

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ FARKLI COĞRAFİK BÖLGELERDEKİ DOĞAL
DAYANIKLILIĞININ AÇIK ALAN DENEMELERİ İLE BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Ceyhun KILIÇ

**TEMMUZ 2020
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ FARKLI COĞRAFİK BÖLGELERDEKİ DOĞAL
DAYANIKLILIĞININ AÇIK ALAN DENEMELERİ İLE BELİRLENMESİ**

Ceyhun KILIÇ

ORCID : 0000 - 0003 - 4722 - 0177

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10 / 06 / 2020

Tezin Savunma Tarihi : 02 / 07 / 2020

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sibel YILDIZ
ORCID : 0000 - 0001 - 8448 - 4628

Trabzon 2020

ÖNSÖZ

Bazı Ağaç Türü Odunlarının Farklı Coğrafik Bölgelerdeki Doğal Dayanıklılığının Açık Alan Denemeleri ile Belirlenmesi adlı bu çalışma, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora danışmanlığımı üstlenerek her türlü çalışmaların yürütülmesi sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen, çalışmamın her aşamasında karşılaşılan sorunların aşılmasında fikirlerinden yararlandığım, gerek mesleki gerekse de kişilik açısından daima örnek alacağım Sayın hocam Prof. Dr. Sibel YILDIZ'a, bilgi ve tavsiyelerinden istifade ettiğim Sayın hocalarım Prof. Dr. Hüseyin KIRCI ve Prof. Dr. Bedri SERDAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Araştırma boyunca yardım ve desteklerini gördüğüm Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ'a, tezin fikir anası olan ve proje aşamasına getiren Doç. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK'a, bu tez için gecesini gündüzüne katıp beni bir dakika bile yalnız bırakmayan, her koşulda değerli yardımlarıyla yanımda olan Arş. Gör. Ayşenur GÜRGEN'e, istatistiki analizler konusunda katkılar sunan Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIM'a, Arş. Gör. Murat ÖZTÜRK'e, Prof. Dr. Ergün BAYSAL'a ve diğer asistan arkadaşlarıma teşekkür ederim. Enstitüsü Müdürüm Sayın Hülya TURNA'ya, Müdür Muavini Sayın Ayşe KÜÇÜK'e ve tüm mesai arkadaşlarıma ayrıca minnettarım.

Tez çalışmasında kullanılan odun örneklerinin hazırlanmasında emeği geçen Orman Endüstri Mühendisliği Uygulama Atölyesi çalışanlarına, numunelerin deneme alanlara tatbikinde yardımcı olan OGM personeline, test sonrası yapılan analizlerde yardım eden tüm arkadaşlarıma, meslektaşlarıma, stajyerlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez, 03.7706/2015-2020 no'lu Orman Genel Müdürlüğü projesi olduğundan OGM tarafından desteklenmiştir. Bu değerli çalışmayı fonlayan ve destekleyen Orman Genel Müdürlüğüne şükranlarımı takdim ediyorum.

Beni bin bir fedakârlıkla okutan, bugünlere getiren, her anımda koşulsuz sevgi ve desteğini gösteren anneme, babama ve kardeşlerime; sabrıyla, sevgisiyle, güveniyle bugüne kadar çalışmalarına destek veren değerli eşime ve canımdan çok sevdiğim kızıma teşekkür eder, sonsuz minnet duygularımı ifade etmek isterim.

Tezimi, öncelikle sevgili aileme, eşime, kızıma, Doç. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK'a ve Arş. Gör. Ayşenur GÜRGEN'e ithaf ediyorum.

Ceyhun KILIÇ

Trabzon 2020

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Bazı Ağaç Türü Odunlarının Farklı Coğrafik Bölgelerdeki Doğal Dayanıklılığının Açık Alan Denemeleri ile Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Sibel YILDIZ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 02/07/2020

Ceyhun KILIÇ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	iii
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	iv
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
TABLolar DİZİNİ	xix
SEMBOLLER DİZİNİ.....	xxiii
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Odunun Yapısı ve Bozunma Mekanizması	3
1.3. Odunun Doğal Dayanımı	5
1.3.1. Odunun Doğal Dayanımına Göre Sınıflandırılması	5
1.3.1.1. Çok Dayanıklı	6
1.3.1.2. Dayanıklı	6
1.3.1.3. Orta Derece Dayanıklı	6
1.3.1.4. Az Dayanıklı	6
1.3.1.5. Dayanıksız	7
1.3.2. Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler	7
1.3.2.1. Yetiştirme Yeri Özellikleri	7
1.3.2.2. Ekstraktif Madde	8
1.3.2.3. Yoğunluk	8
1.3.2.4. Diri Odun ve Öz Odun	8
1.3.2.5. Diğer Faktörler	10
1.3.2.5.1. Lignifikasyon	10
1.3.2.5.2. Büyüme Karakteristikleri	10
1.3.2.5.3. Ağaç Malzemenin Şekli	11
1.3.2.5.4. Kullanım Yeri/Çevre Şartları	11
1.4. Odunun Korumada Tehlike Sınıfları	12
1.5. İklim Değerleri ve Toprak Yapısı	14
1.5.1. Karasal İklim	15
1.5.2. Akdeniz İklimi	15

1.5.3.	Marmara (geçiş/karma) İklimi	15
1.5.4.	Karadeniz İklimi	16
1.5.5.	Toprak Türleri.....	16
1.5.5.1.	Zonal Toprak Türleri	17
1.5.5.2.	İntrazonal Toprak Türleri.....	17
1.5.5.3.	Azonal Toprak Türleri	17
1.6.	İklim Endeksi.....	17
1.7.	Odunu Bozunduran Etmenler	18
1.7.1.	Biyotik Zararlılar	18
1.7.1.1.	Mantar Zararlıları.....	18
1.7.1.1.1.	Esmer Çürüklük Mantarları	19
1.7.1.1.2.	Beyaz Çürüklük Mantarları	19
1.7.1.1.3.	Yumuşak Çürüklük Mantarları	19
1.7.1.2.	Hayvansal Zararlılar	20
1.7.2.	Abiyotik Zararlar	21
1.7.2.1.	Rutubet.....	21
1.7.2.2.	Isısal Çözülme.....	22
1.7.2.3.	Kimyasal Çözünme.....	22
1.7.2.4.	UV Degradasyonu.....	23
1.7.2.5.	Aşınma.....	23
1.8.	Odun Koruma ve Emprenye Kavramları	23
1.9.	Emprenye Endüstrisinin Gelişimi	24
1.10.	Emprenye Yöntemleri.....	25
1.10.1.	Basınçsız Emprenye Yöntemleri	26
1.10.1.1.	Kuru Ağaç Malzemede Uygulanan Basit Emprenye Yöntemleri.....	26
1.10.1.2.	Yaş Ağaç Malzemede Uygulanan Basit Emprenye Yöntemleri.....	26
1.10.2.	Basınç Uygulanan Emprenye Yöntemleri	27
1.10.2.1.	Dolu Hücre Yöntemi.....	27
1.10.2.2.	Boş Hücre Yöntemi	29
1.11.	Emprenye Maddeleri.....	30
1.11.1.	Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	31
1.11.2.	Organik Çözücülü Emprenye Maddesi.....	32
1.11.3.	Yağlı Emprenye Maddeleri.....	33
1.12.	Çalışmada Kullanılan Ağaç Türlerine Ait Genel Bilgiler	34
1.12.1.	Sarıçam	34

1.12.2.	Ladin	36
1.12.3.	Doğu Kayını.....	37
1.12.4.	Kızılağaç	39
1.12.5.	Kestane.....	40
1.13.	Literatür Çalışması.....	41
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	60
2.1.	Materyal	61
2.1.1.	Ağaç Malzeme	61
2.1.2.	Emprenye Maddesi	62
2.2.	Araştırma Yöntemi	62
2.3.	Emprenye Yöntemi	65
2.4.	Toprakla Temas Testi	66
2.5.	İklim Endeksi.....	69
2.6.	Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi	70
2.7.	Görsel Çürüklük.....	71
2.8.	Ağırlık kaybı.....	73
2.9.	Yoğunluk	74
2.10.	Eğilme ve Elastikiyet Modülü	74
2.11.	Renk Değişim Analizi.....	77
2.12.	Anatomik Ölçümler	79
2.13.	İstatistiksel Analiz.....	80
3.	BULGULAR.....	82
3.1.	Retensiyon Değerlerine İlişkin Bulgular	82
3.2.	İklim Endeksi Bulguları.....	83
3.3.	Toprak Analizi Bulguları	84
3.4.	Görsel Çürüklük Değerlerine Ait Bulgular.....	85
3.5.	Ağırlık Kaybı Değerlerine Ait Bulgular	92
3.6.	Yoğunluk Değerlerine Ait Bulgular	99
3.7.	Eğilme Direnci Değerlerine Ait Bulgular	105
3.8.	Elastikiyet Modülü Değerlerine Ait Bulgular.....	112
3.9.	Liflere Paralel Basınç Direnç (LPBD) Değerlerine Ait Bulgular.....	119
3.9.1.	Toprak Üstündeki Örneklerin LPBD Değerlerine Ait Bulgular.....	119
3.9.2.	Toprak Altındaki Örneklerin LPBD Değerlerine Ait Bulgular	126
3.10.	Renk (ΔE^*) Değerlerine Ait Bulgular	133
4.	TARTIŞMA	141

4.1.	Retensiyon	141
4.2.	İklim Endeksi	142
4.3.	Toprak Analizi	146
4.4.	Görsel Çürüklük Derecelendirmesi	147
4.5.	Test Edilen Örneklerin Doğal Dayanım Performansları.....	149
4.5.1.	Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Doğal Dayanım Performansları.....	149
4.5.1.1.	Sarıçam	149
4.5.1.2.	Ladin	152
4.5.1.3.	Kayın.....	155
4.5.1.4.	Kızılağaç	158
4.5.1.5.	Kestane.....	161
4.5.2.	Aynı İklim Tipi İçerisinde Farklı Ağaç Türü Odunlarının Doğal Dayanımı....	164
4.5.2.1.	Karadeniz İklimi	164
4.5.2.2.	Akdeniz İklimi	165
4.5.2.3.	Karma İklim.....	166
4.5.2.4.	Karasal İklim.....	167
4.6.	Ağırlık Kaybı	172
4.6.1.	Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Ağırlık Kaybı Değerleri	173
4.6.1.1.	Sarıçam	173
4.6.1.2.	Ladin	176
4.6.1.3.	Kayın.....	179
4.6.1.4.	Kızılağaç	182
4.6.1.5.	Kestane.....	184
4.6.2.	Aynı İklim Tipinde Bekletilen Farklı Ağaç Türlerindeki Ağırlık Kaybı.....	186
4.6.2.1.	Karadeniz İklimi	186
4.6.2.2.	Akdeniz İklimi	187
4.6.2.3.	Karma İklim.....	188
4.6.2.4.	Karasal İklim.....	189
4.7.	Yoğunluk	190
4.7.1.	Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Yoğunluk Değerleri.....	193
4.7.1.1.	Sarıçam	193
4.7.1.2.	Ladin	195
4.7.1.3.	Kayın.....	197
4.7.1.4.	Kızılağaç	198
4.7.1.5.	Kestane.....	200

4.7.2.	Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Yoğunluk Değerleri	202
4.7.2.1.	Karadeniz İklimi	202
4.7.2.2.	Akdeniz İklimi	203
4.7.2.3.	Karma İklim	204
4.7.2.4.	Karasal İklim	205
4.8.	Eğilme Direnci	206
4.8.1.	Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Eğilme Direnci Değerleri	206
4.8.1.1.	Sarıçam	206
4.8.1.2.	Ladin	209
4.8.1.3.	Kayın	212
4.8.1.4.	Kızılağaç	214
4.8.1.5.	Kestane	216
4.8.2.	Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Eğilme Direnci Değerleri	218
4.8.2.1.	Karadeniz İklimi	218
4.8.2.2.	Akdeniz İklimi	220
4.8.2.3.	Karma İklim	221
4.8.2.4.	Karasal İklim	223
4.9.	Elastikiyet Modülü	224
4.9.1.	Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Elastikiyet Modülü Değerleri	224
4.9.1.1.	Sarıçam	224
4.9.1.2.	Ladin	228
4.9.1.3.	Kayın	230
4.9.1.4.	Kızılağaç	233
4.9.1.5.	Kestane	235
4.9.2.	Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Elastikiyet Modülü Değerleri	238
4.9.2.1.	Karadeniz İklimi	238
4.9.2.2.	Akdeniz İklimi	240
4.9.2.3.	Karma İklim	241
4.9.2.4.	Karasal İklim	243
4.10.	Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri	245
4.10.1.	Toprak Üstünde Kalan Örneklerin LPBD Değerleri	245
4.10.1.1.	Farklı İklimlerdeki Aynı Ağaç Türü Odunlarının Toprak Üstünde Kalan Zonundaki Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri	245

4.10.1.1.1. Sarıçam.....	245
4.10.1.1.2. Ladin.....	247
4.10.1.1.3. Kayın.....	249
4.10.1.1.4. Kızılağaç.....	252
4.10.1.1.5. Kestane.....	254
4.10.1.2. Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türü Odunlarının Toprak Üstünde Kalan Zonundaki Liflere Paralel Basınç Direnç Değerleri	256
4.10.1.2.1. Karadeniz İklimi.....	256
4.10.1.2.2. Akdeniz İklimi.....	258
4.10.1.2.3. Karma İklim	260
4.10.1.2.4. Karasal İklim	261
4.10.2. Toprak Altında Kalan Örneklerin LPBD Değerleri.....	263
4.10.2.1. Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Toprak Altı Örneklerinde LPBD Değerleri	263
4.10.2.1.1. Sarıçam.....	263
4.10.2.1.2. Ladin.....	266
4.10.2.1.3. Kayın.....	268
4.10.2.1.4. Kızılağaç.....	270
4.10.2.1.5. Kestane.....	272
4.10.2.2. Aynı İklim Tipinde Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Toprak Altında Kalan Kısımlarının LPBD Değerleri.....	274
4.10.2.2.1. Karadeniz İklimi.....	274
4.10.2.2.2. Akdeniz İklimi.....	276
4.10.2.2.3. Karma İklim	277
4.10.2.2.4. Karasal İklim	279
4.11. Renk Değişim (ΔE^*) Değerleri.....	281
4.11.1. Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Toplam Renk Değişim Değerleri	282
4.11.1.1. Sarıçam	282
4.11.1.2. Ladin	285
4.11.1.3. Kayın.....	287
4.11.1.4. Kızılağaç	289
4.11.1.5. Kestane.....	291
4.11.2. Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Renk Değerleri.....	292
4.11.2.1. Karadeniz İklimi	292
4.11.2.2. Akdeniz İklimi	293

4.11.2.3. Karma İklim.....	294
4.11.2.4. Karasal İklim.....	295
4.12. Anatomik Değişiklikler.....	297
4.12.1. Sarıçam Diri Odununa Ait Enine Kesit İncelemesi	298
4.12.2. Sarıçam Öz Odununa Ait Enine Kesit İncelemesi.....	301
4.12.3. Sarıçam Emprenyeli Odununa Ait Enine Kesit İncelemesi.....	304
5. SONUÇLAR.....	307
6. ÖNERİLER.....	311
7. KAYNAKLAR	317
ÖZGEÇMİŞ	



Doktora Tezi

ÖZET

BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ FARKLI COĞRAFİK BÖLGELERDEKİ DOĞAL DAYANIKLILIĞININ AÇIK ALAN DENEMELERİ İLE BELİRLENMESİ

Ceyhun KILIÇ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Sibel YILDIZ
2020, 337 Sayfa

Bu çalışmada, sarıçam, ladin, kayın, kızılğaç ve kestane odunlarının öz odun, diri odun ve CCB (bakır/krom/bor) emprenyeli diri odunları, Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ illerinde 3 yıl boyunca EN 252 test standardına göre, 4. tehlike sınıfında, toprakla temas halinde bekletilmiş olup ilgili deneme alanlarından yıl yıl alınan numunelerde, görsel çürüklük derecelendirmesi, ağırlık kaybı, yoğunluk, eğilme direnci ve elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci, renk değişim değerleri ile iklim endeksi ve toprak yapısı incelenmiştir. İklim endeksinin en yüksek olduğu il Trabzon en düşük olduğu il Muğla olmuştur. Toprağın su tutma kapasitesi en fazla Çanakkale ve Trabzon'da en düşük Muğla'da gözlenmiştir. En düşük görsel çürüklük derecelendirmesi, en düşük ağırlık kaybı, en yüksek yoğunluk, en yüksek eğilme direnci ve elastikiyet modülü, en yüksek basınç direnci değerleri Elazığ'da (karasal iklim) görülmüştür. Çanakkale, Muğla ve Trabzon'da Elazığ'a göre daha menfi değerler görülmüştür. İklim'e göre bakıldığında ise genel olarak sarıçam, ladin ve kestane örneklerinin kayın ve kızılğaca göre daha yüksek dayanıma sahip olduğu söylenebilir. Özellikle İYA odunların öz odunları diri odunlara göre daha dayanıklı bulunmuştur. Emprenyeli odun örneklerinin hiçbirinde deformasyon gözlemlenmezken bu örneklerin tamamı oldukça iyi dayanım göstermiştir. En yüksek renk değişiminin yaşandığı yer Çanakkale iliyken renk değişiminin en çok görüldüğü odun türü ise sarıçam olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Toprakla temas testi, İklim endeksi, Emprenye, CCB, Sarıçam, Ladin, Kayın, Kızılğaç, Kestane, Fiziksel ve mekanik testler.

Doctoral Thesis

SUMMARY

DETERMINATION OF NATURAL RESISTANCE OF SOME WOOD TYPE IN DIFFERENT GEOGRAPHICAL REGIONS BY FIELD TESTS

Ceyhun KILIÇ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industry Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Sibel YILDIZ
2020, 337 Pages

In this study, scots pine, spruce, beech, alder and chestnut sapwood/heartwood samples and CCB impregnated sapwood samples were exposed to the field test in accordance with the European standard EN 252 for 3 years in the provinces of Trabzon, Muğla, Çanakkale and Elazığ to determine natural durability of wood types. The visual decay rate, weight loss, density, bending strength and elasticity modulus, compression strength parallel to the grain, color changes, climate index values and soil structure were determined per year. The province with the highest climate index was Trabzon, and the province with the lowest was Muğla. TWHC of the soil was mostly found in Çanakkale and Trabzon, and the lowest in Muğla. The lowest visual decay rate, the lowest weight loss, the highest density, the highest bending strength and elastic modulus, the highest compression strength values were observed in Elazığ. In Çanakkale, Muğla and Trabzon, values that are more negative were seen. In terms of climate type, it can be said that scotch pine, spruce and chestnut wood samples have higher resistance than the beech and alder samples. Especially the heartwood of coniferous has been found to be more durable than the sapwood. In addition, no deformation was observed in any of the impregnated wood samples. All of the impregnated wood samples showed very good durability. Çanakkale was the place where the highest color change occurred. The type of wood with the most color change was the scots pine wood.

Key Words: In-ground contact, Soil, Climate index, Impregnation, CCB, Scots pine, Spruce, Beech, Alder, Chestnut, Physical and mechanical properties.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Diri odun / Öz odun farkı (Plant Dergisi, 2017).....	9
Şekil 2. Ağaç malzeme şekli (Yıldız, 2000).....	11
Şekil 3. Termit zararlısı ve degradasyonu.....	21
Şekil 4. Dolu hücre yöntemi genel uygulama diyagramı.....	27
Şekil 5. (a) Toprakla temas halde olup toprağa gömülmeyen test örnekleri (standart boy). (b) Toprakla temas halinde olup toprağa gömülen test örnekleri(büyük-standart- küçük boy, EN252).....	52
Şekil 6. EN 252 (1989) testi öncesi örneklerin durumu ve arazideki kondisyonları (Knapic vd., 2018).....	54
Şekil 7. EN 252 (1989) testi sonrasında örneklerin durumu ve zararlı degradasyonu (Knapic vd. 2018).....	55
Şekil 8. Tez çalışmasında kullanılan odun örneklerinin hazırlanma aşaması.....	61
Şekil 9. Laboratuvar tipi silindirik emprenye kazanı.....	65
Şekil 10. Toprakla temas testi deneme alanı – Trabzon.....	67
Şekil 11. Toprakla temas testi deneme alanı – Muğla.....	68
Şekil 12. Toprakla temas testi deneme alanı – Çanakkale.....	68
Şekil 13. Toprakla temas testi deneme alanı – Elazığ.....	69
Şekil 14. Odun örneklerinin deneme alanlarından çıkarılması, muayenesi ve kodlanması.....	72
Şekil 15. Ağırlıkların ölçülmesi.....	74
Şekil 16. Örneklerde eğilme direnci ve elastikiyet modülünün belirlenmesi.....	75
Şekil 17. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü deney düzeneği.....	75
Şekil 18. Liflere paralel basınç direnci test örneklerinin alınması.....	76
Şekil 19. Liflere paralel basınç direnci test cihazı ve numuneleri.....	77
Şekil 20. Renk skalası.....	78
Şekil 21. Anatomik İşlemler.....	80
Şekil 22. CCB emprenye maddesiyle yapılan emprenye işlemi sonucu test ve kontrol örneklerinin retensiyon değerleri.....	141
Şekil 23. Yıl bazında iklim endeksi değerleri.....	142
Şekil 24. Dönem bazında iklim endeksleri.....	143
Şekil 25. Çalışma alanlarının iklim endeksi değerleri (URL-1, 2020).....	144
Şekil 26. Türkiye endeks değerlerinin esas alınarak bölgelere ayrılması (Gündüz, 2007).....	144
Şekil 27. İklim endeksleri karşılaştırması.....	145
Şekil 28. Toprak analizi.....	146

Şekil 29. Sarıçam örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi.....	149
Şekil 30. Çanakkale deneme alanındaki sırasıyla diri odun, öz odun ve emprenyeli diri odun 3. yıl görselleri.....	151
Şekil 31. Ladin örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi.....	153
Şekil 32. Kayın örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi.....	156
Şekil 33. Kızılağaç örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi.....	159
Şekil 34. Kestane örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi.....	162
Şekil 35. Çanakkale deneme alanında termit saldırısına uğrayan kestane örnekleri.....	163
Şekil 36. Karadeniz iklimindeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi.....	164
Şekil 37. Akdeniz iklimindeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi.....	165
Şekil 38. Karma iklimdeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi.....	166
Şekil 39. Karasal iklimdeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi.....	168
Şekil 40. Sarıçamın ağırlık kaybı.....	173
Şekil 41. Ladinin ağırlık kaybı.....	176
Şekil 42. Çanakkale’de gerçekleşen termit degradasyonu.....	178
Şekil 43. Kayın örneklerinin ağırlık kaybı.....	179
Şekil 44. Kızılağaç ağırlık kaybı.....	182
Şekil 45. Kestane örneklerinin ağırlık kaybı.....	184
Şekil 46. Ağırlık kaybı daha fazla olan kestane odunu örnekleri.....	185
Şekil 47. Karadeniz iklimindeki örneklerin ağırlık kaybı.....	186
Şekil 48. Akdeniz iklimindeki örneklerin ağırlık kaybı.....	187
Şekil 49. Karma iklimdeki örneklerin ağırlık kaybı.....	188
Şekil 50. Karma iklimdeki odun örneklerinin ağırlık kaybı.....	189
Şekil 51. 3. yıl örnekleri.....	192
Şekil 52. 3 yıllık açık alan denemeleri sonrası odun içerisindeki deformasyonlar.....	193
Şekil 53. Sarıçam örneklerinin yoğunluk değerleri.....	193
Şekil 54. Ladin örneklerinin yoğunluk değerleri.....	195
Şekil 55. Kayın örneklerinin yoğunluk değerleri.....	197
Şekil 56. Kızılağaç örneklerinin yoğunluk değerleri.....	199
Şekil 57. Kestane örneklerinin yoğunluk değerleri.....	201
Şekil 58. Karadeniz iklimindeki örneklerin yoğunluk değerleri.....	202
Şekil 59. Akdeniz iklimindeki örneklerin yoğunluk değerleri.....	203
Şekil 60. Karma iklimdeki örneklerin yoğunluk değerleri.....	204
Şekil 61. Karasal iklimdeki örneklerin yoğunluk değerleri.....	205
Şekil 62. Sarıçam örneklerinin eğilme direnci değerleri.....	207

Şekil 63. Ladin örneklerinin eğilme direnci değerleri.....	210
Şekil 64. Kayın örneklerinin eğilme direnci değerleri.....	212
Şekil 65. Kızılağaç örneklerinin eğilme direnci değerleri.....	214
Şekil 66. Kestane örneklerinin eğilme direnci değerleri.....	217
Şekil 67. Karadeniz iklimindeki örneklerin eğilme direnci değerleri.....	219
Şekil 68. Akdeniz iklimindeki örneklerin eğilme direnci değerleri.....	220
Şekil 69. Karma iklimdeki örneklerin eğilme direnci değerleri.....	222
Şekil 70. Karasal iklimdeki örneklerin eğilme direnci değerleri.....	223
Şekil 71. Sarıçam örneklerinin elastikiyet modülü değerleri.....	225
Şekil 72. Çürümenin tam ortadan olmaması ve test sonucunun farklı olabilmesi.....	227
Şekil 73. Ladin örneklerinin elastikiyet modülü değerleri.....	228
Şekil 74. Kayın örneklerinin elastikiyet modülü değerleri.....	230
Şekil 75. Mevcut çalışmada emprenyesiz kayın diri odun test örnekleri.....	232
Şekil 76. Yapılan bir çalışmaya ait emprenyesiz kayın diri odun test örnekleri (Zeleniuc vd., 2003).....	232
Şekil 77. Kızılağaç örneklerinin elastikiyet modülü değerleri.....	233
Şekil 78. Kestane örneklerinin elastikiyet modülü değerleri.....	235
Şekil 79. Karadeniz iklimindeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri.....	239
Şekil 80. Akdeniz iklimindeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri.....	240
Şekil 81. Karma iklimdeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri.....	242
Şekil 82. Karasal iklimdeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri.....	244
Şekil 83. Sarıçam örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü).....	246
Şekil 84. Ladin örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü).....	248
Şekil 85. Kayın örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü).....	250
Şekil 86. Kızılağaç örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü).....	252
Şekil 87. Kestane örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü).....	254
Şekil 88. Karadeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü).....	257
Şekil 89. Akdeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü).....	258
Şekil 90. Karma iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü).....	260
Şekil 91. Karasal iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü).....	262
Şekil 92. Sarıçam örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı).....	264
Şekil 93. Ladin örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı).....	266
Şekil 94. Kayın örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı).....	268
Şekil 95. Kızılağaç örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı).....	270
Şekil 96. Kestane örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı).....	273

Şekil 97. Karadeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı).....	274
Şekil 98. Örneklerin toprak altında ve üstünde kalan kısımlarının görüntüleri.....	275
Şekil 99. Akdeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı).....	276
Şekil 100. Karma iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı).....	278
Şekil 101. Karasal iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı).....	279
Şekil 102. Sarıçam örneklerinin renk değişim değerleri.....	283
Şekil 103. Ladin örneklerinin renk değişim değerleri.....	285
Şekil 104. Kayın örneklerinin renk değişim değerleri.....	287
Şekil 105. Kızılağaç örneklerinin renk değişim değerleri.....	289
Şekil 106. Kestane örneklerinin renk değişim değerleri.....	291
Şekil 107. Karadeniz iklimindeki örneklerin renk değişim değerleri.....	292
Şekil 108. Akdeniz iklimindeki örneklerin renk değişim değerleri.....	293
Şekil 109. Karma iklimdeki örneklerin renk değişim değerleri.....	294
Şekil 110. Karasal iklimdeki örneklerin renk değişim değerleri.....	296
Şekil 111. Trabzon’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) diri odununa ait kesitler.....	298
Şekil 112. Muğla’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) diri odununa ait kesitler.....	298
Şekil 113. Çanakkale’de açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) diri odununa ait kesitler.....	299
Şekil 114. Elazığ’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) diri odununa ait kesitler.....	299
Şekil 115. Sarıçam kontrol diri odununa ait kesitler (a) (25 µm), (b) (100 µm).....	299
Şekil 116. Trabzon’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) öz odununa ait kesitler.....	301
Şekil 117. Muğla’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) öz odununa ait kesitler.....	301
Şekil 118. Çanakkale’de açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) öz odununa ait kesitler....	302
Şekil 119. Elazığ’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) öz odununa ait kesitler.....	302
Şekil 120. Sarıçam kontrol öz odununa ait kesitler (a) (50 µm), (b) (100 µm).....	302
Şekil 121. Trabzon’da açık alan testine maruz bırakılan emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) odununa ait kesitler.....	304
Şekil 122. Muğla’da açık alan testine maruz bırakılan emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) odununa ait kesitler.....	304
Şekil 123. Çanakkale’de açık alan testine maruz bırakılan emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) odununa ait kesitler.....	305

Şekil 124.Elazığ’da açık alan testine maruz bırakılan emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) odununa ait kesitler.....	305
Şekil 125.Emprenyeli sarıçam kontrol odununa ait kesitler (a) (100 µm), (b) (50 µm)...	305



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. EN 335 (1992) Standardına Göre Ahşap Malzeme Tehlike Sınıfları.....	13
Tablo 2. Sarıçam odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Anşin ve Özkan, 1997; Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).	35
Tablo 3. Ladin odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Anşin ve Özkan, 1997; Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).	37
Tablo 4. Kayın odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).	38
Tablo 5. Kızılağaç odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Gürsu, 1967).....	40
Tablo 6. Kestane odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Berkel, 1970).....	41
Tablo 7. Sarıçam hızlandırılmış toprak testi değerleri (Venäläinen vd., 2014)	45
Tablo 8. Bazı ağaç türlerinin bilgileri (Moya ve Berrocal, 2015).....	49
Tablo 9. <i>Alnus acuminata</i> 'ya ait görsel çürüklük değerleri (Moya ve Berrocal, 2015)....	50
Tablo 10. Tez çalışmasında kullanılan odun örneği sayısı.....	64
Tablo 11. EN 252 (1989)'ye göre test örneklerindeki çürüklük derecelendirme sistemi ...	72
Tablo 12. ΔE^* toplam renk değişim aralığı (Barcık vd., 2015).....	78
Tablo 13. Test ve kontrol örneklerinin retensiyon değerleri.....	82
Tablo 14. İklim Endeksi değerleri (Yıl)	83
Tablo 15. İklim Endeksi değerleri (Örnek toplanma zamanı).....	83
Tablo 16. Toprak Analizi Sonuçları	84
Tablo 17. Toprak analizine ilişkin sonuçlara ait BVA sonuçları	84
Tablo 18. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerlerine ait BVA sonuçları	86
Tablo 19. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri....	86
Tablo 20. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri	87
Tablo 21. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri	88
Tablo 22. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri ..	88
Tablo 23. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri ..	89
Tablo 24. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin görsel çürüklük değerlerine ait BVA sonuçları	89
Tablo 25. Trabzon'da yer alan farklı test örneklerinin görsel çürüklük değerleri	90
Tablo 26. Muğla'da yer alan farklı test örneklerinin görsel çürüklük değerleri	91
Tablo 27. Çanakkale'de yer alan farklı test örneklerinin görsel çürüklük değerleri.....	91
Tablo 28. Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin görsel çürüklük değerleri.....	92

Tablo 29. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerlerine ait BVA sonuçları.....	92
Tablo 30. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerleri	93
Tablo 31. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerleri	94
Tablo 32. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerleri.....	94
Tablo 33. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerler	95
Tablo 34. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerleri	96
Tablo 35. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin ağırlık kaybı değerlerine ait BVA sonuçları.....	96
Tablo 36. Trabzon’da yer alan farklı test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri	97
Tablo 37. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri	97
Tablo 38. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri.....	98
Tablo 39. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri.....	98
Tablo 40. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerlerine ait BVA sonuçları.....	99
Tablo 41. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri.....	100
Tablo 42. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri	100
Tablo 43. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri.....	101
Tablo 44. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri	102
Tablo 45. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri.....	102
Tablo 46. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin yoğunluk değerlerine ait BVA sonuçları.....	103
Tablo 47. Trabzon’da yer alan farklı test örneklerinin yoğunluk değerleri	103
Tablo 48. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin yoğunluk değerleri	104
Tablo 49. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin yoğunluk değerleri.....	104
Tablo 50. Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin yoğunluk değerleri	105
Tablo 51. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerlerine ait BVA sonuçları	105
Tablo 52. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerleri.....	106
Tablo 53. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerleri	107
Tablo 54. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci	108
Tablo 55. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerleri ..	108
Tablo 56. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerleri.....	109
Tablo 57. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin eğilme direnci değerlerine ait BVA sonuçları	109
Tablo 58. Trabzon’da yer alan farklı test örneklerinin eğilme direnci değerleri	110
Tablo 59. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin eğilme direnci değerleri	111

Tablo 60. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin eğilme direnci değerleri.....	111
Tablo 61. Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin eğilme direnci değerleri.....	112
Tablo 62. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerlerine ait BVA sonuçları.....	112
Tablo 63. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri	113
Tablo 64. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri..	114
Tablo 65. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri .	115
Tablo 66. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri	115
Tablo 67. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri	116
Tablo 68. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin elastikiyet odülü değerlerine ait BVA sonuçları	116
Tablo 69. Trabzon’da yer alan farklı test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri.....	117
Tablo 70. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri.....	118
Tablo 71. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri	118
Tablo 72. Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri.....	119
Tablo 73. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri	120
Tablo 74. Sarıçam test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri	120
Tablo 75. Ladin test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri	121
Tablo 76. Kayın test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri.....	122
Tablo 77. Kızılağaç test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri ...	122
Tablo 78. Kestane test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri	123
Tablo 79. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin toprak üzerinde kalan kısmının liflere paralel basınç direnç değerlerine ait BVA sonuçları.....	123
Tablo 80. Trabzon’da yer alan test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri	124
Tablo 81. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri	125
Tablo 82. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri	125
Tablo 83. Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri	126
Tablo 84. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerlerine ait BVA sonuçları	127
Tablo 85. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri	127

Tablo 86. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri	128
Tablo 87. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri	129
Tablo 88. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri	129
Tablo 89. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri	130
Tablo 90. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin toprak altında kalan kısmının liflere paralel basınç direnç değerlerine ait BVA sonuçları.....	130
Tablo 91. Trabzon’da yer alan farklı test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri	131
Tablo 92. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri	132
Tablo 93. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri	132
Tablo 94. Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri	133
Tablo 95. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerlerine ait BVA sonuçları	134
Tablo 96. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri.....	134
Tablo 97. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri.....	135
Tablo 98. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri	136
Tablo 99. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri.....	136
Tablo 100. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri	137
Tablo 101. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin renk (ΔE^*) değerlerine ait BVA sonuçları.....	137
Tablo 102. Trabzon’da yer alan farklı test örneklerinin renk (ΔE^*) değerleri.....	138
Tablo 103. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin renk (ΔE^*) değerleri	138
Tablo 104. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin renk (ΔE^*) değerleri	139
Tablo 105. Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin renk (ΔE^*) değerleri.....	140
Tablo 106. Kızılağaç Görsel Çürüklük Karşılaştırması (Moya ve Berrocal, 2015).....	161
Tablo 107. Çalışmadaki odun örneklerinin açık alan testleri sonrası renk değişimleri (Barcik vd., 2015)	297

SEMBOLLER DİZİNİ

ACC:	Asit/Bakır/Krom
ACA:	Amonyak/Bakır/Arsenik
CCA:	Bakır/Krom/Arsenik
CCB:	Bakır/Krom/Bor
ACQ:	Amonyaklı Bakır Kuat
CBA:	Bakır Azol
OH:	Hidroksil Grubu
UV:	Ultraviyole Işını
LDN:	Lif Doygunluk Noktası
MDF:	Medium Density Fiberboard
MGM:	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
OGM:	Orman Genel Müdürlüğü
Çscd1-1:	Cd çağında 1 kapalı sarıçam meşçeresi
LKnKzcd2-1:	Cd çağında 2 kapalı ladin, kayın, kızılğaç karışık meşçeresi
KnKscd1:	Cd çağında 1 kapalı kayın, kestane karışık meşçeresi
EC:	Toprağın Elektriksel İletkenliği
X:	Ortalama
S:	Standart Sapma
BVA:	Basit Varyans Analizi
LPBD:	Liflere Paralel Basınç Direnci

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanoğlu var olduğu ilk günden ve o günün ilkel koşullarından teknolojinin hızla geliştiği günümüz koşullarına kadar her ihtiyaç duyduğunda yüzünü doğaya dönüp oduna yönelmiş, tercihini doğal olandan yana kullanmıştır. Bir başka deyişe odunun üstün özelliklerinin fark edilmesi fazla uzun sürmemiş ahşap kullanma bilinci, endüstrinin de gelişmesiyle birlikte yeni bir boyut ve esneklik kazanmıştır. Gerçekten de odun, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen en değerli hammaddelerden biridir. Diğer yapı malzemelerinden daha kompleks bir yapıya sahip olup tüketicisine sağlıklı bir şekilde hizmet eden eşsiz bir biyolojik polimerdir (Tsoumis, 1991). Beton, çelik ve plastik gibi alternatiflerine göre önemli üstünlüklere sahiptir. Kullanım gamı oldukça geniştir, onarımı ve değişimi kolaydır. Montaj, birleştirilebilme ve çivilenebilme kabiliyeti yüksektir. Yoğunluğu dikkate alındığında diğer yapı malzemelerine nazaran yüksek direnç özelliklerine sahiptir. Isı, ses ve elektrik yalıtımı oldukça iyidir. Nefes alan yapısı, sıcak tasarımlara izin veren estetik görünümü, doğada geri dönüşümü mümkün olan çevreci yapısıyla enerji dostudur (Y. Bozkurt ve Göker, 1987). Ancak diğer malzemeler gibi odunun da mahzurlu tarafları bulunmaktadır. Masif malzeme, bünyesindeki rutubet ile mevcut bulunduğu ortamdaki nem arasında sürekli denge kurmak zorunda olduğundan biçim ve boyutsal olarak stabil kalamamaktadır (Archer ve Cui, 1997; Nicholas, 1982). Odun, organik bir lignoselülozik malzeme olduğundan her daim çeşitli tahripçi etmenlerin tehdidi altındadır. Ahşap malzeme, bilhassa dış ortam şartlarında kullanıldığında böcek ve mantar gibi zararlılar tarafından kısa sürede tahribata uğramaktadır. Bu tahribatlar biyotik ve abiyotik olarak tanımlanmaktadır (Williams, 1999). Çürüklük mantarları, küf mantarları, böcekler, bakteriler biyotik tahrip yapan zararlılar olarak tanımlanırken; su, nem, yangın, kuvvetli asitler ve bazlar, UV ışınları abiyotik tahribat yapmaktadırlar (Feist, 1984; Williams, 2005; Schmidt, 2006; Rahman ve Chattopadhyay, 2007; Zabel ve Morrell, 2012). Bu yüzden gelenekten geleceğe odun gerek farklı doğal ekstraktlar gerekse kimyasal formülasyonlarla farklı teknikler altında emprenye edilerek kullanılmıştır ve kullanılmaya devam etmektedir. Teknolojinin gelişmesi, sanayinin büyümesi ve artan emprenye bilinciyle yeni teknikler ve yeni kimyasallarla daha modern boyutlarda emprenye işlemi yapılmaktadır. Ahşap, ilk aşamada diğer yapı malzemelerine

oranla çok daha ekonomik gözükse de iklim ve kullanım koşullarına uygun ağaç seçiminin yapılmayışı ve ham maddenin bir takım koruyucu kimyasallar ile muamele edilmeyişi gibi sebeplerden ötürü çok çabuk bozunabilmekte ve ekonomiye büyük kayıplar verebilmektedir.

