3	114	0-9	51	18	31	Balçıklı Kil	14,41	4,61	Çok Şiddetli Asit	0,05	14,49	3,07	
		9-28	49	18	33	Balçıklı Kil	16,11	5,31	Şiddetli Asit	0,05	2,66	4,87	
		28-58	49	18	33	Balçıklı Kil	14,36	5,11	Şiddetli Asit	0,02	0,36	3,58	
		58-120	33	21	46	Ağır Kil	12,18	5,48	Şiddetli Asit	0,02	0,98	3,78	

Ek Tablo 18. Dördüncü yükselti basamağından alınan toprak örneklerine ait sonuçlar (Ayancık)

Yükselti Basamağı	Grup No	Örnek Alan No	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	FSK (%)	pH saf su	pH sınıfı	EC (mS/cm)	Organik Madde (%)	Toplam Kireç (%)	
4 (1000-1200 m)	K4	100	0-13	50	24	26	Balçıklı Kil	16,00	4,98	Çok Şiddetli Asit	0,06	5,09	4,56	
			13-39	46	21	32	Balçıklı Kil	12,00	5,13	Şiddetli Asit	0,04	1,95	4,52	
			39-70	45	17	38	Balçıklı Kil	10,45	4,88	Çok Şiddetli Asit	0,03	0,79	3,56	
		143	K4	0-10	67	10	23	Kumlu Killi Balçık	8,57	4,38	Pek Çok Şiddetli Asit	0,04	3,66	0,36
				10-30	65	10	25	Kumlu Killi Balçık	10,85	4,37	Pek Çok Şiddetli Asit	0,02	3,38	0,51
				30-47	51	16	33	Balçıklı Kil	11,38	4,42	Pek Çok Şiddetli Asit	0,02	0,74	0,44
	47-60			68	4	28	Kumlu Kil	1,43	4,74	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,36	0,35	
	60-75			37	15	48	Ağır Kil	9,08	4,71	Çok Şiddetli Asit	0,03	0,74	0,44	
	102	K4	0-16	49	23	28	Balçıklı Kil	15,90	4,88	Çok Şiddetli Asit	0,03	3,65	4,65	
			16-39	46	20	34	Balçıklı Kil	13,56	5,12	Şiddetli Asit	0,02	1,12	4,56	
			39-60	45	17	38	Balçıklı Kil	11,25	4,65	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,56	3,56	
			60-85	43	18	39	Balçıklı Kil	11,00	4,55	Çok Şiddetli Asit	0,01	0,23	4,56	
	151	G4	0-10	67	10	23	Kumlu Killi Balçık	12,26	4,61	Çok Şiddetli Asit	0,05	2,37	2,49	
			10-40	70	8	22	Kumlu Kil	7,16	4,94	Çok Şiddetli Asit	0,02	1,09	2,82	
40-60			64	8	28	Kumlu Kil	6,63	5,03	Çok Şiddetli Asit	0,02	0,84	4,15		
60-90			55	8	37	Balçıklı Kil	6,11	5,41	Şiddetli Asit	0,02	0,68	3,63		
			90-120	51	9	40	Tozlu Balçık	7,40	5,73	Orta Şiddetli Asit	0,03	0,44	3,25	

Ek Tablo 19. Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özelliklikleri ile anatomik ve makroskobik özelliklikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Sinop)

	Yükseleti	Baki	Ort. Kum	Ort. Toz	Ort. Kil	Ort. FSK	Ort. pH	Ort. EC	Ort. Organik Madde	Ort. Kireç	TTC	TRÇ	TS	ÖS	MÖY	MÖG	THU	LU	LG	LLG	LÇK	YHG	T
Yükseleti	r 1,000	0,202	-0,774**	0,617**	0,675**	0,052	-0,317	0,214	0,485*	0,222	-0,529*	-0,364	0,522*	-0,321	-0,423	0,028	-0,547*	-0,542*	0,312	0,337	0,115	-0,111	-0,140
Baki	r	1,000	-0,112	0,170	0,066	-0,247	-0,571**	-0,280	-0,336	-0,188	-0,208	-0,488*	0,074	-0,009	0,108	0,120	-0,257	0,190	0,120	0,293	-0,087	0,404	-0,120
Ort.Kum	r		1,000	-0,609*	-0,948**	-0,142	0,367	-0,270	-0,365	-0,354	-0,583**	0,361	0,492*	0,356	0,388	0,245	0,396	0,334	-0,176	-0,148	-0,099	-0,099	-0,153
Ort.Toz	r			1,000	0,324	-0,073	-0,078	0,473*	0,268	0,548*	0,363	-0,206	-0,611**	-0,403	-0,518*	-0,419	-0,525*	-0,379	0,023	0,056	-0,016	0,012	0,169
Ort. Kil	r				1,000	0,198	-0,407	0,132	0,327	0,202	0,549*	-0,348	-0,341	-0,262	-0,254	-0,124	-0,261	-0,246	0,201	0,154	0,125	0,113	0,114
Ort. FSK	r					1,000	0,188	-0,214	-0,194	-0,294	0,118	-0,089	-0,204	0,047	-0,198	0,015	0,277	-0,312	0,138	0,064	0,120	-0,058	0,052
Ort.pH	r						1,000	0,540*	0,248	0,426	0,255	0,596**	-0,176	0,017	-0,309	0,053	0,012	-0,228	-0,132	0,009	-0,171	-0,412	0,328
Ort. EC	r							1,000	0,539*	0,954**	-0,151	0,301	0,063	-0,404	-0,461*	-0,272	-0,377	-0,456*	-0,187	-0,067	-0,177	-0,149	0,161
Ort.Organik Madde	r								1,000	0,471*	-0,353	0,163	0,176	-0,280	-0,349	0,064	-0,170	-0,301	0,435	0,367	0,244	-0,439	0,180
Ort.Kireç	r									1,000	-0,207	0,228	0,093	-0,369	-0,150	-0,313	-0,421	-0,359	-0,213	-0,111	-0,174	-0,137	0,128
TTC	r										1,000	0,703**	-0,014	-0,080	0,255	-0,104	0,342	0,303	-0,277	-0,290	-0,110	0,174	-0,087
TRÇ	r											1,000	-0,014	-0,186	-0,130	-0,140	0,324	-0,034	-0,233	-0,090	-0,215	-0,122	-0,147
TS	r												1,000	-0,154	-0,392	-0,364	-0,309	-0,177	0,273	0,070	0,282	-0,097	0,284
ÖS	r													1,000	0,058	0,353	0,168	0,253	0,081	0,077	0,038	0,099	-0,096
MÖY	r														1,000	0,382	0,190	0,412	-0,110	-0,209	0,032	0,041	0,201
MÖG	r															1,000	-0,277	0,145	0,121	0,325	-0,112	-0,268	0,098
THU	r																1,000	0,019	-0,340	-0,312	-0,170	0,122	-0,389
LU	r																	1,000	-0,118	-0,277	0,077	0,310	0,085
LG	r																		1,000	0,595**	0,761**	-0,185	0,006
LLG	r																			1,000	-0,680**	-0,213	0,076
LÇK	r																				1,000	-0,058	0,069
YHG	r																					1,000	0,055
T	r																						1,000

(r: Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0,05 önem düzeyinde önemli, ** korelasyon 0,01 önem düzeyinde önemli)

Ort.: Ortalama, FSK: Faydalımlabilir su kapasitesi, pH: Toprak reaksiyonu, EC: Elektriksel iletkenlik, TTC: Trahe teğet çapı, TRC: Trahe teğet çapı, TS:1 mm² deki trahe sayısı, ÖS: 1 mm² deki trahe sayısı, MÖY: Mültiliseri özışımı yüksekliği, MÖG: Mültiliseri özışımı genişliği, THU: Trahe hücre uzunluğu, LU: Lif uzunluğu, LG: Lif genişliği, LLG: Lif çeper kalınlığı, LÇK: Lif lümen genişliği, YHG: Yıllık halka genişliği, T: Tektür

Ek Tablo 20. Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Sinop)

	Yükselti	Bakı	Ort.Kum	Ort.Toz	Ort.Kil	Ort.FSK	Ort.pH	Ort.EC	Ort.Organik Madde	Ort.Kireç	D ₁₂	D ₀	R	β _x	α _x	K	P	M _{max}	LDN
Yükselti	r 1,000	0,202	-0,774**	0,617**	0,675**	0,052	-0,317	0,214	0,483*	0,222	0,312	0,374	0,295	0,156	-0,450*	0,434	-0,434	-0,495*	0,065
Bakı	r	1,000	-0,112	0,170	0,066	-0,247	-0,371**	-0,280	-0,336	-0,188	0,077	0,133	-0,085	0,108	0,033	0,247	-0,247	-0,165	0,312
Ort. Kum	r		1,000	-0,609**	-0,948**	-0,142	0,367	-0,270	-0,365	-0,354	-0,241	-0,272	-0,205	0,245	0,172	0,335	-0,335	-0,460*	0,178
Ort. Toz	r			1,000	0,324	-0,073	-0,078	0,473*	0,268	0,548*	-0,529*	-0,518*	-0,448*	-0,265	-0,192	-0,483*	0,483*	0,615**	-0,069
Ort. Kil	r				1,000	0,198	-0,407	0,132	0,327	0,202	0,075	0,116	0,064	-0,186	-0,129	0,206	-0,206	-0,301	-0,185
Ort. FSK	r					1,000	0,188	-0,214	-0,194	-0,294	-0,288	-0,233	-0,257	-0,181	-0,147	-0,251	0,251	0,169	-0,087
Ort. pH	r						1,000	0,540*	0,248	0,426	-0,313	-0,397	-0,235	-0,374	0,046	-0,542*	0,542*	0,418	-0,210
Ort. EC	r							1,000	0,539*	0,954**	0,074	0,020	0,068	-0,257	-0,038	-0,027	0,027	-0,113	-0,166
Ort. Organik Madde	r								1,000	0,471*	0,108	0,048	0,242	-0,282	-0,171	-0,028	0,028	-0,185	-0,095
Ort. Kireç	r									1,000	0,089	0,047	0,099	-0,271	0,035	0,005	-0,005	-0,116	-0,098
D ₁₂	r										1,000	0,976**	0,933**	0,232	0,198	0,922**	-0,922**	-0,894**	0,045
D ₀	r											1,000	0,929**	0,297	0,161	0,966**	-0,966**	-0,863**	0,119
R	r												1,000	0,198	0,212	0,828**	-0,828**	-0,777**	0,061
β _x	r													1,000	0,361	0,418	-0,418	-0,093	0,567**
α _x	r														1,000	0,136	-0,136	-0,002	0,108
K	r															1,000	-1,000**	-0,861**	0,194
P	r																1,000	0,861**	-0,194
M _{max}	r																	1,000	-0,045
LDN	r																		1,000

(r : Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0,05 önem düzeyinde önemli, ** korelasyon 0,01 önem düzeyinde önemli)

Ort. : Ortalama, FSK: Faydalı/aberrant su kapasitesi, pH: Toprak reaksiyonu, EC: Elektriksel iletkenlik, D₁₂: Hava kurusu yoğunluk, D₀: Tam kuru yoğunluk, R: Hacimsel daralma yüzdesi, α_x: Hacimsel genişleme yüzdesi, K: Hızlı çeper maddesi yüzdesi, P: Hava boşluğu yüzdesi, M_{max}: Odundan geçirilene alabileceği en yüksek su miktarı, LDN: Luf yoğunluk noktası rutubeti

Ek Tablo 21. Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Sinop)