Bu kayıpları bertaraf etmek ve kullanım süresini daha da uzatmak için odunun, emprenye edilerek kullanılması gerekmektedir (Rowell, 1987). Zira günümüzde yapılan araştırmaların büyük çoğunluğu, yeni hammaddeler bulma yanında, özellikle mevcut hammaddeleri en ekonomik şekilde kullanabilme gayretlerine yöneliktir. Gelişen teknolojinin hammadde kaynaklarını büyük bir hızla tükettiği çağımızda hammaddeyi tasarrufla kullanmak kaçınılmaz bir zorunluluktur (Yıldız, 2000). Bu bağlamda ülkemizde görülen 4 farklı iklim tipinin -Karadeniz iklimi, Akdeniz iklimi, Karasal iklim ve Karma iklim- odun hammaddesinin degradasyonunda ne ölçüde etkili olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Bu bilgi; iklim tipine göre dayanıklı odun hammaddesinin seçiminde, uygulanacak emprenye yönteminin belirlenmesinde, kullanılacak kimyasalın ve retensiyon miktarının tespitinde önemli rol oynayacaktır. Ayrıca iklim yapısı göz önünde bulundurularak çok düşük konsantrasyonlar ile korunabilen hatta hiç emprenye edilmeden yüksek dayanım gösterebilen odun türleri, kendilerine çok daha isabetli kullanım yerleri bulabilecektir. Zira deniz taşıtlarının özel şekil verilmesi gereken kısımlarında, iskele direkleri gibi emprenyesi veya emprenye sonrası bakımı güç olan yerlerde, gıda maddesi veya içecek saklanması gereken ahşap fiçilerde, özel doğal görünüm gerektiren mimari tasarımlarda doğal dayanımı yüksek olan türlerin hala kullanılmakta olduğu pek çok zaruri durum söz konusudur. Dolayısıyla kullanım yerine özgü bir koruma yaklaşımı gereksiz emprenye maddesi tüketiminin önüne geçecek, zaman, para, işgücü kaybına mani olacak, çevre kirliliğini azaltacaktır. Ayrıca, emprenye madde ya da yöntemlerini seçerken kendi ülkemize özgü coğrafya, iklim, toprak, odun türü vb. özellikleri göz ardı etmemek gerekmektedir. Çünkü sadece Avrupa ve ABD normlarına göre bir koruma metodu anlayışıyla ilerlemek, uygulamada önemli bazı nüansların kaçırılmasına sebep olabilmektedir. Bu tez çalışması; ülkemiz ekolojisinde yetişen ağaç türlerinden elde edilen odunların doğal performansını ortaya koymak açısından önem arz etmektedir. Bölge ve iklim tipinin odun hammaddesi üzerindeki olumlu/olumsuz etkilerini bilmek ve koruma yöntemlerini bu bilimsel gerçeklere dayandırarak uygulamak, gerekmiyorsa da hiçbir koruma metodu uygulamamak çok daha verimli ve bir yaklaşım olacaktır. Ülkenin ekolojik gerçeklerinin odun hammaddesi üzerindeki iz düşümünü daha net bir şekilde yansıtacak olan

bu çalışmanın mevcut bilgilerin güncellenmesine katkı sağlayacağı, bilimsel literatüre geniş bir veri tabanı oluşturacağı düşünülmektedir.

Çalışmada Trabzon ve çevresinde doğal olarak yetişen kayın, kızılğaç, kestane, ladin ve sarıçam ağaç türlerinden elde edilen diri odun, öz odun ve emprenyeli diri odun test örnekleri; ülkemizdeki karadeniz, akdeniz, karasal ve karma iklim tiplerini temsil eden Trabzon, Muğla, Elazığ ve Çanakkale illerinde, üç yıllık süre zarfında EN 252 (1989) standardına göre muamele edilmiş, toprakla temas halindeki dayanımları;

- Görsel çürüklük
- Ağırlık kaybı
- Renk ve parlaklık durumu
- Eğilme direnci ve elastikiyet modülü
- Liflere paralel basınç direnci
- Anatomik değişim yönlerinden araştırılmıştır.

1.2. Odunun Yapısı ve Bozunma Mekanizması

Odun hammaddesi, yapısında selüloz, hemiselüloz, lignin, ekstraktif maddeler ve bir miktar kül ihtiva eden polimerik bir bileşiktir (Rowell, 1990). Odunun yapısında takribi %50 selüloz, %20-35 hemiselüloz, %16-33 lignin bulunmaktadır (Hafizoğlu, 1987). Odun içerisinde selüloz diziliminin lifler yönünde yer alması odun koruma alanında çok büyük bir önem taşımaktadır. Çünkü bu dizilim odun-su ilişkilerini önemli ölçüde etkilemektedir. Selüloz molekülü çok sayıda glukoz anhidritlerden oluşmaktadır. Bir selüloz molekülünün yapısında yaklaşık 10.000 civarında glukoz anhidrit birimi vardır. Her glukoz anhidrit biriminde üç adet, serbest halde bulunan OH⁻ serbest hidrolik grupları mevcuttur. Bu birimler son derece higroskopik olup suyu kendine bünyesine bağlama yeteneğine haizdir. Selüloz molekülleri, düzenli ve düzensiz olarak peşi sıra dizilim gösteren bölümlerden oluşur. Selüloz moleküllerinin tek yönlü ve birbirine sıkıca bağlandığı kısımlar kristal kısım olarak adlandırılmaktadır. Kristal kısımlardaki düzensizlikler bir araya gelerek amorf bir yapı oluşturur (Berkel, 1970; Örs, 1986). Öte yandan odun hücre çeperinin tüm katmanları ve bileşenleri hala tam anlamıyla çözilememiş olmakla birlikte odunun primer çeperi ve orta lameli lignin, selüloz ve hemiselülozdan meydana gelmektedir. Sekonder çeper kendi içinde üç katmana ayrılmakta ve primer çepere en yakın olan S₁ tabakasının yarısını lignin oluşturmaktadır. Diğer yarısı ise hemiselüloz ve selülozdur. Bu kısımları oluşturan fibril

açıları odunun dayanımında önemli yere sahiptirler. S₁ tabakasının fibril açısı yaklaşık %50-70°'dir. S₂ tabakası hücrede en geniş tabakadır ve en fazla selüloz bu tabakada bulunur. Bu tabakada fibril açısı %10-30°'dir. S₃ tabakası ise en ince tabaka olup açısı %50-90°'dir (Hafızoğlu, 1982).

Odun, bünyesine su aldığı anda alınan su boşluklardan geçerek kristal ve amorf kısımlardaki serbest hidroksil gruplarını (OH⁻) etkileyerek mikrofibriller arasındaki boşlukları genişletirler. Bu genişleme sonucu odunda şişme meydana gelir (Berkel, 1970). Bununla birlikte hücrede su tutulmasından asıl sorumlu hemiselülozlardır. Birçok su iticilik çalışmasında hemiselülozların modifiye edilmesi temel alınmaktadır. Ancak lignin ve selüloz da bu su tutunmasında aktif rol oynamaktadır. Odun bünyesine alınan bu su hücre çeperi doymuş hale gelinceye kadar sürer ve bu süre zarfında odunda genişleme görülür. Çeper doymuş hale geldikten sonra su alımı devam eder ancak herhangi bir genişleme olmaz. Çünkü su artık hücre boşluklarında yerini alır. Hücre boşluklarındaki su odunun boyutunu değiştirmez. Odun çeperinden su kaybı olduğu müddetçe de odunda daralma meydana gelmektedir (Rowell vd., 1988)

Odunun su alıp vererek yapısal anlamda bozunmasının yanı sıra çeşitli enzimler tarafından kimyasal olarak bozunması da çok önem arz etmektedir. Hücre çeperini oluşturan karbonhidrat polimerlerinin organizmalar tarafından enzimler aracılığı ile hidrolize edilerek başta hemiselüloz olmak üzere tüm bileşenlerin sindirilmesi, odunun biyolojik olarak bozundurulması olarak tanımlanabilmektedir. Odunun direncinden selüloz sorumludur ve selülozun uğradığı her türlü oksidasyon, dehidrasyon ve hidroliz reaksiyonlarında odunun direnci azalır. Odunun çeşitli kullanım yerinde asit ve bazlarla etkileşimi sonucu benzer kayıplar ortaya çıkmaktadır. Özellikle dış ortam koşullarına bırakılan veya dış ortam koşullarında hizmet veren ahşap malzeme UV ışınlarının zararlı etkilerine maruz kalarak fotokimyasal bozunmaya uğramaktadır. Başta odunda basit bir renk değişimi gibi ortaya çıkan bu bozunma tipi ilerleyen dönemlerde odunda daha fazla yıkımlanmalara sebebiyet verebilmektedirler. Şöyle ki bu bozunma tipi lignin bileşeninde gerçekleşen bir bozunmadır. Lignin selüloz liflerini bir arada tutan onları yapıştıran dolayısıyla odunun dayanımına endirekt katkıda bulunan bir bileşendir. Lignince fakirleşen odunda selüloz molekülleri tutunamayarak yağmur başta olmak üzere çeşitli etmenlerle odundan uzaklaşır ve odun yeni lignin bileşenlerinin tekrar bozunmasına yol açar. Bu durum böyle devam ederek odunda ciddi ağırlık kayıpları ve direnç zafiyeti ortaya çıkarır (Rowell vd., 1988; Kırıcı, 2009).

1.3. Odunun Doğal Dayanımı

Ahşap malzemenin kullanım yerinde maksimum süre ile hizmet vermesi üretici ve nihai kullanıcı için şiddetle istenen bir özelliktir (Amusant vd., 2014). Bu durum ise iki şekilde olmaktadır. Ya doğal dayanımı yüksek olan İroko, Sapelli, Ayous, Wenge, Oküme gibi odun türleri kullanılmalı ya da odun hammaddesi kullanım yerine ve şartlarına göre emprenye edilerek kullanılmalıdır. Günümüzde dünyada doğal dayanımı yüksek odun kullanımından emprenyeli ağaç malzeme kullanımına doğru bir geçiş vardır. Çünkü doğal dayanımı yüksek olan türler hem yavaş büyümektedirler hem yetiştigi coğrafya odunu işleyen gelişmiş ülkelere uzaktır hem de pahalı türlerdir. Bunların yerine çok daha hızlı büyüyen okalıptüs ve çam türleri emprenye edildiğinde emprenyesiz hallerine oranla çok daha fazla hizmet ömrüne sahip olmaktadır. Ancak her ne kadar hızlı büyüyen türlerin emprenye edilip kullanılması avantajlı olsa da doğal dayanımı yüksek türlerin hala vazgeçilmez kullanım yerleri mevcuttur. Örneğin;

- Deniz taşıtlarının yapımında özel şekil verilmesi gereken kısımlarda,
- İskele direkleri gibi emprenyesi veya emprenye sonrası bakımı güç olan kısımlarda,
- Gıda maddesi veya içecek saklanması gereken ahşap fiçilerde,
- Özel doğal görünüm gerektiren mimari tasarımlarda kullanılan kısımlarda ağaç malzeme emprenye edilmeyip doğal dayanımı yüksek olan türler kullanılabilmektedir (Sivrikaya, 2008; Findlay, 2013).

1.3.1. Odunun Doğal Dayanımına Göre Sınıflandırılması

Geçmişten günümüze değin odunun dayanım sınıflarını belirlemek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Anonymous, 1972; Berkel, 1970; Fortin ve Poliquin, 1976; Ofori, 1985; Selik, 1988; Sivrikaya, 2008; Findlay, 2013). Bu çalışmalarda öz odun baz alınmıştır. Bunun sebebi olarak diri odunun her zaman çürümeye karşı daha duyarlı oluşu gösterilmiştir. (Berkel, 1972) odun türlerini dayanma süreleri açısından, çok dayanıklı, orta derece dayanıklı ve az dayanıklı olarak sınıflandırmıştır. Panshin ve De Zeeuw (1980), Amerika Birleşik Devletleri'nin mevcut odun türlerini çok dayanıklı, orta derece dayanıklı ve dayanıksız olarak sınıflandırmıştır (Sivrikaya, 2003). Findlay (2013), odun türlerini çok dayanıklı, dayanıklı, orta derece dayanıklı, az dayanıklı ve dayanıksız şeklinde olmak üzere beş sınıfta toplamıştır. Selik (1988), mantar çürüklük test sonuçlarına göre yüksek dayanıklı,

orta dayanıklı ve az dayanıklı şeklinde sınıflamıştır. (ASTM-D-2017, 1994) birtakım testlerden sonra odundaki ağırlık kaybına göre dayanım sınıflarını oluşturmuştur. Literatürde sıklıkla rastlanan ve (Findlay, 2013), tarafından ortaya konulan dayanım sınıfları şu şekilde açıklanmaktadır:

1.3.1.1. Çok Dayanıklı

İskele direkleri, tel direkler, ahşap oyun parkı elemanları, ahşap peyzaj elemanları, çit direkleri, traversler gibi sürekli tehlike sınıfı 4 olarak bilinen toprak ile temasta ve tehlike sınıfı 5 olarak bilinen su ile temasta kullanılan ağaç malzemelerin dâhil olduğu sınıftır. Genelde tropikal menşeli ağaçlar bu gruptadır. Doğal dayanımları 25 yıl ve daha fazladır.

1.3.1.2. Dayanıklı

Toprakla temas etmeyen yerlerde ancak dış hava şartlarına maruz kalan yerlerde kullanılan ağaç malzemelerdir. Pencere ve kapı doğramaları, su basman seviyesi üzerindeki her türlü ahşap aksam, çeşitli amaçlarla kullanılan fiçilerin yapımında uygundur. Örnek olarak; sedir, ardıç, meşe, porsuk ve kestane gibi türler verilebilir. Doğal dayanım müddetleri 15 ila 20 yıl arasındadır.

1.3.1.3. Orta Derece Dayanıklı

Bu gruba giren odun türleri eğer toprakla temas edecekse emprenyeli olarak kullanılmalıdır. Binaların dış cephelerinde kullanılan odun türleri bu gruba dâhildir. Ceviz ve servi ağaç odunları örnek olarak verilebilir. Doğal dayanım müddetleri 10 ila 15 yıl arasındadır.

1.3.1.4. Az Dayanıklı

İç mekân mobilyalarında kullanılan odun türleri sayılabilir. Ancak ahşap malzemenin nem alma riski mevcutsa kesinlikle emprenye edilmeden kullanılmamalıdır. Çam, göknar, ladin örnek olarak verilebilecek ağaçlardır. Doğal dayanım müddetleri 5 ila 10 yıl arasındadır.

1.3.1.5. Dayanıksız

Bu gruba giren ağaç türlerinin odunları mümkünse yapı işlerinden ziyade küçük el aletleri, kalem, kibrit, kaplama ve aksesuar yapımında kullanılabilir. Ancak müessir bir emprenye işleminden sonra yapı işlerinde kullanılabilirler. Kayın, gürgen, akçaağaç, kavak, söğüt, kızıl ağaç gibi ağaç odunları örnek verilebilir. Doğal dayanım müddetleri 5 yılın altındadır.

1.3.2. Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler

Bir odun türünün doğal dayanım değerleri kendi türü içerisinde bile farklılıklar arz edebilir. Şöyle ki, bir ladin odununun doğal dayanımı başka bir ladin odunundan doğal dayanımından daha iyi olabileceği gibi daha kötü de olabilir. Buna sebep, yetiştirme yeri özellikleri, odunun ekstraktif maddelerce zenginliği, odunun yoğunluğu, diri odun öz odun oranları ve diğer etmenler olabilir.

1.3.2.1. Yetiştirme Yeri Özellikleri

Ülkemiz bulunduğu coğrafi konumu ve topoğrafik yapıları sebebiyle değişik iklim özellikleri ve çok farklı karakterde yetiştirme ortamlarına sahiptir. Yetiştirme ortamlarındaki ağaçlar büyümeleri esnasında bazı faktörlerin etkisiyle farklı odun özellikleri göstermektedirler. Toprak yapısı, yükseklik, bakı, iklim odun özelliklerini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Bozlar (2016), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odununun bakı, yükselti ve toprak özelliklerini anatomik özelliklerle kıyaslamış ve araştırma sonucunda yükselti ile 1 mm'deki trahe sayısı ve mültiseri özışını yüksekliği olumlu yönde düşük seviyede ilişki gösterirken; 1 mm'deki mültiseri özışını sayısı, trahe teğet çapı, lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı olumsuz yönde ilişki göstermiştir. Bakı ile yalnızca trahe teğet çapı olumlu yönde çok düşük seviyede ilişki göstermiştir. Buna ilaveten toprak özellikleri ve anatomik özellikler arasında dikkate değer ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme yeri özellikleri olan bakı, yükselti ve toprak yapısı gibi etmenlerinde yanında bir diğer etmende de ağaçların büyümeleri esnasında gerçekleştirilen silvikültürel uygulamalardır. Bu uygulamalardaki asıl gaye, sağlıklı ve verimli meşcerelerin oluşturulmasıdır. Birim alandan en fazla emval almanın yanında, kullanım yeri isteklerinin de önemli olduğu ve göz önüne alınması da son derece gereklidir. Silvikültürel çalışmalardan olan aralama çalışmaları ile

odun özellikleri iyileştirilebilmektedir. Bir başka ifadeyle silvikültürel çalışmalarla yöredeki odunların hangi endüstride kullanılacağı da belirlenmiş olmaktadır. Dolayısıyla bir ağaç türünde doğal dayanıklılık fazla isteniyorsa yapılacak olan ormancılık faaliyetleriyle bu işlem sağlanabilir (Ona vd., 1997; Güller vd., 2010; Bozlar, 2016).

1.3.2.2. Ekstraktif Madde

Odunun ekstraktif maddelerce zengin olması, onun toksik etkili ve zararlılara karşı dayanıklı olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ancak bu ilişki zaman zaman zayıf etki gösterebilmektedir. Örneğin *Larix* odununda çok fazla miktarda ekstraktif madde salgılanır ancak bu ekstraktif maddenin odunu tam anlamıyla koruduğu söylenemez. Ayrıca öz odun ve diri odun muhteviyatı da etkilidir. Nitekim öz odunu fazla olan türler daha fazla ekstraktif madde içerdiğinden daha dayanıklı olabilmektedirler. Ancak burada göz ardı edilmemesi gereken husus şudur ki odunun hangi tehlike sınıfında kullanılacağı çok önem arz etmektedir (Taylor vd., 2002).

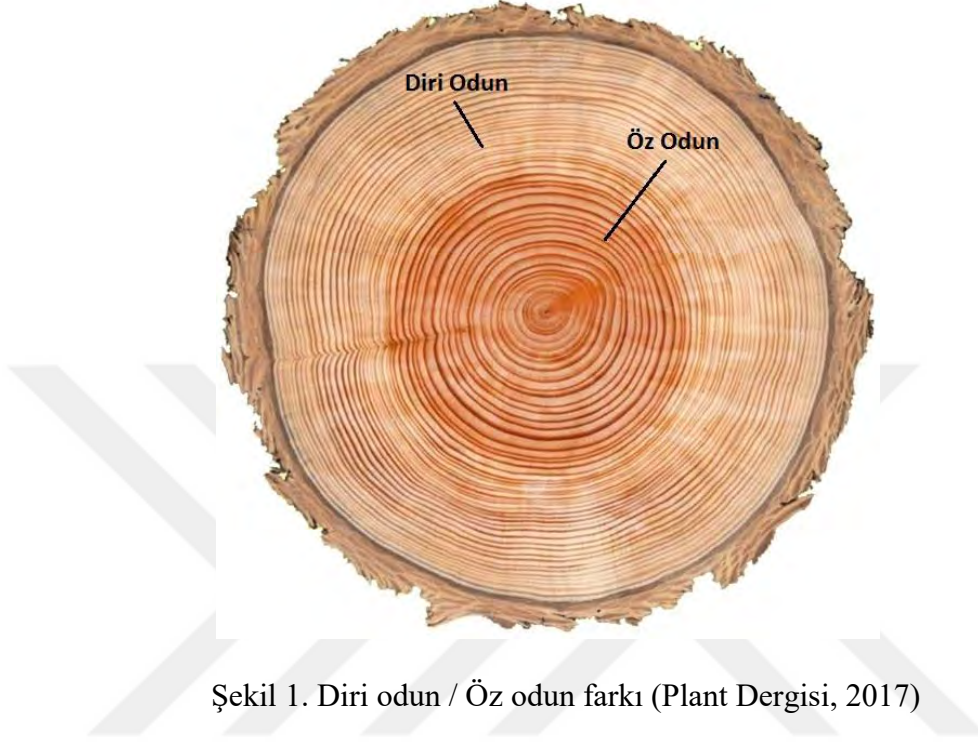
1.3.2.3. Yoğunluk

Odun kalitesi üzerine yapılan çalışmalar göstermektedir ki odunun yoğunluğunu arttıkça dayanımı da artmaktadır. Ancak bazı yapraklı ağaç odunlarının yoğunluğu fazla olmasına karşın düşük doğal dayanıma sahiptirler. Bazı iğne yapraklı ağaçlar da düşük yoğunluğa sahip olup yüksek doğal dayanıma sahiptirler. Düşük yoğunluğa sahip olup yüksek doğal dayanım gösteren türler için yüksek toksisiteye sahip odunlar denebilir. Dolayısıyla yoğunlukla doğal dayanıklılık arasında direkt olarak kuvvetli bir bağ kurmak güçtür (Sivrikaya, 2008).

1.3.2.4. Diri Odun ve Öz Odun

Birçok odunda enine kesit alındığında kesitin merkez orta kısmı koyu renkli çevre kısmı ise nispeten daha açık renkli olmaktadır. Orta bölümdeki koyu tonlu kısma öz odun çevredeki açık renkli kısma diri odun denmektedir (Şekil 1). Ancak bazı türlerde renk farklılığı yok denecek kadar olmakta bazı türlerde bu farklılık ilerleyen yaşlarda oluşmaktadır. Bazı odunlarda diri odun enine kesitin geniş bir alanını kaplarken bazı

odunlarda ise öz odun enine kesitin çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Bozkurt vd., 2000).



Şekil 1. Diri odun / Öz odun farkı (Plant Dergisi, 2017)

Diri odunlar öz odunlara göre çürümeye karşı daha hassastırlar. Bunun sebebi diri odunlar, ekstraktif maddelerce fakir olup, paranzim hücrelerindeki depo maddelerince zengindirler. Bu depo maddeleri de mantar ve böceği çeker ve bozunma mekanizması başlar. Aynı ağaç türündeki diri odun, öz odunla mukayese edildiğinde öz odunu diri oduna göre daha dayanıklı olmaktadır. Buna sebep olarak öz odunun düşük nem içeriği, ekstraktif maddelerin varlığı ve hücrelerin bu maddelerle tıkalı olması, dolayısıyla mantarın ihtiyacı olan su ve hava dengesinin bozulması gibi nedenler gösterilebilir. Ancak her ne kadar öz odun diri odundan daha az rutubet içerse de bu oran mantar çürüklüğüne mani olacak kadar olmamaktadır. Öz oduna doğal dayanımını veren birtakım yağlar, tanenler, mumlar, polifenoller, zamklar, uçucu ve aromatik bileşenler bulunmaktadır (Koch, 1972). Ayrıca öz odunun kendi içinde de dayanıklı ve az dayanıklı olduğu kısımlar vardır. Aşağıdan yukarıya gidildikçe ve aynı zamanda dış çevre özden merkez öze doğru ilerledikçe uçucu yağ, tanen ve fenolik maddeler gibi ekstraktif içerikler azalır (Taylor vd., 2002; Sivrikaya, 2003; Arango vd., 2006; Sivrikaya, 2008; Ross, 2010; Kirker vd., 2013; Kadir vd., 2014).

Öz odun ölü hücrelerden diri odun ise canlı hücrelerden oluşmaktadır. Şöyle ki canlı hücrelerden oluşan diri odun özümleme ve solunum gibi ağacın hayati fonksiyonlarını yerine getirirler. Çevreden öze gidildikçe bu fonksiyonlar azalır. Canlı diri odun hücreleri ölmeye başlar. Solunum, fotosentez, sindirim gibi canlılık faaliyetlerini yürüten sitoplazma içindeki besinler azalır ve hücreler kimyevi anlamda başkalaşır. Merkez çekirdek bozulur ve akabinde tamamen ortadan kalkar. Böylelikle odunun merkezindeki tüm hücreler ölür, öz odunu oluşumu başlar ve ağacın hayatı boyunca oluşmaya da devam eder (Frey-Wyssling vd., 1963).

1.3.2.5. Diğer Faktörler

1.3.2.5.1. Lignifikasyon

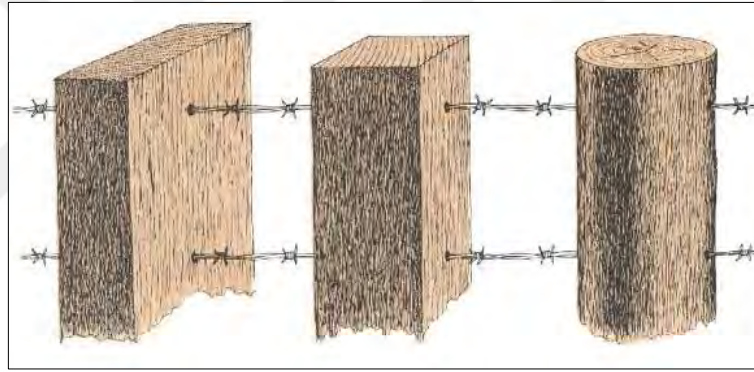
Odunu oluşturan bileşenler arasında lignin, tahribi zor bir bileşen olarak bilinir. Odunun dirençli olduğu kısımlarda görülen çürüklükler analiz edildiğinde yüksek oranda lignin tespit edilmiştir. Bu da mantarlar ve bakterilerin neden olduğu çürüklükler üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde ahşap malzemede bulunan selülozun kristalit yapıları, diğer bileşenlere nazaran daha fazla olduğundan bakteri ve mantar tahribatında selüloz, oduna daha fazla direnç sağlar. Düşük azot muhteviyatı, odunu dayanıklılığını artırır. Dolayısıyla gübreleme işlemlerinde sağlanan yüksek azot içeriği odunun doğal dayanımını azaltıcı etki yapar. Bununla birlikte rutubet içeriği lif doygunluk noktasının üzerinde olan, çok fazla rutubete maruz kalan odunlar degradasyona ve çürümeye meyillidirler(Scheffer, 1966; Sherffer, 1971; Sivrikaya, 2008; Zabel ve Morrell, 2012).

1.3.2.5.2. Büyüme Karakteristikleri

Vejetasyon döneminde yaprak ve ibreler yoğun karbonhidrat bileşikleri muhtveva ettiğinden dolayı söz konusu evrede ağaç mantar zararlılarına karşı daha hassas hale gelmektedir. Bu sebepten ötürü büyümenin durduğu ve ağacın kendini daha ekonomik olarak idame ettirdiği kış döneminde yapılan kesimler odun hammaddesini, mantarlara karşı daha dayanıklı kılmaktadır. Ayrıca mantarın zarar yapabilmesi için ihtiyaç duyulan suyun kış mevsiminde, odun bünyesinde daha az bulunuşu kış kesiminin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmalarla kış dönemlerinde yapılan odun üretiminde renklenme ve çürüme riskinin daha az olduğu kesin olarak kanıtlanmıştır (Yıldız, 2000).

1.3.2.5.3. Ağaç Malzemenin Şekli

Ağaç malzemenin hizmet esnasındaki şekli dayanım özellikleri açısından oldukça önemlidir. Şekli dışındaki tüm değişkenler sabit tutulduğunda ağaç malzemenin en çok dayanım gösteren biçiminin yuvarlak haldeki odun örneği olduğu tespit edilmiştir. Kare formunda hizmet veren odun yuvarlak formdaki odundan daha düşük, dikdörtgen formundaki odundan daha yüksek bir dayanım göstermektedir (Şekil 2). Ancak pratikte, diğer değişkenlerin de devreye girmesiyle bu durumu gözlemlemek pek mümkün olmamaktadır. Ancak çit, çardak, pergola, park elemanları, ahşap kazıklar gibi uzun süre dayanım göstermesi istenen uygulamalarda yuvarlak odun ya da kare kesitli odunların tercih edilmesi daha uygun olacaktır (Yıldız, 2000).



Şekil 2. Ağaç malzeme şekli (Yıldız, 2000)

1.3.2.5.4. Kullanım Yeri/Çevre Şartları

Odun hammaddesi ılıman iklim diye adlandırılan sıcak ve nemli yerlerde, serin ve kuru yerlere göre daha kısa sürede çürümeye başlar. Kuru iklimlerde çok daha uzun süre dayanmaktadır. Nemli iklimler mantar faaliyeti için gerekli rutubet ve sıcaklık değerlerine sahip olduğundan mantar çürüklüğü kaçınılmazdır. Çünkü mantarlar lif doygunluk noktası (LDN) denilen %20-35 altındaki rutubet derecelerinde oduna arız olmamaktadırlar. Ancak odunun LDN'den bir miktar düşük olması arzu edilen durumdur. LDN'nin üzerindeki rutubet değerleri ve 25-30 °C sıcaklıkla birlikte mantar çürüklüğü için en uygun ortam oluşmaktadır. Bununla birlikte şayet ağaç malzeme deniz suyu içerisindeyse mantarların hayati fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gereken hava ortamda bulunmadığından çok

daha uzun dayanım süreleri görülebilmektedir. Hayvansal zararlıların bulunmaması halinde su içerisindeki dayanım süreleri ağaç türleri bazında aşağıdaki gibi gruplara gruplandırılmaktadır (Yıldız, 2000).

- Çok Dayanıklı Ağaçlar (500 yıldan fazla): Karaağaç, meşe, kayın kestane, melez, gürgen, akasya, kızılbaş, çam.
- Orta Derece Dayanıklı Ağaçlar (50-100 yıl): Ladin, göknar.
- Az Dayanıklı Ağaçlar (20 yıldan az): Akçaağaç, ıhlamur, kavak, huş dişbudak, atkestanesi, söğüt (Yıldız, 2000)

Toprakla temas eden ahşap malzemede özellikle toprak yüzeyine yakın olan kısımlarda kısa süre içerisinde mantar tahribatı görülür. Buradaki tahribat odunun diğer kısımlarına göre daha şiddetli olmaktadır. Çünkü toprak yüzeyine yakın kısımlarda sıcaklık ve nem gibi etmenler devamlı olarak değiştiği için toprak yüzeyine yakın kısımlar daha kolay tahrip edilmektedir. Topraktaki mikroorganizmaların, odundaki besin elemanlarının ve havanın toprak yüzeyine yakın yerlerde buluşması mantar çürüklüğünün oluşması için optimum ortamı yaratmaktadır. Özellikle toprakla temas eden yerlerde empenye edilmeden kullanılan doğal haldeki ağaç malzemelerde dayanım süresi kısıtlı olmaktadır.

Emprenye edilmemiş demiryolu traverslerinin dayanma süresi

- Çam 7-5 yıl
- Meşe 4-8 yıl
- Kayın 2,5-3 yıl olurken;

Tel direklerin doğal halde dayanama süreleri ise aşağıda olduğu gibidir.

- Ladin..... 3- 4 yıl
- Çam 4-8 yıl
- Melez 9 yıl
- Göknar 3-4 yıl
- Meşe 6-7 yıl
- Kestane 10 yıl (Yıldız, 2000).

1.4. Odunun Korumada Tehlike Sınıfları

Doğal kaynakların akıllıca kullanımına ilişkin dünya üzerinde artan gereksinim ve uluslararası ticaret anlaşmalarıyla desteklenen serbest ticaret ortamı odun koruma standartlarına duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Böyle standartların geliştirilmesi için

kullanım yeri tehlike sınıfları, iklim bölgeleri, zarar yapan etmenler, ağaç türlerinin doğal dayanımı, istenen kullanım süresi gibi etmenlerin dünya ölçeğinde ayrı ayrı sınıflandırılması gerekmektedir (Tablo 1). Odun kullanım yerine göre beş farklı tehlike sınıfına ayrılmıştır (EN 335, 1992). Tüm tehlike sınıflarında odun mikroorganizmalar, mantarlar, bakteriler ve hayvanlar tarafından yıkımlandırılabilirler.

Tablo 1. EN 335 (1992) Standardına Göre Ahşap Malzeme Tehlike Sınıfları

Tehlike Sınıfı	Tanımlama	Kullanım Alanı	Kullanım Yeri Örneği
1	Böcek Tehlikesi (Odun Rutubeti $\leq$ %20)	Suyla temas etmeyen iç kullanımlar	Mobilya, Çatı kerestesi
2	Böcek Tehlikesi ve Düşük Mantar Tehlikesi (Odun Rutubeti Ara Sıra $>$ %20)	Su basman seviyesi üzerinde suyla temas riski yüksek korunmuş kısımlar	Yapı keresteleri, korunmuş pencere denizlikleri
3	Böcek ve Mantar Tehlikesi (Odun Rutubeti Sık Sık $>$ %20)	Su basman seviyesi üzerinde suyla aralıklı temas korunmasız kısımlar	Veranda, dış cephe kaplamaları, ahşap doğramalar
4	Böcek ve Mantar Tehlikesi (Odun Rutubeti Sürekli $>$ %20)	Toprakla veya suyla devamlı temas halinde	Travers, tel direk, çit, kazık, peyzaj elemanları
5	Deniz Zararlısı Tehlikesi (Odun Rutubeti Su İçinde Sürekli $>$ %20)	Deniz suyu içerisinde	İskele kazıkları, gemi güverte elemanları

Odun dış ortam koşullarında genellikle toprakla temas eden yerlerde kullanılmaktadır. Bu kullanımlarda odunun hizmet ömrünün bilinmesi ya da tahmin edilebilmesi (EN 252, 1989; GB/T, 1992; ASTM, 2006), ormancılık, mimari, tasarım, peyzaj mimarlığı, şehir bölge planlaması gibi disiplinler açısından son derece önemlidir. Dış ortam koşullarındaki odun ömrünün öngörüsü için laboratuvar şartlarında toprakla temas testleri yapılmaktadır (Edlund ve Nilsson, 1998; ENV-807, 2001; CEN-TS-15083-2, 2005). Ancak mantar çürüklüğü, böcek ve termit zararı için daha gerçekçi sonuç ve yaklaşımlar açısından özellikle son yıllarda dış ortam koşullarında bilfiil ahşap örneklerin toprağa çakılması suretiyle açık alan denemeleri yapılmaktadır (EN 252, 1989; GB/T, 1992; AWP-E7-93, 1993; Stephan vd., 2000; ASTM, 2006; Cookson, 2012; Magalhães vd., 2012; Meyer vd.,

2014; Brischke vd., 2014; Palanti vd., 2011; Venäläinen vd., 2014). Topraktaki mikroorganizmalar, iklimsel olaylar, mikro ve makro flora, çeşitli hayvansal zararlılar, UV ışınları gibi etmenlerin odunun doğal dayanımına etkileri büyüktür (Rahman ve Chattopadhyay, 2007).

Açık alan kazık testleri, odun türlerinin hizmet ömrünün tahminlerini formüle etmenin pratik ve güvenilir bir yoludur (Larsson-Brelid vd., 2011). Açık alan denemeleri, toprakla temas halindeki ahşap yapı elemanlarının doğal dayanımını ortaya koymaları açısından bir nevi çürüklüğe dayanım simülasyonu gibi değerlendirilmektedir (EN 335, 1992; Marquez vd., 2008; Lebow ve Clausen, 2009; Mattos vd., 2014).

1.5. İklim Değerleri ve Toprak Yapısı

İklim, geniş coğrafyalarda ve uzun süren zaman dilimleri içerisinde aynı kalan ortalama hava şartlarıdır ve o coğrafyanın hava olayları bakımından yapısını belirler. İklimin esas bileşenleri sıcaklık, yağış, nispi nem, güneşlenme süresi ve şiddeti, basınç, rüzgâr hızı ve yönü, buharlaşma gibi parametrelerdir. Çeşitli teknolojilerle ve istasyonlarla verileri gözlemleyebilmek ölçmek mümkündür. Ancak iklimin oluşmasında gözlemlenemeyen parametreler de bulunmaktadır. Bunlar, kara-deniz, deniz-buz, deniz-hava, volkanik gazlar, insan aktiviteleri, arazi kullanımı, ozon tabakasına gelen ve yansıyan ışınlar vb.'dir. Bu parametrelerin birbirleri ile olan ilişkileri sonucu kısa vadede hava olayları, uzun vadede ise dünya üzerinde çok çeşitli iklim tiplerinin oluşması gerçekleşmektedir (MGM, 2019).

Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri kaynağını, bulunduğu saha ve yakın çevredeki belli hava kütlelerinden almaktadır. Ülkemizin hava ve iklim şartları üzerinde ana etken bu hava kütleleri olmaktadır. Türkiye kış aylarında kutupsal, yaz aylarında tropikal hava kütlelerinin etkisi altındadır. Sibirya üzerinden gelen hava kütlesi karasal özellikte olup soğuk ve kurudur. Kış aylarında sis ve ayaz yapmaktadır. Çoğu zaman Karadeniz'i aşarken nem kazanarak yamaç yağışlarına neden olmaktadır. Atlas Okyanusundan gelen hava kütlesi ise Avrupa ülkeleri ve Balkanları geçerek ülkemizi etkilmektedir. Karadeniz bölgesinde yağmur, iç kesimlerde kar şeklinde yağış yapmaktadır. Ege'den gelen hava kütlesi sıcak ve nemli özellikte olduğundan batı bölgelerimize oldukça fazla yağış bırakmaktadır. Güneyden gelen hava kütlesi ise K. Afrika üzerinden geldiğinden sıcak ve kurudur. Bazen ülke genelinde görülen çamur yağışları bu hava kütlelerinin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır (MGM, 2019).

Türkiye, mevcut jeopolitik konumu, ılıman kuşak ile subtropikal kuşak arasında yer alması, üç tarafının denizlerle çevrili olması, dağların uzanışı, farklı yeryüzü şekillerine sahip olması ve bitki örtüsü çeşitliliği itibariyle birden fazla sayıda iklim tipine ev sahipliği yapmaktadır. Uluslararası iklim tasniflerinde kullanılan ölçütlere göre ülkemizde şu iklim tipleri görülmektedir.

1.5.1. Karasal İklim

Ülkenin iç kesimleri diye bilinen İç Anadolu bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, İç Ege ve İç Trakya’ da görülen iklim tipidir. Yaz ile kış arasında sıcaklık farkı fazladır. Denizin ılımanlaştırıcı etkisinin ulaşamadığı yerlerde görülmektedir. Kışları soğuk yazları sıcaktır. Bu iklim tipinin en sıcak dönemi temmuz ayıdır. Temmuz ayı sıcaklık ortalaması 22 – 29,8 °C arasındadır. En soğuk dönemi ise ocak ayıdır. Ocak ayı sıcaklık ortalaması -4,2 – 3,7 °C arasındadır. Yıllık ortalama sıcaklık 10,2– 16,4 °C arasındadır. Kurak bir iklime sahiptir. Yağışlar genellikle ilkbahar ve kış mevsiminde görülmektedir. Bitki örtüsü step bozkırdır. Ortalama yıllık toplam yağış 413,8 – 579,4 mm ve yıllık ortalama nispi nem %53,6 – %69,6 arasındadır.

1.5.2. Akdeniz İklimi

Ege ve güney kıyılarında Akdeniz iklimi görülmektedir. Bu iklim tipinde en sıcak dönem temmuz-ağustos aylarında yaşanmaktadır. Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 26,8 °C’dir. En soğuk dönemi ocak ayıdır. Ocak ayı ortalama sıcaklığı 6,4 °C’dir. Yıllık ortalama sıcaklık 16,3 °C civarındadır. Kışları serin yazları sıcaktır. Yarı nemli bir iklime sahiptir. Bitki örtüsü maki olup aynı zamanda geniş kızılçam ormanlarına ev sahipliği yapmaktadır. Daha yükseklerde ise sedir başta olmak üzere diğer ibreli türler bulunmaktadır. Ortalama yıllık toplam yağış 725,9 mm olup yıllık ortalama nispi nem %63,2’dir.

1.5.3. Marmara (geçiş/karma) İklimi

Karadeniz ikliminden Akdeniz iklimine doğru geçiş noktalarından biridir. Balkanlardan gelen karasal iklim de ciddi şekilde hissedilir. Kışları Akdeniz iklimi kadar ılık, karasal iklim kadar kışı soğuk, yazları Karadeniz iklimi kadar yağışlı, karasal iklim kadar yazı kadar kurak değildir. En sıcak dönemi temmuz ayıdır. Temmuz ayı ortalama

sıcaklığı 23,7 °C'dir. En soğuk dönemi ise ocak ayıdır. Ocak ayı ortalama sıcaklığı 4,9°C'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 13,0 °C'dir. Kışları serin, yazları sıcaktır. Step-nemli bir iklime sahiptir. Bitki örtüsünde her üç iklim tipine ait örnekler görülebilmektedir. Ortalama yıllık toplam yağış 595,2 mm ve yıllık ortalama nispi nem %73'tür.

1.5.4.Karadeniz İklimi

Ülkenin kuzey kıyılarında ve Marmara Bölgesi'nin Karadeniz kıyı kuşağında Karadeniz iklimi hakim olup; en sıcak dönemi temmuz-ağustos aylarıdır. Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 23,7 °C'dir. En soğuk dönemi ise ocak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 4,9 °C'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 14,0 °C'dir. Kışları serin, yazları ılıktır. Nemli ve bol yağışlı bir iklime sahiptir. Yaz ve kış arasındaki sıcaklık farkı azdır. Bitki örtüsünü alt rakımlarda geniş yapraklı nemli ormanlar, yüksek kesimlerde soğuğa dayanıklı iğne yapraklı ormanlar oluşturmaktadır. Ortalama yıllık toplam yağış 842,6 mm ve yıllık ortalama nispi nem %71'dir (Atalay, 1997; Sensoy vd., 2008; MGM, 2019;).

Bununla birlikte toprakla temas halinde kullanılması muhtemel ahşap malzemenin hangi tür toprakla temas ettiği de büyük önem taşımaktadır (Brischke vd., 2014). Eski çağlardan bu yana toprak; bitkilerin beslendiği ortam olarak bilindiği gibi, “içerisinde ölü hayvan ve bitki artıkları ile ufalanabilir küçük kaya parçacıkları bulunan ve sert kaya kitlesini örten ince, siyah kat” olarak da bilinmektedir (Dinç vd., 1987; Ekinci, 1990). Toprak, toprak içindeki parçacıkların baskın boyutuna bağlı olarak kum, kil, silt, kireçli ve tebeşir toprak tiplerine ayrılabilir. Kumlu topraklar, yüksek oranda kum ve az oranda kilden dolayı hafif toprak olarak bilinir. İyi drenaj özelliğine sahiptir. Mineral madde olarak zengin topraklardır. Killi topraklar, yüksek besin içeriğine sahip ağır topraklardır. Killi topraklar çok sus tutma kapasitesine sahip topraklardır. Siltli topraklar kumlu topraklardan daha verimli ve daha iyi drenaja sahiptirler. Ancak aynı zamanda iyi nem tutma özelliğine sahiptirler. Kireçli ve tebeşir topraklar alkali olup çok sayıda taş içerdiğinden zayıf verimsiz toprak olarak bilinirler (Ergene, 1982; Çepel, 1988).