	Yükselti	Bakı	Ort.Kum	Ort.Toz	Ort.Kil	Ort.FSK	Ort.pH	Ort.EC	Ort.Organik Madde	Ort.Kireç	$\sigma_{B/}$	I_k	σ_c	E	σ_s	I_d	σ_{m1}	H_k	H_i	H_r	
Yükselti	r	1,000	0,617**	0,675**	0,052	-0,317	0,214	0,485*	0,222	0,530*	0,125	0,495*	0,662**	0,094	0,210	-0,669**	0,092	0,225	0,354	0,203	
Bakı	r	1,000	-0,112	0,066	-0,247	-0,571**	-0,280	-0,336	-0,188	0,224	-0,199	-0,232	0,154	0,275	-0,034	0,138	0,265	0,507*	0,112	0,128	
Ort. Kum	r		1,000	-0,609**	-0,948**	0,367	-0,270	-0,365	-0,354	-0,343	-0,077	0,499*	-0,376	-0,241	-0,318	0,708**	0,309	0,323	0,473*	0,333	
Ort. Toz	r			1,000	0,324	-0,078	0,473*	0,268	0,548*	0,361	0,085	-0,479*	0,163	0,345	0,390	-0,567**	-0,201	-0,339	-0,393	-0,370	
Ort. Kil	r				1,000	0,198	-0,407	0,327	0,202	0,263	0,058	0,402	0,383	0,149	0,223	-0,616**	0,287	0,249	0,406	0,248	
Ort. FSK	r					1,000	0,188	-0,194	-0,294	-0,473*	-0,125	-0,078	-0,037	-0,244	0,316	-0,297	-0,252	-0,206	-0,096	-0,065	
Ort. pH	r						1,000	0,540*	0,248	0,426	-0,350	-0,161	-0,356	-0,419	-0,041	-0,133	-0,590**	-0,600**	-0,426	-0,409	
Ort. EC	r							1,000	0,539*	0,954**	-0,076	0,316	-0,147	-0,110	0,072	-0,513*	-0,175	-0,083	0,147	0,030	
Ort. Organik Madde	r								1,000	0,471*	0,285	0,104	0,312	0,217	0,274	-0,383	0,002	-0,165	-0,053	-0,208	
Ort. Kireç	r									1,000	0,013	0,389	-0,161	-0,033	0,043	-0,360	-0,060	0,035	0,187	0,145	
$\sigma_{B/}$	r										1,000	0,389	0,331	0,550*	0,151	0,032	0,302	0,415	0,301	0,292	
I_k	r											1,000	0,381	-0,022	0,206	0,021	0,271	0,226	0,150	0,204	
σ_c	r												1,000	0,319	0,198	-0,307	0,382	0,477*	0,523*	0,618**	
E	r													1,000	0,060	-0,103	0,253	0,195	0,287	0,214	
σ_s	r														1,000	0,678**	0,189	0,687**	0,466*	0,422	
I_d	r															1,000	0,066	0,331	0,265	0,160	
σ_{m1}	r																1,000	0,172	-0,076	0,094	
σ_{m2}	r																	1,000	0,649**	0,280	
H_k	r																		1,000	0,634**	
H_i	r																			1,000	
H_r	r																				1,000

(r : Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0.05 önem düzeyinde önemli, ** korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli)

Ort.: Ortalama, FSK: Faydalılabılır su kapasitesi, pH: Toprak reaksiyonu, EC: Elektriksel iletkenlik, $\sigma_{B/}$: Liflere paralel basınç direnci, I_k : Statik kalite değeri, σ_c : Statik eğilme direnci, E: Eğilme direncinde elastikiyet modülü, σ_s : Dinamik eğilme direnci, I_d : Dinamik kalite değeri, σ_{m1} : Teğet kesitte makaslama direnci, σ_{m2} : Radyal kesitte makaslama direnci, H_k : Enine kesitte sertlik, H_i : Teğet kesitte sertlik, H_r : Radyal kesitte sertlik

Ek Tablo 22. Doğu Kayı'nın anatomik ve makroskobik özellikleri ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Sinop)

	TTÇ	TRÇ	TS	ÖS	MÖY	MÖG	THU	LU	LG	LLG	LCK	YHG	T	D ₁₂	D ₀	R	β _v	α _v	K	P	M _{max}	LDN	
TTÇ	r	1,000	-0,014	-0,080	0,255	-0,104	0,342	0,303	-0,277	-0,290	-0,110	0,174	-0,092	-0,265	-0,292	-0,211	-0,070	-0,227	-0,339	0,339	0,344	-0,258	
TRÇ	r		1,000	-0,186	-0,130	-0,140	0,324	-0,034	-0,233	-0,090	-0,215	-0,122	0,074	-0,431	-0,492*	-0,295	-0,246	-0,304	-0,581**	0,581**	0,510*	-0,270	
TS	r			1,000	-0,554*	-0,364	-0,309	-0,177	0,273	0,070	0,282	-0,097	-0,118	0,216	0,206	0,196	0,224	0,504*	0,198	-0,198	-0,401	-0,085	
ÖS	r				1,000	0,353	0,168	0,253	0,081	0,077	0,038	0,099	-0,096	0,145	0,130	0,197	0,046	0,385	0,067	-0,067	0,057	0,066	
MÖY	r					1,000	0,382	0,190	-0,110	-0,209	0,032	0,041	0,201	-0,017	0,035	-0,041	0,186	0,309	0,098	-0,098	0,143	0,225	
MÖG	r						1,000	0,145	0,121	0,325	-0,112	-0,268	0,098	-0,038	-0,002	0,043	0,416	0,330	0,013	-0,013	0,153	0,123	
THU	r							1,000	0,019	-0,340	-0,170	0,122	-0,389	-0,429	-0,390	-0,416	0,135	-0,089	-0,358	0,358	0,545*	-0,167	
LU	r								1,000	-0,118	0,077	0,310	0,085	0,070	0,000	0,073	0,087	0,395	-0,035	0,035	-0,037	0,170	
LG	r									1,000	0,761**	-0,185	0,006	0,039	0,040	0,164	-0,256	-0,109	-0,029	0,029	-0,098	-0,209	
LLG	r										1,000	-0,680**	-0,076	-0,208	-0,250	-0,207	-0,237	-0,056	-0,246	0,246	0,134	-0,130	
LCK	r											1,000	-0,058	0,216	0,251	0,370	-0,127	-0,090	0,163	-0,163	-0,229	-0,155	
YHG	r												1,000	0,180	0,199	0,076	-0,069	-0,015	0,218	-0,218	-0,230	-0,228	
T	r													1,000	0,047	0,117	-0,137	0,379	-0,055	0,055	0,011	-0,100	
D ₁₂	r														1,000	0,976**	0,232	0,198	0,922**	-0,922**	-0,894**	0,045	
D ₀	r															1,000	0,929**	0,297	0,966**	-0,966**	-0,863**	0,119	
R	r																1,000	0,212	0,828**	-0,828**	-0,777**	0,061	
β _v	r																	1,000	0,418	-0,418	-0,093	0,567**	
α _v	r																		1,000	0,136	-0,002	0,108	
K	r																			1,000	-0,861**	0,194	
P	r																				1,000	-0,194	
M _{max}	r																					0,861**	
LDN	r																					1,000	
	r																						1,000

(r: Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0,05 önem düzeyinde önemli, ** korelasyon 0,01 önem düzeyinde önemli)

TTÇ: Trahe teğet çapı, TRÇ: Trahe radyal çapı, TS: 1 mm²'deki trahe sayısı, MÖY: Miltiseri özüm yüksekliği, MÖG: Miltiseri özüm sayısı, MÖY: Miltiseri özüm yüksekliği, THU: Trahe hücre uzunluğu, LU: Lif uzunluğu, LG: Lif genişliği, LLG: Lif lümen genişliği, LCK: Lif çeper kalınlığı, YHG: Yünlük halka genişliği, T: Tekstür, D₁₂: Hava kurusu yoğunluk, D₀: Tam kuru yoğunluk, R: Hacimsel genişleme yüzdesi, K: Hücre çeper maddesi yüzdesi, α_v: Hacimsel daralma yüzdesi, β_v: Hacimsel daralma yüzdesi, α_v: Hacimsel genişleme yüzdesi, P: Hava boşluğu yüzdesi, M_{max}: Odunun içerisinde alabileceği en yüksek su miktarı, LDN: Lif yoğunluk noktası rutubeti

Ek Tablo 23. Doğu Kayını'nın anatomik ve makroskobik özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Sinop)

	TTÇ	TRÇ	TS	ÖS	MÖY	MÖG	THU	LU	LG	LLG	LÇK	YHG	T	$\sigma_{B/}$	I_k	σ_c	E	σ_5	I_d	σ_{m1}	σ_{m2}	H_c	H_i	H_r	
TTÇ	r	1,000	-0,014	-0,080	0,255	-0,104	0,342	0,303	-0,277	-0,290	-0,110	0,174	-0,092	-0,237	0,167	-0,205	-0,258	-0,249	-0,402	0,401	-0,183	-0,303	-0,220	-0,268	
TRÇ	r		1,000	-0,186	-0,130	-0,140	0,324	-0,034	-0,233	-0,090	-0,215	-0,122	0,074	-0,317	-0,047	-0,062	-0,260	-0,416	-0,304	0,047	-0,207	-0,586**	-0,416	-0,525*	
TS	r			1,000	-0,154	-0,364	-0,309	-0,177	0,273	0,070	0,282	-0,097	-0,118	0,119	0,317	0,387	0,194	0,108	0,093	-0,148	0,289	0,104	0,169	0,198	
ÖS	r				1,000	0,058	0,168	0,253	0,081	0,077	0,038	0,099	-0,096	0,123	-0,114	0,271	0,247	-0,017	-0,181	0,529*	0,061	0,046	-0,039	0,113	
MÖY	r					1,000	0,190	0,412	-0,110	-0,209	0,032	0,041	0,201	0,042	0,036	-0,036	-0,102	0,291	0,064	0,562**	0,211	0,315	0,019	0,160	
MÖG	r						1,000	0,145	0,121	0,325	-0,112	-0,268	0,098	0,218	-0,244	-0,016	0,381	0,090	0,066	0,272	-0,209	0,060	-0,014	-0,030	
THU	r							1,000	0,019	-0,340	-0,170	0,122	-0,389	-0,546*	0,020	-0,347	-0,375	-0,405	-0,259	0,349	-0,081	-0,404	-0,358	-0,362	
LU	r								1,000	-0,118	0,077	0,310	0,085	0,073	0,237	-0,247	-0,354	0,328	-0,078	0,137	0,213	0,195	0,088	0,157	
LG	r									1,000	0,595**	-0,185	0,006	0,287	0,192	0,086	0,340	0,274	0,232	-0,205	0,290	0,113	-0,307	-0,191	
LLG	r										1,000	-0,680**	-0,213	-0,486*	-0,385	-0,469*	0,083	0,083	0,148	-0,293	-0,081	-0,234	-0,349	-0,481*	
LÇK	r											1,000	-0,058	0,630**	0,204	0,204	0,043	0,273	0,169	-0,019	0,425	0,329	-0,099	0,151	
YHG	r												1,000	0,037	-0,249	-0,077	0,268	0,268	0,081	0,245	0,246	0,379	0,156	0,247	
T	r													1,000	-0,250	0,198	-0,243	0,394	0,432	0,048	0,152	0,322	0,170	0,282	
$\sigma_{B/}$	r														1,000	0,389	0,550*	0,478*	0,151	0,032	0,302	0,415	0,301	0,292	
I_k	r															1,000	0,381	0,206	0,021	0,031	0,271	0,226	0,150	0,204	
σ_c	r																1,000	0,198	0,151	-0,307	0,382	0,477*	0,523*	0,618**	
E	r																	1,000	-0,103	-0,240	0,253	0,195	0,287	0,214	
σ_5	r																		0,678**	0,149	0,489*	0,687**	0,466*	0,422	
I_d	r																			1,000	0,066	0,331	0,265	0,160	
σ_{m1}	r																				1,000	0,136	-0,076	0,094	
σ_{m2}	r																					1,000	0,649**	0,280	
H_c	r																						1,000	0,634**	
H_i	r																							0,782**	
H_r	r																								0,820**
	r																								1,000

(r: Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0,05 önem düzeyinde önemli, ** korelasyon 0,01 önem düzeyinde önemli)