1.5.5. Toprak Türleri

Türkiye’de çok çeşitli iklim ve bitki örtüsü tipi görüldüğü gibi çok çeşitli toprak yapılarının varlığı da bilinmektedir. Bunlar;

1.5.5.1. Zonal Toprak Türleri

- Kırmızı Renkli Akdeniz Toprağı (Terra-Rosa): Ekseriyetle Güney Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde görülür.
- Kahverengi Orman Toprağı: Koyu renkli orman altında bulunan topraklardır. Organik maddece zengin bu topraklar, Karadeniz, İç Anadolu'nun yüksek yerlerinde, Yıldız Dağları ve Güney Toroslarda görülür.
- Kahverengi Bozkır Toprakları: Organik maddece fakir olup İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu'da görülür.
- Kestane Renkli Bozkır Toprakları: İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde görülen organik maddece zengin topraklardır.
- Çernezyomlar (Kara Topraklar): Sert ve karasal iklimin yaşandığı yerlerde görülür. Doğu Anadolu'nun düz ovalarında görülür. Humusça zengindir.

1.5.5.2. İntrazonal Toprak Türleri

- Kumlu ve Tüflü Topraklar: Volkanik kökenli topraklardır. Aydın Dağları ve Bozdağlarda görülür. Humusça fakirdir.
- Vertisoller (Dönen Topraklar): Karakepir toprağı olarak da bilinirler. Kil oranı yoğundur. Tarıma en elverişli toprak türlerindendir. Trakya'da görülür.
- Rendzina (Kireçli Topraklar): Kireç ve humus bakımından zengindir ve genellikle İç Anadolu, Ege ve Doğu Anadolu Bölgelerinde görülür.
- Tuzlu Topraklar: Kapalı havza topraklarıdır. Tuz Gölü ve çevresinde görülebilir.

1.5.2.3. Azonal Toprak Türleri

Alüvyal Topraklar: Akarsular tarafından taşınan verimli topraklardır. Bafra, Çarşamba, Sakarya, Meriç, Silifke, Çukurova, Bakırçay, Gediz, Küçük ve Büyük Menderes deltalarında görülür (Çepel, 1963; Ergene, 1982; Çepel, 1988; Oğuz, 2008).

1.6. İklim Endeksi

Nihai kullanım yeri dış ortamda olan bir ahşap malzemenin hangi iklim şartlarında kullanılacağına bilinmesi oldukça önemlidir. Mantar degradasyonunun belirlenmesi için

iklimsel parametrelerden yağış ve sıcaklığın bilinmesi yeterli olmaktadır. Yağış ve sıcaklık haricindeki faktörler mantarların faaliyeti açısından dikkate almaya gerek görülmemektedir. Çünkü nispi nem, rüzgâr hızı gibi diğer iklimsel faktörler mantar üzerinde önemli derecede etkili değildir. Bir yerin iklim endeksinin hesaplanmasında yağış ve sıcaklık değerlerinden yola çıkılmasının sebebi de bu olmaktadır. Ayrıca orta ılıman kuşakta yer alan ülkemizde her ne kadar vejetasyon mevsimi mart ve eylül aylarında olsa da farklı iklim tiplerinin bulunması gerçeği ile tüm yıl boyunca elde edilen yağış ve sıcaklık verilerinin kullanılması daha sağlıklı bir endeks ortaya koymaktadır (Sherffer, 1971; Gündüz, 2007).

1.7. Odunu Bozunduran Etmenler

Odunu bozunduran etmenler biyotik ve abiyotik olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Biyotik faktörler, çeşitli mikroorganizmalar tarafından tahribat yapan faktörlerin olduğu gruptur. Mikroorganizmalar, mantarlar, bakteriler, hayvanlar haricinde odunda tahrip yapan faktörler de abiyotik faktörler olarak gruplanmaktadır. Odunda farklı enzim ve farklı şiddetlerde tahribat yapan zararlılar odunu en sonunda karbondioksit ve suya dönüştürürler (Yıldız, 2000).

1.7.1. Biyotik Zararlılar

1.7.1.1. Mantar Zararlıları

Mantarlar ve bakteriler beslenmeleri için gerekli olan besinleri klorofile sahip olmadıkları için kendileri yapamayıp bu ihtiyaçlarını doğal organik maddelerden sağlamaktadırlar. Dikili halde canlı bir şekilde hayati fonksiyonlarını devam ettiren ağaçlara arız olanlara parazit, kesilmiş orman emvali ya da ölü dokularına arız olanlara ise saprofit mantarlar denmektedir. Oduna zarar veren mantarlar kendi arasında iki gruba ayrılmaktadır. Odunu tahrip eden mantarlar hücre çeper bileşenlerini, odunda renk değişikliği yapan mantarlar ise hücre boşluklarındaki protoplazmayı degrade ederler. Renk değişikliği yapan mantarlar ekseriyetle küf mantarları ve mavi renklenme mantarları olarak ele alınırken; odunu tahrip eden mantarlar üç ana başlık altında incelenmektedirler:

1. Esmer Çürüklük Mantarları
2. Beyaz Çürüklük Mantarları
3. Yumuşak Çürüklük Mantarları (Blanchette vd., 1990; Yıldız, 2000)

1.7.1.1.1. Esmer Çürüklük Mantarları

Esmer çürüklük mantarları ilk olarak hücre çeperinde bulunan karbonhidratları bozundurmaktadırlar. Bu işlemten sonra geriye modifiye edilmiş lignin kalmaktadır. Çürüklüğün ilk aşamasında hemiselülozlar, selülozlardan daha hızlı bir şekilde yıkımlanırlar. Geriye yüksek lignin içeriğine sahip, kübik yapılı, kolay ufalanabilen, kahverengi bir odun kalmaktadır. Bu sebeple beyaz çürüklükten farklı bir çürüklük yapmaktadır. Esmer çürüklük mantarları daha çok iğne yapraklı ağaçlarda görülen bir çürüklüktür. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa, Çürüklüğün erken aşamasında hemiselülozlar tüketildiğinden selüloz miktarında değişim olmamaktadır. Tüm çürüme safhalarında ise ligninin miktarında bir değişim olmamaktadır. Bu çürüklük tipine örnek olarak, *Gloeophyllum sepiarium*, *Serpula lacrymans*, *Postia plecenta*, *Gloeophyllum trabeum*, *Neolentinus lepidus* mantarları verilebilir (Blanchette vd., 1990; Yıldız, 2000).

1.7.1.1.2. Beyaz Çürüklük Mantarları

Beyaz çürüklükte önce lignin tahribata uğramakta olup daha sonra sırasıyla selüloz ve hemiselüloz tahrip edilmektedir. Dolayısıyla beyaz çürüklük mantarları tüm odun bileşenlerini tahrip edebilme yeteneğine sahiptir. Delignifikasyona uğramış odunda lignin bakımından zengin olan orta lamel ortadan kalkar, odun beyaz renk ve lifli bir görünüm alır. Beyaz çürüklük iki tipe ayrılmaktadır. I. tip beyaz çürüklükte öncelikle lignin hızlı bir biçimde degrade olurken, II. tip beyaz çürüklükte tüm bileşenler aynı oranda tahrip edilmektedir. Beyaz çürüklük mantarları daha çok yapraklı ağaçlarda görülen bir çürüklüktür. Bu çürüklük tipine örnek olarak *Trametes versicolor*, *Ganoderma aplanatum*, *Ischnoderma resinosum*, *Phellinus pini*, *Heterobasidion annosum*, *Irpex lacteus* mantarları verilebilir (Rayner ve Boddy, 1988; Richardson, 2002; Goodell vd., 2003; Walker, 2006; Zabel ve Morrell, 2012; Catto vd., 2016).

1.7.1.1.3. Yumuşak Çürüklük Mantarları

Yumuşak çürüklük tahribatı çok farklı çeşitlerde ortaya çıkmaktadır. Bazı yumuşak çürüklük mantarları lignini sınırlı oranda tahrip ettiğinden bu yönüyle esmer çürüklük mantarını andırmaktadır. Bazı yumuşak çürüklük mantarları ise lignini daha fazla tahrip

ederek yumuşak çürüklük degradasyonuna benzemektedir. Yumuşak çürüklük iki tipe ayrılmaktadır. I. tip yumuşak çürüklükte, odunun S₂ tabakasında bulunan hücre çeperi karbonhidratları yıkımlanır ve uzunlamasına oyuklar oluşmaktadır. II. tip yumuşak çürüklükte hücre çeperi tahribatı olmaktadır. Genel olarak bakıldığında yumuşak çürüklük mantarları tarafından yıkımlanmış ahşap malzeme, beyaz çürüklüğe maruz kalmış ahşap malzemeye benzemektedir. Bundandır ki yumuşak çürüklüğe uğratılmış odunların çürüklük teşhisi beyaz çürüklük ile sıkça karıştırılmaktadır. Bu çürüklük tipine örnek olarak, *Chaetomium glabosum*, *Alternaria alternata* mantarları örnek verilebilir (Rayner ve Boddy, 1988; Blanchette vd., 1990).

1.7.1.2. Hayvansal Zararlılar

Biyotik zararlılar grubundaki bir diğer tehdit hayvansal zararlılardır. Yeni kesilen tomrukta kabuk böcekleri başta olmak üzere teke böcekleri, uluslararası karantinaya tabi *Ips* ve *Monochamus* çeşitleri ile zararlı kelebek türleri söz konusu olmaktadır (BKY, 2011). Özellikle iğne yapraklı ağaçların kesimden hemen sonra kabuklarının bir an evvel soyulması gerekmektedir (Mol, 1985). Şayet tomruklar depoda ya da istif halinde bekletme alanında ya da teke böceklerinin yanında, tersane böcekleri, karıncalar, termitler oduna arız olmaktadır. Nihai kullanım yerinde ev teke böcekleri, kemirici böcekler, parke böcekleri kısa sürede odunun tahrip olmasına neden olmaktadır. Bozunmaya en hassas kullanım yerleri olan su ve deniz içerisindeki malzemelerde oyucu midyeler, deniz kabukluları ve ıstakozların degradasyonu meydana gelebilmektedir (Örs ve Keskin, 2001). Böcekler odunu salt besin olarak görmeyip aynı zamanda barınak olarak da gördüklerinden zarar şekilleri küçük parçalara ayırma, galeriler açma, öğüntüler meydana getirme şeklinde olmaktadır. Bu yönüyle mantar ve bakteri zararından kolaylıkla ayrılmaktadır.



Şekil 3. Termit zararlısı ve degradasyonu

Oduna zarar veren türler içerisindeki en önemlileri *Coleoptera*, *Isoptera* ve *Hymenoptera* türleridir. Özellikle Amerika’da en büyük zararı veren tür ‘termitler’ olarak bilinmektedir (Şekil 3). Dünya genelinde her yıl milyonlarca dolarlık bir kayıp söz konusudur (Zabel ve Morrell, 2012). Amerika Birleşik Devletleri dışında Güney Amerika, Afrika, Uzak Asya ve bazı Avrupa ülkelerinde de yoğunlukla bulunmaktadır. Ülkemizde yakın geçmişe kadar termit varlığına ve zararına rastlanmazken son yıllarda odun hammaddesi ithalatındaki karantina uygulamalarının yeterli olmayışı ve ülkemize kaçak ahşap malzeme girişi sonrasında Mersin ve İzmir gibi liman kentlerinde görülmeye başlanmıştır. Bu çalışma kapsamında da Çanakkale ili Biga ilçesinde kurulan deneme alanında özellikle sarıçam ve kestane odunu başta olmak üzere bazı test örneklerine arız oldukları gözlemlenmiştir.

1.7.2. Abiyotik Zararlar

1.7.2.1. Rutubet

Odun içerisinde su, iki türlü bulunmaktadır:

Bağlı Su: Hücre çeperine kimyasal bağ ile bağlı olan su.

Serbest Su: Lümen adı verilen hücre boşluklarında serbest halde bulunan su.

Odunda bulunan su, boyut değiştirmede çok önemli bir rol oynamaktadır. Hücre çeperine bağlı olan su %0 ila %28 arasında değişmektedir. %28 değeri ağaç türüne göre değişmekle birlikte genel olarak kabul gören bir orandır. Bu değere Lif Doygunluk Noktası adı verilmektedir. Bu oranın üzerindeki tüm oranlar -ki %200' n üzerinde bile olabilir-serbest sudur. Serbest su odunda şekil ve boyut değişikliğine sebep olmaz ancak bağlı su odunda şekil ve boyut değişikliğine neden olmaktadır. Yeni kesilmiş ağaç, içerdiği nemi lif doygunluk noktasına indirene kadar boyut değiştirmemektedir. Lif doygunluk noktasından itibaren kurudukça odunda daralma ve bzlmeler; tam kuru halde olan ahşap malzemede ise lif doygunluk noktasına gelene kadar şişme ve genleşmeler görülmektedir. Bu hareketlenme odunda burulma ve çatlama gibi istenmeyen sorunları beraberinde getirmektedir. Ayrıca çok fazla suya maruz kalan odunlar hücrelerdeki su ve hava dengesini bozacağından mantar ve bakteri saldırısına davetiye çıkarmaktadırlar. Fazla nemli odunlar, emprenye ve st yüzey işlemleri gibi uygulamaları zorlaştırmaktadırlar (rs, 1986; Yıldıız, 1988; Koski, 2008).

1.7.2.2. Isısal zlme

Masif malzeme, 100 C dolaylarında ısısal zlmeye maruz kalmaya başlar, kahverengi hal alır, kırılgan, gevrek yapıya bürünür ve ağırlık kaybı, direnç gibi özelliklerinde kayıplar başlar. 200 C üzerinde odun yanma tehlikesi gösterir. Geri dönülmez kimyasal reaksiyonlar meydana gelmektedir. 275 C ve üzerinde ise odun tutuşmaya başlamaktadır (Yılgör, 1999; Yıldıız, 2000; Temiz, 2005).

1.7.2.3. Kimyasal znme

Kimyasal znme, kuvvetli asit ve kuvvetli bazların odunla muamelesi olarak ortaya çıkmaktadır. Asitler, odundaki karbonhidratları bozundurmaktadır. Selüloz ve hemiselülozlar arasındaki β -glukozidik bağları hidrolize ederek ekseriyetle çekme direncinde önemli kayıplara neden olmaktadır. Bazlar, asitlere oranla odunu daha şiddetli bozundurmaktadırlar. Bazlar, odundaki hemiselülozları çözer ve lignini çözülebilir lignin-alkali komplekslerine dönüştürmektedirler (Yıldıız, 2000).

1.7.2.4. UV Degradasyonu

Odun, herhangi bir koruyucu işleme veya üst yüzey uygulamalarına tabi tutulmadan doğal halde açık ortamda bırakıldığında, güneş ışınlarının kimyasal ve fiziksel etkilerine maruz kalmaktadır. Bu etkiler, genellikle direnç özelliklerinde kayıplara neden olmayıp yüzey renginde değişimle kendini göstermektedirler. Taze halde kesilen odun doğal haliyle açık renge sahipse ilk periyotta koyulaşmaya başlamakta akabinde yavaş yavaş kahverengiye dönmektedir. Koyu renkli odunlarda önce renk açılması daha sonra kahverengileşme görülmektedir. Eğer odun uzun süre dış hava koşullarına maruz kalmışsa gri ve kaba tekstürlü bir hal almaktadır (Yıldız, 2000).

1.7.2.5. Aşınma

Ahşap malzeme tüm biyotik ve abiyotik zararlılardan arı olsa bile nihai kullanım yerindeki kullanılma biçimine ve ömrüne bağlı aşınmalardan olayı zarar görebilmektedir. Örneğin üzerinde sıklıkla ve sert cisimlerle yürünen veya hareket edilen parke bir zaman sonra aşınmaktadır. Bunun yanında ahşap el aletleri uzun kullanımlar sonucunda bir miktar eskiyebilmektedir. Ahşap malzemenin fiziksel olarak münasebette bulunduğu diğer yapı malzemeleri ile kullanım şartları gereği sürtünme yaşıyorsa yıpranma kaçınılmazdır. Aşınma genelde yüzey çatlakları, yüzey kabalığı, gözenekli ve pürüzlü yapı şeklinde kendini göstermektedir. Ayrıca aşınma iğne yapraklı ağaçlarda yapraklı ağaçlara nazaran daha hızlı gerçekleşmektedir (Feist, 1990; Yazıcı, 2005).

1.8. Odun Koruma ve Emprenye Kavramları

Odunun, nihai kullanım yerinde olabildiğince uzun süre hizmet vermesi çevreci ve ekonomik yaklaşım anlamında istenen bir durumdur. Bunun için de bir takım koruma yöntemleriyle önlem almak gerekmektedir. Bu aşamada içerisinde farklı birçok koruma yöntemini barındıran ‘odun koruma’ kavramı devreye girmektedir. Ağacın kesiminden sonra başlayan odun koruma süreci ağaç malzemenin yarı mamul (tomruk, kereste, vb.) ve mamul (doğrama, parke, tel direk, vb.) haline getirilmesine kadar devam etmekte olup son kullanım yerine getirilmesine kadar sürmekte, hatta ahşap malzemenin kullanım ömrünün sonuna ve daha da ileri zamanlara kadar devam etmektedir (Yıldız, 2000). Koruma tedbirlerinin en başında ise “emprenye” gelmektedir. Odunun emprenyesi teknik bir işlemdir. Emprenyeden

bahsedebilmek için ağaç malzemenin mutlaka bir emprenye maddesi ve bir emprenye yöntemi kullanılarak koruyucu işleme tabi tutulması gerekmektedir. Bazı kaynaklarda odun koruma ve emprenye kelimeleri anlam olarak sıklıkla karıştırılmaktadır. Odun emprenye tekniği; odun koruma süreci içerisindeki bir andır. Buna göre; bir süreci ifade eden odun koruma bir anı ifade eden odun emprenye tekniğini kapsamaktadır. Odun koruma, odunun ormanda hasat edilmesiyle başlamaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda hasat öncesi bile birtakım önlemlerin alınabildiği de ortaya koyulmuştur. Güç emprenye edilen türlerde, ağaç dikili haldeyken birtakım bakteriler yardımıyla hücrelerde, iyi bir penetrasyon elde etmek için geçirgenlik artırılabilir (Yıldız, 2000; Gezer, 2003). Bir tomruğun kesildikten sonra ormanda kalış süresi, kabuk soyumu, tomruğun transport yöntemi, kullanım alanının belirlenmesi (mobilya, kağıt, yonga levha), biçilme yöntemi, istif yeri özellikleri, depolama şartları odun koruma sürecinin önemli birer parçalarıdır. Etkili bir emprenye için; kullanılan ağaç türünün özellikleri, anatomik yapısı, kullanım yeri özellikleri, ağaç malzemenin hangi tehlike sınıfında ne amaçla kullanılacağı, kimyasal maddenin yapısı ve özellikleri iyi bilinmelidir. Başarılı bir emprenye:

- Ekonomiye büyük katkı sağlar
- Gereksiz yere diri odun uzaklaştırılmasını önleyerek tasarruf sağlar
- Emprenye ile birlikte beton ve metal gibi alternatiflere üstünlük sağlar
- Az dayanıklı ve dayanıksız ağaç türlerinin kullanımına olanak sağlar
- Daha az emval arz ettiğinden orman varlığının korunmasına katkı sağlar (Yalınkılıç, 1990; Yıldız, 2000).

1.9. Emprenye Endüstrisinin Gelişimi

Emprenye endüstrisinin sanayi devrimi ile pik yaptığı bilinen bir gerçektir. Öte yandan çok eski çağlardan beri emprenyenin insan hayatında yer aldığı da başka bir gerçektir. Şöyle ki eski çağlardan günümüze uzanan arkeolojik kazılarda ortaya çıkan ahşap malzemelerin bir takım koruyucu işlemlerden geçirilerek kullanıldığı ispatlanmıştır. Yurdumuzda yer alan Efes Antik kentindeki Artemis tapınağının, kömürleştirilen odun kazıklarının üzerine kurulduğu bilinmektedir. Bazı Roma, Çin ve Mısır uygarlıklarında ahşap malzemeler bir takım bitkisel ekstraktlarla muamele edilmişlerdir. Bunun yanında Anadolu'nun birçok köyünde çit yapımında kullanılan kazıkların ucu toprağa çakılmadan evvel yakılarak kömürleştirilmiştir. Antiseptik bir etki yaratan bu ısı muamelesiyle,

hemiselülozlar uzaklaştırılıp zararlının oduna arız olması engellenmiştir. Buna ilaveten bazı yörelerde farklı yöntemlerle elde edilen katranlar odunlara sürülerek koruma sağlanmaya çalışılmıştır (Huş, 1977; Uysal ve Kurt, 2005).

Endüstriyel odun emprenyesi ise sanayi devrimi ile ortaya çıkmıştır. Endüstriyel devrimin kazanımlarından olan buhar makinesi kazanları, ilk emprenye silindirlerinin üretilmesine ışık tutmuş ve 19. yüzyıl ortalarında endüstriyel emprenye başlamıştır. İlk yıllar kömürün bol olması ve demir-çelik sanayinin gelişmesiyle bu sanayinin üretim artışı olan kreozot kullanılmıştır. İlerleyen süreçte kreozotun yanında çinko klörür ($ZnCl_2$), civa, bakır, krom, amonyak, arsenik gibi elementlerle farklı emprenye maddeleri kullanılmaya başlanmıştır. Emprenye endüstrisinin çok kısa sürede ciddi gelişmeler kat etmesindeki en büyük etkenlerden biri o yıllar ulaşımdan, haberleşmeye ağaç malzemeye duyulan yoğun ihtiyaçtır. Ancak odunun tuzlu deniz suyunda ve toprakla temasta dayanıksız oluşu bilim ve sanayi dünyasını bu konuya daha fazla yaklaştırmıştır. İlerleyen süreçlerde emprenyeye basınç-vakum aparatları eklenerek işlemin etkinliği, kalıcılığı geliştirilmeye, ekonomikliği artırılmaya çalışılmıştır (Yıldız, 2000; Evans, 2003)

Günümüzde ise emprenye yöntemlerinden ziyade otomasyon sistemleri ve daha çevre dostu kimyasal maddeler arayışı üzerine çalışmalar devam etmektedir. Her geçen gün artan çevre bilinci, bor gibi daha masum kimyasallara yönelimi teşvik etmiş ayrıca bitkisel ekstraktlardan oluşan birtakım özütlerin kullanılmasının önünü açmıştır. Bunun yanında emprenye tesislerinde son teknoloji otomasyon sistemlerinin kullanılması, birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Bilim dünyasında yapılan çalışmaların sektöre yansımalarıyla türe ve kullanım yerine göre emprenye yöntemi ve retensiyon değerleri belirlenirken; düşük enerji ile daha yüksek verimin elde edilmesi, hızlı fiksasyon fırınlarının kurulması gibi çıktılar da gelişen sürecin ürünleri olmaktadır (Evans, 2003; Gezer vd., 2011).

1.10. Emprenye Yöntemleri

Ahşap malzemeye uygulanan emprenye yöntemleri basınçsız emprenye yöntemleri ve basınçlı emprenye yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.10.1. Basıncsız Emprenye Yöntemleri

Basıncsız emprenye yöntemleri kendi içinde kuru ağaç malzemeye uygulanan basit emprenye yöntemleri ve yaş ağaç malzemeye uygulanan basit emprenye yöntemleri olarak iki gruba ayrılmaktadır.

1.10.1.1. Kuru Ağaç Malzemedede Uygulanan Basit Emprenye Yöntemleri

Bu başlık altında toplanan yöntemler, Fırçayla Sürme Yöntemi, Püskürtme Tüneli Yöntemi, Batırma Yöntemi ve Sıcak-Soğuk Açık Kazan Yöntemidir.

Fırçayla Sürme Yöntemi: Bu yöntemde emprenye maddesi ağaç malzemeye bir fırça yardımıyla sürülerek emprenye işlemi gerçekleştirilmektedir.

Püskürtme Tüneli Yöntemi: Bu yöntemde ahşap malzeme bir tünel içerisinde yüzdürülürken emprenye maddesi yukarıdan püskürtülmektedir.

Batırma Yöntemi: Bu yöntemde ahşap malzeme emprenye maddesi ile dolu kazanlara kısa, orta ve uzun süreli batırılmakta ve difüzyon etkisi ile kimyasalın odun içerisine nüfuzu sağlanmaktadır.

Sıcak-Soğuk Açık Kazan Yöntemi: Bu yöntemde basınç uygulanmadan sadece sıcak ve soğuk emprenye maddesinin odunda oluşturduğu doğal difüzyon basıncından ve oluşan vakumdan faydalanılarak penetrasyon elde edilmektedir (Yıldız, 2000).

1.10.1.2. Yaş Ağaç Malzemedede Uygulanan Basit Emprenye Yöntemleri

Difüzyon Yöntemi: Yaş ağaç malzeme içerisinde bulunan suyun, emprenye maddesi ile aralarındaki yoğunluk ve konsantrasyon farkıyla yer değiştirmesi ilkesine dayanmaktadır.

Osmoz Yöntemi: Aslında bu yöntem de bir difüzyondur. Bu yöntemde, emprenye maddesinden elde edilen çok yoğun bulamaç oduna fırça ile sürülerek çok yoğun ortamdan odundaki taze haldeki yoğun olmayan suya doğru geçiş gerçekleşmektedir.

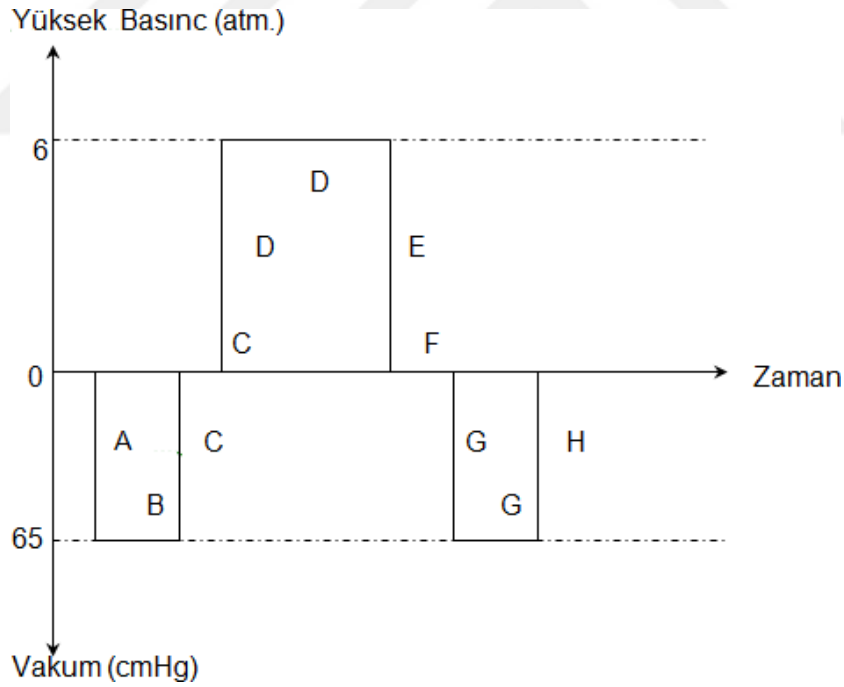
Besi Suyu Çıkarma Yöntemi: Bu yöntemde emprenye maddesi ile dolu bidon ya da kazanlarda ağaç malzemenin dik bir şekilde difüzyona bırakılması ile emprenye işlemi yapılmaktadır. Odun bünyesinde ilerleyen emprenye maddesi odunun öbür ucundan öz suyunu atmasını sağlayarak emprenye gerçekleştirilmiş olur (Yıldız, 2000).

1.10.2. Basınç Uygulanan Emprenye Yöntemleri

Basınç uygulanan yöntemlerde ana aktörler emprenye maddesi, vakum, basınç ve emprenye kazanıdır. Basınçlı yöntemler aynı zamanda emprenye başarısının en fazla olduğu yöntemlerdir. Dolu hücre ve boş hücre yöntemleri emprenye endüstrisi tarafından sıklıkla kullanılan iki farklı basınçlı yöntem türüdür (Örs ve Keskin, 2001).

1.10.2.1. Dolu Hücre Yöntemi

İlk geliştirilen basınçlı yöntemdir. Ana gaye odun içerisine olabildiğince fazla emprenye maddesi tatbik etmektir. Emprenye kazanı içerisine yerleştirilen ahşap malzemeye öncelikle vakum uygulanarak odun bünyesindeki hava dışarı alınır (Şekil 4). Akabinde emprenye maddesi kazana gönderilir aynı zamanda oduna yüksek basınç uygulanarak emprenye maddesinin odun içerisinde çıkan havanın yerini alması sağlanır (Örs ve Keskin, 2001).



Şekil 4. Dolu hücre yöntemi genel uygulama diyagramı.

A: Ön vakum uygulaması

B: Vakumun maksimumunda devamı

- C: Vakumun devam ederken, emprenye çözeltisinin kazana sevkı,
- D: Vakumun bitirilip, yüksek basınç uygulamasına geçilmesi ve devam ettirilmesi
- E: Yüksek basıncın kaldırılması,
- F: Emprenye maddesinin emprenye kazanından geri alınması,
- G: Son vakum uygulaması ve devam ettirilmesi
- H: Vakumun kaldırılması ve işlemin sona erdirilmesi (Örs ve Keskin, 2001).

Dolu hücre yönteminde amaç odunun alabileceği en fazla emprenye maddesini vermek olmasına rağmen son vakum uygulaması yapılmaktadır. Bunun sebebi emprenye sonrası kimyasal madde sızıntılarını ve uygulamada karşılaşılan akma problemlerini ortadan kaldırmaya yönelik olup aynı zamanda sıkışmış odunu rahatlatarak fazla emprenye maddesinin odun tarafından daha düzenli bir biçimde alınmasını sağlamaktır. Bu yöntemde genel olarak suda çözünen emprenye maddeleri kullanılmaktadır. Ancak yüksek tehlike sınıflarında kreozot da kullanılabilir. Suda çözünen emprenye maddeleri kullanıldığında bir miktar ısıtma yeterli olurken; kreozot kullanıldığında 60-100 °C' ye kadar ısıtılması gereklidir. Bu durumda kreozot viskozitesi azaltılarak penetrasyonun artırılması sağlanmaktadır (Bozkurt vd., 1993) Dolu hücre yöntemi kendi içerisinde farklı metotlarla uygulanagelmıştır. Bu metotlar; Burnet Yöntemi, Bethell Yöntemi, Julius Rütgers Yöntemleri, Gillwald-Jonat' ın Basamaklı Basınç Yöntemi, Osilasyon Yöntemi, Ultra-Yüksek Basınç Yöntemi, Yaş Ağaç Malzemede Dolu Hücre Yöntemi olup ekseriyetle Burnett ve Bethell yöntemleri öncelik kazanmıştır (Yıldız, 2000).

W. Burnett, uygulanacak emprenye öncesi kapalı bir kazan içerisinde basit batırma yöntemiyle ahşap malzemeyi %2,4'lük çinko klorür çözeltisinde 10-21 gün süreyle bekletmektedir. Daha sonra yarım saatlik bir buharlama sonrası sırasıyla ilk vakum, basınç ve son vakum uygulamaları ile emprenye işlemini gerçekleştirmektedir (Yıldız, 2000).

Bethell yöntemi, dolu hücre yöntemlerinin en bilinenidir. Çoğu kez dolu hücre yöntemi Bethell yöntemi diye bilinmektedir. J. Bethell, emprenye öncesi ağaç malzemeye herhangi bir ön buharlama uygulamaksızın kreozot ile muamele etmektedir. Bu yöntem lif doygunluk noktası (LDN) altındaki oduna uygulanmaktadır. Ahşap malzeme emprenye silindrine yerleştirildikten sonra;

En az 30 dakika süreyle 60 cmHg'lik ön vakum,

Vakum devam ederken 60-100 °C' ye kadar ısıtılmış kreozotun basınçla birlikte emprenye kazanına sevkı,

1-6 saat arasında değişebilen 8-14 kp/cm²'lik basınç,

Basınca son verilerek emprenye maddesinin kazandan geri alınımı, 15 dakika 635 mmHg'lık son vakum uygulanması ile Bethell yöntemine göre emprenye işlemi gerçekleştirilir (Erten ve Sözen, 1995; Örs ve Keskin, 2001; İlter vd., 2010).

Ancak tüm hücreler kreozot ile doldurulduğundan bu yöntem ekonomik olmamaktadır. Daha çok suda çözünen emprenye maddeleri (Wolmanit-CB, Tanalith E, vb.) ile emprenye işlemi yapılmaktadır (Yıldız, 2000).

1.10.2.2. Boş Hücre Yöntemi

Dolu hücre yönteminin ekonomik olmaması sektörü yeni yöntem arayışlarına iterek Boş Hücre Yönteminin ortaya çıkmasına katkı sağlamıştır. Dolu hücre yönteminde lümenlerde yer alan emprenye maddesi bu yöntemle geri alınarak sadece hücre çeperlerinin emprenye maddesi ile dolmasının yeterli olacağı görüşü resmiyet kazanmıştır. Boş hücre yönteminde genellikle kreozot ve daha sınırlı olarak da pentaklorfenol kullanılmaktadır. Boş hücre yöntemlerinin dolu hücre yöntemlerinden farkı ilk vakumun olmamasıdır. Boş hücre yöntemi kendi içerisinde farklı metotlarla uygulanmaktadır. Bu metotlar; Rueping Yöntemi, Dört Periyotlu Basınç Yöntemi, Lowry Yöntemi, Modifiye Edilmiş Boş Hücre Yöntemleri olup ekseriyetle Rueping ve Lowry yöntemleri öncelik kazanmıştır (Bozkurt vd., 1993; Örs ve Keskin, 2001).

Rueping yönteminde emprenye kazanına alınan ahşap malzemeye ön basınç uygulanarak hücre boşluklarındaki hava öze doğru itilerek sıkıştırılmaktadır. Ardından daha yüksek basınçla kreozot emprenye kazanına sevk edilmektedir. Basınç kaldırıldığında sıkıştırılan hava serbest hale gelerek son vakumla birlikte odundan atılmakta ve böylelikle fazla emprenye maddesinin geri kazanımı sağlanmaktadır. Bu yöntemin diğer yöntemlere göre daha az emprenye maddesi tüketmesi yöntemin “ekonomik emprenye” adıyla anılmasına sebep olmuştur. Yapılan laboratuvar çalışmalarında da verilen emprenye maddesinin yeterli olduğu kanıtlanmıştır. Bu yöntem emprenye sektörünün gelişmesine büyük katkı sağlamıştır. Rueping yönteminde ahşap malzeme emprenye silindirine yerleştirildikten sonra;

1,5-4 kp/cm²'lik bir ön basınç uygulanmaktadır.

Basınç devam ederken emprenye maddesi kazana sevk edilmektedir. Emprenye maddesi kreozot ise 60-100 °C'ye kadar ısıtılmış olmalı ve basınç 8-14 kp/cm²'lik basınca çıkarılmalıdır. Bu basınç 1-3 saat arası devam ettirilir.

Basınç kaldırılınca büyük bir hızla odundaki genleşme fazla emprenye maddesinin dışarı atılımını sağlamaktadır. Basınç sonrası 600 mmHg'lık son vakum yaklaşık 10 dakika boyunca uygulanarak emprenye işlemi tamamlanmaktadır (Örs ve Keskin, 2001; İltar vd., 2010).

1.11. Emprenye Maddeleri

Bir ahşap malzemenin emprenye metodu ne kadar önemliyse, nihai kullanım yeri şartlarına göre seçilecek emprenye maddesinin özellikleri de çok önemlidir. Emprenye maddelerinin tarihi binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Bitkisel ekstraktlar, yağlar, waxlar, hayvansal birtakım ürünlerden sanayi devrimi ile birlikte kok kömürü üretimindeki yan ürün olan kreozotun kullanılmasına kadar uzun bir periyotta yaklaşık 2500' ü aşkın emprenye maddesi kullanılmıştır. Kreozotun ardından emprenyenin öneminin anlaşılmasıyla emprenye maddesi üreticileri harekete geçmiş ve pazara yeni yeni emprenye maddeleri sürmüşlerdir. Bakır, arsenik, cıva, çinko gibi maddelerden oluşan bazı bileşikler etkin bir şekilde kullanılmıştır (Bozkurt vd., 1993; Kartal, 2014).

Bir emprenye maddesinin orman ürünleri sanayiinde kullanılabilmesi için istenen birtakım özellikler vardır. Bunlar:

- Güvenilir olmalı. İnsana ve diğer canlılara zehirleyici etki yapmamalı, doğaya zararlı olmamalıdır.
- Oduna arz olan bitkisel ve hayvansal tüm zararlılara yüksek zehirleyici etki göstermelidir.
- Ahşap malzemeye emdirilen emprenye maddesi, odun ile iyi bir bağ kurabilmeli, odun dokularına fikse olabilmeli ve uzun yıllar odunda kalmalıdır. Yağmur, UV ışınları, birtakım zararlılar tarafından odundan uzaklaştırılmamalı veya bu ayrışma mümkün mertebe az olmalıdır.
- Kullanılan emprenye maddesi odunun tehlike sınıfına uygun olmalıdır.
- Çeşitli üst yüzey işlemlerine, bağlantı elemanlarına ve ahşaba ek yapılan diğer yapı malzemelerine reaksiyon göstermemeli, uyum içerisinde hizmet ömrünü tamamlamalıdır.
- Emprenye maddesi kokusuz olmalı ve tutuşma kabiliyetini artırıcı etkiye sahip olmamalıdır.

- Emprenye maddesi ucuz olmalıdır. Kullanımından kaçınılacak düzeyde bir pahalılık gerektirmemelidir (Berkel, 1972; Kartal, 2014).

Yapılarına göre emprenye maddeleri üç başlık altında toplanmaktadır.

1. Suda Çözünen Emprenye Maddeleri
2. Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri
3. Yağlı Emprenye Maddeleri (Bozkurt vd., 1993; Kartal, 2014).

1.11.1. Suda Çözünen Emprenye Maddeleri

Sodyum, potasyum, bakır, krom, arsenik, bor, cıva, çinko gibi tuzların su içerisinde çözünerek elde edildiği gruptur. Günümüzde en fazla kullanılan emprenye maddesi suda çözünen emprenye maddeleridir. 20. yüzyılın hemen başlarında Almanya’ da çeşitli denemelerle hayata geçirilmiş olup yüzyılın ortalarına doğru hemen hemen tüm Amerika’da kullanıma geçilmiştir (Erten ve Sözen, 1995; Yıldız, 2000; Read, 2003; Taşcıoğlu, 2004).

Suda çözünen emprenye maddelerinin en önemli avantajları;

- Çözücüsü su olduğundan oldukça ekonomiktir. Aynı zamanda çözelti elde etmek de kolaydır.
- Taşınmaları ve depolanmaları kolaydır.
- Metal bağlantı elemanları ile koroze olmazlar.
- Yanıcı olmayıp kokusuzdurlar. Çözeltiye ilave kimyasallar (yanmazlık, renk, vb.) katılabilir.
- Emprenye sonrası vernik, boya, cila gibi üst yüzey işlemlerine imkân tanırırlar.

Bu avantajların yanında, emprenye öncesi ve sonrası yapılan kurutma işleminden dolayı boyut stabilizasyonu sağlamaması suda çözünen emprenye maddelerinin dezavantajı olarak bilinmektedir (Bozkurt vd., 1993; Kartal, 2014).

Suda çözünen emprenye maddeleri arasında kuşkusuz en önemli payı bakır, krom ve arsenik içerikli CCA maddesi almaktadır. Yakın geçmişte %80 oranında pazara hâkim bir emprenye maddesi iken son yıllarda artan çevresel baskılar nedeniyle yasaklanma yoluna gidilerek kullanımına son verilmiştir. 31 Aralık 2003 tarihinden itibaren ‘yeni nesil suda çözünen emprenye kavramı’ endüstriye girmiş ve arsenik ya da benzer içerikli, çevreye zararlı ağır metallerin olmadığı farklı formülasyonlar üzerinde durulmuştur. Alkali-Bakır-Quat (ACQ), Bakır-Azol (CBA), Bakır-Krom-Bor (CCB), Tanalith E, Wolmanit-CB gibi maddeler önem kazanmıştır (Gezer. vd., 2011).