TTÇ: Trahe teğet çapı, TRÇ: Trahe radyal çapı, TS: 1 mm²'deki trahe sayısı, MÖY: Multiseri özışım yüksekliği, MÖG: Multiseri özışım yüksekliği, THU: Trahe hücre uzunluğu, LU: Lif uzunluğu, LG: Lif genişliği, LLG: Lif lümen genişliği, LÇK: Lif çeper kalınlığı, YHG: Yıllık halka genişliği, T: Tekstür, $\sigma_{B/}$: Liflere paralel basıncı direnci, I_k : Statik kalite değeri, σ_c : Statik eğilme direnci, E: Eğilme direncinde elastik yet modülü, σ_5 : Dinamik eğilme direnci, I_d : Dinamik kalite değeri, σ_{m1} : Teğet kesitte makaslama direnci, σ_{m2} : Radyal kesitte makaslama direnci, H_c : Enine kesitte sertlik, H_i : Teğet kesitte sertlik, H_r : Radyal kesitte sertlik

Ek Tablo 24. Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özelliklerini ile anatomik ve makroskopik özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Ayancık)

	Yüksekliği	Baki	Ort. Kum	Ort. Toz	Ort. Kil	Ort. FSK	Ort. pH	Ort. EC	Ort. Organik Madde	Ort. Kireç	TTÇ	TRÇ	TS	ÖS	MÖY	MÖG	THU	LU	LG	LLG	LÇK	YHG	T
Yüksekliği	r	1,000	0,623**	-0,370	-0,551*	-0,223	0,124	-0,007	-0,275	0,210	-0,537*	-0,418	0,562*	-0,216	0,157	0,190	-0,278	-0,479	0,306	-0,040	0,257	-0,475	-0,249
Baki	r	1,000	0,003	-0,095	0,058	0,010	0,490	-0,201	-0,115	0,026	-0,255	-0,120	-0,348	0,135	0,849**	0,527*	0,013	-0,224	0,322	-0,144	0,332	-0,209	-0,010
Ort. Kum	r	1,000	0,000	-0,607*	-0,871**	-0,280	0,103	0,152	-0,015	-0,124	-0,524*	-0,582*	0,118	-0,340	0,112	-0,143	0,020	-0,452	0,532*	-0,092	0,560*	0,015	-0,195
Ort. Toz	r	1,000	0,138	0,700**	0,336	0,259	0,336	0,259	0,356	0,061	0,294	0,322	0,021	0,112	-0,107	0,171	-0,093	0,269	-0,592*	0,094	-0,507*	-0,005	-0,245
Ort. Kil	r	1,000	-0,085	1,000	0,185	0,048	0,403	-0,350	-0,202	0,113	0,446	0,520*	-0,164	0,045	-0,071	0,073	0,031	0,396	-0,296	0,051	-0,256	-0,012	0,396
Ort. FSK	r	1,000	0,185	0,048	0,403	0,234	0,234	0,403	0,403	0,234	0,323	0,543*	0,075	0,168	0,128	0,151	-0,291	0,150	-0,106	0,217	-0,212	0,197	-0,207
Ort. pH	r	1,000	0,121	0,121	0,417	0,070	0,070	0,121	0,417	0,070	0,042	-0,039	-0,219	0,357	0,518*	0,385	0,139	-0,099	0,183	-0,046	0,167	-0,049	-0,464
Ort. EC	r	1,000	0,397	1,000	0,397	0,397	1,000	0,397	0,397	-0,220	-0,198	-0,332	0,070	0,015	-0,288	-0,119	0,073	0,373	-0,390	0,290	-0,471	-0,177	0,118
Ort. Organik Madde	r	1,000	0,216	0,216	1,000	0,216	0,216	1,000	0,216	-0,078	0,216	0,181	0,160	0,238	-0,150	0,158	0,090	0,124	0,170	0,178	0,022	0,475	-0,204
Ort. Kireç	r	1,000	-0,361	-0,361	1,000	0,864**	1,000	0,864**	1,000	0,864**	1,000	0,864**	-0,233	0,172	-0,194	0,067	0,097	0,228	-0,057	-0,221	0,090	0,124	-0,244
TTÇ	r	1,000	0,021	0,021	1,000	0,021	0,021	1,000	0,021	0,021	1,000	0,021	0,021	0,369	-0,110	0,099	0,076	0,125	0,087	-0,146	0,154	0,131	-0,215
TRÇ	r	1,000	-0,093	-0,093	1,000	-0,093	-0,093	1,000	-0,093	-0,093	1,000	-0,093	1,000	-0,093	-0,491	-0,012	-0,381	-0,317	0,025	0,256	-0,136	-0,195	0,002
TS	r	1,000	0,326	0,326	1,000	0,326	0,326	1,000	0,326	0,326	1,000	0,326	0,326	0,443	0,048	-0,052	0,117	0,408	0,002	0,287	-0,171	0,170	-0,338
ÖS	r	1,000	0,481	0,481	1,000	0,481	0,481	1,000	0,481	0,481	1,000	0,481	0,481	0,881	0,067	0,067	0,080	-0,023	0,464	-0,237	0,497	-0,073	-0,270
MÖY	r	1,000	0,190	0,190	1,000	0,190	0,190	1,000	0,190	0,190	1,000	0,190	0,190	0,447	0,000	0,000	-0,028	-0,239	0,190	-0,447	0,414	-0,056	-0,467
MÖG	r	1,000	0,106	0,106	1,000	0,106	0,106	1,000	0,106	0,106	1,000	0,106	0,106	0,312	0,000	0,000	1,000	0,107	0,219	0,101	0,106	0,312	-0,239
THU	r	1,000	0,284	0,284	1,000	0,284	0,284	1,000	0,284	0,284	1,000	0,284	0,284	0,036	0,000	0,000	1,000	-0,284	0,317	-0,407	-0,036	0,173	
LU	r	1,000	0,063	0,063	1,000	0,063	0,063	1,000	0,063	0,063	1,000	0,063	0,063	0,363	0,000	0,000	1,000	0,063	0,063	-0,063	0,799**	0,363	-0,282
LG	r	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,287	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	-0,650**	-0,287	0,372
LLG	r	1,000	0,458	0,458	1,000	0,458	0,458	1,000	0,458	0,458	1,000	0,458	0,458	0,458	0,000	0,000	1,000	0,458	0,458	0,458	1,000	0,458	-0,438
LÇK	r	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,450	-0,438
YHG	r	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	-0,201
T	r	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

(r: Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0.05 önem düzeyinde önemli, **korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli)