Bu tez kapsamında TS 56-1 EN 12465 ve TS 56-2 EN 12479'e göre 1. 2. 3. ve 4. tehlike sınıfına giren ahşap malzemenin emprenyesinde kullanılan, özellikle elektrik ve telefon direkleri, demiryolu traversleri, çocuk parkları, pergola, kamelya, çit, kazık, açıkta kullanılan bahçe ve şehir mobilyaları ile inşaatlarda taşıyıcı ve gerilimi sağlayan elamanlar, destek, çatı, kaplama gibi su ve toprakla sürekli teması olan ahşap malzemelerin korumasında etkili olan Bakır-Krom-Bor (CCB) emprenye maddesi kullanılmıştır (Korusan, 2019). CCB emprenye maddeleri, bakır, krom ve bor tuzlardan oluşan kimyasallardır. Piyasada Tanalith-CBC, Wolmanit-CB, Celcure-M gibi isimlerle bilinirler. CCB emprenye maddesini bileşen olarak açma gerekirse; bakır sülfat, potasyum veya sodyum dikromat ve borik asit bileşiklerinin belirli oranlardaki karışımıdır. CCA' nın yasaklanmasıyla ön plana çıkan CCB'deki bor tuzunun fungusit etkiye sahip olması bu emprenye maddesini daha cazip hale getirmiştir. CCB emprenye maddesi suda çözünen emprenye maddelerinin tüm olumlu özelliklerini taşımaktadır. Doğaya ve canlılara daha az zararlı formülasyonlarıyla odunu mantar, böcek, termit ve deniz zararlılarına karşı korumaktadır (Bozkurt vd., 1993). CCA (Bakır-Krom-Arsenik)' ya nispeten çevreye daha az zararlı bir emprenye maddesidir. Yapısında oldukça zehirli olan arsenik yerine fungusit özelliğiyle bilinen bor bileşenleri mevcuttur. Her ne kadar borun odundan yıkanıp ayrılması söz konusuysa da uygulamalarda yeterli korumayı sağlamaktadır (Homan ve Militz, 1993). İskandinavya ve Batı Avrupa'da uzun yıllar CCA'ya alternatif olarak kullanılmışlardır (Tillott ve Coggins, 1981; NWPC, 2001a;).

1.11.2. Organik Çözücülü Emprenye Maddesi

Petrol destilasyonu sonucu elde olunan çözücülerde çözünen fungusit (mantarlara karşı etkili) ve insektisist (böceklere karşı etkili) özellikteki koruyucu maddelerdir. Emprenye işlemi bittikten sonra organik çözücü buharlaşarak uçmakta geriye aktif koruyucu kimyasalın kalmaktadır (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2000). Organik çözücü emprenye maddelerinin en önemlileri pentaklorofenol, bakır naftenat, tribüttilin oksit gibi maddeler olup sıklıkla çözüldüğü çözücüler ise tiner, heksan, heptan, terebentin, toluol gibi maddelerdir. Organik çözücülü emprenye maddelerinin avantajı şunlardır:

- Suda çözünmediklerinden yıkanmaya karşı son derece dayanıklıdır.
- Buharlaşma gerçekleştikten sonra tutuşucu olmayıp hiçbir leke bırakmazlar.

- Üst yüzey işlemleri rahatlıkla yapılabilir. Boya, vernik ve cila gibi işlemlere imkân tanırırlar.
- Metal akşamlarda korozyona uğramazlar ve boyut stabilizasyonu sağlarlar.

Organik çözücülü emprenye maddelerinin avantajları yanında; pahalı olmaları, buharlaşma anına kadar tutuşucu olmaları, bir miktar koku barındırmaları gibi dezavantajları mevcuttur (Erten ve Sözen, 1995; Yıldız, 2000; Kartal, 2014).

1.11.3. Yağlı Emprenye Maddeleri

Doğadan ve ekseriyetle kömür ve petrol fosillerden birtakım yöntemlerle elde edilen çeşitli katranlar odun emprenyesinde kullanılmaktadır. En önemli yağlı emprenye maddesi kreozottur. Kreozotun yanında; karbolineum, maden kömürü katranı, linyit kömürü katranı, kreozotnatron, turba katranı, odun katranı, Stockholm katranı, kıltaşı katranı ve petrol katranı gibi yağlı karakterde emprenye maddeleri de mevcuttur.

Kreozot, maden kömürünün 900-1750 °C civarında işlem görmesiyle elde olunan hava gazı ve kok kömürü sırasında ortaya çıkan maden kömürü katranının 200-400 °C’lerde damıtılmasıyla ortaya çıkan bir tali üründür. 19. yüzyılın ortalarına doğru ilk defa dolu hücre yöntemiyle travers, tel direk ve deniz içi iskele malzemelerinin emprenyesinde kullanılmıştır. Yağlı karakterdeki emprenye maddelerinin lokomotifi olan kreozotun avantajı şunlardır:

Toprakla temas eden her türlü mantar ve böcekte, deniz suyu içerisindeki çeşitli delici oyucu organizmalara karşı koruyucu etkisi yüksektir.

Odunda yeterli absorpsiyon oluşturmakta ve yıkanarak ya da buharlaşarak uzaklaşmamaktadır.

Üretimi devamlı olup tedarik süreci yaşanmamaktadır.

Metal akşamlarla beraber kullanıldığında korozyona uğramamaktadır. Dolayısıyla emprenye tesisinde teçhizat anlamında kayıplar yaşanmamaktadır.

Kreozotun avantajları yanında; ağır bir kokusunun olması, üretiminde fosil kaynakların kullanılması ve harcanan yüksek enerjiler sonrası açığa çıkmasından dolayı ekonomik olmaması, sıcaklıkla birlikte zaman zaman kanamalar yaşanması, yağlı bir karaktere sahip olduğundan boya ve çeşitli üst yüzey işlemlerine imkân sağlayamaması, kreozotla temasta çeşitli deri hastalıklarının ortaya çıkması, yapısındaki α -piren maddesinin kanserojen olması, sıvı olduğu için taşınmasının zor olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Ancak tüm bu

dezavantajlara rağmen önemli bir emprenye maddesi olduğu da tüm otoriteler tarafından kabul edilmektedir (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2000; Kartal. vd., 2005; Kartal, 2014).

1.12. Çalışmada Kullanılan Ağaç Türlerine Ait Genel Bilgiler

1.12.1. Sarıçam

Dünya üzerinde çeşitli iklim tipi, toprak yapısı ve yükseltilerde yetişebilen bir ağaçtır. Çam türleri arasında coğrafi olarak en geniş yayılıma sahiptir. Avrupa ve kuzey Asya'da yaklaşık 54.390.000 km²'lik alanda varlık göstermektedir. Ülke ormanlarımızda ise doğal olarak yetişmekte ve Kuzey Anadolu'dan başlayıp Orta Anadolu'ya kadar inmektedir. Türkiye'deki güney sınırı olan Kayseri Pınarbaşı aynı zamanda dünyada da alt güney sınır olmaktadır. Batıda Afyonkarahisar İhsaniye, doğuda Kars Sarıkamış 2700 m'ye kadar yayıldığı, Trabzon Çamburnu'nda deniz seviyesinde saf meşçere yaptığı da bilinmektedir. Ülkemizde normal ve bozuk ormanlardaki tüm sarıçam varlığı göz önünde bulundurulduğunda toplam 1.479.647,6 Ha'lık bir alanda yayılış göstermektedir. Toplam ormanlık alanın %0,7' si sarıçam türüne aittir. Toprak isteği anlamında yetingen bir tür olup gevşek, derin, nemli kum topraklarında iyi yetişir. Kuraklık ve don olaylarına dayanıklı olup son derece kuvvetli, kazık kök sistemi kurar (Dündar, 2005; OGM, 2016). Türkiye'de ortalama 1000-2500 m arasında toplu yayılışını yapar. Çoğunlukla saf meşçereler oluşturduğu gibi bazen ladin, göknar, karaçam, kayın, meşe vb. ağaç cinsleri ile karışık ormanlar da kurmaktadır. Kızılçam ve karaçamdan sonra üçüncü en yaygın çam türü olarak bilinmektedir. Yetişme muhitindeki ekolojik koşullara bağlı olarak 20-50 m'ye kadar boylanabilen, ince gövdeli, ince dallı ve sivri tepeli ya da dolgun ve düzgün gövdeli, basık tepeli ve kalın dallı yaprağını dökmeyen bir ağaçtır. Sarıçam dikili halde kolaylıkla tanınabilen bir türdür. En önemli özelliği tilki sarısı rengindeki kabuk yapısıdır. Bu renk genç gövdelerde ve yaşlı ağaçların üst kısımlarında ince levhalar halinde görülmektedir. İlerleyen yıllarda gövde gri kahverengini alır ve kabuk yapısı kalın ve çatlaklı hale gelir. Genç sürgünler yeşilimsi renktedir. Daha sonra bu renk gri kahverengine dönüşür. Kozalak saplıdır ve aşağı yöndedir (Anşin ve Özkan, 1997; Tomak vd., 2011; OGM, 2016).

Yetişme yeri özelliklerine göre odunu anatomik olarak farklılar göstermektedir. Yüksek rakımlı yerlerde yıllık halkalar dar yapıda olurken rakım düştükçe yıllık halka genişliği artar (Merev, 2003). Diri odun muhteviyatı ekolojik faktörlere göre 5-10 cm arasında değişmekte olup açık sarı rengindedir. Yaz odunu ve ilkbahar odunu arasındaki fark

keskindir. Yaz odunun yıllık halkadaki hacimsel oranı %2-73 arasında seyretmektedir. Öz ışınlarınca zengindir ancak dar yapılarından dolayı çıplak gözle görülemezler. Sadece yaz odununda bir miktar görülebilir. Radyal kesitte enine, ince bantlar teşkil ederler. Boyuna parâşimleri yoktur. Çok sayıdaki reçine kanalları bulunmaktadır. Enine kesitte reçine kanalları incelendiğinde yaz odununda açık, ilkbahar odununda koyu lekeler şeklinde görülmektedirler. Radyal ve teğet kesitte ise boyuna çizikler halindedirler. Özodun sınırı belirgindir ve genellikle yuvarlaktır. Kırmızımtırak sarı ve kırmızımtırak kahverengindedir. Kesimden sonra daha da koyulaşır ancak özellikle genç odunlarda bir müddet sonra renk farklılığı görülmemektedir (Dündar, 2005). Bu renk farklılığını oluşturmak için sodyum nitrit, hidroklorik asit, benzhidraz ve saf sudan oluşan sıvı bir çözelti belirteç olarak kullanılmaktadır (Öztürk, 2015). Yaz odunu traheidleri radyal yönde yassı, kalın çeperli ve dar lümenlidir. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerinde kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır. 1 mm²'deki traheid sayısı 796-1.402 adet arasındadır. Öz ışınları tek sıralı, reçine kanalı bulunan öz ışınları orta kısımda 2-5 sıralıdır. Öz ışınları heterojen yapıda olup yüksekliği çoğunlukla 1-12 hücre arasında değişmektedir. Öz ışını traheidleri her iki tarafta 1-3 sıralı, bazen de öz ışını içerisinde bulunmaktadır. Öz ışını traheidlerinin çeperleri kaba, öz ışını parâşim hücrelerinin çeperleri incedir. Enine traheidlerde çok fazla küçük kenarlı geçitler bulunur. Boyuna traheidlerde özışını parâşim hücrelerinin karşılaşma yerlerinde pencere tipi geçitler bulunmaktadır. Reçine kanalları normal olup enine ve boyuna yer almaktadır. Yaz odunu zonunda genellikle boyuna kanallar bulunmaktadır (Öktem, 2001; Merev, 2003; Dündar, 2005; Özgenç, 2014; Can, 2018;). Sarıçam odunu % 72 holoselüloz, %56 selüloz, %10 pentozan, %25,83 lignin içerir. Alkol-benzendeki ekstraktif madde çözünürlüğü %4, sudaki ekstraktif madde çözünürlüğü %2,97'dir (As vd., 2001).

Sarıçam odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Sarıçam odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Anşın ve Özkan, 1997; Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).

Özellik Birimi	Ortalama Değer	Özellik Birimi	Ortalama Değer
Tam kuru yoğunluğu	0,496 g/cm ³	Radyal yarıлма direnci	9,1 kg/cm ²
Hava kurusu yoğunluk	0,526 g/cm ³	Teğet yarıлма	9,5 kg/cm ²
Hacim ağırlık değeri	0,426 g/cm ³	Liflere paralel brinell sertlik değeri	400 kg/cm ²
Radyal daralma	%4,30	Liflere dik brinell sertlik değeri	190 kg/cm ²
Teğet daralma	%8,30	Çekme direnci	1040 kg/cm ²

Tablo 2'nin devamı

Hacmen daralma	% 12, 70	Elastikiyet modülü	120000 kg/cm²
Basınç Direnci	550 kg/cm ²	Makaslama direnci	100 kg/cm ²
Eğilme Direnci	1000 kg/cm ²	Dinamik eğilme direnci	0,4 Kn/cm

Sarıçam binalarda ve yapı işlerinde inşaat kerestesi olarak, kapı ve pencere doğramalarında, emprenye edilerek toprak ve su ile temas eden kullanım alanlarında, maden direği, tel direği, bahçe çiti, işaretleme kazığı ve travers olarak, tekne bodoslaması ve güverte döşemelerinde, mobilya yapımında, ambalaj sandığı, palet ve makara yapımında, kontrplak, kaplama, lif levha ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997; Bozkurt ve Erdin, 1997; Tomak vd., 2011).

1.12.2. Ladin

Doğu Ladini, Kafkaslarda ve Türkiye'de bulunur. Ülkemizde Orta ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde doğal ormanlar kurar. Batı sınırı Ordu Melet ırmağı olup doğuda ise Artvin ilidir. Bu illerin Orta Anadolu'ya bakan güney bakılarında yerini sarıçama bırakır. Yer yer sahil kesiminde görülse de 1000 m yükseklikten sonra geniş doğal ormanlar kurmaktadır. Ekolojik etmenler de göz önünde bulundurulduğunda 40-60 m hatta daha fazla boylanabilen, 2 m'den fazla çap yapabilen düz ve dolgun gövdeli ağaç türüdür. Yer aldığı coğrafya içerisinde zaman zaman asırlık örneklerine rastlanmaktadır. Nemli bölgelerde, derin, nemli, kumlu ve balçık, serin humuslu topraklarda yetişir. Sığ ve geniş saçak kök yapar. Kabuk genç gövdelerde açık renkli ve düzgün iken ilerleyen yıllarda koyu renkli ve büyük oval/küçük çatlaklı yapıya dönüşür. İlk dallanma gövdenin alt kısımlarında başlar dolayısıyla tüm gövde sık dallarla kaplanabilmektedir. İbreleri parlak, koyu yeşil olup 1-3 cm arasındadır. Kısa ibrelerinden ötürü diğer iğne yapraklılar arasında kolaylıkla tanınabilir. İlk büyüme yıllar yavaştır ancak 10 yıl sonrası büyüme hızlanmakta ve uzun yıllar devam etmektedir.

Odunu sarımtırak beyaz renkte olup Diri odun ve öz odun renk ayrımı net yapılamamaktadır. Yaz odunu ve ilkbahar odunu arasındaki geçiş keskin değildir (Anşin, 1988; Anşin vd., 1994; Yaltırık ve Efe, 1994; Eyüboğlu vd., 1995; Anşin ve Özkan, 1997; OGM, 2016). Reçine kanalları genel olarak yaz odunu içinde açık renkte, küçük noktalar ve ince boyuna çizgiler halinde görülmektedirler. Reçine rengi koyu sarı ve

kahverengimtıraktır. İlkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerinde büyük, üniseri bazen de biseri kenarlı geçitler yer alırken yaz odunu traheitlerinin hem radyal hem de teğet çeperlerinde küçük kenarlı geçitler yer alır. Öz ışınları heterojen ve üniseridir. Enine reçine kanallı özışınları multiseridir. Özışınları çıplak gözle görülemezler (Merev, 2003). Budaklar genellikle küçük boyutlu olup oval şekildedir (Berkel, 1970; Nanko ve Côté, 1980; Yıldız, 2000).

Ladin ağacı orman endüstrisi ve yöre işletmeleri için önemli bir yere sahiptir. Uzun lifleri sebebiyle kâğıt hamuru sektörünün en önemli hammaddelerinden biridir. Bina ve yapılarda inşaatlık kereste, kalıp tahtası, marangoz, mobilya, yonga levha, kaplama ve kontrplak üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Bununla birlikte akustik özelliklerinden dolayı müzik aletlerinin özellikle ön göğüs kısımlarının yapımında kullanılmaktadır. Kabuğundan elde edilen sepi maddesi, eterik yağlar ve özellikle reçinesi pek çok alanda yararlanılan tali ürünler arasındadır (Anşın, 1988; Bozkurt vd., 1993; Anşın ve Özkan, 1997; Arganaskvili, 1988; Yıldız, 2000).

Ladin odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Ladin odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Anşın ve Özkan, 1997; Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).

Özellik Birimi	Ortalama Değer
Tam kuru yoğunluğu	0.40/0.44 g/cm ³
Basınç Direnci	311/500 kg/cm ²
Eğilme Direnci	780 kg/cm ²
Elastikiyet modülü	110000 kg/cm ²
Makaslama direnci	67 kg/cm ²

1.12.3. Doğu Kayını

Doğu Kayını, Balkanlar, Trakya, İstanbul ve Kocaeli yarımadasından Karadeniz'e uzanmaktadır. Doğu Karadeniz boyunca devam edip Kafkaslar'a ve Kırım'a kadar uzanmaktadır. Batı Karadeniz'de 1300 m'ye, doğu Karadeniz'de 1800-1900 m'ye kadar çıkabilmektedir. 30-40 metreye kadar boylanabilen, açık gri ve koyu gri çatlaksız ince kabuk yapısına sahip olan bir orman ağacıdır. Genç sürgünleri tüylüdür. Nemli deniz iklimini sever. Uzun, dolgun ve düz gövdeler; 1 m' ye varabilen geniş çaplar yapar. 0,5 – 10,5 cm

uzunluğundaki yaprak sapları tüylüdür. Erkek çiçekte yaprak koltuklarından çıkarlar ve küresel başçıklar halinde aşağı sarkıktırlar. Meyve oval biçimde, kahverengi, tek tohum taşıyan bir nustur. Meyvesinin tohumu yağlıdır. Çiçeklenme nisan ayında olup yapraklanma ile aynı zamana rastlar (Saatçioğlu, 1976; Kayacık, 1981; Atalay, 1992; Yaltırık, 1993; Anşin ve Özkan, 1997; OGM, 2016).

Öz odunu-dirî odun arasında fark yoktur. Odunu sarımtırak beyaz, krem rengi, yetiştirme muhitine göre pembesi ve kırmızımsı renktedir. Odunu dağınık trahelidir. İlkbahar odunu ile yaz odunu arasında keskin bir geçiş yoktur. Traheler odunda bulunduğu yere göre sayısal olarak farklılıklar göstermektedir. İlkbahar odunu içerisinde bulunan traheler ince çeperli ve geniş çaplıdır. Ekseriyetle çok sıralı homoselüler öz ışınları bulunmakla birlikte tek sıralı homoselüler özışınları da bulunmaktadır. Enine kesitte, yıllık halka sınırında genişleyerek bir kavis çizerler. Çıplak gözle görülebilmektedirler. Doğu kayınında %33,9 oranında trahe, %45,78 oranında libriform lifleri, %20,20 oranında özışını ve %5 oranında boyuna paranzim bulunmaktadır. İlkbahar odununda; lif uzunluğu 1,242mm, lif genişliğin 20,20 μ , lümen çapı 9,75 μ , lif çeper kalınlığı 5,11 μ , yaz odununda ise; lif uzunluğu 1,238 mm, lif genişliği 17,92 μ , lümen çapı 6,2 μ ve lif çeper kalınlığı 5,66 μ 'dur. Kayın odunu %78,99 holoselüloz, %41,54 selüloz, %25,21 pentozan, %22,57 lignin içerir. Alkol-benzendeki ekstraktif madde çözünürlüğü %1,51, sudaki ekstraktif madde çözünürlüğü %1,92 ve kül oranı %0,61'dir (Şanlı, 1978; As vd., 2002; Merev, 2003).

Doğu kayını odunu özellikle mobilya sanayiinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun yanında el aletleri ve sapları, parke, dekorasyon, tornacılık, karoseri, kaplama, kontrplak yapımında kullanılmaktadır. Kısa lifli oluşundan dolayı duvar kâğıdı yapımında da değerlendirilirler (Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).

Kayın odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Kayın odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).

Özellik Birimi	Ortalama Değer	Özellik Birimi	Ortalama Değer
Tam kuru yoğunluğu	0.64 g/cm ³	Radyal yarıлма direnci	0,74 N/mm ²
Hava kurusu yoğunluk	0,66 g/cm ³	Teğet yarıлма	1,07 N/mm ²
Hacim ağırlık değeri	0,53 g/cm ³	Liflere paralel brinell sertlik değeri	54,9 N/mm ²
Radyal daralma	% 5	Liflere dik brinell sertlik değeri	27 N/mm ²
Teğet daralma	% 11,40	Çekme direnci	131,6 N/mm ²

Tablo 4'ün devamı

Hacmen daralma	% 16,21	Elastikiyet modülü	13082 N/mm ²
Basınç Direnci	57 N/mm ²	Makaslama direnci	9,90 N/mm ²
Eğilme Direnci	112,30 N/mm ²	Dinamik eğilme direnci	0,95 kN/cm

1.12.4. Kızılağaç

Trakya ve Marmara civarından kuzey doğuya boylu boyunca uzanır. Ülkemizde doğal olarak yetişen iki türü vardır. Doğu kızılağacı (*Alnus orientalis*), adi kızılağaç (*Alnus glutinosa*). Bu tez çalışmasında adi kızılağacın ülkemizde doğal olarak yetişen üç alt türünden olan sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) kullanılmıştır. Bu ağaç türü doğu Karadeniz’de yoğun olarak saf ve karışık ormanlar kurar. Çoğunlukla dere yatakları ve çevresinde bulunur. Nem isteği çok yüksektir. Hızlı büyüyen bir türdür. Boyu çoğunlukla 20-30 m’ye kadar ulaşabilen, düzgün gövdeli, yetişme yerine göre zaman zaman çalı formunda olan ve nem isteği fazla olan bir ağaçtır. Esmer, düzgün ve parlak kabuğu ilerleyen yaşlarda çatlaklı, kalın ve koyu hal alır. Kızılağaç fakir topraklarda yetiştirilebilmektedir. Köklerinde havadaki serbest halde bulunan azotu bağlayan yumrular bulunmaktadır. Bu özelliğinden dolayı tarımsal ormancılık (agroforest) uygulamalarının vazgeçilmez türüdür. Toprağı zenginleştirip tür çeşitliliğine ve verime katkıda bulunmaktadır. Bu alttürde yapraklar elips şeklinde olup ilerleyen yıllarda üst kısım tüysüz alt kısım ise tüylüdür. Ağaç adını bu özelliğinden almaktadır. Yaprak ucu küttür. Yan damar sayısı 8 ila 11 çifttir. Kozalakları biraz büyük ve nus çok dar kanatlıdır (Yaltırık, 1970; OGM, 2016).

Odun rengi açık sarımtırak renktedir. Hava ile temas ettiğinde odun kızıl renk almaktadır. Yalancı özışınları enine kesitte çıplak gözle görülebilmektedir. Yıllık halkalar net belirgindir. Traheler yıllık halka içerisinde dağınık bir şekilde dizilidir. Yaz odunu traheleri ilkbahar odunu trahelerine göre daha küçük çaplıdır. Trahe hücrelerinin kenarlı geçitleri almaçlıdır. Bu geçitler daire şeklinde ya da çok köşeli şekildedir. Odunun diğer önemli bir unsuru yalancı özışınlarına sahip olmasıdır. Normal özışınları tek sıralı ve homoselülerdir (Merev, 2003).

Kızılağaç, kibrit, kurşun kalem, ambalaj sanayii, kaplama, kontrplak, mobilya, el aletleri, yonga levha, MDF, gibi sektörlerde değerlendirilirken, yöre halkı tarafından yakacak olarak da sıklıkla kullanılmaktadır (Akyüz, 1998). Ayrıca kâğıt hamuru, doğrama, inşaat kerestesi ve madenlerde de kullanıldığı bilinmektedir (Yılmaz, 1996; Gürsu, 1967).

Kızılağaç odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Kızılağaç odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Gürsu, 1967)

Özellik Birimi	Ortalama Değer
Tam kuru yoğunluğu	0.486 g/cm ³
Hava kurusu yoğunluk	0,66 g/cm ³
Hacim ağırlık değeri	0,503 g/cm ³
Radyal daralma	% 5,4
Teğet daralma	% 8,6
Hacmen daralma	% 14,1
Basınç Direnci	458 Kp/cm ²
Eğilme Direnci	838 Kp/cm ²
Dinamik Eğilme Direnci	0,60 kgm/cm ²

1.12.5. Kestane

Anadolu keşanesi, kuzeydoğu sınırından başlayıp, Karadeniz sahilleri boyunca Belgrad Ormanlarına kadar uzanmaktadır. Marmara çevresinde de iyi bir yayılış göstermektedir. Boyu 20-25 m’ye kadar ulaşan, dolgun gövdeli, uzun ömür bir ağaçtır. Yetişme yeri özelliklerine göre 1000 yaşına kadar yaşayabilmektedir. Kabuk görünüm olarak koyu gri olup yukarıdan aşağıya yarıklı görüntüler oluşturur. 10 yaşına kadar yavaş, bu yaştan 50 yaşına kadar da hızlı büyüdüğü bilinmektedir. Sık sürgün vermekte olup kuvvetli kazık kök yapmaktadır. 700-1000 m’ye kadar dikey yayılış göstermektedir. Kestane ağacı yaprağı 3-6 cm genişliğinde ve 8-18 cm uzunluğunda, sivri uçlu ve kenarları keskin dişlidir (Anşin, 1988; Yaltırık, 1993; Kayacık, 1967; OGM, 2016).

Odunu sarımtırak renktedir. Enine kesitten bakıldığında çok dar bir diri odun halkası görölmektedir. Öz odunu son derece geniş olan bir türdür ve kirli sarı bir renktedir. Ağacın ekstraktiflerle zengin oluşu bundan kaynaklı olup dayanıklı bir odun türüdür. Halkalı trahelidir. Yıllık halkalar belirgindir. Yaz odunda trahe çapları ilkbahar odununa göre daha küçüktür. Yaz odunu traheleri dizilerinin etrafında boyuna paranzim hücreleri bulunmaktadır. Enine kesitte traheler çıplak gözle görölebilmektedir. Öz ışınları incedir ve çıplak gözle görölemezler (Bozkurt ve Erdin, 1997; Merev, 2003).

Kestane odunu, mobilya, bükme mobilya, fıçı, tel direği, çit direği, travers, parke, soyma kaplama, gibi endüstrilerde kullanılmaktadır. Değerli bir odun türüdür. Son yıllarda

kestane odunundan kimyasal ekstraksiyon yoluyla tanen, sepi gibi maddeler elde edilmektedir (Bozkurt vd., 2000). Bu maddeler birçok sektörde kullanılabilirken son yıllarda odunundan elde edilen ekstraktın odun koruma maddesi olarak da kullanılabildiği ortaya konmuştur (Yıldız vd., 2017).

Kestane odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 6’de verilmiştir.

Tablo 6. Kestane odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler (Berkel, 1970).

Özellik Birimi	Ortalama Değer	Özellik Birimi	Ortalama Değer
Tam kuru yoğunluğu	0.59 g/cm ³	Liflere paralel brinell sertlik değeri	3,8 kg/cm ²
Hava kurusu yoğunluk	0,63 g/cm ³	Liflere dik brinell sertlik değeri	1,8 kg/cm ²
Radyal daralma	% 4,3	Çekme direnci	1350 kg/cm ²
Teğet daralma	% 6,4	Makaslama direnci	80 kg/cm ²
Hacmen daralma	% 11,3	Dinamik eğilme direnci	0,57 kgm/cm ²
Basınç Direnci	500 kg/cm ²	Eğilme Direnci	kg/cm ²

1.13. Literatür Çalışması

CCB ve CCA’nın *radiata* çamı (*P. radiata*) diri odununda çürüklüğe karşı etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada her iki emprenye maddesinin benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak bakıra toleranslı esmer çürüklük mantarının yaygın olduğu yerlerde CCB’nin bir miktar yetersiz kaldığı görülmüştür (Wakeling, 1991). Tamblyn ve Levy, (1981) ile Gray ve Dickinson, (1982) da benzer sonuçları daha önce bilim dünyası ile paylaşmışlardır. Gray ve Dickinson, (1982)’a göre CCB’nin yumuşak çürüklük yapan mantarlara karşı CCA’dan daha iyi bir performans gösterdiği ve bunu da CCB’deki fazla orandaki bakıra bağladığı bildirilmiştir. Bununla birlikte (Koch ve Sheard, 1991), CCB ile emprenye edilmiş malzemelerin yıkanmanın olmadığı alanlarda kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

CCB ve CCA emprenye maddelerinin toprakla temas ettirildiği bir çalışmada yumuşak çürüklüğün bulunduğu ya da belirli bir çürüklüğün çok baskın olmadığı yerlerde CCB’nin, CCA’nın önemli bir alternatifi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu durum özellikle kayın odunlarında dikkat çekmiştir (Hedley, 1992).

Malezya’da yerel odun türleri ile yapılan bir çalışmada, %5, %6 ve %8’lik konsantrasyonlarda CCB ve %6’lık konsantrasyonda CCA ile yapılan emprenye sonrası

örneklere iki yıl süreyle iki farklı alanda toprakla temas testi uygulanmıştır. Sonuç olarak %6'lık konsantrasyonda benzer sonuçlar alınmıştır. CCB ve CCA'da yaklaşık olarak benzer oranlarda sırasıyla bor ve arsenik yıkanması tespit edilmiştir. Çalışma sonunda Malezya'ya ait benzer iklim koşullarında CCB'nin iyi bir alternatif odun koruma maddesi olabileceği vurgulanmıştır (Selamat vd., 1993).

Toprak özelliklerinin odunun çürüklüğüne etkisi konulu bir çalışmada, Klinka vd., (1995), batı tsugası (*Tsuga heterophylla*) ve duglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* Franco) ağaçlarına ait 85 yıl önce kesilen tomrukları 1 metreye boylandırarak açık alana bırakılmışlardır. Çürüklük derecelerinin toprak kalınlığına, toprak içerisindeki organik madde oranına, toprak asiditesine özetle toprak özelliklerine bağlı olarak değiştiği ortaya konulmuştur.

Yapılan bir çalışmada, kavak (*Populus* spp.), karaağaç (*Ulmus* spp.), keruing (*Dipterocarpus alatus*), tik (*Tectona grandis*), kayın (*Fagus silvatica*), ladin (*Picea abies*), melez çamı (*Larix decidua*) türlerinin öz odun ve diri odunları laboratuvar tipi toprakla temas testine maruz bırakılmışlardır. Çalışmada sarıçam (*Pinus sylvestris*) diri odunu kontrol örneği olarak kullanılmıştır. Örneklerde dinamik elastikiyet ve modülü, statik elastikiyet ve modülü ve ağırlık kaybı araştırılmış, her bir varyasyon on örnekten oluşturulmuştur. Statik elastikiyet üç nokta yükleme testi şeklinde (DIN-52-186, 1978) standardına göre yapılmıştır. Dinamik elastikiyet ise Grindosonic MK5 cihazı ile tahribatsız şekilde ölçülmüştür. Birbirleriyle olan ilişki katsayıları (R^2) kayın (*Fagus silvatica*) ve ladinde (*Picea abies*) sırasıyla 0,96 ve 0,97 olarak bulunmuştur. Diğer türlerde de bu oran 0,94 ila 0,97 arasında değişmiştir. Bu da tahribatsız test metodunun çürüklüğün erken dönemlerini teşhis anlamında oldukça etkili olabileceğini ortaya koymaktadır (Machek vd., 2001)

Yunanistan'da yapılan bir çalışmada, 2x2x30 cm³ boyutlarındaki sarıçam (*P. sylvestris*) test örnekleri CCB ile emprenye edilmiş ve toprakla temas edilen kısmına da kreozot uygulaması yapılmıştır. CCB emprenye çözeltisinin konsantrasyonu %2 olup yaklaşık 9 kg/m³'lük bir tutunma sağlanmıştır. CCB dolu hücre yöntemiyle kreozot da sıcak soğuk açık kazan yöntemi ile emprenye edilmiştir. 6 tekrarlı yapılan çalışma 18 yıl sürmüştür. 18 yıl sonra kalan emprenye maddesine bakıldığında fazla yıkanmaya karşın çürüklük anlamında oldukça iyi bir sonuç elde edilmiş olup bu durum toprakla temas testi yapılan yerin iklimsel kuruluşuna bağlanmıştır. Çalışmadan elde edilen bir başka ön görüş ise bu tür çalışmaların Kuzey Avrupa gibi nemli bölgeler dışında kuru iklimler için de yapılması gerekliliğidir. Şöyle ki mevcut standartlarda zorunlu kılınan retensiyonlardan çok

daha az retensiyonlarda yeterli korumanın sağlanabileceği ifade edilmektedir (Kakaras vd., 2004).

Ali vd., (2011) yaptıkları çalışmada Mozambik ülkesinde az kullanılan beş farklı ağaç türünün; muanga (*Pericopsis angolensis*), metil (*Sterculia appendiculata*), namuno (*Acacia nigrescens*), ncurri (*Icuria dunensis*) ve ntholo (*Pseudolachnostylis maprounaefolia*) öz odun ve diri odunlarının doğal dayanımlarını araştırmışlardır. Kontrol örneği olarak sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kayın (*Fagus silvatica* L.) diri odun örnekleri kullanılmıştır. Laboratuvar ortamında, toprak üstü ve toprakla temas halinde üç farklı deneme deseni uygulanmıştır. Biri Mozambik biri İsveç'te bulunan iki farklı deneme alanlarında 18 ay süren toprakla temas testi sonrası muanga (*Pericopsis angolensis*), namuno (*Acacia nigrescens*), ncurri (*Icuria dunensis*) ve ntholo (*Pseudolachnostylis maprounaefolia*) ağaç türlerinin diri ve öz odunlarında herhangi bir çürüklük gözlemlenmemiştir. Ancak metil (*Sterculia appendiculata*) ve kontrol odunları olan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kayında (*Fagus silvatica* L.) ciddi derecede çürüklükler tespit edilmiştir. En yüksek ağırlık kaybı %61,7 ile metil (*Sterculia appendiculata*) diri odununda gerçekleşmiştir. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) diri odununda ağırlık kaybı ise %11,4'tür. Bu ağırlık kayıplarının sebebi olan çürüklüklerin çoğu yumuşak çürüklük mantarları (%48,6) tarafından gerçekleştirilmiştir. Görsel olarak Mozambik'teki deneme alanında daha fazla çürüklük gözlemlenmiştir. Özellikle bu alandaki metil (*Sterculia appendiculata*) ve kontrol odunları olan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kayın (*Fagus silvatica* L.) termit saldırısına uğrayıp tamamen degrade olmuştur. İki deneme alanındaki çevresel şartlar birbirinden oldukça farklı olup Mozambik'in İsveç'ten daha sıcak olması çürüklüğü hızlandırmış, çürüklük derecelerini hissedilir bir biçimde artırmıştır. Bununla beraber degradasyonu artıran diğer bir olay Mozambik'te topraktaki organik maddenin İsveç'e göre daha fazla oluşudur. Çalışmanın devamında İsveç'te deneme alanında bırakılan örneklerde 24 ay sonunda metil (*Sterculia appendiculata*) odununda %94,6 sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) diri odununda %85 ve kayın (*Fagus silvatica* L.) diri odununda %93'lük bir görsel çürüklük tespit edilmiştir. Test örneklerindeki renk değişimi (ΔE^*) ilk altı ayda çok hızlı bir şekilde etkini göstermiştir. Renk değişimine en duyarlı odun örnekleri ncurri (*Icuria dunensis*) ve ntholo (*Pseudolachnostylis maprounaefolia*) olmuştur. Örneklerde yapılan elastik modülü çalışmalarında en düşük sonuç metil (*Sterculia appendiculata*) odununda bulunmuş, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) diri odunu ve kayın (*Fagus silvatica* L.) diri odunundan benzer sonuçlar elde edilmiştir. Elastikiyet kaybı her iki kontrol grubunda %50 yakın bulunmuştur.

Son yıllarda doğal dayanımı yüksek odunlardan elde edilen ekstraktlar odun koruma endüstrisinde hızla kullanılmaya başlanmıştır. Çevresel baskı ve yasal yükümlülükler odun koruma alanına farklı bir boyut kazandırmaktadır. Yapılan bir çalışmada doğal dayanıklılığıyla bilinen iroko (*Milicia excelsa*), lusambya (*Markhamia lutea*) ve mugavu (*Albizia coriaria*) özodunlarından elde edilen özütler karayip çamı (*Pinus caribaea*) ve upas (*Antiaris toxicaria*) ağacı odunlarının diri odunlarına daldırma yöntemiyle emdirilerek emprenye işlemi sağlanmıştır. Kontrol grubu ise CCA ile basınçlı bir şekilde emprenye edilmiştir. Test örnekleri termit degradasyonu için açık alanda toprakla temas halinde bırakılmışlardır. Dayanıksız olan bu türlerin doğal ekstraktlarla muamele edilmesi dayanımlarını artırmıştır. Aynı zamanda ekstraksiyona uğratılan odun örnekleri de aynı teste tabi tutulmuş ve dayanımlarında bir miktar azalma olsa da tamamen degrade olmamışlardır. Bunun sebebi olarak da ekstraksiyon işlemiyle odundan bu bileşenlerin tamamıyla uzaklaştırılmadığı ve hücre çeperlerinde hala bir miktar koruyucu bileşenlerin mevcudiyeti olduğu öne sürülmüştür (Syofuna vd., 2012).

Isıl işleme uygulanmış dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), iroko (*Chlorophora excelsa*), sarıçam (*P. sylvestris* L.) ve doğu ladini (*Picea orientalis* L.) örneklerinden elde edilen 2x2x30 cm boyutlarındaki test numuneleri on tekerrürlü olmak üzere açık alana bırakılmışlardır. ΔL ve ΔE değerleri göz önüne alındığında, renk değerleri ilk altı ayda etkili bir biçimde değişim göstermiştir. Isıl işlemli yapraklı ağaçlar, ısıtılmış iğne yapraklı ağaçlara göre daha az renk değişimine uğramışlardır. Isıl işlemli odunlara nazaran kontrol örneklerinde çatlamalar gözlemlenmiştir (Tomak vd., 2014).

Avrupa Melezi (*L. decidua*), sapsız meşe (*Q. petraea*), sarıçam (*P. sylvestris*) öz odunları ile yapılan çalışmada odun örnekleri laboratuvar tipi toprakla temas testine maruz bırakılmışlardır. Çalışmada kontrol örnekleri olarak sarıçam (*P. sylvestris*) ve kayın (*F. sylvatica* L.) diri odunları kullanılmıştır. *Coniophora puteana* mantarına en yüksek dayanımı gösteren odun sapsız meşe (*Q. petraea*) öz odunu olmuştur. Kayının (*F. sylvatica* L.) ağırlık kaybı %37,7 olup dayanıksız (Durability Class- DC5), sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununun ağırlık kaybı %38,2 olup dayanıksız (DC5), sarıçam (*P. sylvestris*) öz odununun ağırlık kaybı %20,8 olup az dayanıklı (DC4), Avrupa melezinin (*L. decidua*) ağırlık kaybı %23,4 olup az dayanıklı (DC4), sapsız meşenin (*Q. petraea*) ağırlık kaybı diğer çalışmaların aksine %0,4 olup çok dayanıklı (DC1) sınıfına girdiği tespit edilmiştir. *Oligoporus placenta* mantarı çalışmada iğne yapraklı ağaç türleri ile test edildiğinde en yüksek dayanımı gösteren odun sarıçam (*P. sylvestris*) öz odunu olmuştur. Ağırlık kaybı %21,8 olup az dayanıklı

(DC4), Avrupa melezi (*L. decidua*) öz odununun ağırlık kaybı %22,1 olup az dayanıklı (DC4) ve sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununun ağırlık kaybı %25,4 olup az dayanıklı (DC4) sınıfına girdiği tespit edilmiştir. *Trametes versicolor* mantarı testinde kayının (*F. sylvatica* L.) ağırlık kaybı %45 olup dayanıksız (DC5), sapsız meşenin (*Q. petraea*) ağırlık kaybı %1,2 olup çok dayanıklı (DC1) sınıfına girdiği tespit edilmiştir. (EN-350-1, 1994) standardına göre yumuşak çürüklüğe maruz bırakılan test örneklerinde en yüksek dayanımı gösteren odun Avrupa melezinin (*L. decidua*) öz odunu olmuştur. Ağırlık kaybı %10,4 olup orta derece dayanıklı (DC3), sarıçam (*P. sylvestris*) öz odununun ağırlık kaybı %11 olup orta derece dayanıklı (DC3), sapsız meşenin (*Q. petraea*) ağırlık kaybı %18,7 olup az dayanıklı (DC4), sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununun ağırlık kaybı %21,8 olup dayanıksız (DC5), kayının (*F. sylvatica* L.) ağırlık kaybı %29,6 olup dayanıksız (DC5) sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada DIN 52186' (1978) e göre iğne yapraklı ağaç odunlarında elastikiyet modülü hesaplanmıştır. Elastikiyet kaybı Avrupa melezi (*L. decidua*) öz odununda %34,3, sarıçam (*P. sylvestris*) öz odununda %46,8 ve sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununda %64,4 oranlarında gerçekleşmiştir (Plaschkies vd., 2014).

Tablo 7. Sarıçam hızlandırılmış toprak testi değerleri (Venäläinen vd., 2014)

Maruziyet Süresi (Ay)	Elastikiyet Modülü	Eğilme Direnci	Ağırlık Kaybı
Diri odun			
Kontrol	7620	52,4	
4	6495	38,1	3,4
5	6780	40,4	4,2
7	5614	34,1	6,8
9	4661	30,3	9,2
11	3874	25,1	11,7
Öz odun			
Kontrol	7793	53,8	
4	6985	42,6	1,5
5	6531	42,1	2,6
7	5948	38,3	3,6
9	5704	36,7	6,2
11	5078	33,7	7,3

Venäläinen vd., (2014) hızlandırılmış toprakla temas testinde sarıçam (*P. sylvestris*) öz ve diri odunlarının direnç kaybını araştırmışlardır. 2x2x34 cm'lik test örnekleri 60 °C'de 48 saat kurutulup tam kuru ağırları ölçülmüştür. Sarıçam (*P. sylvestris*) öz odunu yoğunluğu 425 kg/m³, diri odun yoğunluğu 418 kg/m³ olarak bulunmuştur. Bu test metodunda laboratuvar ortamında toprak dolu bir kutu içerisine yerleştirilen diri odun test örnekleri, ISO3133 (1975) standardına göre 4, 5, 7, 9 ve 11 ay boyunca muamele edilmişlerdir. 10 tekerrürlü yapılan çalışmada sarıçam (*P. sylvestris*) diri odunu henüz %10'luk bir ağırlık kaybındayken yaklaşık %50 direnç kaybına uğramıştır. Öz odun da ise ağırlık kaybı %7 civarındayken direnç kaybı %30 seviyelerindedir (Tablo 7). Çalışmadan elde edilen en önemli sonuçlardan biri yumuşak çürüklük mantarlarından kaynaklanan direnç kaybı, ağırlık kaybından daha önemlidir. Bundan dolayı daha kısa süreli veya odunların tamamen çürümeden elde edilebildiği çalışmalar ve erken müdahale için tahribatsız yöntemler tavsiye edilmiştir.

Hızlı büyüyen iki okaliptüs (*E. saligna* - *Corymbia citriodora*) türüne ait örneklerin, bir yıl açık alanda toprakla temas halinde bırakılmasından sonra toplanan örneklerde eğilme direnci ve fotodegradasyon değerleri araştırılmıştır. Örnek boyutları 2x2x31 cm olup yoğunlukları sırasıyla 0,79 ve 1,02 g/cm³ olarak bulunmuştur. Örnekler güney Brezilya'da deniz seviyesinden 245 m yukarıda, 1050 mm ortalama yağışı bulunan ılıman bir alanda, yan yana iki farklı deneme deseni şeklinde çakılmıştır. Birinci alan tamamen gölgesiz, çıplak düz bir arazi olup ikinci alan 6 yıllık genç *Acacia mearnsii* meşçeresinin olduğu bir özelliktedir. Örnekler çakıldıkları alanlardan 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 ve 360 gün sonunda aralıklı olarak çıkarılmıştır. Saha değişimi önemsiz olmakla birlikte elastikiyet modülü, eğilme direnci ve ağırlık kaybı odun türü ve maruziyet süresine bağlı olarak önemli değişiklikler göstermiştir. Ağırlık kaybı, daha az yoğunluğa ve ekstraktif madde varlığına sahip *E. saligna*'da daha fazla olmuştur. Aynı ağaç türleri ile Avustralya'da yapılan bir çalışmaya göre Brezilya'da dayanım daha düşük çıkmıştır. Bunun sebebi ise toprak özellikleri, daha sıcak ve nemli iklim ve bol miktarda odun tahribatçısının varlığı olarak söylenebilir. Maruziyet süresi arttıkça eğilme direnci ve elastikiyet modülünde düşüşler gözlemlenmiştir. Test sonunda *E. saligna*'da eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerindeki azalış %50 civarındayken *Corymbia citriodora*'da eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerindeki azalış sırasıyla %34,1 ve %38,5 olarak bulunmuştur. Çürüklüğe maruz kalmış tüm test örneklerinde NaOH(%1) çözünürlüğü kontrole oranla çok daha yüksek bulunmuştur. İki tür arasında *E. saligna*'da bu oran daha yüksektir. Çünkü *E.*

saligna çürüklüğe daha hassastır. *Corymbia citriodora* test süresince yumuşak çürüklüğe (lignin kaybı) maruz kalırken, *E. saligna* yumuşak çürüklüğün yanında esmer çürüklük mantarlarının (lignin+karbonhidrat kaybı) saldırısına da maruz kalmıştır. Özetle, araziden toplanmış test örnekleri üzerinde yapılan tüm fiziksel, mekanik ve kimyasal analizlerdeki azalma, odunun çürüklük derecesine, açık alanda bırakılma süresine ve odunun yapısına bağlıdır. Ağırlık kaybı arttıkça tüm direnç özelliklerinde aynı doğrultuda azalış meydana gelmektedir (Mattos vd., 2014)

Hannover’de yapılan bir araştırmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Avrupa ladini (*Picea abies* Karst.), Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.), Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* Franco) ve saplı meşe (*Quercus robur* L.), beş farklı toprak yapısı ve bir beton zemin olmak üzere toplam 6 farklı substratta, tehlike sınıfı 4 toprakla temas halde teste tabi tutulmuşlardır. Bu substratlar sırasıyla, normal toprak, gübrelenmiş toprak, torf-toprak karışımı, kabukla malçlanmış toprak, kumlu ve çakıllı toprak ve beton zeminden oluşmaktadır. Çalışmada iki farklı örnek boyutu kullanılmış olup (8x20x200 mm³ ve 25x50x500 mm³) boyut ve hacim arasındaki farklılıklar da incelenmiştir. 4,5 yıl arazide kalan örneklerde toprak ve beton zemin arasında çürüklük oranları bakımından önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Çürümenin en yavaş ilerlediği ortam beton olmuştur. Betonun topraktaki degrade edici mikroorganizmaları barındırmaması bu sonucun çıkmasına neden olmuştur. Betondan sonra en yavaş çürüklük ilerlemesi kum ve çakıllı toprakta gerçekleşmiştir. Toprağa kabuk, gübre ve torf gibi ilavelerin çürüklüğe etkisi yok denecek kadar az olmuştur. Çürüklük başladığı zaman tüm ortamlarda benzer şekilde ilerlemiştir. Tüm zeminlerde odunlara yumuşak çürüklük mantarı arız olmuş akabinde bu çürüklük yerini beyaz çürüklüğe bırakmıştır. Örnek boyutları esas alındığında mini boyutlu örneklerde çürüme daha önce başlamış ve çürüklük test süresi kısalmıştır. Bu durum açıkça şunu ifade etmektedir ki; kısa süreli yapılacak olan bilimsel çalışmalar veya pratik çürüklük incelemeleri için daha küçük boyutlu örnekler kullanılabilir. Bu sayede daha çabuk sonuç alınabilir ve çürüklüğe karşı birtakım tedbirler uygulanabilir. Çalışmada önemle vurgulanan diğer bir sonuç ise son kullanım yeri tahminlerinin daha doğru yapılabilmesi için bu tip çalışmaların devam etmesi gerekmekte olduğudur (Brischke vd., 2014).

İsveç’te yapılan bir çalışmada ayrı ayrı hem Sibirya’da yetişen hem de İsveç’te yetişen Sibirya karaçamı (*Larix sibirica* Ledeb.) ile sadece İsveç’te yetişen Avrupa karaçamı (*Larix decidua* Mill.) doğal dayanım açısından karşılaştırılmıştır. Kontrol örneği ise sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) öz ve diri odunudur. İsveç’in iki ayrı şehrinde (Simlångsdalen ve

Uppsala) 12 yıl toprakta temas halinde kalan test örneklerinden en iyi doğal dayanımı gösteren odun türü Sibirya'da yetişen Sibirya karaçamının (*Larix sibirica* Ledeb.) öz odunu olurken en az doğal dayanımı gösteren odun türü İsveç'te yetişen Avrupa karaçamı (*Larix decidua* Mill.) olmuştur. Sibirya'da yetişen Sibirya karaçamı (*Larix sibirica* Ledeb.)'nın öz odununun gösterdiği dayanım, bazı tropik odunların hatta bazı bakır bazlı koruyucularla emprenye edilen odunların gösterdiği performansa yakın bulunmuştur. Sibirya'da yetişen Sibirya karaçamı (*Larix sibirica* Ledeb.) kadar olmamakla birlikte ona yakın bir doğal dayanım gösteren sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) öz odunu da iyi bir dayanım göstermiştir. Bu iki türün doğal dayanımı içerdikleri ekstraktiflere bağlanabilir. Çalışmada sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Sibirya karaçamının (*Larix sibirica* Ledeb.) ekstraktif madde oranları sırasıyla %12,7 ve %19,6 olarak bulunmuştur. Test örneklerinin doğal dayanıklılığı ile su alma eğilimleri arasında ilişki kurulamamıştır. Çalışmada aynı zamanda laboratuvar çalışmaları da yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre açık alan denemelerinden elde edilen sonuçlarla laboratuvar da elde edilen sonuçlar arasında benzerlik bulunmamaktadır. Dolayısıyla dış ortamda kullanılacak ahşap malzemelerin hizmet ömrü tayini için açık alan denemelerinin önemi büyüktür (Jebrane vd., 2014).

Toprakla temas halindeki odunun dayanımının araştırıldığı çalışmalarda toprağın etkisi çok önemlidir. Yapılan bir çalışmada toprakla temas testi deneme alanına başka bir alandan toprak transferinin odunun çürüklük değerlerine etkisi araştırılmıştır. Yanyana bulunan, orijinal topraklı deneme alanına ve başka bir yerden transfer edilmiş toprağın bulunduğu deneme alanına sarıçam (*P. sylvestris*) odunu örnekleri yerleştirilmiş ve 30 ay çürümeye bırakılmıştır. Daha sonra test örneklerinde yapılan çürüklük muayenesi sonucu çürüklük yapıları ve türlerine göre iki alan arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Toprak tipi haricinde diğer tüm parametrelerin aynı bulunduğu çalışmada toprağın yapısının toprakla temas (tehlike sınıfı 4) çalışmalarında ne kadar etkili olduğu ortaya koyulmuştur (Råberg vd., 2014).

Son yıllarda odun koruma endüstrisinde yaygın çalışılan bitkisel ekstraktların ve silikonlu bileşiklerin performanslarının test edilmesi için açık alan denemelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Panov ve Terziev, (2015) ısıtılmış, CCA, keten tohumu yağı ve silikon içerikli bileşenler ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) diri odunlarının tehlike sınıfı 3, tehlike sınıfı 4 ve laboratuvar koşullarındaki dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Bu yeni nesil koruma maddelerine daha etkili olması için çeşitli fungusit ilaveleri gerekmektedir. Çalışmada keten tohumu yağına birtakım fungusitler ve kreozot ilave

edilerek emprenye edilen örnekler de toprakla temas halinde maruziyete bırakılmışlardır. Tetraethoxysilane başta olmak üzere diğer silikon bazlı kimyasal maddeler (phenyltriethoxysilane, methyltriethoxysilane) toprakla temasta yeterli dayanımı gösterememişlerdir. Bu maddelerle emprenye edilip toprakla temas halinde bırakılan ahşap malzemenin ömrü 6 yıl civarında olmaktadır. Keten tohumu tek başına kullanıldığında toprakla temasta fazla bir dayanım göstermezken benzalkonium klorit ve kreozot ilaveli keten tohumu gereken dayanımı göstermiştir. Yapılan çalışmadan elde edilen en önemli sonuç, bir emprenye maddesinin sadece hidrofobik olmasının yeterli olmadığı, özellikle toprakla temas halinde topraktaki çürüklük yapan mantar ve mikroorganizmalara karşı zehirleyici etki de göstermesi gerektiğidir.

Egzotik ağaç türleriyle yapılan bir çalışmada, ahşap kaynakları tükendiğinde alternatif olarak dal odunu ve kök odunu kullanımının devreye sokulabileceği ve bu konuda araştırma yapılmasının gerekliliği ortaya koyulmuştur. Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) dal ve kök odunu, Afrika maunu (*Khaya ivorensis*) dal ve kök odunu ve kontrol olarak da Kapok (*Ceiba pentandra*) kök odunundan elde edilen test örnekleri, ‘EN 252 (1989) toprakla temas eden odunun dayanımı standardına’ göre 12 ay boyunca yarı boylarına kadar toprağa çakılı halde muamele edilmişlerdir. Sonuç olarak Sapelli dal odunu, kök odununa oranla daha az dayanıklı; kapok kök odunundan ise daha dayanıklı bulunmuştur. Kök odunundaki yoğunluk, doğal dayanıklılık ile pozitif korelasyon gösterirken, anatomik özellikler, doğal dayanıklılık ve yoğunluk arasındaki korelasyon, kök odununda dal odunundan daha güçlü bulunmuştur (Dadzie ve Amoah, 2015).

Moya ve Berrocal (2015), yaptıkları bir çalışmada tropik bölgelerde yetişen, hızlı büyüyen 10 ağaç türü (*Acacia mangium*, *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Swietenia macrophylla*, *Tectona grandis*, *Terminalia amazonia*, *Terminalia oblonga* ve *Vochysia guatemalensis*) odunlarını, 36 ay süreyle dış ortamda toprakla temas ettirdikten sonra biyodegradasyon ve elastikiyet modülü değerleri açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmayla ilgili veriler Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Bazı ağaç türlerinin bilgileri (Moya ve Berrocal, 2015)

Türler	Yaş (Yıl)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Yükseklik (m)	Çap (cm)	Öz Odun Oranı (%)	Retensiyon (kg/m ³)
<i>Alnus acuminata</i>	9	0,34	20,7	20,5	Yok	2,7
<i>Acacia mangium</i>	9	0,45	19	36,7	64,45	2,4

Tablo 8'in devamı

<i>Bombacopsis quinata</i>	10	0,32	16,7	21,5	Yok	4
<i>Cupressus lusitanica</i>	10	0,43	20,7	18,5	69,71	2,1
<i>Gmelina arborea</i>	9	0,40	25	25,1	45,67	4,1
<i>Swietenia macrophylla</i>	14	0,51	21,4	22,6	41,28	4,8
<i>Tectona grandis</i>	8	0,57	20,6	22	56,7	3
<i>Terminalia amazonia</i>	13	0,49	21,9	25,2	7,18	4,3
<i>Terminalia oblonga</i>	18	0,55	19,2	28	24,13	4,3
<i>Vochysia guatemalensis</i>	8	0,32	22,7	18,5	Yok	9,7

Örnekler %2,8' lik Wolmanit CX-10 ile emprenye edilmiştir. Emprenye yöntemi olarak önce kazana 30 dakikalık bir ön vakum uygulanmış ardından 2 saat süreyle 690 kPa'lık basınç tatbik edilmiş sonrasında ise 15 dakikalık son vakum uygulanarak emprenye işlemi sonlandırılmıştır. Örnekler 1100 rakımda zengin içerikli toprak yapısına sahip Cartago şehrine gömülmüştür. Örnekler her 6 ayda bir görsel çürüklük, kalite, yoğunluk ve elastikiyet modülü açısından değerlendirilmiştir. Kızılağaç türü olan *Alnus acuminata*'ya ait görsel çürüklük değerleri Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. *Alnus acuminata*'ya ait görsel çürüklük değerleri (Moya ve Berrocal, 2015)

Tür	Muamele	Aylar						
		0	6	12	18	24	30	36
<i>Alnus</i>	Emprenyeli	10	8,4	7,2	6	5,6	5,4	5,3
<i>acuminata</i>	Emprenyesiz	10	7,1	5	4	2,5	0	0

Çalışmadaki kızılağaç türü (*Alnus acuminata*) henüz 18. aya gelindiğinde, çakılan 100 adet Wolmanit CX-10 emprenyeli kızılağaç test odunu örneğinden arazide 80 adet kalmış olup çakılan emprenyesiz kızılağaç test odunu örneğinden ise arazide 20 adet kaldığı belirtilmiştir. Odun yoğunluğu açısından 36 ay sonunda kızılağaç emprenyesiz odununda yoğunluk 0,50'den 0,19'a; kızılağaç emprenyeli odununda ise 0,45'den 0,29'a düşmüştür.

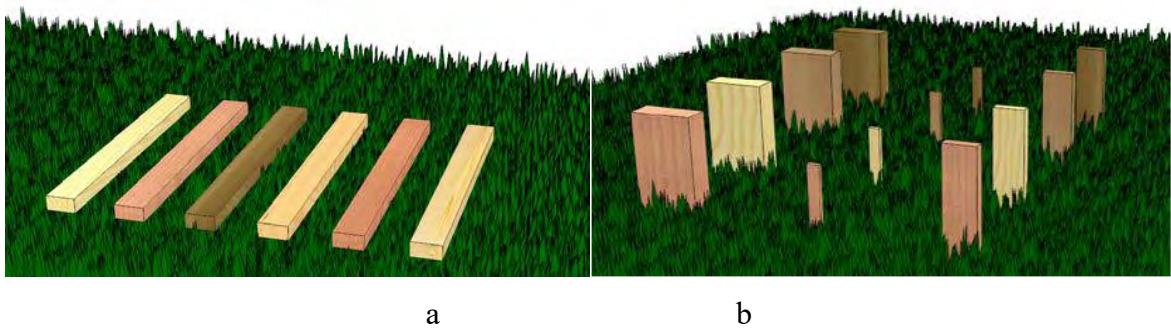
Ayrıca kızılgaç hariç diğer odunlarda asıl büyük yoğunluk kaybı 24 ay sonunda yaşanırken, kızılgaçta ilk yılın sonunda büyük yoğunluk kayıpları yaşanmıştır. İlaveten elastikiyet modülündeki en büyük düşüş yine kızılgaçta yaşanmıştır. Çalışmadaki tüm parametreler göz önüne alındığında kızılgaçın emprenyesiz bir şekilde açık alanda kullanılamayacağı sonucu çıkarılmaktadır.

Afrika’da yapılan bir çalışmada, doğal ormanlardan elde edilen Afrika maunu (*Khaya ivorensis*) odunu ile plantasyon ormancılığından elde edilen Afrika maunu odunu, odun kalitesi bakımından kıyaslanmıştır. Kimyasal anlamda plantasyona nazaran doğal ormandan elde edilen Afrika maunu odununda daha fazla selüloz (%39,2-%32,2), holoselüloz (%66,4-%61,4) ve lignin içeriği (%17,3-%15,2) bulunmuştur. Ayrıca 2x2x20 cm³’lük örnekler 26 haftalığına toprağa gömülmüşlerdir. Kontrol örneği olan kapok (*Ceiba pentandra*) ağacı 4. haftada %80’lik bir bozulmaya uğrarken test örnekleri %10’a yakın bir oranda bozulmaya başlamışlardır. 26 hafta sonunda kontrol tamamen çürürken doğal ve plantasyondan gelen odunlarda çok fazla bir fark görülmeyip bozulma %40 civarında seyretmiştir (Tekpetey vd., 2016).

Delucis vd., (2016) dört farklı okaliptüs türünün (*Eucalyptus botryoides*, *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus paniculata* ve *Eucalyptus tereticornis*) doğal dayanımı üzerine bir çalışma yapmışlardır. 888 adet test örneği ile yapılan araştırmada iki farklı odun yapısının ve üç farklı (çıplak arazi, su altında kalan arazi ve 5 yıllık saf *Pinus elliottii* meşçeresi tabanı) alanın okaliptüs türleri üzerindeki çürüklük etkileri araştırılmıştır. Örnekler 1x1x20 cm³ ölçülerinde olgun odun ve 1x1x20 cm³ ölçülerinde genç odun olmak üzere biçilip yarıya kadar toprağa gömülmüştür. 45 günde bir alandan numuneler alınıp renk değişikliği, görsel çürüklük, ağırlık kaybı, yoğunluk ve rutubet miktarına bakılmıştır. 540 günün sonunda çürüklüğe karşı en dirençli odun *E. tereticornis* olmuştur. Diğer türler *C. citriodora*, *E. paniculata*, *E. botryoides* azalan sırasında direnç göstermişlerdir. Olgun odun genç oduna göre çürüklüğe daha dayanıklı bulunmuştur. Tüm parametreler incelendiğinde odun çürüklüğünde en önemli gösterge ağırlık kaybı olarak belirtilmiştir. Su altındaki arazide bulunan test örneklerine arız olan organizmalar diğer substratlara göre daha agresiftir. Toprakla temas halde açık alana bırakılan odunların hepsinde kararma ve matlaşma görülmüştür. Ayrıca maruziyet süresi boyunca odunlardaki sarımsı ve kırmızımsı renk pigmentleri odundan uzaklaşmıştır. Çalışmada yapılan görsel çürüklük analizinden elde edilen veriler ağırlık kaybı ve renk değişimi özelliklerindeki verilerle örtüşerek görsel çürüklüğün diğer özellikleri tahmin etmede yol gösterici olduğunu ortaya koymuştur.

Delucis ve Gatto, (2017) aynı şehirde üç farklı deneme alanında yaptıkları toprakla temas testinde, dört farklı hızlı büyüyen ağaç türü odunlarının genç odun ve olgun odunları arasındaki çürüklük ve mekanik direnç farklılıklarını araştırmışlardır. Toplam 864 adet test örneği ($1 \times 1 \times 20 \text{ cm}^3$) ve 72 adet kontrol örneği ile yapılan çalışmada toplam süre 540 gün olup her 45 günde bir alandan örnekler alınıp testler gerçekleştirilmiştir. Odun örnekleri (*Eucalyptus botryoides*, *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus paniculata* ve *Eucalyptus tereticornis*) arasında yapılan incelemelerde deneme alanlarının aralarında bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir. *Eucalyptus tereticornis* çürüklüğe karşı en dayanıklı tür olmuştur. *C. citriodora* ise mekanik anlamda en sağlam ağaç türü olarak çalışmada kendini göstermiştir. Olgun odun genç oduna göre daha çok dayanım göstermiştir. Tüm ağaç türlerinde açık alanda maruz kalma süresiyle ağırlık kaybı ve direnç özelliklerindeki azalma arasında doğru orantı bulunmuştur.

Brischke ve Meyer-Veltrup, (2017) yaptıkları bir çalışmada sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Avrupa ladini (*Picea abies* Karst.), Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.), duglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* Franco) ve saplı meşe (*Quercus robur* L.) odunlarını her bir varyasyonda 10 adet test örneği olmak üzere; $25 \times 50 \times 500 \text{ mm}^3$ (standart boy), $8 \times 20 \times 200 \text{ mm}^3$ (küçük boy), $50 \times 100 \times 500 \text{ mm}^3$ (büyük boy) örneklerini toprakla gömülü temas halinde; $25 \times 50 \times 500 \text{ mm}^3$ (standart boy) örneklerini ise toprağa bırakılmış halde test edilmişlerdir (Şekil 5).



Şekil 5. (a) Toprakla temas halde olup toprağa gömülmeyen test örnekleri (standart boy). (b) Toprakla temas halde olup toprağa gömülen test örnekleri (büyük-standart-küçük boy, EN 252).

Çalışmada, Avrupa standartlarına göre bozunma oranları ve bunlara karşılık gelen dayanıklılık sınıfları belirlenmiştir (EN 335, 1992). Çürüme, numune büyüklüğü küçüldükçe biraz daha hızlı ilerlemiştir. En dayanıklı tür saplı meşe (*Quercus robur* L.) olarak

belirlenmiştir. Ancak test örneklerin boyutuna göre dayanıklılık derecesinin değiştiği saptanmıştır. Test örnekleri, büyük boyutlu örnekler kullanıldığında dayanıklı (DC 2) olurken standart boyutlu numuneler kullanıldığında orta derecede dayanıklı (DC 3), mini boy örnekler kullanıldığında ise az dayanıklı (DC 4) olarak sınıflandırılmıştır. Toprağa çakılan örnekler (in-ground) toprak üzerine bırakılan (on-ground) örneklerle göre çok daha hızlı bozunmaya uğramışlardır. Bu çalışma; toprakla temas testlerinde, malzeme boyutlarının nihai kullanım yeri boyutları dikkate alınarak ebatlandırıldığında daha isabetli sonuçlar alınacağını ortaya koymuştur. Çünkü malzeme boyutları değiştikçe çürüklüğün hızı değişmektedir.

Yapılan bir çalışmada çok sayıda odun türü Hannover (Almanya) ve Boras (İsveç)' da, 5 yıl boyunca toprakla temas halinde bırakılmış ve EN 252 (1989)'ye göre görsel çürüklük puanları belirlenmiştir. Hannover'de en fazla çürüklük oranı 4,66 ile kayında (*Fagus sylvatica* L.) ardından 3,60 ile dişbudakta (*Fraxinus* spp.) görülmüştür. Sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununda bu değer 2,65'tir. Hannover'deki en düşük çürüklük oranı 0,44 ile yalancı akasyada (*Robinia pseudoacacia*) görülmüştür. Boras' da en fazla çürüklük oranı 2,07 ile kayında (*Fagus sylvatica* L.), en az çürüklük oranı 0,26 ile yalancı akasyada (*Robinia pseudoacacia*) gözlenmiştir. Sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununda bu değer 1,62'dir. Aynı çalışmada Sørkedalen (Norveç) şehrinde 11 yıldır toprakla temas halinde bulunan çeşitli odun türlerine ait veriler de paylaşılmıştır. Buna göre Sørkedalen'de en fazla çürüklük oranı 1,68 ile ladinde (*Picea abies* L.) ardından 1,68 ile kızılâğaçta (*Alnus* spp.) görülmüştür. Sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununda bu değer 1,06'dır. Sørkedalen'deki en düşük çürüklük oranı 0,10 ile teak (*Tectona grandis*) ve merbau (*Intsia bijuga*) odununda görülmüştür. Onu; 0,15 ile Avrupa Melezi (*Larix decidua*), 0,17 ile duglas göknarı (*Pseudotsuga* spp.), 0,20 ile saplı meşe (*Quercus robur* L.) ve 0,26 ile ardıç (*Juniperus* spp.) takip etmiştir (Meyer-Veltrup vd., 2017).

Bakır krom arsenik (CCA Tip 3 ya da CCA-C) ve amonyaklı bakır arsenik (ACA) ile emprenye edilen çam, ladin ve duglas göknarı örneklerinin 40 yıllık toprakla temas testi sonuçlarına göre CCA-C emprenyesi daha iyi bir dayanım sağlamıştır. Ayrıca örnekler içerisinde en iyi dayanımı duglas göknarı vermiştir (Mankowski vd., 2017).

İtalya'da yapılan bir dere ıslahında kestane ağaçlarından (*Castanea* Mill.) elde edilen kazıklar kullanılmıştır. Örnekler 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 96, 108 ve 120 ay arazide bırakılmışlardır. 30. aydan itibaren kestane örneklerinde beyaz çürüklük mantarlarının gözlemlendiği ve selüloz-lignin kaybının maruziyet süresi boyunca arttığı belirtilmiştir. 96.

aydan itibaren yoğunluk değerlerinin düştüğü 120. aydan sonra da direnç değerlerinde kontrol örneklerine göre yaklaşık %80 oranında bir azalma gözlemlenmiştir (Benfratello vd., 2017).

Belçika’da yapılan bir çalışmada sarıçam odunu örnekleri birkaç farklı yöntemle (emprenye, ısıl işlem ve modifikasyon) muamele edildikten sonra toprakla temas halindeki dayanımları incelenmiştir. Doğal haldeki sarıçam diri odunu kısa sürede degrade olurken asetilenmiş sarıçam diri odunu çalışmadaki en az degradasyona uğrayan test gurubu olmuştur. Ayrıca çalışmada öne çıkan diğer bir sonuç ise modifikasyon yapılmış örneklerin nem alışverişinin emprenyeli örneklerle göre çok daha az olmasıdır. Deneme alanlarındaki sıcaklık düştükçe bozunma hızı yavaşlamıştır ancak ağaç malzemenin dayanık sınıflandırmasında önemli bir fark elde edilememiştir. Isıl işlemli ahşap, furfurile ahşap ve DMDHEU (Dimethyloldihydroxyethyleneurea) ile modifiye edilmiş ahşabın dayanıklılık performansı, uygulanan testin tipine göre değişkenlik göstermiş malzemenin dayanıklılık sınıflandırmasının ve malzemeler arasındaki sıralamanın tek bir teste dayanadırılabilecek sabit bir değer olmadığı sonucuna varılmıştır (Alfredsen vd., 2017).

Yapılan bir çalışmada kömürleştirme suretiyle kayın odununa uygulanan ısıl işlem mantar faaliyeti için gerekli olan hava transferini engellediği için başarılı olmuştur. Örnekler 2 ila 12 hafta süresince toprakla temas halinde bırakılmış ve genel kanının aksine ağırlık kaybı ile direnç kaybı arasında zayıf bir korelasyon bulunmuştur (Kleindienst vd., 2017).

Knapic vd., (2018) tarafından Lizbon’da yapılan bir çalışmada, ısıl işlem görmüş iki okaliptüs türünün (*Eucalyptus globulus* ve *Eucalyptus botryoides*) 3 yıl boyunca toprakla temas testinden sonra eğilme direnci açısından karşılaştırılmaları yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. EN 252 (1989) testi öncesi örneklerin durumu ve arazideki kondisyonları (Knapic vd., 2018)

Eucalyptus globulus türünün tamamında termit ve mikroorganizmalar tarafından saldırılar gerçekleşirken (Şekil 7) *Eucalyptus botryoides* türünün hiçbirinde bu durum gözlemlenmemiştir. Bu durumun *E. botryoides* kimyasal bileşiminden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Genel hatları itibari ile çalışmada asıl vurgu yapılan yer, toprakla temas eden kullanımlarda sadece ısıtıl işlemin yeterli olmadığıdır.



Şekil 7. EN 252 (1989) testi sonrasında örneklerin durumu ve zararlı degradasyonu (Knapic vd. 2018)

Çalışmaya göre bu veriler ışığında tehlike sınıfı 3 olan yerlerde su basman üstü zemin kaplama, parke, kapılar ve pencerelerde *Eucalyptus globulus* önerilmektedir. Çit, çardak ve pergola gibi toprakla direkt olarak temas eden ahşap yapı elemanlarında ise *Eucalyptus botryoides* önerilmektedir. Bununla birlikte yapılan direnç testleri sonucunda ısıtıl işlemlili odunların yapısal konstrüksiyon öğeleri, taşıyıcı elemanlar, çatı ve köprü gibi yoğun direnç gerektiren yerlerde kullanımı tavsiye edilmemektedir.

Yapılan çalışmalarda görülmekte ki özellikle iğne yapraklı ağaçlara ait öz odunların doğal dayanım performansı diri oduna göre daha fazladır. Yine bu konuyla ilgili bir çalışmada İspanyolcada pamukçuk anlamına gelen sabia ağacının -bir mimoza türü- (*Mimosa caesalpiniiifolia*) gövdesi birer metre kesilerek (97 adet) olduğu gibi 5 yıl 5 ay süreyle yarı boylarına kadar toprağa çakılarak doğal dayanım araştırılması yapılmıştır.

Sonuç olarak öz odun içeriği fazla olan gövde kazıklar daha az ağırlık kaybına uğramış ve öz odun miktarı arttıkça dayanımın artacağı vurgulanmıştır (Araujo ve Paes, 2018).

Tehlike sınıfı yüksek ve ciddi bozulma derecelerine sahip iki test sahasında yapılan uzun süreli toprakla temas denemesinde, petrol kaynaklı penta ve DCOI (22.7% diesel + 2% B11 + 1% KB3 + 74.3% toluene) ile dolu hücre yöntemine göre emprenye edilen sarıçam odunu örnekleri 10 tekrarlı çalışılmıştır. 25 yıllık maruziyetten sonra test ve kontrol örneği kazıklarının çürüme ve termit etkinlik performansları doğrudan karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilerden her iki biyositin de çürüme mantarlarına ve termitlere karşı uzun süreli koruma sağladığı anlaşılmıştır. Bununla birlikte, yağla taşınan DCOI'nin, yağla taşınan penta'dan, penta retansiyonunun yaklaşık yarısında aynı etkiyi gösterdiği rapor edilmiştir. Çalışmayla, DCOI'nin, uzun ibrelili çamdan (*Pinus palustris*) elde edilen elektrik direkleri gibi uzun vadeli dayanıklılık gerektiren bazı endüstriyel ahşap ürünlerin emprenyesinde çevre dostu, organik, yağ karakterli bir koruyucu olarak faydalanılabileceği sonucuna varılmıştır (Nicholas, 2018).

Balsam göknarı (*Abies balsamea*), Kanada tsugası (*Tsuga canadensis*), ak ladin (*Picea glauca*), kara ladin (*Picea mariana*), kırmızı ladin (*Picea rubens*), kırmızı akçağaç (*Acer rubrum*), veymut çamı (*Pinus strobus*) ve kontrol örneği olan güney çamından (*Pinus taeda*) elde edilen kazıklar (19x19x457 mm) dört tip kromatlanmış bakır arsenat C tipi (CCA-C), bakır sitrat (CC), alkalik bakır kuat tip C (ACQ-C) veya bakır azol tip A (CBA-A) ile muamele edilip güney Mississippi'deki bir test alanında toprağa yerleştirilmiştir. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10 ve 12 yıl sonra kazıklarda mantar çürüklüğü ve termit zararı belirlenmiştir. Veymut çamı, Kanada tsugası ve balsam göknarının CCA veya bakır bazlı koruyucularla emprenye edildiğinde güney çamına benzer dayanıklılığa sahip olduğu görülmüştür. Her ne kadar CCA'ya alternatif diğer bakır bazlı koruyucuların özellikle düşük retensiyonlarda CCA'dan biraz daha az etkili olduğu görülsede daha yüksek retensiyonlarda yeterli korumayı sağladıkları rapor edilmiştir. Ancak çalışmadaki ladin türleri diğer yumuşak ağaç türlerinden daha az dayanım göstermiştir. Burada ladin odununa özgü geçiş aspirasyonunun emprenyeyi güçleştirdiği kanaatine varılmıştır. Yeterli retensiyon sağlanamadığından da ladin odunu, mantar çürüklüğü ve termit saldırısına karşı en savunmasız türlerden biri olmuştur. Kırmızı akçağaç, tüm retensiyonlarda ve tüm emprenye maddelerinde en zayıf dayanıklılığa sahip olan tür olmuştur. Kırmızı akçağaçtaki retensiyon değerleri diğer türlere benzer oranlarda olmasına rağmen düşük dayanıklılık göstermiştir. Emprenye öncesi penetrasyonu artırma amaçlı oduna uygulanan insizyon işleminin bazı türlerde hafif bir dayanıklılık artışı sağladığı

görülmüştür ancak bazı türlerde etkisi çok az olmuştur. Eğer kazıkların dört tarafı da kesilmişse insizyonun daha büyük bir fayda sağlayacağı ve ticari amaçla üretilen malzemelerde daha fazla katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışma, CCA-C veya diğer bakır bazlı koruyucularla basınç uygulandığında, az dayanıklı ağaçların yeterli derecede dayanıklı olabileceğini göstermektedir. Kırmızı akçaağaçta dayanıklılığı arttırmak için daha yüksek retensiyon sağlanması gereklidir veya farklı türde koruyucu kimyasalların kullanılması gerekli olmaktadır (Lebow vd., 2018).

Meksika'nın üç farklı bölgesinde yapılan bir çalışmada; farklı iklim tipi, farklı biyolojik çeşitlilik ve farklı toprak yapısına sahip arazilere 12 ay süreyle çakılan 7 odun türüne ait test örneklerinin toprakla temas halindeki doğal dayanımları belirlenmiştir. *Cardia elaeagnoides*, *Dalbergia granadillo*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Hura polyandra*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia donell-smithii*, *Tabebuia rosea* gibi tropik türler ve kontrol örneği olarak da kayın (*Fagus sylvatica*) odunu kullanılmıştır. Radyal, teğet ve boyuna yönde biçilen 2,5x5x50 cm'lik test örnekleri Veracruz, Nuevo Leon ve Michoacan şehirlerinde iki test örneği arası mesafe 30 cm olacak şekilde yarı boylarına kadar toprağa gömülmüştür. Çürüklüğün en fazla yaşandığı bölge; Başkent Meksika'nın doğusunda yer alan, Meksika körfezinin kıyısında kurulmuş ılıman Veracruz şehri olmuştur. Ortalama en yüksek sıcaklık 22 °C, en düşük sıcaklık 18 °C'dir. En az görsel çürüklük puanı *Dalbergia granadillo* türüne ait olup 0,1'dir. Bu oran oldukça dayanıklı olduğu anlamına gelmektedir. En fazla görsel çürüklük oranına sahip odun ise 3,4 ile kontrol örneği olan kayına (*Fagus sylvatica*) aittir. Bu oran odunun bir yılda neredeyse çürüdüğünü göstermektedir. En az çürümenin gerçekleştiği yer Nuevo Leon şehridir. Yarı kurak bir iklime sahiptir. EN 350-1' göre en dayanıklı türler *Dalbergia granadillo* ve *Cordia elaeagnoides* türleridir ve Nuevo Leon şehrindeki örneklerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; odun çürüklüğünde farklı iklimlerin ve toprak yapılarının etkisi büyüktür. Dolayısıyla bir odunun hizmet ömrünün tahmini için nerede ve hangi tehlike sınıfında kullanılacağını bilmesi gereklidir (Colín-Urieta vd., 2018).

Avrupa Melezi (*L. decidua*) ve sapsız meşe (*Q. petraea*) öz odunlarının EN 350 ve EN 252' ye göre doğal dayanımları ve dayanım sınıfları belirlenmiştir. Çalışmada kontrol örnekleri olarak sarıçam (*P. sylvestris*) ve kayın (*F. sylvatica* L.) diri odunları kullanılmıştır. Deneme alanları Île d'Oléron (Fransa), Dresden (Almanya), Hamburg (Almanya), Jarocin (Polonya) ve Udine (İtalya) olmak üzere 5 farklı şehirden oluşmaktadır. Sapsız meşe (*Q. petraea*) test örnekleri Dresden şehrinde 8 yılın sonunda %65 oranında mevcudiyetini

sürdürürken bu oran Hamburg’da %1’e düşmüştür. Jarocin, Udine ve Île d’Oléron ise tamamen çürümüşlerdir. Avrupa Melezi (*L. decidua*) ve sapsız meşe (*Q. petraea*) performansı tüm deneme alanlarında benzer sonuçlar vermiştir. Ayrıca tüm deneme alanlarında benzer ömür ve dayanım sınıfı değerleri elde edilmiştir. Ancak, laboratuvar ortamındaki mantar çürüklük testlerinde tamamen farklı dayanıklılık değerleri sağlanmıştır. Örneğin sapsız meşe (*Q. petraea*) için dayanım sınıfı 1 iken Avrupa Melezi (*L. decidua*) için dayanım sınıfı 5 olmuştur. Deneme alanlarındaki tüm çürüklükler beyaz ve yumuşak çürüklük mantarlarının yaptığı çürüklükler olmuştur. Odun yüzeyinde en fazla mantar türünün bulunduğu yer hem toprakla hem havayla temas eden orta boğum olmuştur. Ayrıca daha önceki çalışmalarda odun çürüklüğü yapan mantarlar sınıfına dâhil olmayan mantarların bu çalışmada oduna arız olduğu tespit edilmiştir (Jacobs vd., 2019).

Afrika’da yapılan bir başka çalışmada, genetik olarak iki farklı (erkek-dişi) yapıdaki *Borassus Aethipoum* palmiyelerinden elde edilen 25x50x500 mm boyutlarındaki test örnekleri yarı boylarına kadar toprağa çakılıp toprakla temas halinde termit zararına maruz bırakılmışlardır. Örnek alınırken gövdenin dip, orta ve üst kısmından örnekler alınmıştır. Her iki türde de gövdenin toprağa yakın kısmından elde edilen test örneklerinde doğal dayanım daha yüksek; gövdenin üst kısımlarından alınan kısımların doğal dayanımları düşük bulunmuştur. Genel olarak bakıldığında erkek yapıdaki palmiye termit zararına karşı dişiden daha dirençlidir. Çalışmanın amacı kereste endüstrisindeki azalışı palmiye gibi alternatif kereste kaynakları ile telafi edebilmektir. Ancak, gövdenin üst ve orta kısımlarından elde edilen odunların daha az dayanıklı olmasından dolayı iç uygulamalarda, şişe mantarı, kurşun kalem, ambalaj endüstrisi gibi alanlarda değerlendirilmesinin daha doğru olacağı kaydedilmiştir. Kök kısmına yakın kısımlardan elde edilen kerestelerin ise çatı kaplama, zemin döşeme, dış cephe panelleri gibi alanlarda kullanılabileceği belirtilmiştir (Acheampong vd., 2019).