Ort.: Ortalama, FSK: Faydalı su kapasitesi, pH: Toprak reaksiyonu, EC: Elektrikli iletkenlik, TTÇ: Trahe teğet çapı, TRÇ: Trahe teğet çapı, TS: 1 mm² deki trahe sayısı, ÖS: 1 mm deki özşim sayısı, MÖY: Multiseri özşim yüksekliği, MÖG: Multiseri özşim genişliği, THU: Trahe hücresi uzunluğu, LU: Lif uzunluğu, LG: Lif genişliği, LÇK: Lif lümen genişliği, YHG: Yünlük halka genişliği, T: Teğet çapı

Ek Tablo 25. Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Ayancık)

	Yüksehti	Baki	Ort. Kum	Ort. Toz	Ort. Kil	Ort. FSK	Ort. pH	Ort. EC	Ort. Organik Madde	Ort. Kireç	D ₁₂	D ₀	R	β _v	α _v	K	P	M _{max}	LDN
Yüksehti	r	1,000	0,623**	-0,370	-0,551*	-0,223	0,124	-0,007	-0,275	0,210	-0,461	-0,491	-0,511*	-0,500*	0,253	-0,491	0,491	0,512*	0,355
Baki	r	1,000	0,003	-0,095	0,058	0,010	0,490	-0,201	-0,115	0,026	-0,376	-0,341	-0,423	-0,168	0,247	-0,339	0,339	0,331	0,346
Ort. Kum	r	1,000	1,000	-0,607*	-0,871**	-0,280	0,103	0,152	-0,015	-0,124	-0,259	-0,239	-0,280	-0,331	0,516*	-0,242	0,242	0,299	0,235
Ort. Toz	r	1,000	1,000	1,000	0,138	0,700**	0,336	0,259	0,356	0,061	0,153	0,249	0,162	0,610*	-0,162	0,249	-0,249	-0,464	0,202
Ort. Kil	r	1,000	1,000	1,000	1,000	-0,085	-0,337	-0,350	-0,202	0,113	0,232	0,148	0,252	0,037	-0,542*	0,151	-0,151	-0,090	-0,417
Ort. FSK	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,185	0,048	0,403	0,234	-0,274	-0,166	-0,293	0,155	0,094	-0,169	0,169	-0,001	0,181
Ort. pH	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,121	0,417	0,070	-0,195	-0,129	-0,190	-0,102	0,233	-0,128	0,128	-0,001	0,480
Ort. EC	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,397	-0,220	-0,038	0,028	-0,011	0,055	0,480	0,027	-0,027	-0,203	0,036
Ort. Organik Madde	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-0,078	-0,135	-0,096	-0,147	0,041	0,465	-0,099	0,099	-0,026	0,032
Ort. Kireç	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-0,462	-0,458	-0,438	-0,056	0,005	-0,460	0,460	0,480	-0,068
D ₁₂	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,979**	0,983**	0,218	0,566*	0,980**	-0,980**	-0,900**	-0,323
D ₀	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,962**	0,331	0,522*	1,000**	-1,000**	-0,935**	-0,251
R	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,223	0,558*	0,963**	-0,963**	-0,905**	-0,330
β _v	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-0,291	0,329	-0,329	-0,408	-0,005
α _v	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,524*	-0,524*	0,361	0,281
K	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-1,000**	-0,936**	-0,250
P	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,936**	0,250
M _{max}	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,146
LDN	r	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(r: Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0.05 önem düzeyinde önemli, ** korelasyon 0.01 önem düzeyinde önemli)

Ort.: Ortalama, FSK: Faydalımlabilir su kapasitesi, pH: Toprak reaksiyonu, EC: Elektriksel İletkenlik, D₁₂: Hava kurusu yoğunluk, D₀: Tam kuru yoğunluk, R: Hacim yoğunluk, β_v: Hacimsel daralma yüzdesi, α_v: Hacimsel genişleme yüzdesi, K: Hicre tepir maddesi yüzdesi, P: Hava boşluğu yüzdesi, M_{max}: Oduğun içerisinde alabileceği en yüksek su miktarı, LDN: Lif doygunluk noktası rutubeti

Ek Tablo 26. Doğu Kayını'nın yetiştirme ortamı özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Ayancık)

	Yükseltili	Bakı	Ort.Kum	Ort.Toz	Ort. Kl	Ort. FSK	Ort.pH	Ort. EC	Ort.Organik Madde	Ort.Kireç	$\sigma_{Bz/}$	I_s	σ_e	E	σ_s	I_d	σ_{nr}	H_c	H_t	H_r	
Yükseltili	r 1,000	0,122	0,623**	-0,370	-0,551*	-0,223	0,124	-0,007	-0,275	0,210	-0,657**	-0,255	-0,467	-0,527*	0,185	0,538*	-0,503*	-0,064	-0,129	-0,162	
Bakı	r	1,000	0,003	-0,095	0,058	0,010	0,490	-0,201	-0,115	0,026	-0,228	-0,126	-0,536*	-0,418	0,521*	0,456	-0,141	-0,068	-0,413	-0,446	
Ort. Kum	r		1,000	-0,607*	-0,871**	-0,280	0,103	0,152	-0,015	-0,124	-0,481	-0,325	-0,168	-0,421	0,252	0,167	-0,038	-0,310	-0,182	-0,217	
Ort. Toz	r			1,000	0,138	0,700**	0,336	0,259	0,356	0,061	-0,521*	0,397	0,303	0,433	-0,050	-0,213	-0,009	0,456	-0,133	-0,081	
Ort. Kl	r				1,000	-0,085	-0,337	-0,350	-0,202	0,113	0,277	0,159	0,023	0,257	-0,281	-0,079	0,057	-0,215	0,102	0,318	
Ort. FSK	r					1,000	0,185	0,048	0,403	0,234	0,172	0,336	-0,164	0,087	0,273	0,183	0,082	0,445	-0,600*	-0,575*	
Ort. pH	r						1,000	0,121	0,417	0,070	0,229	0,265	-0,051	-0,061	0,035	-0,092	-0,168	-0,126	-0,056	-0,113	
Ort. EC	r							1,000	0,397	-0,220	0,343	0,077	0,300	0,049	-0,133	-0,230	-0,084	0,072	0,156	0,275	
Ort. Organik Madde	r								1,000	-0,078	0,349	0,251	0,100	0,263	-0,428	-0,400	0,470	0,270	0,090	0,094	
Ort. Kireç	r									1,000	0,131	-0,194	-0,347	0,109	-0,013	0,313	-0,176	0,442	0,145	0,066	
$\sigma_{Bz/}$	r										1,000	0,177	0,541*	-0,421	-0,116	0,055	-0,297	0,255	0,448	0,456	
I_s	r											1,000	0,101	-0,035	-0,040	-0,265	-0,332	0,078	-0,066	-0,077	
σ_e	r												1,000	-0,323	-0,185	0,328	0,301	-0,114	0,408	0,411	
E	r													1,000	-0,345	-0,140	0,492	0,092	0,424	0,387	
σ_s	r														1,000	0,668**	-0,186	-0,410	0,772**	0,755**	
I_d	r															1,000	-0,478	-0,022	-0,163	-0,138	
σ_{nr}	r																1,000	-0,063	0,031	0,019	
σ_{nr}	r																	1,000	0,626**	-0,202	
H_c	r																		1,000	0,157	
H_t	r																			1,000	
H_r	r																				1,000