Yapılan bir çalışmada, kızılgağaç (*Alnus rubra*), duglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii*) öz odunu ve diri odunu ile ticari firmadan elde edilen mazı (*Thuja plicata*) kerestesi 2 ay süre ile toprakla temas halinde mantar çürüklüğüne maruz bırakılmıştır. Çalışma sonunda 23 *basidiomycetes* cinsi belirlenmiştir. Çürüklüğün erken aşamasında *Ascomycetes* mantarlarının saldırısı gerçekleşse de ilerleyen dönemlerde *basidiomycetes* mantarlarının çürüklüğe hâkim olduğu ispatlanmıştır. Douglas göknarı ve mazıdaki çürüklük, bu türlerin doğal dayanıklılık farklılıklarını yansıtan, sırasıyla en yüksek ve en düşük çeşitlilik seviyelerini içermiştir. Douglas göknarı öz odununda çürüklüğün, kazıkların

üst kısmından toprak altı kısmına indikçe arttığı görülmüştür. Kızılağaç ve duglas göknarının diri odunları ile mazıda en yüksek çürüklük ortalaması tespit edilmiştir. Kızılağacın mantar çürüklüğüne hassasiyeti bilinirken duglas göknarının da aynı hassasiyeti göstermesi çalışmanın şaşırtıcı sonucu olmuştur. Ayrıca en çok mantar faaliyetinin toprakla temas eden toprak yüzeyi kısmında olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak ise hem topraktaki bozundurucu etmenler hem de oksijen varlığı olduğu düşünülmektedir. Son olarak örneklerin tamamındaki mantar türü zenginliğinin neredeyse aynı olduğu rapor edilmiştir (Torres-Andrade vd., 2019).



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Çalışmada kullanılan ağaç türleri; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğal olarak yetişen, gerek çevre illerde gerekse de ülke genelinde, orman ürünleri sektörünce yoğun olarak tüketilen türlerdir. Matematiksel konumu gereği ülkemiz iklimi çeşitlilik göstermektedir. Matematiksel konum; bir yerin enlem ve boylamlarına göre dünya üzerindeki yeridir. Bir başka ifade ile Ekvator'a ve Greenwich'e göre konumudur. Türkiye'de 36 – 42 kuzey enlemleri (paralelleri) ile 26 – 45 doğu boylamları (meridyenleri) arasındadır. Türkiye'nin matematiksel konumunun sonuçları (Balcı, 2012);

- dört mevsimin belirgin olarak görülmesine,
- doğu ile batı arasında 190 derecelik boylam farkına,
- güney kıyılarımızın sıcaklığının kuzey kıyılarımızdan yıllık ortalamada 7-8 °C daha yüksek olmasına,
- güneş ışınlarının hiçbir zaman dik açıyla düşmemesine,
- kışın görülen yağışların cephesel kökenli olmasına neden olmaktadır. Bütün bunlar ise doğayı, iklimi, ormanı, ormanda yetişen ağacı ve ondan elde edilen odun hammaddesini etkileyebilmekte, odunun anatomik, fiziksel, kimyasal yapısını değiştirip onlara farklı kullanım yerleri tanımlayabilmektedir.

Bu çalışma ile söz konusu matematiksel konumun, coğrafik, ekolojik, iklimsel oluşumların odun üzerindeki olumlu/olumsuz etkilerini net bir şekilde görmek mümkün olacaktır. Ayrıca, odunda doğal dayanım sınıfı yapılırken tehlike sınıflarının dikkate alınması gerektiği, herhangi bir iklim şartlarında dayanıksız olan bir türün farklı bir iklim tipinde dayanıklılık gösterebileceği gibi konular üzerinde durulmuştur. Bu amaçla; yurdumuzun farklı iklim özelliklerini temsil eden dört farklı şehir (Trabzon, Muğla, Çanakkale, Elazığ) pilot arazi olarak seçilmiştir. Bu arazilere CCB (Bakır-Krom-Bor) ile emprenye edilmiş test örnekleri ve muamele edilmemiş kontrol örnekleri toprakla temas edecek şekilde yerleştirilmiş ve EN 252 standardına göre takip edilmişlerdir. Toplamda 3 yıl süren arazi çalışmasında örneklerin 1/3'ü ilk yıl, 2/3'ü ikinci yıl, 3/3'ü üçüncü yıl toplanarak yıl yıl odun örneklerinde meydana gelen çürüklükler izlenmiştir. Araziden toplanan örneklerde renk değişimi, görsel çürüklük, ağırlık kaybı, yoğunluk, eğilme ve elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci gibi testlerin yanında iklim endeksi hesaplaması ve toprak analizi gibi testler de gerçekleştirilmiştir.

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Çalışmada kullanılan test örnekleri sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ladin (*Picea orientalis* L.), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky), kızılğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağaçlarına ait tomruklardan elde edilmiştir. Ladin, kayın ve kızılğaç tomrukları Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü sınırlarında yer alan Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Şefliği Bakımlı köyü mevkiinden LKnKzcd2-1 meşçere tipindeki ilgili bölmeden alınmıştır. Koordinat bilgileri 548340-4508082'dir. Bakı kuzey bakıdır. Yükselti 1400 m.'dir. Kestane tomrukları, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü sınırlarında yer alan Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, Vakfikebir Orman İşletme Şefliği, Düzlük Mahallesi Kuz mevkiinden, KnKscd1 meşçere tipindeki ilgili bölmeden alınmıştır. Koordinat bilgileri 525771-4540205'tir. Bakı kuzey bakıdır. Yükselti 280 m.'dir. Sarıçam tomrukları, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü sınırlarında yer alan Torul Orman İşletme Müdürlüğü, Torul Orman İşletme Şefliği Güvemli Köyü mevkiinden, Çscd1-1 meşçere tipindeki ilgili bölmeden alınmıştır. Koordinat bilgileri 517689-4479751'dir. Bakı kuzey bakıdır. Yükselti 2100 m.'dir



Şekil 8. Tez çalışmasında kullanılan odun örneklerinin hazırlanma aşaması

Tez çalışmasında kullanılan tomruklar 30-40 cm çapındaki ağaçlardan elde edilmiştir. Ağaçlar meşçereden rastgele seçilmiştir. Tüm kesimler 2015 yılının kış mevsiminde yapılmıştır. Tomruklar 2-4 m arasındaki 2 m'lik kısımdan alınmıştır. Uygulanan biçme işlemi TS 2470 (1976) esaslarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 8). Her ağaç türünden 6'şar adet tomruk kesilerek biçme işlemleri; Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Uygulama Laboratuvarında getirilmiştir.

2.1.2. Emprenye Maddesi

Bu tez çalışmasında emprenye maddesi olarak CCB (Bakır-Krom-Bor) kullanılmıştır. Bu madde TS56-1 (2004), TS56-2 (2004) ve DIN 68 800-3 (1997)'e göre 1. 2. 3. ve 4. tehlike sınıfına giren ahşabın emprenyesinde kullanılmaktadır. Mantarlara, böceklerle ve açık hava şartlarına dayanıklıdır. CCB emprenye maddesi piyasada daha çok Wolmanit CB ve Korasit CKB-P ismiyle bilinir. Bakır sülfat, potasyum ya da sodyum dikromat ve borik asitin belirli oranlarda kuru karışımından üretilmektedir (Korusan, 2019). Tez çalışmasında kullanılan CCB emprenye maddesi Emsan Korusan A.Ş. ve Ramtaş A.Ş. şirketler grubundan 5 kg'lık paketler halinde temin edilmiştir. Şirket tarafından gönderilen güvenlik bilgi formunda kimyasal içeriği, %10-30 oranında borik asit (H_3BO_3), %20-50 oranında bakır sülfat ($CuSO_4$), %20-50 oranında sodyum dikromat ($Na_2Cr_2O_7$), %0,1-2,1 oranında sodyum bisülfat ($NaHSO_4$) olarak verilmiştir.

2.2. Araştırma Yöntemi

Bu araştırmada, Doğu Karadeniz Bölgesinde doğal olarak yetişen ve orman endüstri sanayisinde sıklıkla kullanılan sarıçam, ladin, kayın, kızılğaç ve kestane ağaçlarından elde edilen diri odun, emprenyeli diri odun ve öz odun test örneklerinin farklı iklim koşullarında toprakla temas halindeki doğal dayanımlarının ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışma ile sektörde emprenyenin önemi, odunda dayanım sınıfı yapılırken tehlike sınıfının dikkate alınması gerektiği, herhangi bir iklim şartlarında dayanıksız olan bir türün farklı bir iklim tipinde dayanıklılık gösterebileceği ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Ayrıca Orman Genel Müdürlüğü İşletme ve Pazarlama Daire Başkanlığınca uygulanan tomruk satış politikalarına yeni bir strateji ekleme adına araştırmalarda bulunulmuştur.

Uygulama laboratuvarında radyal kesit verecek şekilde kerestelere biçilen tomruklar doğal kurutmaya bırakılmışlardır. Doğal kuruma esnasında mavi renklenme mantarlarına önlem alma adına kereste enine kesitlerine anti blue tatbik edilmiştir. Aylık periyotlar halinde Gann Hydromette HT 85 T modeli rutubet ölçerle kerestelerin uygun rutubete gelip gelmediğine bakılmıştır. Uygun rutubete gelen test örnekleri 2 (teğet) x 2 (radyal) x 30 (boyuna) cm³ ölçülerinde biçilerek yapılacak olan testlere hazır hale getirilmiştir. Yaklaşık olarak 4000 adet 2x2x30 cm³ boyutlarında test örneği hazırlanmıştır. Bu örneklerin yaklaşık 1000 adedi emprenye edilmiştir. Test örnekleri üzerinde yapılan incelemelerde standartlara uygun sağlıklı 480 adet diri odun, 480 adet emprenyeli diri odun, 300 adet öz odun ve 105 adet kontrol örneği olmak üzere toplamda 1365 adet örnekle çalışılmıştır.

Kontrol örnekleri hiç araziye götürülmeyip laboratuvarında muhafaza edilmiştir. Diri odun ve emprenyeli diri odun 10 tekrarlı, öz odun 5 tekrarlı çalışılmıştır. Öz odundaki tekrar sayısının az olmasının sebebi tomruklardan yeterince öz odun elde edilmemesinin yanında elde edilen öz odun numunelerinde yoğunlukla lif kıvrıklığı, budak ve kuruma esnasında burulmalar gözlemlenmesidir. Toplamda 30 adet tomruğun kullanıldığı bu çalışmada ‘daha fazla ağaç kesilmesin’ düşüncesinden dolayı öz odun örneklerinde tekrar sayısı az tutulmuştur.

Toprakla temas testi sonucunda elde edilen numunelerde yoğunluk, ağırlık kaybı, görsel çürüklük, eğilme direnci ve elastikiyet modülü, toprak üstünde kalan kısmın liflere paralel basınç direnci, toprak altında kalan kısmın liflere paralel basınç direnci ve renk değişimi testleri yapılmıştır. Her bir testte diri odun ve emprenyeli diri odun varyasyonu için 10, öz odun varyasyonu için 5 tekrarlı çalışılmıştır. Kontrol örnekleri de tek grup olmak üzere aynı oranlarda tekrar sayısına sahiptir (Tablo 10).

Tablo 10. Tez çalışmasında kullanılan odun örneği sayısı

Tür	İl	Grup	1.Test Yılı	2.Test Yılı	3.Test Yılı	TOPLAM
Sarıçam	1	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	2	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	3	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	4	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
Ladin	1	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	2	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	3	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	4	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
Kayın	1	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	2	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	3	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	4	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
Kızılağaç	1	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	2	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	3	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
	4	Diri/Emp/Öz	10/10/5	10/10/5	10/10/5	75
Kestane	1	Öz	5	5	5	15
	2	Öz	5	5	5	15
	3	Öz	5	5	5	15
	4	Öz	5	5	5	15
Kontrol	Çs	Diri/Emp/Öz	10/10/5			25
	Ld	Diri/Emp/Öz	10/10/5			25
	Kn	Diri/Emp/Öz	10/10/5			25
	Kz	Diri/Emp/Öz	10/10/5			25
	Ks	Öz	5			5
TOPLAM ÖRNEK SAYISI						1365

Çs: Sarıçam, Ld: Ladin, Kn: Kayın, Kz: Kızılağaç, Ks: Kestane, Emp: Emprenyeli Odun

Bununla birlikte çalışmada yer alan kestane tomruklarının hemen hemen tamamına yakını öz odundan oluştuğu için diri odun alınacak kısım bulunamamıştır. Dolayısıyla çalışmada kestane odununa ait diri odun ve emprenyeli diri odun kısmı bulunmamaktadır. Kestane odunu yalnızca öz odun kıyaslamalarına dahil edilmiştir.

2.3. Emprenye Yöntemi

Çalışmadaki numunelerin emprenyesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Odun Koruma Laboratuvarındaki laboratuvar tipi silindirik emprenye kazanında yapılmıştır (Şekil 9). Emprenye işlemi dolu hücre yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Odun örneklerine, %3 ve %5 konsantrasyonlarda hazırlanan CCB emprenye maddesi ile dolu kaplarda, 30 dakika süreyle 680 mmHg değerinde ön vakum, 30 dakika süreyle 8 bar değerinde basınç uygulanmıştır. Basınç kaldırıldıktan sonra odun örneklerindeki fazla emprenye maddesi alınarak işlem sonlandırılmıştır.



Şekil 9. Laboratuvar tipi silindirik emprenye kazanı

Emprenye sonrası örneklerdeki retensiyon (tutunma) miktarının hesaplanabilmesi için test örneklerinin emprenye öncesinde ağırlıkları Dikomsan FGH 200 hassas laboratuvar tartısı ile tartılmıştır (M_{e0}). Emprenye sonrasında kazandan alınan örneklerdeki fazla emprenye maddesi kuru bezle silinerek tekrar tartılmıştır (M_{es}). Akabinde aşağıdaki belirtilen eşitlik yardımıyla retensiyon değerleri hesaplanmıştır (Eşitlik 1). Ardından örnekler, 20 °C ve %65 bağıl nem şartlarında 2 hafta bekletilerek kondisyonlanmıştır.

$$\text{Retensiyon} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \left[(M_{es} - M_{e\ddot{o}}) \times \frac{C}{V} \right] \times 10 \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

G: Mes-Meö (Emprenye sonrası ağırlık - Emprenye öncesi ağırlık) (g)

C: Emprenye çözültisi konsantrasyonu (%)

V: Test örneklerinin hacmi (cm³) değerlerini ifade etmektedir.

Çalışmada yaklaşık 1000 adet test örneği emprenye edilmiştir. Örnekler arasından lif kıvrıklığı, yıllık halka yapısı, retensiyon miktarı gibi parametrelere göre 480 adet emprenyeli örnek seçilmiştir. Basıncılı kazanlarda CCB ile yapılan emprenyelerde 4. tehlike sınıfındaki retensiyon miktarı 18 kg/m³'tür (EN-599). Çalışmada bu retensiyon miktarına yakın değerleri sağlayan numunelerin seçimine azami özen gösterilmiştir. Emprenyeli diri odunlarda 10 tekrarlı çalışılmıştır. Ayrıca çalışmadaki türlerden biri olan ladin bilindiği üzere güç emprenye edilen türdür. Ladin odununda gerekli retensiyonun sağlanması amacıyla ladin odunları %5'lik konsantrasyonda emprenye edilmiştir.

2.4. Toprakla Temas Testi

Toprakla temas testi EN 252 (1989) standardına göre gerçekleştirilmiştir. Bu standart, toprakla temas halindeki odunların doğal dayanım performanslarının belirlenmesinin yanında emprenye maddesi etkinliğini de ortaya koyulmasını sağlayan bir standarttır. Çalışmada, test örnekleri 2,5x5x50 cm³ boyutlarından 2x2x30 cm³ boyutlarına modifiye edilmiştir. Literatürde tehlike sınıfı 4 toprakla temas testlerinde 2x2x30 cm³ boyutlarında çalışmalar mevcuttur (Kakaras vd., 2004; Yıldız vd., 2011; Tomak vd., 2014). Böylece boyutların modifiye edilmesiyle TS 2474 (1977) ve TS 2478 (1978)'e göre gerçekleştirilen eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi açısından herhangi bir problem yaşanmamıştır. Örnekler çürüyene kadar toprakla temas halinde bırakılmayıp arazi test süresi 36 ay ile sınırlandırılmıştır. Her yıl örneklerin 1/3'ü araziden alınarak o yılki örneklerde yoğunluk değerleri, ağırlık kaybı, görsel çürüklük, renk değişimi, eğilme direnci ve elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci değerleri araştırılmıştır.

Odun örneklerinin farklı iklim tiplerindeki performanslarının araştırıldığı bu çalışmada 4 farklı iklim tipini ayrı ayrı temsil eden 4 farklı pilot il seçilmiştir. Karadeniz ikliminin görüldüğü pilot il olarak Trabzon, Akdeniz ikliminin görüldüğü pilot il olarak Muğla, Karasal iklimin görüldüğü pilot il olarak Elazığ ve karma iklim tipinin görüldüğü

pilot il olarak Çanakkale seçilmiştir. Örnekler 2016 yılının mayıs ayında Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ illerinde korunaklı, bozulmamış, dözęün, yabancı otlardan ari, toprak özelliikleri her yerde homojen olan, drenaj özelliği iyi olan bir alana, aralarında 30 cm aralıklarla, örnek boyutunun yarısı toprak içerisinde kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu işlem için önce test örneğinin gireceği alana 15 cm boyunda demir bir kazıkla kılavuz boşluk açılmış sonrasında o boşluğa test rneği el yordamıyla bastırma suretiyle sokulmuştur. rneğe herhangi bir darbe, çakma, vurma söz konusu olmamıştır. Örneklerin çevresinde güneş işinını, yağmur suyunu engelleyecek ağaç, bina vb. etkenler bulunmamaktadır. Test rnekleri araziye götürülmeden önce numaralandırılarak herhangi bir karışıklığa meydan verilmemiştir.

Her bir deneme alanına 315 adet test rneği çakılmıştır. 315 adet örneğin 105 adedi herhangi bir koruyucu muameleye tabi tutulmayan doğal haldeki diri odun, 105 adedi CCB emprenyeli diri odun, 75 adedi herhangi bir koruyucu muameleye tabi tutulmayan doğal haldeki öz odundur.

Toprakla temas testi deneme alanı tüm iller için şekil 10-14 arasında gösterilmiştir.



şekil 10. Toprakla temas testi deneme alanı – Trabzon



Şekil 11. Toprakla temas testi deneme alanı – Muğla



Şekil 12. Toprakla temas testi deneme alanı – Çanakkale



Şekil 13. Toprakla temas testi deneme alanı – Elazığ

2.5. İklim Endeksi

Genel olarak bakıldığında mantarların faaliyetlerini sürdürebilmeleri için alt sıcaklık derecesi yaklaşık 2 °C'dir. Sıcaklık yönünden doğrunun denklemi (t-2)' ye eşittir. Dolayısıyla iklim endeksi hesaplanırken t sıcaklık değerinden 2 çıkarılması gerekmektedir. Diğer önemli değişken olan yağışın iklim endeksi hesaplanmasındaki rolü ise 0,25 mm ve daha yukarıdaki yağmurlu gün sayısından 3 çıkarılması gerekmektedir. Elde edilen bu değer ile mantar çürüklüğünün oluşabilmesi için bilimsel araştırmalara göre yeterli sayıyı vermektedir (Sherffer, 1971; Gündüz ve Vurdu, 1995).

Çalışmada odun örneklerinde etkili olan iklim farklılığının etkisinin ortaya koyulması amacıyla Scheffer (1971) iklim indeksi Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır;

$$Sheffer \text{ İklim Endeksi} = \sum_{Ocak}^{Aralık} \frac{(t-2)(g-3)}{16,7} \quad (2)$$

Formülde (t) °C derece olarak aylık ortalama sıcaklığı, (g) ay içerisinde 0,25 mm ve daha üstündeki yağışlı günlerin ortalamasını, (Σ) de ocak ve aralık ayları arasındaki tüm aylar için sıcaklık ve yağış değerlerinin çarpımının toplamını ifade etmektedir. Çalışmada iklim endeksi hesaplanırken eksi derecelerde mantar faaliyeti olmayacağından formüle kısıt getirilmiştir. Ölçülen değerlerde sıcaklık (t) < 0 olduğunda (t-2) = 0 ve yağış < 0 olduğunda (g-3) = 0 olarak ele alınmıştır.

Ülkemiz iklim, coğrafik farklılıklar ve bitki örtüsü anlamında zengin olduğundan iklim verileri bir şehrin sınırları içerisinde bile değişiklikler gösterebilmektedir. Bu yüzden çalışmadaki deneme alanları belirlenirken civardaki ölçüm istasyonlarına yakınlık dikkate alınmıştır. Tez kapsamında verilen iklim değerleri Tarım ve Orman Bakanlığı Trabzon Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir.

2.6. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi

Çalışmadaki toprak analizleri Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Toprak Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Toprak örnekleri her deneme alanından 0-20 cm derinlikten rastlantısal olarak alınmıştır. 8 tekrarlı toprak örnekleme yapılmıştır. Alınan toprak örneklerinde, toprak strüktürü, toprak tepkimesi (pH), elektriksel iletkenlik (EC), organik madde miktarı, CaCO_3 ve besin elementleri belirlenmiştir.

Toprak örnekleri standart yöntemler uygulanarak analize hazır hale getirilmiştir. Tekstür tayini, Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Gülçur, 1974). Toprak Tepkimesi (pH) 1:2.5 toprak ve saf su karışımından oluşan çözeltiden dijital pH metre ile ölçülerek belirlenmiştir (Gülçur, 1974; Karaöz, 1989). Elektriksel iletkenlik (EC) 1:2.5 toprak ve saf su karışımından oluşan çözeltiden EC metre ile ölçülmüştür (Akıllıoğlu ve Direnç, 2002). Toprak örneklerinin organik madde miktarının tayini ise Walkley-Black'ın ıslak yakma yöntemine göre yapılmıştır (Kacar, 1996). Tarla kapasitesi Soil Moisture Pressure Plate aleti kullanılarak kaybolan nem, mutlak kuru toprağın nem ekivalanında tuttuğu nem olarak % cinsinden hesaplanmıştır (Gülçur, 1974). Solma noktası, Soil Moisture Equipment Co.'nun seramik levhalı basınç cihazı ile 15 atmosfer basınç altında ölçülmüştür (Gülçur, 1974).

Faydalanılabilir su miktarı, toprak örneklerinin nem ekivalanı değerlerinden solma noktasındaki nem miktarları çıkarılarak hesaplanmıştır (Gülçur, 1974). Toprağın kireç değeri Scheibler kalsimetresi yöntemine göre hesaplanmıştır (Gülçur, 1974).

Toprağın su tutma kapasitesi (TSTK) ise Eşitlik 3 yardımıyla hesaplanmıştır (Olorunfemi vd., 2016);

$$TSTK(\%) = 36.0 - [0.215 \times Kum\ Oranı (\%)] + [0.113 \times Kil\ Oranı(\%)] + [10.36 \times Organik\ Karbon\ Oranı] (\%) \quad (3)$$

2.7. Görsel Çürüklük

Toprakla temas eden test örneklerinin 1/3'ü (420 adedi) 2017 yılında, 2/3'ü 2018 yılında ve geri kalan kısmı 2019 yıllarının mayıs aylarında deneme alanlarından alınarak Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Uygulama Laboratuvarına getirilmiş ve görsel çürüklük değerlendirmeleri yapılmıştır. Örnekler, çürüklük anlamında hassas olduklarından dolayı tutup çekildiklerinde kopabilmekte test için geçersiz hale gelebilmektedir. Dolayısıyla numuneler topraktan çıkarılırken tutup çekmekten ziyade bir bel yordamıyla dibe girip örneğin tamamı çıkarılmıştır (Şekil 14). Çıkarılan örneklerin bir kazıma bıçağı ile üzerindeki toprak sıyırılmıştır. Bu sıyırma işlemi yapılırken odundan herhangi bir kısmın yanlışlıkla uzaklaştırılmaması için işlem çok dikkatli bir şekilde yapılmıştır.



Şekil 14. Odun örneklerinin deneme alanlarından çıkarılması, muayenesi ve kodlanması

Örneklerin sağlamlık endeksi EN 252 (1989) standardındaki kılavuza göre yapılmıştır. Bu muayene her yıl aynı dönem ve aynı kişi tarafından puanlama usulüne göre gerçekleştirilmiştir. EN 252 (1989)'ye göre test örneklerindeki çürüklük derecelendirme sistemi Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. EN 252 (1989)'ye göre test örneklerindeki çürüklük derecelendirme sistemi

Derece	Sınıflandırma	
0	Hasarsız	Sahadaki sorumlunun sahip olduğu düzenekle herhangi bir değişiklik gözleyememesi durumu
1	Hafif hasarlı	Fark edilebilir değişiklikler mevcut, ancak yoğunluk, pozisyon veya dağılım bakımından oldukça sınırlı -Sadece, renk değişmesi veya en yaygın olarak 1 mm mertebesinde derinliğe kadar yüzey yumuşaması olarak görülen bozulmalar.

Tablo 11'in devamı

2	Orta derecede hasarlı	Görünür belirtilere göre orta derecedeki net değişimler -Deney numunesinin toprak/hava zonu ve bu bölgenin altında tamamen veya kısmen oluşan, yaklaşık 2 ilâ 3 milimetre derinlikte bir yumuşama gösteren değişimler
3	İleri derecede hasarlı	Ciddi değişimler -Geniş bir yüzey üzerindeki 3 ilâ 5 mm'lik bozulmalar (meselâ, toprak-hava zonu veya altındaki yüzeylerin tamamının yumuşak çürüklük veya diğer tip bozulmalara maruz kalması veya daha sınırlı bir alanda daha derin hasar (mesela birkaç milimetre alanda 10-15 mm derinliğe inen beyaz çürüklük)
4	Tamamen hasarlı	Alandaki kazığın çarpma muayenesinde kırılması

Dikkatlice çıkarılan örneklerin görünüşüne, genel kondisyonuna, tekstür ve kesitlerin durumuna, renk değişimine, çürüklük yapısına bakılarak değerlendirilme yapılmıştır. Çürüklük emaresi gösteren örnekler bıçak ucu ile bastırılarak odunun sertliğindeki kaybın ve çürüklüğün derinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Test örneğine çok hafif darbe vurularak kırılması gözlemlenmiştir. Bu şekilde kırılan odunlar 4 (çürük/başarısız) rakamı ile numaralandırılarak test dışı kalmıştır.

2.8. Ağırlık kaybı

Test örnekleri araziye yerleştirilmeden önce Heraeus UT 12 laboratuvar tipi etüv fırında 80 ± 2 °C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar bırakılarak ilk tam kuru ağırlıkları (M_1) belirlenmiştir. Test sonrası ilgili arazilerden laboratuvara getirilen örnekler etüvde kurutularak tekrar tam kuru ağırlıkları (M_2) alınmış ve aşağıdaki Eşitlik 4 yardımıyla ağırlık kaybı % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık Kaybı} = [(M_1 - M_2)/M_1] \times 100 \quad (4)$$



Şekil 15. Ağırlıkların ölçülmesi

2.9. Yoğunluk

2 x 2 x 30 cm boyutlarındaki 1260 adet test örneği ve 105 adet kontrol örneğinin yoğunluk değerleri TS 2472 (1976) esaslarına göre uygun olarak gerçekleştirilmiştir. 80±2 °C’de değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutulan test ve kontrol örneklerinin test öncesinde ve test sonrasında ağırlıkları 0,01 g, boyutları 0,01 mm duyarlıkta ölçülmüş ve aşağıdaki Eşitlik 5 yardımıyla tam kuru rutubetteki (%) özgül ağırlıkları hesaplanmıştır (Örs, 1986; Bozkurt, 1987).

$$\delta_o = \frac{M_o}{V_o} \quad (5)$$

Bu eşitlikte;

δ_o : Tam kuru özgül ağırlık (g/cm³)

M_o : Tam kuru ağırlık (g)

V_o : Tam kuru hacim (cm³)’dir.

2.10. Eğilme ve Elastikiyet Modülü

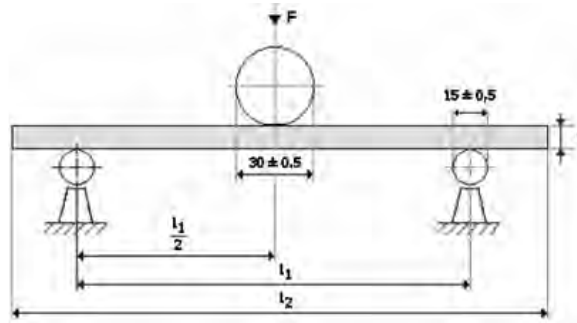
Çalışmadaki test örneklerinin eğilme ve elastikiyet modülünün hesaplanmasında sırasıyla TS 2474 (1977) ve TS 2478 (1978) standartlarında belirtilen esaslara uyulmuştur.

Deney, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Odun Mekaniği ve Teknolojisi Laboratuvarındaki Universal Test Cihazında yapılmıştır.



Şekil 16. Örneklerde eğilme direnci ve elastikiyet modülünün belirlenmesi

Deneylerde yük numunelerin tam ortasından uygulanmış ve cihazın yükleme hızı kırılmanın $1,5 \pm 0,5$ dakikada gerçekleşmesini sağlayacak şekilde 2 mm/dk olarak ayarlanmıştır. Eğilme direnci deney düzeneği Şekil 17’de gösterildiği gibidir.



Şekil 17. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü deney düzeneği

Kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) için eğilme direnci (σ_e) Eşitlik 6 aracılığıyla hesaplanmıştır;

$$\sigma_e = \frac{3F_{max}L}{2bh^2} \quad (6)$$

Formülde L; dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm), b; numunenin genişliği (mm), h; numunenin kalınlığı (mm) dır.

Elastiklik modülünün belirlenmesi deneyinde eğilme direnci testinde kullanılan deney örnekleri kullanılmıştır. Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) için örnekteki eğilme miktarları farkı (Δf) yardımı ile elastiklik modülü (E), Eşitlik 7 kullanılarak hesaplanmıştır;

$$E = \frac{\Delta FL^3}{4bh^3\Delta f} N/mm^2 \quad (7)$$

Burada;

ΔF : Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N)

L: Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

Δf : Net eğilme alanındaki elastiklik, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen elastikliğe ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm)

b: Test örneğinin enkesit genişliği (mm)

h: Test örneğinin enkesit kalınlığı (mm)

Eğilme ve elastikiyet modülü testinden sonra ortaya çıkan numuneler uygulama laboratuvarında, toprak üstünde kalan kısımdan ve toprak altında kalan kısımdan 3'er cm kesilerek 2x2x3 cm'lik liflere paralel basınç direnci test örnekleri oluşturulmuştur (Şekil 18).



Şekil 18. Liflere paralel basınç direnci test örneklerinin alınması

1260 adet toprak üstü ve 1260 adet toprak altı liflere paralel basınç direnci test örnekleriyle yapılan çalışma TS 2595 (1977)'e göre yürütülmüştür. Deney KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Odun Mekaniği ve Teknolojisi Laboratuvarındaki Universal Test cihazında gerçekleştirilmiştir (Şekil 19). Deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı (A) ölçülüp, kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) belirlenerek basınç dirençleri (σ_b) Eşitlik 8 ile hesaplanmıştır.

$$\sigma_b = \frac{F_{max}}{A} N/mm^2 \quad (8)$$

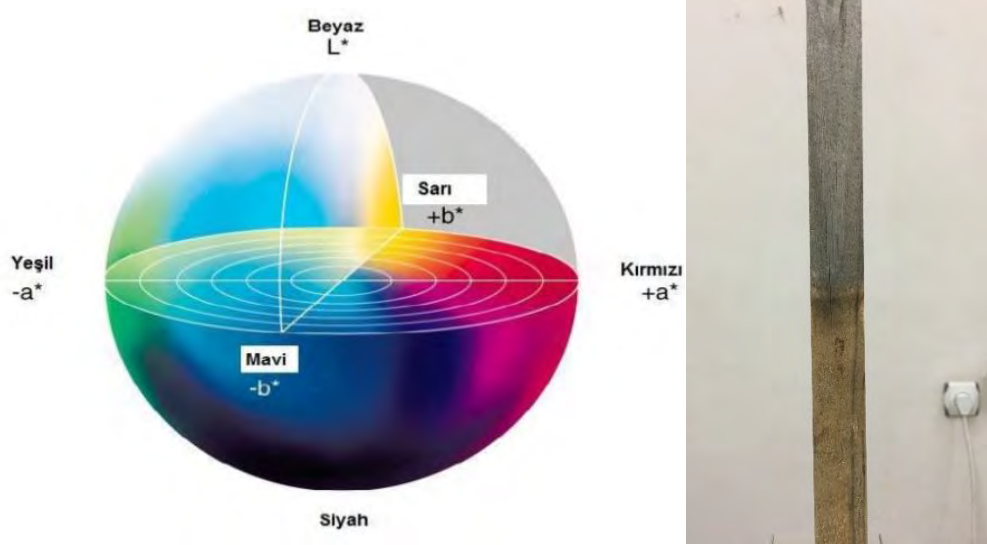


Şekil 19. Liflere paralel basınç direnci test cihazı ve numuneleri

2.11. Renk Değişim Analizi

1260 adet test örneği araziye çakılmadan önce teğet yönlerinden Konica Minolta CR-400 marka renk ölçüm cihazı ile L a b değerleri ölçülmüştür. Akabinde tüm test örnekleri teğet yönleri güneye bakacak şekilde araziye çakılmıştır. Toprakla temas testi sonrasında aynı cihazla teğet yönden ve hep aynı yerden denk gelecek şekilde tekrar ölçüm yapılmıştır. Testi öncesinde ve sonrasında renk ölçüm analizi ISO 7724-2 (1984) standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Her bir örnek 3 tekrarlı ölçülüp bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

CIELab (Commission International de l'Eclairage) sistemi üç değişkenden oluşmaktadır (ISO 7724-2). L*: Işık stabilitesini, a* ve b* kromotografik koordinatları ifade etmektedir (+a* kırmızı için, -a* yeşil için, +b* sarı için, -b* mavi için kullanılmaktadır) (Şekil 20).



Şekil 20. Renk skalası

Toprakla temas halinde kalmış test örneklerinde yıl yıl ölçülerek meydana gelen renk değişiklikleri; L^* , a^* ve b^* değerleri, aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir (Eşitlik 9-12):

$$\Delta L^* = Lf^* - Li^* \quad (9)$$

$$\Delta a^* = af^* - ai^* \quad (10)$$

$$\Delta b^* = bf^* - bi^* \quad (11)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (12)$$

ΔL^* , Δa^* ve Δb^* başlangıç (i) ve değişik zaman aralıklarında (f) meydana gelen renk değişikliklerini belirtmektedir. ΔE^* toplam renk değişimini ifade etmektedir. Düşük ΔE^* değeri renk değişikliğini veya renk stabilitesini gösterirken yüksek ΔE^* değeri rengin artık değiştiğini ifade etmektedir (Tablo 12).

Tablo 12. ΔE^* toplam renk değişim aralığı (Barcık vd., 2015)

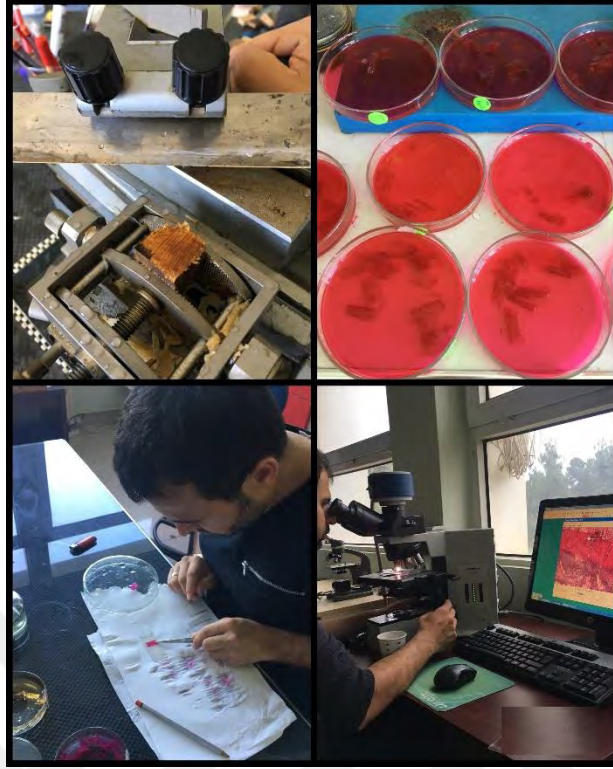
ΔE^* aralığı	Değişim
$0,2 < \Delta E^*$	Görünmez farklılıklar

Tablo 12'nin devamı

$0,2 < \Delta E^* < 2$	Küçük farklılıklar
$2 < \Delta E^* < 3$	Yüksek kaliteli bir filtre ile renk değişimi görülebilir
$3 < \Delta E^* < 6$	Orta kaliteli bir filtre ile renk değişimi görülebilir
$6 < \Delta E^* < 12$	Büyük renk değişiklikleri
$\Delta E^* > 12$	Tamamen farklı renk

2.12. Anatomik Ölçümler

Çalışmada, liflere paralel basınç direnci testi sonrası elde edilen sarıçam örneklerinin enine kesitinde çürümeyle ilgili meydana gelen anatomik değişimler gözlenmiştir. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Odun Anatomisi Laboratuvarında kesit alma işlemine uygun hale getirilmiş test örneklerinden “Reichert” kızaklı mikrotomu yardımı ile 15-20 mikron kalınlığında enine (transversal) yönde kesitler alınmıştır (Şekil 21). Elde edilen kesitler 5-10 dk süre ile sodyum hipokloritte soldurulmuş ve sonra saf su ile yıkanmıştır. Kesitlerin boyama işlemi gerçekleştirilmeden önce pH dengelemesi için ortama 1-2 damla asetik asit ilave edilerek 1-2 dakika bekletilmiş ve tekrar saf su ile yıkanmıştır. Bu işlemlerin ardından kesitler 5 dakika süre ile % 50'lik safranin 0 içerisinde bekletilmiştir. Boyama işlemi tamamlandıktan sonra kesitler %50 alkol-su karışımı içerisine alınmıştır. Kesitler üzerinde standart preparasyon işlemleri yapılarak inceleme materyalleri gliserin jelatin içerisinde daimi preparatlar haline getirilmiştir (Ives, 2001). Odun elemanlarının normal konumlarının dışında serbest olarak ölçülebilmesi amacıyla “Schultze” maserasyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Normand, 1972).



Şekil 21. Anatomik İşlemler

Odun örneklerinden elde edilen daimi preparatlara ait mikro fotoğraflar Olympus BX50 araştırma mikroskobuna bağlı dijital bir kamera yardımı ile çekilmiştir. Elde edilen fotoğraflar üzerinde odun elemanlarındaki bozunmalar görsel olarak yorumlanmıştır.

2.13. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmadaki veriler, SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak ve %95 güven düzeyi esas alınarak analiz edilmiştir. Veriler ve veriler arasındaki istatistiksel farklılıklar basit varyans analizi ile hesaplanmıştır. Elde edilen farklılıkların hangi varyasyonlar ve hangi odun türü arasında olduğunun belirlenmesi için ise Duncan homojenlik testi uygulanmıştır. Toprakla temas testleri sonucunda verilerin karşılaştırılmasında varyasyonların arasında fark olup olmadığı değerlendirilmiştir. Oluşturulan varyasyonların zaman içerisindeki değişimleri de incelenmiştir. Veriler elde edildikten sonra çalışmada iki farklı istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. İlk olarak ağaç türü sabit tutularak açık alan denemelerinin yapıldığı tüm iklimler bazında değerlendirme yapılmıştır. İkinci olarak iklim türleri sabit tutularak aynı bölgede çalışılan tüm ağaç türleri

istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İki analizde de yıllar arasındaki değişim ayrıca sabit tutulmayıp aynı değerlendirme içerisinde ele alınmıştır.



3. BULGULAR

3.1. Retensiyon Değerlerine İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında test ve kontrol örneklerine yapılan emprenye işlemine ait retensiyon değerleri Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Test ve kontrol örneklerinin retensiyon değerleri

Şehir	Ağaç Türü	Yıl	Retensiyon		Şehir	Ağaç Türü	Yıl	Retensiyon	
			X _{ort}	Std				X _{ort}	Std
Trabzon	Sarıçam	1	17,11	1,86	Çanakkale	Sarıçam	1	17,16	0,87
		2	16,64	1,04			2	17,75	2,65
		3	17,28	1,03			3	18,23	0,93
	Ladin	1	19,80	1,31		Ladin	1	18,50	2,88
		2	19,87	1,25			2	19,02	2,02
		3	18,02	2,16			3	18,46	1,90
	Kayın	1	17,42	0,63		Kayın	1	18,69	0,97
		2	18,08	1,00			2	18,87	0,86
		3	17,50	0,72			3	17,78	0,92
	Kızılağaç	1	18,61	0,83		Kızılağaç	1	18,60	0,49
		2	18,24	1,67			2	19,00	0,59
		3	18,57	0,89			3	19,75	0,79
Muğla	Sarıçam	1	17,11	0,93	Elazığ	Sarıçam	1	17,99	0,97
		2	16,82	0,91			2	18,43	0,64
		3	17,01	0,81			3	17,44	1,23
	Ladin	1	19,88	1,68		Ladin	1	19,10	1,40
		2	19,87	1,77			2	18,55	1,69
		3	19,57	2,89			3	18,03	0,88
	Kayın	1	17,70	0,83		Kayın	1	18,13	0,58
		2	18,40	1,07			2	18,11	0,82
		3	17,93	0,66			3	17,09	1,42
	Kızılağaç	1	18,75	0,71		Kızılağaç	1	19,60	0,71
		2	19,20	0,91			2	19,34	0,56
		3	18,99	0,83			3	18,22	0,50
Kontrol	Sarıçam		17,51	0,39	Kontrol	Kayın		17,87	0,47
Kontrol	Ladin		19,31	0,47	Kontrol	Kızılağaç		18,90	0,47

3.2. İklim Endeksi Bulguları

Test örneklerin yerleştirildiği illerdeki iklimin endeks değeri yıl bazında hesaplanmış olup Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. İklim Endeksi değerleri (Yıl)

Şehir	Yıl	Aylar	Sıcaklık	Yağış Gün	Endeks	TOPLAM ENDEKS
			Ort °C (t-2)	(g-3)		
Trabzon (Maçka)	2016	5-12	9,54	13,50	64,32	79,02
	2017	1-12	7,77	10,25	64,48	
	2018	1-12	8,63	15,50	101,23	
	2019	1-4	1,73	14,75	7,04	
Muğla (Merkez)	2016	5-12	16,76	1,75	10,68	36,21
	2017	1-12	13,42	5,17	33,90	
	2018	1-12	14,23	7,00	49,14	
	2019	1-4	6,50	12,50	14,89	
Çanakkale (Biga)	2016	5-12	16,19	3,63	19,23	43,44
	2017	1-12	12,92	4,33	26,07	
	2018	1-12	14,05	8,92	70,75	
	2019	1-4	6,80	10,25	14,27	
Elazığ	2016	5-12	16,04	2,75	15,26	46,93
	2017	1-12	12,57	3,00	22,17	
	2018	1-12	13,73	8,42	89,62	
	2019	1-4	3,65	12,00	13,74	

Test örneklerin yerleştirildiği illerdeki iklimin endeks değeri örneklerin toplanma tarihi bazında hesaplanmış olup tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15. İklim Endeksi değerleri (Örnek toplanma zamanı)

Şehir	Yıl	Aylar	Sıcaklık	Yağış Gün	Endeks	TOPLAM ENDEKS
			Ort °C (t-2)	(g-3)		
Trabzon (Maçka)	2016 (5) – 2017 (4)		7,13	11,75	69,14	79,02
	2017 (5) – 2018 (4)		8,51	11,92	71,86	
	2018 (5) – 2019 (4)		7,69	16,00	96,07	

Tablo 15'in devamı

Muğla (Merkez)	2016 (5) – 2017 (4)	13,25	3,75	21,20	36,21
	2017 (5) – 2018 (4)	14,15	5,83	38,25	
	2018 (5) – 2019 (4)	13,58	7,92	49,16	
Çanakkal e (Biga)	2016 (5) – 2017 (4)	12,81	4,67	26,45	43,44
	2017 (5) – 2018 (4)	13,71	5,67	38,40	
	2018 (5) – 2019 (4)	13,51	8,75	65,47	
Elazığ	2016 (5) – 2017 (4)	12,03	3,42	22,84	46,93
	2017 (5) – 2018 (4)	13,58	3,83	23,97	
	2018 (5) – 2019 (4)	12,59	10,00	93,98	

3.3. Toprak Analizi Bulguları

Araziden toplanılan toprak örneklerindeki kum, toz, kil, tarla kapasitesi su miktarı, solma noktası su miktarı, yarıyışlı su kapasitesi, Ph, elektriksel iletkenlik, organik madde, aktif kireç tayini sonuçları ve Duncan homojenlik grupları Tablo 16'de verilmiştir. Tablo 17'de basit varyans analizi (BVA) sonuçları verilmiştir.

Tablo 16. Toprak Analizi Sonuçları

	Kum	Toz	Kil	Tksm	Snsn	Ysk	Ph	Ec	Organik Madde	Aktif Kireç	CaCO ₃	Tstk
Trabzon	62,41 ^b	21,14 ^b	17,75 ^b	20,39 ^b	14,15 ^b	6,23 ^a	6,61 ^a	0,09 ^b	3,75 ^c	0 ^a	0 ^a	44,01 ^c
Muğla	67,79 ^c	20,22 ^b	11,99 ^a	12,35 ^a	4,91 ^a	7,44 ^a	7,53 ^b	0,16 ^c	1,19 ^a	28,03 ^b	70,27 ^c	23,78 ^a
Çanakkale	43,99 ^a	27,76 ^c	29,49 ^c	24,46 ^d	15,97 ^c	8,49 ^a	6,46 ^a	0,07 ^{ab}	3,10 ^b	0 ^a	0 ^a	45,95 ^c
Elazığ	47,18 ^a	16,66 ^a	36,06 ^d	22,58 ^c	15,92 ^c	6,44 ^a	7,38 ^b	0,04 ^a	0,66 ^a	1,84 ^a	4,05 ^b	33,32 ^b

Kum, Toz, Kil, Tksm, Snsn, Ysk, Organik madde, Aktif kireç, CaCO₃, Tstk (%); EC (Ms/cm)

Tablo 17. Toprak analizine ilişkin sonuçlara ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
KUM	G. arası	3202,590	3	1067,530	43,620	0,000
	G. içi	685,253	28	24,473		
	Toplam	3887,843	31			
TOZ	G. arası	514,898	3	171,633	16,452	0,000
	G. içi	292,103	28	10,432		
	Toplam	807,001	31			

Tablo 17'nin devamı

KİL	G. arası	2868,901	3	956,300	196,240	0,000
	G. içi	136,447	28	4,873		
	Toplam	3005,348	31			
TKSM	G. arası	681,850	3	227,283	103,724	0,000
	G. içi	61,354	28	2,191		
	Toplam	743,204	31			
SNSM	G. arası	671,237	3	223,746	116,029	0,000
	G. içi	53,994	28	1,928		
	Toplam	725,231	31			
YSK	G. arası	25,803	3	8,601	2,396	0,089
	G. içi	100,521	28	3,590		
	Toplam	126,324	31			
PH	G. arası	6,841	3	2,280	52,445	0,000
	G. içi	1,218	28	0,043		
	Toplam	8,059	31			
EC	G. arası	,165	3	0,055	5,388	0,005
	G. içi	,286	28	0,010		
	Toplam	,451	31			
ORGANİK MADDE	G. arası	74,676	3	24,892	119,852	0,000
	G. içi	5,815	28	0,208		
	Toplam	80,492	31			
AKTİF KİREÇ	G. arası	4528,098	3	1509,366	461,419	0,000
	G. içi	91,592	28	3,271		
	Toplam	4619,690	31			
CaCO ₃	G. arası	28587,278	3	9529,093	43342,202	0,000
	G. içi	6,156	28	0,220		
	Toplam	28593,434	31			
TSTK	G. arası	2539,463	3	846,488	126,696	0,000
	G. içi	187,075	28	6,681		
	Toplam	2726,538	31			

3.4. Görsel Çürüklük Değerlerine Ait Bulgular

Aynı ağaç türünden elde edilen test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerlerine ait BVA sonucu Tablo 18'de özetlenmiştir.

Tablo 18. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Sarıçam	G. arası	214,730	35	6,135	29,773	0,000
	G. içi	54,400	264	0,206		
	Toplam	269,130	299			
Ladin	G. arası	222,497	35	6,357	29,289	0,000
	G. içi	57,300	264	0,217		
	Toplam	279,797	299			
Kayın	G. arası	572,387	35	16,354	58,661	0,000
	G. içi	73,600	264	0,279		
	Toplam	645,987	299			
Kızılağaç	G. arası	608,847	35	17,396	61,644	0,000
	G. içi	74,500	264	0,282		
	Toplam	683,347	299			
Kestane	G. arası	68,933	11	6,267	34,182	0,000
	G. içi	8,800	48	0,183		
	Toplam	77,733	59			

Sarıçam, ladin, kayın, kızılağaç ve kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri Tablo 19-23'te sırasıyla verilmiştir.

Tablo 19. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri

Sarıçam									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	1,00 ^b	0,00	Çanakkale	1	Diri	1,10 ^{bc}	0,32
	1	Emp	0,00 ^a	0,00		1	Emp	0,00 ^a	0,00
	1	Öz	1,00 ^b	0,00		1	Öz	0,00 ^a	0,00
	2	Diri	1,10 ^{bc}	0,32		2	Diri	1,30 ^{bc}	0,67
	2	Emp	0,0 ^a	0,00		2	Emp	0,00 ^a	0,00
	2	Öz	1,00 ^b	0,00		2	Öz	1,00 ^b	0,00
	3	Diri	1,40 ^{bc}	0,52		3	Diri	3,70 ^c	0,95
	3	Emp	0,00 ^a	0,00		3	Emp	0,00 ^a	0,00
	3	Öz	1,40 ^{bc}	0,55		3	Öz	1,20 ^{bc}	0,45

Tablo 19'un devamı

Muğla	1	Diri	1,20 ^{bc}	0,42	Elazığ	1	Diri	0,30 ^a	0,48
	1	Emp	0,00 ^a	0,00		1	Emp	0,00 ^a	0,00
	1	Öz	1,00 ^b	0,00		1	Öz	0,40 ^a	0,55
	2	Diri	1,20 ^{bc}	0,63		2	Diri	0,90 ^b	0,32
	2	Emp	0,00 ^a	0,00		2	Emp	0,00 ^a	0,00
	2	Öz	1,00 ^b	0,00		2	Öz	1,00 ^b	0,00
	3	Diri	2,10 ^d	1,37		3	Diri	1,10 ^{bc}	0,32
	3	Emp	0,00 ^a	0,00		3	Emp	0,00 ^a	0,00
	3	Öz	1,60 ^c	0,55		3	Öz	1,00 ^b	0,00

Tablo 20. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri

Ladin									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	1,10 ^{bc}	0,32	Çanakkale	1	Diri	1,30 ^{bcd}	0,48
	1	Emp	0,00 ^a	0,00		1	Emp	0,00 ^a	0,00
	1	Öz	1,60 ^{cdef}	0,55		1	Öz	1,00 ^b	0,00
	2	Diri	1,60 ^{cdef}	0,52		2	Diri	2,30 ^{gh}	1,49
	2	Emp	0,00 ^a	0,00		2	Emp	0,00 ^a	0,00
	2	Öz	1,80 ^{defg}	0,45		2	Öz	1,00 ^b	0,00
	3	Diri	2,00 ^{fgh}	0,00		3	Diri	2,90 ⁱ	1,29
	3	Emp	0,00 ^a	0,00		3	Emp	0,00 ^a	0,00
	3	Öz	2,40 ^h	0,55		3	Öz	1,00 ^b	0,00
Muğla	1	Diri	1,00 ^b	0,00	Elazığ	1	Diri	1,00 ^b	0,00
	1	Emp	0,00 ^a	0,00		1	Emp	0,00 ^a	0,00
	1	Öz	1,00 ^b	0,00		1	Öz	1,00 ^b	0,00
	2	Diri	1,90 ^{efgh}	0,99		2	Diri	1,00 ^b	0,00
	2	Emp	0,00 ^a	0,00		2	Emp	0,00 ^a	0,00
	2	Öz	1,00 ^b	0,00		2	Öz	1,00 ^b	0,00
	3	Diri	2,20 ^{gh}	0,63		3	Diri	1,00 ^b	0,00
	3	Emp	0,00 ^a	0,00		3	Emp	0,00 ^a	0,00
	3	Öz	1,40 ^{bcde}	0,55		3	Öz	1,00 ^b	0,00

Tablo 21. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri

Kayın									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	1,10 ^{bc}	0,32	Çanakkale	1	Diri	1,20 ^{bcd}	0,42
	1	Emp	0,00 ^a	0,00		1	Emp	0,00 ^a	0,00
	1	Öz	1,00 ^b	0,00		1	Öz	1,00 ^b	0,00
	2	Diri	2,70 ^{hi}	1,25		2	Diri	1,70 ^{cdefg}	0,67
	2	Emp	0,00 ^a	0,00		2	Emp	0,00 ^a	0,00
	2	Öz	3,00 ^{ij}	1,41		2	Öz	3,00 ^{ij}	1,00
	3	Diri	3,30 ^{ij}	0,82		3	Diri	3,90 ^{kl}	0,32
	3	Emp	0,00 ^a	0,00		3	Emp	0,00 ^a	0,00
	3	Öz	3,20 ^{ij}	0,45		3	Öz	4,00 ^l	0,00
Muğla	1	Diri	1,90 ^{efg}	0,74	Elağ	1	Diri	0,20 ^a	0,42
	1	Emp	0,00 ^a	0,00		1	Emp	0,00 ^a	0,00
	1	Öz	1,20 ^{bcd}	0,45		1	Öz	1,80 ^{defg}	0,45
	2	Diri	3,20 ^{ij}	0,92		2	Diri	1,30 ^{bcd}	0,48
	2	Emp	0,00 ^a	0,00		2	Emp	0,00 ^a	0,00
	2	Öz	2,20 ^{gh}	0,84		2	Öz	1,80 ^{defg}	0,45
	3	Diri	4,00 ^l	0,00		3	Diri	1,50 ^{bcd}	0,97
	3	Emp	0,00 ^a	0,00		3	Emp	0,00 ^a	0,00
	3	Öz	3,40 ^{jk}	0,89		3	Öz	2,00 ^{fg}	0,00

Tablo 22. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri

Kızılağaç									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	1,00 ^{bcd}	0,00	Çanakkale	1	Diri	1,00 ^{bcd}	0,00
	1	Emp	0,00 ^a	0,00		1	Emp	0,00 ^a	0,00
	1	Öz	1,60 ^d	0,55		1	Öz	1,60 ^d	0,55
	2	Diri	2,30 ^e	1,49		2	Diri	2,40 ^e	1,17
	2	Emp	0,00 ^a	0,00		2	Emp	0,00 ^a	0,00
	2	Öz	2,40 ^e	1,52		2	Öz	3,80 ^{fg}	0,45
	3	Diri	3,30 ^f	0,67		3	Diri	4,00 ^g	0,00
	3	Emp	0,00 ^a	0,00		3	Emp	0,00 ^a	0,00

Tablo 22'nin devamı

	3	Öz	3,40 ^{fg}	0,55		3	Öz	4,00 ^g	0,00
Muğla	1	Diri	0,90 ^{bc}	0,57	Elazığ	1	Diri	0,60 ^{ab}	0,52
	1	Emp	0,00 ^a	0,00		1	Emp	0,00 ^a	0,00
	1	Öz	1,00 ^{bcd}	0,71		1	Öz	0,40 ^{ab}	0,55
	2	Diri	3,50 ^{fg}	0,85		2	Diri	1,00 ^{bcd}	0,00
	2	Emp	0,00 ^a	0,00		2	Emp	0,00 ^a	0,00
	2	Öz	3,40 ^{fg}	0,89		2	Öz	1,00 ^{cd}	0,00
	3	Diri	3,70 ^{fg}	0,48		3	Diri	1,00 ^{bcd}	0,00
	3	Emp	0,00 ^a	0,00		3	Emp	0,00 ^a	0,00
	3	Öz	3,80 ^{fg}	0,45		3	Öz	1,40 ^{cd}	0,89

Tablo 23. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklük değerleri

Kestane									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Öz	0,80 ^b	0,45	Çanakkale	1	Öz	0,40 ^{ab}	0,55
	2	Öz	1,00 ^{bc}	0,00		2	Öz	2,60 ^d	0,55
	3	Öz	1,60 ^c	0,55		3	Öz	3,60 ^e	0,89
Muğla	1	Öz	0,00 ^a	0,00	Elazığ	1	Öz	0,40 ^{ab}	0,55
	2	Öz	1,00 ^{bc}	0,00		2	Öz	1,00 ^{bc}	0,00
	3	Öz	3,40 ^c	0,55		3	Öz	1,00 ^{bc}	0,00

Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinden elde edilen test örneklerinin görsel çürüklük değerlerine ait BVA sonucu Tablo 24'de özetlenmiştir. Aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (SA) değerleri ile Duncan homojenlik grupları Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin görsel çürüklük değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Trabzon	G. arası	384,221	38	10,111	35,459	0,000
	G. içi	78,700	276	0,285		
	Toplam	462,921	314			

Tablo 24'ün devamı

Muğla	G. arası	555,063	38	14,607	53,754	0,000
	G. içi	75,000	276	0,272		
	Toplam	630,063	314			
Çanakkale	G. arası	620,286	38	16,323	55,211	0,000
	G. içi	81,600	276	0,296		
	Toplam	701,886	314			
Elazığ	G. arası	104,497	38	2,750	28,215	0,000
	G. içi	26,900	276	0,97		
	Toplam	131,397	314			

Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin görsel çürüklük değerlerine ait bilgiler Tablo 25-28 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 25. Trabzon'da yer alan farklı test örneklerinin görsel çürüklük değerleri

Trabzon							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	1,00 ^{bc}	0,00	1,10 ^{bc}	0,32	1,40 ^{bcd}	0,52
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,00 ^{bc}	0,00	1,00 ^{bc}	0,00	1,40 ^{bcd}	0,55
Ladin	Diri	1,10 ^{bc}	0,32	1,60 ^{cd}	0,52	2,00 ^{de}	0,00
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,60 ^{cd}	0,55	1,80 ^{de}	0,45	2,40 ^{efg}	0,55
Kayın	Diri	1,10 ^{bc}	0,32	2,70 ^{fgh}	1,25	3,30 ^{hi}	0,82
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,00 ^{bc}	0,00	3,00 ^{ghi}	1,41	3,20 ^{hi}	0,45
Kızılağaç	Diri	1,00 ^{bc}	0,00	2,30 ^{ef}	1,49	3,30 ^{hi}	0,67
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,60 ^{cd}	0,55	2,40 ^{efg}	1,52	3,40 ⁱ	0,55
Kestane	Öz	0,80 ^b	0,45	1,00 ^{bc}	0,00	1,60 ^{cd}	0,55

Tablo 26. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin görsel çürüklük değerleri

Muğla							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	1,20 ^{bc}	0,42	1,20 ^{bc}	0,63	2,10 ^e	1,37
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,00 ^{bc}	0,00	1,00 ^{bc}	0,00	1,60 ^{cde}	0,55
Ladin	Diri	1,00 ^{bc}	0,00	1,90 ^{de}	0,99	2,20 ^e	0,63
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,00 ^{bc}	0,00	1,00 ^{bc}	0,00	1,40 ^{bcd}	0,55
Kayın	Diri	1,90 ^{de}	0,74	3,20 ^f	0,92	4,00 ^g	0,00
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,20 ^{bc}	0,45	2,20 ^e	0,84	3,40 ^{fg}	0,89
Kızılağaç	Diri	0,90 ^b	0,57	3,50 ^{fg}	0,85	3,70 ^{fg}	0,48
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,00 ^{bc}	0,71	3,40 ^{fg}	0,89	3,80 ^{fg}	0,45
Kestane	Öz	0,00 ^a	0,00	1,00 ^{bc}	0,00	3,40 ^{fg}	0,55

Tablo 27. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin görsel çürüklük değerleri

Çanakkale							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	1,10 ^{cd}	0,32	1,30 ^{cd}	0,67	3,70 ^g	0,95
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	0,00 ^a	0,00	1,00 ^{bc}	0,00	1,20 ^{cd}	0,45
Ladin	Diri	1,30 ^{cd}	0,48	2,30 ^e	1,49	2,90 ^{ef}	1,29
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,00 ^{bc}	0,00	1,00 ^{bc}	0,00	1,00 ^{bc}	0,00
Kayın	Diri	1,20 ^{cd}	0,42	1,70 ^d	0,67	3,90 ^g	0,32
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,00 ^{bc}	0,00	3,00 ^f	1,00	4,00 ^g	0,00
Kızılağaç	Diri	1,00 ^{bc}	0,00	2,40 ^{ef}	1,17	4,00 ^g	0,00
	Emp	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00	0,00 ^a	0,00
	Öz	1,60 ^{cd}	0,55	3,80 ^g	0,45	4,00 ^g	0,00
Kestane	Öz	0,40 ^{ab}	0,55	2,60 ^{ef}	0,55	3,60 ^g	0,89

Tablo 28. Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin görsel çürüklük değerleri

Elazığ							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	0,30 ^{abc}	0,48	0,90 ^{de}	0,32	1,10 ^{efg}	0,32
	Emp	0,00 ^a	0	0,00 ^a	0	0,00 ^a	0
	Öz	0,40 ^{bc}	0,55	1,00 ^{ef}	0	1,00 ^{ef}	0
Ladin	Diri	1,00 ^{ef}	0	1,00 ^{ef}	0	1,00 ^{ef}	0
	Emp	0,00 ^a	0	0,00 ^a	0	0,00 ^a	0
	Öz	1,00 ^{ef}	0	1,00 ^{ef}	0	1,00 ^{ef}	0
Kayın	Diri	0,20 ^{ab}	0,42	1,30 ^{fgh}	0,48	1,50 ^{hi}	0,97
	Emp	0,00 ^a	0	0,00 ^a	0	0,00 ^a	0
	Öz	1,80 ^{ij}	0,45	1,80 ^{ij}	0,45	2,00 ^j	0
Kızılağaç	Diri	0,60 ^{cd}	0,52	1,00 ^{ef}	0	1,00 ^{ef}	0
	Emp	0,00 ^a	0	0,00 ^a	0	0,00 ^a	0
	Öz	0,40 ^{bc}	0,55	1,00 ^{ef}	0	1,40 ^{gh}	0,89
Kestane	Öz	0,40 ^{bc}	0,55	1,00 ^{ef}	0	1,00 ^{ef}	0

3.5. Ağırlık Kaybı Değerlerine Ait Bulgular

Aynı ağaç türünden elde edilen test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı (g) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 29’da özetlenmiştir.

Tablo 29. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Sarıçam	G. arası	13764,461	35	393,270	83,062	0,000
	G. içi	1249,945	264	4,735		
	Toplam	15014,406	299			
Ladin	G. arası	9187,386	35	262,497	80,489	0,000
	G. içi	860,972	264	3,261		
	Toplam	10048,358	299			

Tablo 29'un devamı

Kayın	G. arası	72145,249	35	2061,293	97,723	0,000
	G. içi	5568,589	264	21,093		
	Toplam	77713,838	299			
Kızılağaç	G. arası	57106,983	35	1631,628	61,684	0,000
	G. içi	6983,161	264	26,451		
	Toplam	64090,145	299			
Kestane	G. arası	4500,221	11	409,111	64,285	0,000
	G. içi	305,473	48	6,364		
	Toplam	4805,694	59			

Sarıçam, ladin, kayın, kızılğaç ve kestane örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerleri Tablo 30-34 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 30. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerleri

Sarıçam									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	6,76 ^{defg}	0,76	Çanakkale	1	Diri	4,56 ^{abcde}	0,53
	1	Emp	16,04 ^{ijkl}	2,7		1	Emp	17,21 ^{kl}	1,55
	1	Öz	3,57 ^a	0,42		1	Öz	3,41 ^a	0,25
	2	Diri	9,72 ^{hi}	1,86		2	Diri	7,64 ^{figh}	1,92
	2	Emp	16,74 ^{ijkl}	2,32		2	Emp	18,36 ^l	2,22
	2	Öz	5,21 ^{abcdef}	0,71		2	Öz	4,17 ^{abcd}	0,23
	3	Diri	10,41 ⁱ	2,12		3	Diri	31,00 ⁿ	6,39
	3	Emp	14,40 ^j	1,81		3	Emp	14,29 ^j	2,31
	3	Öz	6,34 ^{cdefg}	1,7		3	Öz	6,58 ^{cdefg}	0,97
Muğla	1	Diri	4,87 ^{abcde}	0,65	Elazığ	1	Diri	3,64 ^{ab}	0,2
	1	Emp	16,62 ^{ijkl}	1,9		1	Emp	17,90 ^l	2,57
	1	Öz	3,97 ^{abc}	0,54		1	Öz	3,24 ^a	0,48
	2	Diri	6,21 ^{bdefg}	0,94		2	Diri	5,02 ^{abcde}	0,82
	2	Emp	15,07 ^{jk}	0,85		2	Emp	17,99 ^l	3,53
	2	Öz	4,85 ^{abcde}	0,45		2	Öz	3,99 ^{abc}	0,89
	3	Diri	8,00 ^{gh}	2,71		3	Diri	6,21 ^{bdefg}	3,99
	3	Emp	15,05 ^{jk}	1,51		3	Emp	22,64 ^m	0,37
	3	Öz	6,97 ^{efg}	0,67		3	Öz	4,23 ^{abcd}	2,57

Tablo 31. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerleri

Ladin									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	4,99 ^{bcd}	0,87	Çanakkale	1	Diri	4,34 ^{abcd}	0,78
	1	Emp	6,68 ^{ef}	1,02		1	Emp	14,20 ^j	1,5
	1	Öz	4,04 ^{abc}	1,05		1	Öz	3,23 ^{ab}	0,19
	2	Diri	10,93 ^g	1,84		2	Diri	12,86 ^{ghij}	2,85
	2	Emp	11,60 ^{gh}	2,19		2	Emp	13,80 ^{ij}	1,94
	2	Öz	6,53 ^{ef}	1,46		2	Öz	4,14 ^{abcd}	0,31
	3	Diri	12,16 ^{ghij}	2,08		3	Diri	27,58 ^k	5,81
	3	Emp	14,23 ^j	2,29		3	Emp	11,67 ^{ghi}	1,37
	3	Öz	12,34 ^{ghij}	1,43		3	Öz	6,09 ^{cdef}	0,58
Muğla	1	Diri	3,21 ^{ab}	0,45	Elazığ	1	Diri	2,86 ^{ab}	0,51
	1	Emp	14,18 ^j	1,67		1	Emp	12,89 ^{ghij}	1,54
	1	Öz	3,27 ^{ab}	0,21		1	Öz	2,78 ^a	0,28
	2	Diri	6,18 ^{def}	2,01		2	Diri	2,64 ^a	0,57
	2	Emp	13,60 ^{hij}	1,3		2	Emp	12,60 ^{ghij}	0,96
	2	Öz	4,13 ^{abcd}	0,36		2	Öz	2,60 ^a	0,17
	3	Diri	7,66 ^f	2,67		3	Diri	2,21 ^a	0,93
	3	Emp	12,72 ^{ghij}	0,94		3	Emp	11,79 ^{ghi}	1,11
	3	Öz	5,42 ^{cde}	0,72		3	Öz	2,91 ^{ab}	0,28

Tablo 32. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerleri

Kayın									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	10,01 ^{ab}	1,1	Çanakkale	1	Diri	10,11 ^{ab}	2,02
	1	Emp	7,08 ^{ab}	0,33		1	Emp	6,73 ^{ab}	0,42
	1	Öz	20,88 ^{de}	3,21		1	Öz	10,83 ^{ab}	1,32
	2	Diri	36,05 ^{ij}	9,84		2	Diri	20,18 ^{de}	4,2
	2	Emp	6,66 ^{ab}	0,24		2	Emp	6,51 ^{ab}	0,33
	2	Öz	29,30 ^{gh}	4,91		2	Öz	32,30 ^{hi}	8,14
	3	Diri	52,62 ^l	13,09		3	Diri	46,92 ^k	9,71
	3	Emp	7,03 ^{ab}	0,34		3	Emp	6,30 ^{ab}	0,44
	3	Öz	32,01 ^{hi}	4,13		3	Öz	53,52 ^l	6,25

Tablo 32'nin devamı

Muğla	1	Diri	22,45 ^{ef}	4,4	Elazığ	1	Diri	6,22 ^{ab}	1,46
	1	Emp	6,96 ^{ab}	0,71		1	Emp	6,51 ^{ab}	0,87
	1	Öz	11,80 ^{bc}	2,54		1	Öz	11,33 ^{bc}	1,19
	2	Diri	37,37 ^j	8,27		2	Diri	11,67 ^{bc}	1,65
	2	Emp	6,92 ^{ab}	0,41		2	Emp	6,13 ^{ab}	0,27
	2	Öz	26,16 ^{fg}	4,75		2	Öz	16,41 ^{cd}	2,29
	3	Diri	56,26 ^l	3,62		3	Diri	22,33 ^{ef}	3,99
	3	Emp	6,27 ^{ab}	0,26		3	Emp	5,47 ^a	0,37
	3	Öz	32,15 ^{hi}	3,77		3	Öz	18,92 ^{de}	2,57

Tablo 33. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerler

Kızılağaç									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	13,58 ^{cdef}	2,82	Çanakkale	1	Diri	14,85 ^{ef}	2,3
	1	Emp	11,10 ^{abcde}	0,28		1	Emp	10,96 ^{abcde}	0,64
	1	Öz	13,21 ^{bcdef}	2,63		1	Öz	18,65 ^f	2,93
	2	Diri	34,30 ^{ij}	9,95		2	Diri	30,91 ^{hi}	7,03
	2	Emp	11,03 ^{abcde}	0,6		2	Emp	11,16 ^{abcde}	1,73
	2	Öz	26,58 ^{gh}	7,51		2	Öz	43,78 ^k	8,51
	3	Diri	51,03 ^l	10,14		3	Diri	51,60 ^l	11,06
	3	Emp	10,97 ^{abcde}	0,96		3	Emp	10,21 ^{abcde}	0,55
	3	Öz	37,84 ^j	11,93		3	Öz	24,39 ^g	6,23
Muğla	1	Diri	9,64 ^{abcde}	2,54	Elazığ	1	Diri	5,32 ^a	0,63
	1	Emp	10,59 ^{abcde}	0,89		1	Emp	10,72 ^{abcde}	0,43
	1	Öz	8,82 ^{abcde}	1,14		1	Öz	5,61 ^a	0,81
	2	Diri	37,37 ^j	7,19		2	Diri	6,79 ^{ab}	0,6
	2	Emp	10,36 ^{abcde}	0,47		2	Emp	10,42 ^{abcde}	0,63
	2	Öz	31,14 ^{hi}	7,68		2	Öz	7,50 ^{abc}	1,47
	3	Diri	39,62 ^{jk}	10,45		3	Diri	8,05 ^{abcd}	1,46
	3	Emp	10,22 ^{abcde}	0,52		3	Emp	9,80 ^{abcde}	0,64
	3	Öz	39,66 ^{jk}	8,49		3	Öz	14,30 ^{def}	3,83

Tablo 34. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı değerleri

Kestane									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Öz	4,82 ^{ab}	0,69	Çanakkale	1	Öz	5,44 ^{ab}	0,33
	2	Öz	7,99 ^{bc}	0,46		2	Öz	20,45 ^c	0,29
	3	Öz	11,23 ^c	1,61		3	Öz	35,96 ^f	8,09
Muğla	1	Öz	4,78 ^{ab}	0,26	Elazığ	1	Öz	4,11 ^a	0,28
	2	Öz	7,52 ^{ab}	0,49		2	Öz	4,37 ^{ab}	0,29
	3	Öz	14,69 ^d	2,58		3	Öz	4,71 ^{ab}	0,59

Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinden elde edilen test örneklerinin ağırlık kaybı (g) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 35’de özetlenmiştir.

Tablo 35. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin ağırlık kaybı değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Trabzon	G. arası	50349,583	38	1324,989	63,058	0,000
	G. içi	5799,338	276	21,012		
	Toplam	56148,921	314			
Muğla	G. arası	52384,731	38	1378,546	106,164	0,000
	G. içi	3583,881	276	12,985		
	Toplam	55968,612	314			
Çanakkale	G. arası	54856,028	38	1443,580	82,413	0,000
	G. içi	4834,507	276	17,516		
	Toplam	59690,535	314			
Elazığ	G. arası	10339,622	38	272,095	104,113	0,000
	G. içi	721,312	276	2,613		
	Toplam	11060,934	314			

Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri Tablo 36-40 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 36. Trabzon’da yer alan farklı test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri

Trabzon							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	6,76 ^{abcdef}	0,76	9,72 ^{bcdefgh}	1,86	10,42 ^{cdefghi}	2,12
	Emp	16,04 ^{ijk}	2,7	16,74 ^{jk}	2,32	14,40 ^{hij}	1,81
	Öz	3,57 ^a	0,42	5,21 ^{abcd}	0,71	6,34 ^{abcde}	1,7
Ladin	Diri	4,99 ^{abc}	0,87	10,93 ^{defghi}	1,84	12,16 ^{efghij}	2,08
	Emp	6,68 ^{abcdef}	1,02	11,60 ^{efghij}	2,19	14,23 ^{hij}	2,29
	Öz	4,04 ^{ab}	1,05	6,53 ^{abcdef}	1,46	12,33 ^{fghij}	1,43
Kayın	Diri	10,01 ^{cdefgh}	1,1	36,05 ^{no}	9,84	52,62 ^p	13,09
	Emp	7,08 ^{abcdef}	0,33	6,66 ^{abcdef}	0,24	7,03 ^{abcdef}	0,34
	Öz	20,88 ^k	3,21	29,30 ^{lm}	4,91	32,01 ^{mn}	4,12
Kızılağaç	Diri	13,58 ^{ghij}	2,82	34,30 ^{mno}	9,95	51,03 ^p	10,14
	Emp	11,10 ^{efghij}	0,28	11,03 ^{efghi}	0,6	10,97 ^{defghi}	0,96
	Öz	13,21 ^{ghij}	2,63	26,58 ^l	7,51	37,84 ^o	11,93
Kestane	Öz	4,82 ^{abc}	0,69	7,99 ^{abcdefg}	0,46	11,22 ^{efghij}	1,61

Tablo 37. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri

Muğla							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	4,87 ^{abc}	0,65	6,21 ^{abcde}	0,94	8,00 ^{bcdef}	2,71
	Emp	16,62 ^l	1,9	15,06 ^{kl}	0,85	15,05 ^{kl}	1,51
	Öz	3,97 ^{ab}	0,54	4,85 ^{abc}	0,45	6,97 ^{abcde}	0,67
Ladin	Diri	3,21 ^a	0,45	6,18 ^{abcde}	2,01	7,66 ^{abcdef}	2,67
	Emp	14,18 ^{ijkl}	1,67	13,60 ^{hijkl}	1,3	12,71 ^{ghijkl}	0,93
	Öz	3,27 ^a	0,21	4,13 ^{ab}	0,36	5,41 ^{abcd}	0,72
Kayın	Diri	22,44 ^m	4,4	37,37 ^o	8,27	56,26 ^p	3,62
	Emp	6,96 ^{abcde}	0,71	6,92 ^{abcde}	0,41	6,27 ^{abcde}	0,26
	Öz	11,80 ^{fghijk}	2,54	26,16 ^m	4,75	32,15 ⁿ	6,77
Kızılağaç	Diri	9,64 ^{defgh}	2,54	37,37 ^o	7,19	39,62 ^o	10,46
	Emp	10,60 ^{efghij}	0,89	10,36 ^{efghi}	0,47	10,21 ^{efghi}	0,52
	Öz	8,82 ^{cdefg}	1,14	31,14 ⁿ	7,68	39,66 ^o	8,49
Kestane	Öz	4,78 ^{abc}	0,26	7,52 ^{Bedef}	0,49	14,69 ^{ijkl}	2,58

Tablo 38. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri

Çanakkale							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	4,56 ^a	0,53	7,64 ^{abcd}	1,92	31,00 ^{kl}	6,39
	Emp	17,21 ^{fgh}	1,55	18,36 ^{gh}	2,22	14,29 ^{efg}	2,31
	Öz	3,41 ^a	0,25	4,17 ^a	0,23	6,58 ^{abcd}	0,97
Ladin	Diri	4,34 ^a	0,78	12,86 ^{ef}	2,85	27,58 ^{jk}	5,81
	Emp	14,20 ^{efg}	1,5	13,80 ^{efg}	1,94	11,67 ^{de}	1,37
	Öz	3,23 ^a	0,19	4,14 ^a	0,31	6,09 ^{abc}	0,58
Kayın	Diri	10,11 ^{bcd}	2,02	20,18 ^{hi}	4,2	46,92 ⁿ	9,71
	Emp	6,73 ^{abcd}	0,42	6,51 ^{abc}	0,33	6,30 ^{abc}	0,44
	Öz	10,83 ^{cde}	1,32	32,30 ^{lm}	8,14	53,52 ^o	6,25
Kızılağaç	Diri	14,85 ^{efg}	2,3	30,91 ^{kl}	7,03	51,60 ^o	11,06
	Emp	10,96 ^{cde}	0,64	11,16 ^{cde}	1,73	10,21 ^{bcd}	0,55
	Öz	18,65 ^{gh}	2,93	43,78 ⁿ	8,51	24,39 ^{ij}	6,23
Kestane	Öz	5,44 ^{ab}	0,33	20,44 ^{hi}	1,8	35,96 ^m	8,09

Tablo 39. Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri

Elazığ							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	3,64 ^{abcde}	1,98	5,02 ^{defghi}	0,82	6,21 ^{ghijk}	0,94
	Emp	17,90 ^{pr}	2,57	17,99 ^{pr}	3,53	22,64 ^s	3,63
	Öz	3,24 ^{abcd}	0,48	3,99 ^{abcde}	0,89	4,23 ^{bcdef}	0,76
Ladin	Diri	2,86 ^{abc}	0,51	2,64 ^{ab}	0,57	2,21 ^a	0,93
	Emp	12,89 ^{no}	1,54	12,60 ^{no}	0,96	11,79 ^{mn}	1,11
	Öz	2,78 ^{abc}	0,28	2,60 ^{ab}	0,17	2,91 ^{abc}	0,28
Kayın	Diri	6,22 ^{ghijk}	1,46	11,67 ^{mn}	1,65	22,33 ^s	3,99
	Emp	6,51 ^{hijk}	0,87	6,13 ^{fghijk}	0,27	5,47 ^{efghi}	0,37
	Öz	11,33 ^{lmn}	1,19	16,41 ^p	2,29	18,92 ^f	2,57
Kızılağaç	Diri	5,32 ^{efghi}	0,63	6,79 ^{ijk}	0,6	8,05 ^k	1,46
	Emp	10,71 ^{lm}	0,43	10,42 ^{lm}	0,63	9,80 ^l	0,64
	Öz	5,61 ^{efghij}	0,81	7,50 ^{jk}	1,47	14,31 ^o	3,83
Kestane	Öz	4,11 ^{abcde}	0,28	4,37 ^{bcdefg}	0,29	4,71 ^{cdefgh}	0,59

3.6. Yoğunluk Değerlerine Ait Bulgular

Aynı ağaç türünden elde edilen test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk (g/cm^3) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 40’da özetlenmiştir.