(r : Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0,05 önem düzeyinde önemli, ** korelasyon 0,01 önem düzeyinde önemli)

Ort.: Ortalama, FSK: Faydalanılabilir su kapasitesi, pH: Toprak reaksiyonu, EC: Elektriksel iletkenlik, $\sigma_{Bz/}$: Liflere paralel basınç direnci, I_s : Statik kalite değeri, σ_e : Statik eğilme direnci, E: Eğilme direncinde elastikiyet modülü, σ_s : Dinamik eğilme direnci, I_d : Dinamik kalite değeri, σ_{nr} : Teğet kesitte makaslama direnci, σ_{nr} : Radyal kesitte sertlik, H_c : Enine kesitte sertlik, H_t : Teğet kesitte sertlik, H_r : Radyal kesitte sertlik

Ek Tablo 27. Doğu Kayını'nın anatomik ve makroskobik özellikleri ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Ayancık)

	TTC	TRÇ	TS	ÖS	MÖY	MÖG	THU	LU	LG	LLG	LÇK	YHG	T	D ₁₂	D ₀	R	β _x	α _x	K	P	M _{max}	LDN
TTC	r	1,000	-0,233	0,172	-0,194	0,067	0,097	0,228	-0,057	-0,221	0,090	0,124	-0,244	0,219	0,179	0,292	0,207	-0,345	0,183	-0,183	-0,258	-0,174
TRÇ	r		1,000	0,369	-0,110	0,099	0,076	0,125	0,087	-0,146	0,154	0,131	-0,215	0,055	0,019	0,103	0,152	-0,217	0,022	-0,022	-0,111	-0,260
TS	r			1,000	-0,093	-0,012	-0,381	-0,317	0,025	0,256	-0,136	-0,195	0,002	-0,388	-0,424	-0,415	-0,341	0,248	-0,425	0,425	0,392	0,092
ÖS	r				1,000	0,326	0,117	0,408	0,002	0,287	-0,171	0,170	-0,338	-0,184	-0,114	-0,180	0,429	0,033	-0,114	0,114	-0,050	-0,149
MÖY	r					1,000	0,481	-0,023	0,464	-0,237	0,497	-0,073	-0,270	-0,251	-0,232	-0,306	-0,003	0,111	-0,231	0,231	0,218	0,189
MÖG	r						1,000	-0,028	0,190	-0,447	0,414	-0,056	-0,467	-0,078	-0,092	-0,182	-0,042	-0,102	-0,090	0,090	0,075	0,252
THU	r							1,000	0,107	0,219	0,106	0,312	-0,239	0,441	0,479	0,425	-0,069	-0,219	0,477	-0,477	0,540*	-0,340
LU	r								1,000	-0,284	0,317	-0,036	0,173	0,180	0,145	0,236	0,239	-0,074	0,145	-0,145	-0,292	-0,321
LG	r									1,000	-0,063	0,363	-0,282	-0,372	-0,416	-0,413	-0,394	0,335	-0,418	0,418	0,315	-0,184
LLG	r										1,000	-0,650**	0,372	-0,437	-0,368	-0,381	-0,003	0,242	-0,373	0,373	0,334	-0,188
LÇK	r											1,000	0,450	-0,020	-0,095	-0,085	-0,298	0,109	-0,093	0,093	0,190	-0,028
YHG	r												1,000	0,195	0,187	0,192	0,240	-0,004	0,186	-0,186	-0,127	-0,334
T	r													1,000	-0,152	-0,051	-0,074	0,167	-0,151	0,151	0,179	-0,083
D ₁₂	r														0,979**	0,983**	0,218	-0,566*	0,980**	-0,980**	-0,900**	-0,323
D ₀	r															1,000	0,962**	-0,522*	1,000**	-1,000**	-0,935**	-0,251
R	r																1,000	-0,558*	0,963**	-0,963**	-0,905**	-0,330
β _x	r																	1,000	-0,291	-0,329	-0,408	-0,005
α _x	r																		1,000	0,524*	0,361	0,281
K	r																			-1,000**	-0,936**	-0,250
P	r																			1,000	0,936**	0,250
M _{max}	r																				1,000	0,146
LDN	r																					1,000

(r: Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0,05 önem düzeyinde önemli, ** korelasyon 0,01 önem düzeyinde önemli.)

TTC: Trahe teğet çapı, TRÇ: Trahe radyal çapı, TS: 1 mm²'deki trahe sayısı, ÖS: 1 mm²'deki trahe sayısı, MÖY: Miltiseri özünü yüksekliği, MÖG: Miltiseri özünü yüksekliği, THU: Trahe hücre uzunluğu, LU: Lif uzunluğu, LG: Lif genişliği, LLG: Lif lümen genişliği, LÇK: Lif çeper kalınlığı, YHG: Yıllık halka genişliği, T: Tekstür, D₁₂: Hava kurusu yoğunluk, D₀: Tam kuru yoğunluk, R: Hacimsel daralma yüzdesi, α_x: Hacimsel genişleme yüzdesi, β_x: Hacimsel daralma yüzdesi, K: Hücre çeper maddesi yüzdesi, P: Hava boşluğu yüzdesi, M_{max}: Odunun teorisine alabileceği en yüksek su miktarı, LDN: Lif doygunluk noktası rutubeti

Ek Tablo 28. Doğu Kayını'nın anatomik ve makroskobik özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklayan korelasyon analizi sonuçları (Ayancık)

TTC	TRÇ	TS	ÖS	MÖY	MÖG	THU	LU	LG	LLG	LÇK	YHG	T	$\sigma_{B/}$	I_k	σ_c	E	σ_S	I_d	σ_{nt}	σ_{nr}	H _c	H _i	H _r
r	1,000	-0,233	0,172	-0,194	0,067	0,097	0,228	-0,057	-0,221	0,090	0,124	-0,244	0,563	0,106	0,252	0,199	-0,253	-0,257	0,000	-0,055	0,197	0,143	0,165
TRÇ	r	1,000	0,369	-0,110	0,099	0,076	0,125	0,087	-0,146	0,154	0,131	-0,215	0,214	0,398	0,007	0,141	-0,155	-0,002	0,039	-0,054	0,315	-0,038	0,003
TS	r	1,000	1,000	-0,093	-0,491	-0,381	-0,317	0,025	0,256	-0,136	-0,195	0,002	-0,381	-0,207	-0,265	-0,015	-0,251	0,509*	-0,014	-0,232	0,507*	0,118	0,157
ÖS	r		1,000	0,326	-0,052	0,117	0,408	0,002	0,287	-0,171	0,170	-0,338	0,490	0,256	-0,087	0,173	0,132	0,134	-0,199	-0,441	0,381	-0,307	-0,325
MÖY	r			1,000	0,481	0,080	-0,023	0,464	-0,237	0,497	-0,073	-0,270	-0,182	0,053	0,509*	0,512*	0,486	0,393	-0,295	-0,035	-0,438	-0,138	-0,118
MÖG	r				1,000	-0,028	-0,239	0,190	-0,447	0,414	-0,056	-0,467	-0,237	0,126	-0,327	-0,327	0,017	0,145	-0,158	-0,044	-0,236	-0,314	-0,321
THU	r					1,000	0,107	0,219	0,101	0,106	0,312	-0,239	0,475	-0,207	-0,529*	0,389	-0,215	-0,487	0,206	0,485	-0,467	0,253	0,206
LU	r						1,000	-0,284	0,317	-0,407	-0,036	0,173	0,587*	0,424	0,204	0,035	-0,314	-0,220	-0,205	-0,338	0,299	0,185	0,229
LG	r							1,000	-0,063	0,799**	0,363	-0,282	-0,360	-0,222	0,512*	0,462	0,043	0,260	0,102	0,277	-0,220	-0,228	-0,317
LLG	r								1,000	-0,650**	-0,287	0,372	0,250	-0,004	0,059	0,201	0,016	0,183	0,054	-0,340	0,189	0,147	0,152
LÇK	r									1,000	0,450	-0,438	-0,424	0,166	-0,425	-0,472	0,023	0,088	0,045	0,415	-0,282	-0,262	-0,333
YHG	r										1,000	-0,201	0,251	0,112	0,305	-0,206	-0,206	-0,385	0,469	0,390	0,017	-0,050	-0,070
T	r											1,000	-0,062	-0,126	-0,086	0,012	0,086	0,110	0,217	-0,036	-0,022	0,231	0,306
$\sigma_{B/}$	r												1,000	0,177	0,541*	0,599*	0,421	-0,116	0,055	-0,297	0,255	0,448	0,456
I_k	r													1,000	0,101	0,009	-0,035	-0,040	-0,265	-0,332	0,078	-0,066	-0,077
σ_c	r														1,000	0,717**	-0,323	-0,185	0,328	0,301	-0,114	0,408	0,411
E	r															1,000	-0,345	-0,140	0,492	0,050	0,092	0,424	0,387
σ_s	r																1,000	0,668**	-0,186	0,183	0,410	0,772**	0,755**
I_d	r																	1,000	-0,478	-0,202	-0,022	0,163	0,138
σ_{nt}	r																		1,000	0,431	-0,063	0,031	0,019
σ_{nr}	r																			1,000	0,626**	0,202	0,197
H _c	r																				1,000	0,157	0,215
H _i	r																					1,000	0,977**
H _r	r																						1,000

(r: Pearson korelasyon katsayısı, *korelasyon 0,05 önem düzeyinde önemli, ** korelasyon 0,01 önem düzeyinde önemli)

TTC: Trahe teğet çapı, TRÇ: Trahe radyal çapı, TS: 1 mm² deki trache sayısı, ÖS: 1 mm² deki trache sayısı, MÖY: Multiseri özşımı yüksekliği, MÖG: Multiseri özşımı düşükliği, THU: Trahe hücre uzunluğu, LU: Lif uzunluğu, LG: Lif genişliği, LLG: Lif lümen genişliği, LÇK: Lif çeper kalınlığı, YHG: Yıllık halka genişliği, T: Tekstür, $\sigma_{B/}$: Liflere paralel basma direnci, I_k : Statik kalite değeri, σ_c : Statik eğilme direnci, E: Eğilme direncinde elastikiyet modülü, σ_s : Dinamik eğilme direnci, I_d : Dinamik kalite değeri, σ_{nt} : Teğet kesitte sertlik, σ_{nr} : Radyal kesitte sertlik, H_c: Enine kesitte sertlik, H_i: Teğet kesitte sertlik, H_r: Radyal kesitte sertlik

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Trabzon'da tamamladı. 1997 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2001 yılında mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2001-2005 yılları arasında İngilizce hazırlık ve yüksek lisans eğitimini tamamlayarak 2006 yılında aynı anabilim dalında doktora eğitimine başladı. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesine Araştırma Görevlisi olarak atandı. Bu görevini halen sürdürmektedir. Evli ve bir çocuk sahibi olan Elif TOPALOĞLU, iyi derecede İngilizce bilmektedir.