Tablo 40. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Sarıçam	G. arası	0,716	35	0,020	8,275	0,000
	G. içi	0,653	264	0,002		
	Toplam	1,369	299			
Ladin	G. arası	0,486	35	0,014	5,897	0,000
	G. içi	0,621	264	0,002		
	Toplam	1,107	299			
Kayın	G. arası	2,924	35	0,084	24,453	0,000
	G. içi	0,902	264	0,003		
	Toplam	3,827	299			
Kızılağaç	G. arası	3,527	35	0,101	26,773	0,000
	G. içi	0,994	264	0,004		
	Toplam	4,521	299			
Kestane	G. arası	0,099	11	0,009	8,404	0,000
	G. içi	0,052	48	0,001		
	Toplam	0,151	59			

Sarıçam, ladin, kayın, kızılağaç ve kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri Tablo 41-45 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 41. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri

Sarıçam									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	0,48 ^{bcdefg}	0,03	Çanakkale	1	Diri	0,49 ^{bcdefghij}	0,03
	1	Emp	0,53 ^{ghijk}	0,03		1	Emp	0,54 ^{ghijk}	0,03
	1	Öz	0,45 ^{bcde}	0,05		1	Öz	0,46 ^{bcde}	0,03
	2	Diri	0,47 ^{bcdef}	0,03		2	Diri	0,48 ^{bcdefgh}	0,07
	2	Emp	0,54 ^{hijk}	0,03		2	Emp	0,54 ^{ghijk}	0,04
	2	Öz	0,46 ^{bcde}	0,02		2	Öz	0,45 ^{bcde}	0,05
	3	Diri	0,49 ^{bcdefghi}	0,03		3	Diri	0,36 ^a	0,04
	3	Emp	0,52 ^{ghijk}	0,02		3	Emp	0,55 ^{jk}	0,01
	3	Öz	0,43 ^b	0,05		3	Öz	0,49 ^{bcdefghi}	0,04
Muğla	1	Diri	0,48 ^{bcdefg}	0,02	Elazığ	1	Diri	0,50 ^{defghij}	0,04
	1	Emp	0,51 ^{efghijk}	0,02		1	Emp	0,53 ^{efghijk}	0,05
	1	Öz	0,45 ^{bcde}	0,06		1	Öz	0,45 ^{bcde}	0,05
	2	Diri	0,51 ^{efghijk}	0,03		2	Diri	0,44 ^{bc}	0,04
	2	Emp	0,56 ^k	0,01		2	Emp	0,51 ^{efghijk}	0,05
	2	Öz	0,44 ^{bcd}	0,08		2	Öz	0,44 ^{bc}	0,07
	3	Diri	0,44 ^{bcd}	0,03		3	Diri	0,50 ^{cdefghij}	0,02
	3	Emp	0,53 ^{ghijk}	0,01		3	Emp	0,62 ^l	0,03
	3	Öz	0,45 ^{bcde}	0,08		3	Öz	0,54 ^{ghijk}	0,04

Tablo 42. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri

Ladin									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	0,41 ^{bcde}	0,04	Çanakkale	1	Diri	0,42 ^{bcdefg}	0,03
	1	Emp	0,54 ⁱ	0,02		1	Emp	0,45 ^{bcdefghi}	0,04
	1	Öz	0,42 ^{bcdefg}	0,01		1	Öz	0,43 ^{bcdefgh}	0,03
	2	Diri	0,40 ^b	0,03		2	Diri	0,34 ^a	0,08
	2	Emp	0,49 ^{hij}	0,06		2	Emp	0,47 ^{fghi}	0,03
	2	Öz	0,42 ^{bcdefg}	0,04		2	Öz	0,47 ^{efghi}	0,02
	3	Diri	0,40 ^{bc}	0,05		3	Diri	0,34 ^a	0,08
	3	Emp	0,48 ^{ghi}	0,03		3	Emp	0,47 ^{fghi}	0,03
	3	Öz	0,40 ^{bcd}	0,03		3	Öz	0,46 ^{cdefghi}	0,02

Tablo 42'nin devamı

Muğla	1	Diri	0,44 ^{bcdefghi}	0,04	Elazığ	1	Diri	0,42 ^{bcdefg}	0,03
	1	Emp	0,45 ^{bcdefghi}	0,03		1	Emp	0,45 ^{bcdefghi}	0,03
	1	Öz	0,46 ^{defghi}	0,03		1	Öz	0,42 ^{bcdefg}	0,04
	2	Diri	0,43 ^{bcdefgh}	0,07		2	Diri	0,44 ^{bcdefghi}	0,07
	2	Emp	0,47 ^{fghi}	0,05		2	Emp	0,46 ^{defghi}	0,04
	2	Öz	0,43 ^{bcdefgh}	0,02		2	Öz	0,47 ^{efghi}	0,01
	3	Diri	0,41 ^{bcdef}	0,08		3	Diri	0,42 ^{bcdefg}	0,08
	3	Emp	0,47 ^{efghi}	0,04		3	Emp	0,50 ^{ij}	0,04
	3	Öz	0,44 ^{bcdefghi}	0,05		3	Öz	0,46 ^{defghi}	0,07

Tablo 43. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri

Kayın									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	0,53 ^{ghi}	0,05	Çanakkale	1	Diri	0,54 ^{ghij}	0,04
	1	Emp	0,60 ^{ik}	0,03		1	Emp	0,58 ^{ijk}	0,02
	1	Öz	0,50 ^{fgh}	0,07		1	Öz	0,55 ^{hijk}	0,05
	2	Diri	0,40 ^c	0,14		2	Diri	0,48 ^{efgh}	0,04
	2	Emp	0,58 ^{ijk}	0,03		2	Emp	0,61 ^{jk}	0,03
	2	Öz	0,41 ^{cd}	0,04		2	Öz	0,42 ^{cde}	0,08
	3	Diri	0,33 ^{ab}	0,13		3	Diri	0,32 ^{ab}	0,06
	3	Emp	0,59 ^{ijk}	0,02		3	Emp	0,60 ^{ijk}	0,02
	3	Öz	0,42 ^{cde}	0,04		3	Öz	0,28 ^a	0,03
Muğla	1	Diri	0,47 ^{defg}	0,06	Elazığ	1	Diri	0,55 ^{hijk}	0,03
	1	Emp	0,59 ^{ijk}	0,03		1	Emp	0,58 ^{ijk}	0,03
	1	Öz	0,54 ^{ghij}	0,04		1	Öz	0,52 ^{ghi}	0,04
	2	Diri	0,37 ^{bc}	0,12		2	Diri	0,54 ^{ghij}	0,06
	2	Emp	0,58 ^{ijk}	0,02		2	Emp	0,58 ^{ijk}	0,03
	2	Öz	0,47 ^{defg}	0,09		2	Öz	0,50 ^{fgh}	0,05
	3	Diri	0,27 ^a	0,03		3	Diri	0,50 ^{fgh}	0,05
	3	Emp	0,60 ^{ik}	0,03		3	Emp	0,62 ^k	0,03
	3	Öz	0,44 ^{cdef}	0,1		3	Öz	0,54 ^{ghij}	0,07

Tablo 44. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri

Kızılağaç									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	0,40 ^{efg}	0,04	Çanakkale	1	Diri	0,42 ^{fgh}	0,04
	1	Emp	0,53 ^{ijk}	0,02		1	Emp	0,55 ^{jk}	0,01
	1	Öz	0,38 ^{efg}	0,05		1	Öz	0,35 ^{cdef}	0,03
	2	Diri	0,33 ^{bcd}	0,11		2	Diri	0,33 ^{bcd}	0,09
	2	Emp	0,53 ^{ijk}	0,03		2	Emp	0,53 ^{ijk}	0,07
	2	Öz	0,36 ^{defg}	0,15		2	Öz	0,26 ^{ab}	0,07
	3	Diri	0,29 ^{abcd}	0,11		3	Diri	0,23 ^a	0,07
	3	Emp	0,55 ^{jk}	0,02		3	Emp	0,55 ^{jk}	0,02
	3	Öz	0,28 ^{abc}	0,11		3	Öz	0,35 ^{cdef}	0,07
Muğla	1	Diri	0,47 ^{hi}	0,1	Elazığ	1	Diri	0,48 ^{hij}	0,02
	1	Emp	0,53 ^{ijk}	0,05		1	Emp	0,53 ^{ijk}	0,05
	1	Öz	0,43 ^{gh}	0,06		1	Öz	0,49 ^{hij}	0,03
	2	Diri	0,27 ^{ab}	0,05		2	Diri	0,50 ^{ij}	0,02
	2	Emp	0,52 ^{ijk}	0,04		2	Emp	0,53 ^{ijk}	0,04
	2	Öz	0,27 ^{ab}	0,09		2	Öz	0,47 ^{hi}	0,04
	3	Diri	0,34 ^{bcd}	0,08		3	Diri	0,54 ^{ijk}	0,04
	3	Emp	0,59 ^k	0,02		3	Emp	0,58 ^k	0,02
	3	Öz	0,27 ^{ab}	0,07		3	Öz	0,49 ^{hij}	0,07

Tablo 45. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerleri

Kestane									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Öz	0,49 ^{bed}	0,04	Çanakkale	1	Öz	0,52 ^{cde}	0,02
	2	Öz	0,47 ^{bc}	0,02		2	Öz	0,54 ^{de}	0,02
	3	Öz	0,49 ^{bed}	0,03		3	Öz	0,39 ^a	0,06
Muğla	1	Öz	0,52 ^{de}	0,02	Elazığ	1	Öz	0,52 ^{de}	0,02
	2	Öz	0,49 ^{bed}	0,01		2	Öz	0,54 ^{de}	0,03
	3	Öz	0,46 ^b	0,05		3	Öz	0,54 ^c	0,02

Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinden elde edilen test örneklerinin yoğunluk (g/cm³) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 46’da özetlenmiştir.

Tablo 46. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin yoğunluk değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Trabzon	G. arası	21149,786	38	556,573	15,739	0,000
	G. içi	9760,100	276	35,363		
	Toplam	30909,886	314			
Muğla	G. arası	2,379	38	0,063	20,267	0,000
	G. içi	0,852	276	0,003		
	Toplam	3,231	314			
Çanakkale	G. arası	2,882	38	0,076	32,007	0,000
	G. içi	0,654	276	0,002		
	Toplam	3,536	314			
Elazığ	G. arası	0,872	38	0,023	8,893	0,000
	G. içi	0,712	276	0,003		
	Toplam	1,584	314			

Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin yoğunluk değerleri Tablo 47-50 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 47. Trabzon'da yer alan farklı test örneklerinin yoğunluk değerleri

Trabzon							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	0,48 ^{fghijk}	0,03	0,47 ^{efghij}	0,03	0,49 ^{ghijk}	0,03
	Emp	0,53 ^{ijkl}	0,03	0,54 ^{ijklm}	0,03	0,52 ^{ijkl}	0,02
	Öz	0,45 ^{defgh}	0,05	0,46 ^{efghi}	0,02	0,43 ^{cdefgh}	0,05
Ladin	Diri	0,41 ^{cdef}	0,04	0,40 ^{cde}	0,03	0,40 ^{cde}	0,05
	Emp	0,54 ^{ijklm}	0,02	0,49 ^{ghijk}	0,06	0,48 ^{fghijk}	0,03
	Öz	0,42 ^{cdefg}	0,01	0,42 ^{cdefg}	0,04	0,40 ^{cdef}	0,03
Kayın	Diri	0,53 ^{ijkl}	0,05	0,40 ^{cde}	0,14	0,33 ^{ab}	0,13
	Emp	0,60 ^m	0,03	0,58 ^{lm}	0,03	0,59 ^{lm}	0,02
	Öz	0,50 ^{hijk}	0,07	0,41 ^{cdef}	0,04	0,42 ^{cdefg}	0,04
Kızılağaç	Diri	0,40 ^{cde}	0,04	0,33 ^{ab}	0,11	0,29 ^a	0,11
	Emp	0,53 ^{ijklm}	0,02	0,53 ^{ijkl}	0,03	0,55 ^{klm}	0,02
	Öz	0,38 ^{bcd}	0,05	0,36 ^{bc}	0,15	0,28 ^a	0,11

Tablo 47'nin devamı

Kestane	Öz	0,49 ^{ghijk}	0,04	0,47 ^{efghij}	0,02	0,49 ^{ghijk}	0,02

Tablo 48. Muğla'da yer alan farklı test örneklerinin yoğunluk değerleri

Muğla							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	0,48 ^{defghijk}	0,02	0,51 ^{fghijkl}	0,03	0,44 ^{cdefg}	0,08
	Emp	0,51 ^{ghijkl}	0,02	0,56 ^{lmno}	0,01	0,53 ^{ijklmn}	0,03
	Öz	0,45 ^{defgh}	0,06	0,44 ^{cdefg}	0,08	0,45 ^{defgh}	0,03
Ladin	Diri	0,44 ^{cdefg}	0,04	0,43 ^{cde}	0,07	0,41 ^{cd}	0,08
	Emp	0,45 ^{defg}	0,03	0,47 ^{defghij}	0,05	0,47 ^{defghij}	0,04
	Öz	0,46 ^{defghij}	0,03	0,43 ^{cde}	0,02	0,44 ^{cdefg}	0,05
Kayın	Diri	0,47 ^{defghij}	0,06	0,37 ^{bc}	0,12	0,27 ^a	0,03
	Emp	0,59 ^{no}	0,03	0,58 ^{mno}	0,02	0,60 ^{no}	0,03
	Öz	0,54 ^{klmno}	0,04	0,47 ^{defghijk}	0,09	0,44 ^{cdef}	0,1
Kızılağaç	Diri	0,47 ^{defghij}	0,1	0,27 ^a	0,05	0,34 ^b	0,08
	Emp	0,53 ^{ijklmn}	0,05	0,52 ^{hijklm}	0,04	0,59 ^{no}	0,02
	Öz	0,43 ^{cde}	0,06	0,27 ^a	0,09	0,27 ^a	0,07
Kestane	Öz	0,52 ^{hijklm}	0,02	0,49 ^{efghijk}	0,01	0,46 ^{defghi}	0,05

Tablo 49.Çanakkale'de yer alan farklı test örneklerinin yoğunluk değerleri

Çanakkale							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	0,49 ^{hijkl}	0,03	0,48 ^{ghijk}	0,07	0,36 ^{cd}	0,04
	Emp	0,54 ^{klmno}	0,03	0,54 ^{klmno}	0,04	0,55 ^{mnop}	0,01
	Öz	0,46 ^{fghi}	0,03	0,45 ^{efgh}	0,05	0,49 ^{ghijk}	0,04
Ladin	Diri	0,42 ^{ef}	0,03	0,35 ^{cd}	0,08	0,34 ^{cd}	0,08
	Emp	0,45 ^{efgh}	0,04	0,47 ^{fghij}	0,03	0,47 ^{fghij}	0,03
	Öz	0,43 ^{efg}	0,03	0,47 ^{fghij}	0,02	0,46 ^{fghi}	0,02
Kayın	Diri	0,54 ^{klmno}	0,04	0,48 ^{ghijk}	0,04	0,32 ^{bc}	0,06
	Emp	0,58 ^{nop}	0,02	0,61 ^p	0,03	0,60 ^{op}	0,02
	Öz	0,55 ^{lmnop}	0,05	0,42 ^{ef}	0,08	0,28 ^{ab}	0,03

Tablo 49'un devamı

Kızılağaç	Diri	0,42 ^{ef}	0,04	0,33 ^c	0,09	0,23 ^a	0,07
	Emp	0,55 ^{lmno}	0,01	0,53 ^{klmn}	0,07	0,55 ^{lmno}	0,02
	Öz	0,35 ^{cd}	0,03	0,26 ^a	0,07	0,35 ^{cd}	0,07
Kestane	Öz	0,52 ^{ijklm}	0,02	0,46 ^{fghi}	0,02	0,39 ^{de}	0,06

Tablo 50. Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin yoğunluk değerleri

Elazığ							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	0,50 ^{efghijk}	0,04	0,44 ^{abcd}	0,04	0,41 ^a	0,02
	Emp	0,53 ^{ghijkl}	0,05	0,51 ^{fghijk}	0,05	0,49 ^{cdefghij}	0,03
	Öz	0,45 ^{abcdef}	0,05	0,44 ^{abcde}	0,07	0,50 ^{defghijk}	0,04
Ladin	Diri	0,42 ^{ab}	0,03	0,44 ^{abcdef}	0,07	0,42 ^{ab}	0,08
	Emp	0,45 ^{abcdef}	0,03	0,46 ^{abcdefg}	0,04	0,50 ^{defghijk}	0,04
	Öz	0,42 ^{abc}	0,04	0,47 ^{bcdefgh}	0,01	0,46 ^{abcdefg}	0,07
Kayın	Diri	0,55 ^{kl}	0,03	0,54 ^{ijkl}	0,06	0,50 ^{defghijk}	0,05
	Emp	0,58 ^{lm}	0,03	0,58 ^{lm}	0,03	0,62 ^m	0,03
	Öz	0,53 ^{ghijkl}	0,04	0,50 ^{defghijk}	0,05	0,54 ^{ijkl}	0,07
Kızılağaç	Diri	0,48 ^{bcdefghij}	0,02	0,50 ^{fghijk}	0,02	0,54 ^{ijkl}	0,04
	Emp	0,53 ^{hijkl}	0,05	0,53 ^{ijkl}	0,04	0,58 ^{lm}	0,02
	Öz	0,49 ^{cdefghij}	0,03	0,47 ^{bcdefghi}	0,04	0,49 ^{defghijk}	0,07
Kestane	Öz	0,52 ^{ghijkl}	0,02	0,54 ^{ijkl}	0,03	0,54 ^{ijkl}	0,02

3.7. Eğilme Direnci Değerlerine Ait Bulgular

Aynı ağaç türünden elde edilen test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci (N/mm²) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 51'de özetlenmiştir.

Tablo 51. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Sarıçam	G. arası	56239,332	34	1654,098	15,716	0,000

Tablo 51'in devamı

	G. içi	26838,522	255	105,249		
	Toplam	83077,855	289			
	G. arası	66000,637	34	1941,195	18,258	0,000
	G. içi	27112,166	255	106,322		
Ladin	Toplam	93112,802	289			
	G. arası	160179,095	27	5932,559	74,535	0,000
Kayın	G. içi	16635,157	209	79,594		
	Toplam	176814,252	236			
	G. arası	124564,758	26	4790,952	48,230	0,000
Kızılağaç	G. içi	19867,286	200	99,336		
	Toplam	144432,044	226			
	G. arası	11275,878	10	1127,588	16,212	0,000
	G. içi	3060,276	44	69,552		
Kestane	Toplam	14336,154	54			

Sarıçam, ladin, kayın, kızılğaç ve kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerleri Tablo 52-56 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 52. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerleri

Sarıçam									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	59,95 ^{bcd}	8,11	Çanakkale	1	Diri	68,24 ^{bcdefghi}	7,91
	1	Emp	84,22 ^{ijklmn}	7,65		1	Emp	84,91 ^{klmn}	10,35
	1	Öz	69,30 ^{cdefghi}	9,56		1	Öz	72,85 ^{efghijk}	9,07
	2	Diri	57,53 ^{bc}	11,3		2	Diri	74,37 ^{fghijkl}	15,46
	2	Emp	97,26 ^o	5,82		2	Emp	95,12 ^{no}	5,66
	2	Öz	62,90 ^{bcdefg}	8,41		2	Öz	67,00 ^{bcdefghi}	12,94
	3	Diri	56,08 ^b	11,13		3	Diri	-	
	3	Emp	97,53 ^o	8,1		3	Emp	93,82 ^{mno}	13,72
	3	Öz	40,88 ^a	5,44		3	Öz	78,67 ^{ijkl}	10,35
	1	Diri	75,24 ^{ghijkl}	8,08		1	Diri	82,00 ^{ijklm}	11,63
	1	Emp	82,10 ^{ijklm}	7,69		1	Emp	85,70 ^{lmno}	5,31
	1	Öz	75,80 ^{hijkl}	12,31		1	Öz	75,58 ^{hijkl}	6,98

Tablo 52'nin devamı

Muğla	2	Diri	78,54 ^{hijkl}	15,46	Elazığ	2	Diri	76,53 ^{hijkl}	14,34
	2	Emp	97,84 ^o	5,07		2	Emp	95,54 ^{no}	7,34
	2	Öz	68,03 ^{bcdefghi}	13,95		2	Öz	71,84 ^{defghij}	10,93
	3	Diri	65,86 ^{bcdefgh}	8,52		3	Diri	60,50 ^{bcd}	10,89
	3	Emp	95,31 ^{no}	12,74		3	Emp	93,41 ^{mno}	12,4
	3	Öz	62,23 ^{bcdef}	9,54		3	Öz	76,17 ^{hijkl}	10,11

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 53. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerleri

Ladin									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	53,02 ^b	10,03	Çanakkale	1	Diri	60,37 ^{bcd}	8,8
	1	Emp	76,96 ^{efghij}	9,55		1	Emp	73,22 ^{efgh}	10,17
	1	Öz	67,55 ^{cde}	7,83		1	Öz	73,57 ^{efgh}	5,51
	2	Diri	38,55 ^a	7,65		2	Diri	-	
	2	Emp	94,59 ^k	11,33		2	Emp	88,65 ^{jk}	14,22
	2	Öz	57,68 ^{bc}	9,21		2	Öz	73,29 ^{efgh}	9,86
	3	Diri	37,49 ^a	6,87		3	Diri	40,60 ^a	7,52
	3	Emp	88,69 ^{jk}	11,69		3	Emp	75,71 ^{efghi}	10,35
	3	Öz	33,58 ^a	6,91		3	Öz	66,76 ^{cde}	7,33
Muğla	1	Diri	65,41 ^{cde}	9,45	Elazığ	1	Diri	66,83 ^{cde}	9,59
	1	Emp	70,50 ^{defgh}	8,57		1	Emp	72,73 ^{defgh}	10,98
	1	Öz	68,77 ^{cdef}	11,51		1	Öz	78,41 ^{efghij}	3,07
	2	Diri	66,05 ^{cde}	11,39		2	Diri	81,89 ^{ghij}	12,93
	2	Emp	83,42 ^{hijk}	12,07		2	Emp	80,94 ^{efghij}	15,81
	2	Öz	67,87 ^{cde}	13,99		2	Öz	86,42 ^{ijk}	13,39
	3	Diri	53,38 ^b	9,48		3	Diri	82,17 ^{hij}	7,99
	3	Emp	78,31 ^{efghij}	11,02		3	Emp	70,99 ^{defgh}	8,64
	3	Öz	69,22 ^{cdefg}	10,17		3	Öz	74,01 ^{efghi}	9,88

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 54. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci

Kayın									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	41,20 ^{ef}	7,83	Çanakkale	1	Diri	56,11 ^{gh}	7,3
	1	Emp	86,15 ^{klm}	9,3		1	Emp	80,29 ^{ikl}	7,49
	1	Öz	21,93 ^{bc}	5,57		1	Öz	54,82 ^g	14,03
	2	Diri	13,17 ^{ab}	2,58		2	Diri	24,31 ^e	4,22
	2	Emp	88,94 ^{lm}	13,75		2	Emp	91,46 ^m	10,59
	2	Öz	-			2	Öz	9,58 ^a	2,35
	3	Diri	-			3	Diri	-	
	3	Emp	77,29 ^{jk}	9,21		3	Emp	89,70 ^{lm}	9,18
	3	Öz	-			3	Öz	-	
Muğla	1	Diri	30,61 ^{cd}	9,13	Elazığ	1	Diri	77,66 ^{jk}	7,26
	1	Emp	79,47 ^{ikl}	11,65		1	Emp	77,30 ^{jk}	6,13
	1	Öz	42,94 ^{ef}	8,08		1	Öz	64,26 ^{hi}	7,07
	2	Diri	-			2	Diri	70,21 ^{ij}	14,41
	2	Emp	82,82 ^{klm}	9,13		2	Emp	87,62 ^{klm}	7,22
	2	Öz	-			2	Öz	35,58 ^{de}	8,16
	3	Diri	-			3	Diri	45,18 ^{ef}	3,31
	3	Emp	87,44 ^{klm}	9,7		3	Emp	87,80 ^{klm}	10,41
	3	Öz	-			3	Öz	49,87 ^{fg}	9,81

-. Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 55. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerleri

Kızılağaç									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	25,73 ^{abc}	6,19	Çanakkale	1	Diri	31,64 ^{cd}	9,04
	1	Emp	74,84 ^{fgh}	7,44		1	Emp	79,05 ^{ghij}	8,35
	1	Öz	19,67 ^{ab}	5,13		1	Öz	-	
	2	Diri	20,28 ^{ab}	3,97		2	Diri	17,57 ^{ab}	2,98
	2	Emp	87,62 ^j	8,18		2	Emp	84,75 ^{hij}	10,5
	2	Öz	27,58 ^{bc}	1,61		2	Öz	-	
	3	Diri	15,69 ^a	2,14		3	Diri	-	
	3	Emp	87,12 ^{ij}	10,07		3	Emp	82,03 ^{ghij}	8,22
	3	Öz	-			3	Öz	-	

Tablo 55'in devamı

Muğla	1	Diri	65,44 ^{ef}	12,9	Elazığ	1	Diri	55,84 ^e	6,99
	1	Emp	71,41 ^{fg}	12,95		1	Emp	65,36 ^{ef}	9,92
	1	Öz	39,46 ^d	6,86		1	Öz	76,83 ^{fg hij}	8,01
	2	Diri	-			2	Diri	72,20 ^{fg}	12,06
	2	Emp	75,68 ^{fg hi}	12,16		2	Emp	88,27 ^j	14,33
	2	Öz	-			2	Öz	73,89 ^{fg h}	13,72
	3	Diri	-			3	Diri	72,08 ^{fg}	14,91
	3	Emp	79,79 ^{gh ij}	8,77		3	Emp	80,15 ^{gh ij}	12,6
	3	Öz	-			3	Öz	59,41 ^e	12,18

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 56. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değerleri

Kestane									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Öz	68,13 ^b	7,77	Çanakkale	1	Öz	74,54 ^b	3,79
	2	Öz	49,12 ^a	8,57		2	Öz	38,28 ^a	5,37
	3	Öz	41,31 ^a	7,2		3	Öz	-	
Muğla	1	Öz	68,21 ^b	12,01	Elazığ	1	Öz	75,28 ^b	7,01
	2	Öz	63,80 ^b	8,22		2	Öz	87,26 ^c	8,47
	3	Öz	47,09 ^a	8,15		3	Öz	71,73 ^b	13,42

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinden elde edilen test örneklerinin eğilme direnci (N/mm²) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 57'de özetlenmiştir.

Tablo 57. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin eğilme direnci değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Trabzon	G. arası	206450,300	35	5898,580	82,171	0,000
	G. içi	18305,017	255	71,784		
	Toplam	224755,317	290			
Muğla	G. arası	56072,487	30	1869,083	16,793	0,000
	G. içi	24597,919	221	111,303		
	Toplam	80670,406	251			

Tablo 57'nin devamı

Çanakkale	G. arası	115376,721	29	3978,508	43,399	0,000
	G. içi	19618,010	214	91,673		
	Toplam	134994,732	243			
Elazığ	G. arası	44514,417	38	1171,432	10,262	0,000
	G. içi	31163,660	273	114,153		
	Toplam	75678,077	311			

Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin eğilme direnci değerleri Tablo 58-61 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 58.Trabzon'da yer alan farklı test örneklerinin eğilme direnci değerleri

Trabzon							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	59,95 ^{gh}	8,11	57,53 ^{fg}	11,3	56,08 ^{fg}	11,13
	Emp	84,22 ^{kl}	7,65	97,26 ⁿ	5,82	97,53 ⁿ	8,1
	Öz	69,30 ^{hi}	9,56	62,90 ^{gh}	8,41	40,88 ^{de}	5,44
Ladin	Diri	53,02 ^{fg}	10,03	38,55 ^d	7,65	37,49 ^d	6,87
	Emp	76,95 ^{ijk}	9,55	94,59 ^{mn}	11,33	88,69 ^{lmn}	11,69
	Öz	67,55 ^{hi}	7,83	57,68 ^{fg}	9,21	33,58 ^{cd}	6,91
Kayın	Diri	41,20 ^{de}	7,83	13,17 ^a	2,58	-	
	Emp	86,15 ^{klm}	9,3	88,94 ^{lmn}	13,75	77,29 ^{ijk}	9,21
	Öz	21,93 ^{ab}	5,57	-		-	
Kızılağaç	Diri	25,73 ^{bc}	6,19	20,28 ^{ab}	3,97	15,69 ^a	2,14
	Emp	74,84 ^{ij}	7,44	87,62 ^{lmn}	8,18	87,12 ^{lm}	10,07
	Öz	19,67 ^{ab}	5,13	27,58 ^{bc}	1,61	-	
Kestane	Öz	68,13 ^{hi}	7,77	49,12 ^{ef}	8,57	41,31 ^{de}	7,2

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 59. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin eğilme direnci değerleri

Muğla							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	75,24 ^{efghijk}	8,08	78,54 ^{ghijk}	15,46	65,86 ^{efg}	8,52
	Emp	82,10 ^{ijk}	7,69	97,84 ^l	5,07	95,31 ^l	12,74
	Öz	75,80 ^{efghijk}	12,31	68,03 ^{efgh}	13,95	62,23 ^{de}	9,54
Ladin	Diri	65,41 ^{defg}	9,45	66,05 ^{efg}	11,39	53,38 ^{cd}	9,48
	Emp	70,49 ^{efghij}	8,57	83,42 ^{jk}	12,07	78,31 ^{ghijk}	11,02
	Öz	68,77 ^{efgh}	11,51	67,87 ^{efgh}	13,99	69,22 ^{efghi}	10,17
Kayın	Diri	30,62 ^a	9,13	-		-	
	Emp	79,47 ^{hijk}	11,65	82,81 ^{jk}	9,13	87,44 ^{kl}	9,7
	Öz	42,94 ^{bc}	8,08	-		-	
Kızılağaç	Diri	65,44 ^{defg}	12,9	-		-	
	Emp	71,41 ^{efghij}	12,95	75,68 ^{efghijk}	12,16	79,79 ^{hijk}	8,77
	Öz	39,46 ^{ab}	6,86	-		-	
Kestane	Öz	68,21 ^{efgh}	12,01	63,80 ^{def}	8,22	47,09 ^{bc}	8,15

-: Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 60. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin eğilme direnci değerleri

Çanakkale							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	68,24 ^{fghi}	7,91	74,37 ^{ghijk}	15,46	-	
	Emp	84,90 ^{klmn}	10,35	95,12 ⁿ	5,66	93,82 ⁿ	13,72
	Öz	72,85 ^{ghij}	9,07	67,00 ^{fgh}	12,94	78,67 ^{hijkl}	10,35
Ladin	Diri	60,37 ^{ef}	8,8	-		40,59 ^d	7,52
	Emp	73,22 ^{ghijk}	10,17	88,64 ^{lmn}	14,22	75,71 ^{ghijk}	10,35
	Öz	73,57 ^{ghijk}	5,51	73,29 ^{ghijk}	9,86	66,75 ^{fg}	7,33
Kayın	Diri	56,11 ^e	7,3	24,32 ^{bc}	4,22	-	
	Emp	80,29 ^{ijklm}	7,49	91,46 ^{nm}	10,59	89,70 ^{lmn}	9,18
	Öz	54,82 ^e	14,03	9,59 ^a	2,35	-	
Kızılağaç	Diri	31,64 ^{cd}	9,04	17,57 ^{ab}	2,98	-	
	Emp	79,05 ^{ijkl}	8,35	84,75 ^{ijklm}	10,5	82,03 ^{ijklm}	8,22
	Öz	-		-		-	

Tablo 60'ın devamı

Kestane	Öz	74,55 ^{ghijk}	3,79	38,28 ^d	5,37	-	

∴ Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 61.Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin eğilme direnci değerleri

Elazığ							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	82,01 ^{ijklmno}	11,63	76,53 ^{fghijklmn}	14,34	60,50 ^{cde}	10,89
	Emp	85,70 ^{ijklmnop}	5,31	95,54 ^p	7,34	93,41 ^{op}	12,4
	Öz	75,58 ^{fghijklmn}	6,98	71,84 ^{efghi}	10,93	76,17 ^{fghijklmn}	10,11
Ladin	Diri	66,82 ^{defgh}	9,59	81,89 ^{ijklmno}	12,93	82,17 ^{ijklmno}	7,99
	Emp	72,73 ^{efghijk}	10,98	80,94 ^{ijklmno}	15,81	70,99 ^{efghi}	8,64
	Öz	78,41 ^{ghijklmn}	3,07	86,42 ^{klmnop}	13,39	74,01 ^{fghijklm}	9,88
Kayın	Diri	77,65 ^{fghijklmn}	7,26	70,21 ^{efghi}	14,41	45,18 ^{ab}	3,31
	Emp	77,30 ^{fghijklmn}	6,13	87,62 ^{lmnop}	7,22	87,80 ^{mnop}	10,41
	Öz	64,25 ^{def}	7,07	35,58 ^a	8,16	49,87 ^{bc}	9,81
Kızılağaç	Diri	55,84 ^{bcd}	6,99	72,20 ^{efghij}	12,06	72,08 ^{efghij}	14,91
	Emp	65,36 ^{defg}	9,92	88,27 ^{nop}	14,33	80,15 ^{hijklmno}	12,6
	Öz	76,83 ^{fghijklmn}	8,01	73,89 ^{fghijkl}	13,72	59,41 ^{cde}	12,18
Kestane	Öz	75,28 ^{fghijklmn}	7,01	87,26 ^{lmnop}	8,47	71,73 ^{efghi}	13,42

3.8. Elastikiyet Modülü Değerlerine Ait Bulgular

Aynı ağaç türünden elde edilen test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü (N/mm²) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 62'de özetlenmiştir.

Tablo 62. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Sarıçam	G. arası	253935433,8	34	7468689,230	16,004	0,000
	G. içi	119003567,2	255	466680,656		
	Toplam	372939001,0	289			

Tablo 62'nin devamı

Ladin	G. arası	923557746,5	34	27163463,13	40,870	0,000
	G. içi	169481337,9	255	664632,698		
	Toplam	1093039084	289			
Kayın	G. arası	375975890,7	27	13925032,99	30,570	0,000
	G. içi	95203375,70	209	455518,544		
	Toplam	471179266,4	236			
Kızılağaç	G. arası	380835293,5	26	14647511,29	37,152	0,000
	G. içi	78852597,59	200	394262,988		
	Toplam	459687891,1	226			
Kestane	G. arası	34274800,19	10	3427480,019	13,247	0,000
	G. içi	11384638,47	44	258741,783		
	Toplam	45659438,66	54			

Sarıçam, ladin, kayın, kızılğaç ve kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü (N/mm^2) değerleri Tablo 63-67 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 63. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri

Sarıçam									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	2543,82 ^a	355,01	Çanakkale	1	Diri	5180,12 ^{bcdde}	594,73
	1	Emp	6477,32 ^{ghijk}	551,3		1	Emp	6421,42 ^{ghijk}	518,27
	1	Öz	6013,05 ^{efghi}	781		1	Öz	5945,95 ^{defghi}	374,51
	2	Diri	4435,10 ^b	749,01		2	Diri	5931,74 ^{defghi}	1217,48
	2	Emp	6972,33 ^k	953,58		2	Emp	7143,94 ^k	655,56
	2	Öz	5822,30 ^{defgh}	587,5		2	Öz	5657,29 ^{cdefg}	643,03
	3	Diri	5229,82 ^{cde}	889,25		3	Diri	-	
	3	Emp	6456,56 ^{ghijk}	594,36		3	Emp	6500,52 ^{ghijk}	763,95
	3	Öz	4433,32 ^b	700,97		3	Öz	6499,58 ^{ghijk}	903,94
Muğla	1	Diri	5910,03 ^{defghi}	697,69	Elazığ	1	Diri	6133,47 ^{fghij}	850,81
	1	Emp	6037,15 ^{efghi}	457,04		1	Emp	6653,28 ^{hijk}	640,29
	1	Öz	5652,20 ^{cdefg}	626,71		1	Öz	5506,97 ^{cdef}	308,66

Tablo 63'ün devamı

	2	Diri	5845,37 ^{defgh}	598,24		2	Diri	5822,12 ^{defgh}	700,53
	2	Emp	7170,96 ^k	697,04		2	Emp	6914,27 ^{jk}	632,43
	2	Öz	5691,42 ^{cdefg}	1081,13		2	Öz	5839,50 ^{defgh}	692,75
	3	Diri	5922,90 ^{defghi}	425,75		3	Diri	4887,13 ^{bc}	567,17
	3	Emp	6467,65 ^{ghijk}	564,56		3	Emp	6736,32 ^{ijk}	540,88
	3	Öz	5145,56 ^{bcd}	296,49		3	Öz	5794,08 ^{defgh}	563,73

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 64. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri

Ladin									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	4972,98 ^{def}	733,67	Çanakkale	1	Diri	4657,01 ^{de}	650,28
	1	Emp	7021,77 ^{ghij}	883,3		1	Emp	5679,94 ^{fgh}	497,72
	1	Öz	5455,31 ^{cdefgh}	587,01		1	Öz	5547,71 ^{cdefgh}	318,62
	2	Diri	2154,24 ^a	295,61		2	Diri	-	
	2	Emp	6425,78 ^j	620,17		2	Emp	6379,24 ^{ghij}	836,32
	2	Öz	4692,89 ^{de}	895,44		2	Öz	6348,82 ^{ghij}	367,41
	3	Diri	4127,79 ^{bcd}	751,7		3	Diri	4088,14 ^{bcd}	429,5
	3	Emp	5862,38 ^{ghij}	614,65		3	Emp	6057,80 ^{ghij}	683,88
	3	Öz	3276,30 ^b	753,07		3	Öz	5542,48 ^{cdefgh}	645,79
Muğla	1	Diri	3711,99 ^{bc}	629,52	Elazığ	1	Diri	5445,50 ^{cdefgh}	788,53
	1	Emp	5770,16 ^{fghi}	464,36		1	Emp	4247,31 ^{cd}	668,71
	1	Öz	6053,16 ^{ghij}	898,46		1	Öz	6021,85 ^{ghij}	641,78
	2	Diri	6386,35 ^{ghij}	614,63		2	Diri	6391,55 ^{ghij}	1212,12
	2	Emp	6899,76 ^j	1103,68		2	Emp	6471,87 ^{hij}	1708,64
	2	Öz	5406,75 ^{efg}	584,21		2	Öz	6726,50 ^{ij}	941,33
	3	Diri	4876,43 ^{def}	701,85		3	Diri	13075,64 ^k	1509,64
	3	Emp	6334,79 ^{ghij}	743,02		3	Emp	6335,97 ^{ghij}	723,96
	3	Öz	4790,90 ^{def}	634,19		3	Öz	6330,19 ^{ghij}	733,34

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 65. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri

Kayın									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	4297,67 ^{cd}	900,42	Çanakkale	1	Diri	3603,03 ^{bc}	284,71
	1	Emp	5862,38 ^{fghij}	614,65		1	Emp	5728,94 ^{fghi}	622,66
	1	Öz	3625,81 ^{bc}	679,29		1	Öz	5588,23 ^{fgh}	609,55
	2	Diri	2505,15 ^a	266,25		2	Diri	3403,19 ^b	268,46
	2	Emp	6501,52 ^{ij}	973,01		2	Emp	6589,18 ^j	609,44
	2	Öz	-			2	Öz	2679,90 ^a	434,54
	3	Diri	-			3	Diri	-	
	3	Emp	5562,28 ^{fgh}	712,16		3	Emp	6140,09 ^{ghij}	553,97
	3	Öz	-			3	Öz	-	
	1	Diri	3759,10 ^{bc}	760,35		1	Diri	5289,55 ^{ef}	680,44
	1	Emp	5806,36 ^{fghij}	1013,52		1	Emp	5788,55 ^{fghij}	242,6
	1	Öz	4571,74 ^d	800,02		1	Öz	4627,60 ^{de}	368,56
	2	Diri	-			2	Diri	6047,43 ^{fghij}	631,05
	2	Emp	6107,52 ^{ghij}	270,39		2	Emp	6009,34 ^{fghij}	708,61
	2	Öz	-			2	Öz	3472,65 ^b	715,48
	3	Diri	-			3	Diri	5347,24 ^{fg}	852,3
	3	Emp	6259,60 ^{hij}	982,64		3	Emp	6327,23 ^{hij}	716,19
	3	Öz	-			3	Öz	4116,93 ^{bcd}	909,74

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 66. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri

Kızılağaç									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	3677,90 ^b	818,51	Çanakkale	1	Diri	4415,35 ^c	625,87
	1	Emp	5574,40 ^{efg}	370,68		1	Emp	6075,59 ^{ghijk}	350,02
	1	Öz	2600,53 ^a	475,96		1	Öz	-	
	2	Diri	3344,32 ^b	308,26		2	Diri	2615,03 ^a	232,55
	2	Emp	6359,87 ^{hijk}	355,67		2	Emp	6444,39 ^{ijk}	640,8
	2	Öz	4545,96 ^{cd}	240,86		2	Öz	-	
	3	Diri	2294,69 ^a	289,72		3	Diri	-	
	3	Emp	6230,51 ^{ghijk}	472,95		3	Emp	5930,91 ^{fghijk}	443,28
	3	Öz	-			3	Öz	-	

Tablo 66'nın devamı

Muğla	1	Diri	5109,65 ^{de}	914,7	Elazığ	1	Diri	2468,08 ^a	268,36
	1	Emp	5691,20 ^{efghi}	587,4		1	Emp	5629,05 ^{efgh}	607,42
	1	Öz	3982,73 ^{bc}	842,17		1	Öz	5240,27 ^{ef}	689,87
	2	Diri	-			2	Diri	5925,97 ^{fghijk}	483,79
	2	Emp	6017,24 ^{ghijk}	700,09		2	Emp	6517,94 ^{jk}	753,6
	2	Öz	-			2	Öz	5780,52 ^{efghij}	1064,35
	3	Diri	-			3	Diri	5781,72 ^{efghij}	1264,29
	3	Emp	6021,95 ^{ghijk}	567,07		3	Emp	6640,60 ^k	542,28
	3	Öz	-			3	Öz	5792,04 ^{efghij}	843,42

-: Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 67. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değerleri

Kestane									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Öz	5583,83 ^{cd}	350,35	Çanakkale	1	Öz	5827,21 ^d	289
	2	Öz	4806,92 ^b	541,96		2	Öz	3855,42 ^a	424,2
	3	Öz	3781,85 ^a	168,73		3	Öz	-	
Muğla	1	Öz	5554,75 ^{cd}	649,26	Elazığ	1	Öz	5638,46 ^d	614,79
	2	Öz	4772,57 ^b	739,08		2	Öz	5959,06 ^d	203,33
	3	Öz	4926,76 ^{bc}	473,26		3	Öz	5965,89 ^d	622,97

-: Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinden elde edilen test örneklerinin elastikiyet modülü (N/mm²) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 68'de özetlenmiştir.

Tablo 68. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin elastikiyet modülü değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Trabzon	G. arası	647605523,6	35	18503014,96	43,991	0,000
	G. içi	107254220,3	255	420604,785		
	Toplam	754859743,9	290			

Tablo 68'in devamı

Muğla	G. arası	181355216,6	30	6045173,887	12,165	0,000
	G. içi	109819484,9	221	496920,746		
	Toplam	291174701,5	251			
Çanakkale	G. arası	305798311,5	29	10544769,36	28,607	0,000
	G. içi	78881079,63	214	368603,176		
	Toplam	384679391,1	243			
Elazığ	G. arası	781020588,1	38	20553173,37	31,626	0,000
	G. içi	177416324,2	273	649876,646		
	Toplam	958436912,3	311			

Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri Tablo 69-72 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 69. Trabzon'da yer alan farklı test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri

Trabzon							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	2543,82 ^a	355,01	4435,10 ^{def}	749,01	5229,82 ^{ghij}	889,25
	Emp	6477,32 ^{mno}	551,3	6972,33 ^{no}	953,58	6456,56 ^{mno}	594,36
	Öz	6013,05 ^{klm}	781	5822,30 ^{jklm}	587,5	4433,32 ^{def}	700,97
Ladin	Diri	4972,98 ^{fghi}	733,67	2154,24 ^a	295,61	4127,79 ^{cde}	751,7
	Emp	7021,77 ^o	883,3	6425,78 ^o	620,17	5862,38 ^{mno}	614,65
	Öz	5455,31 ^{hijk}	587,01	4692,89 ^{efg}	895,44	3276,30 ^b	753,07
Kayın	Diri	4297,67 ^{cdef}	900,42	2505,15 ^a	266,25	-	
	Emp	5862,38 ^{jklm}	614,65	6501,52 ^{mno}	973,01	5562,28 ^{ijkl}	712,16
	Öz	3625,81 ^{bc}	679,29	-		-	
Kızılağaç	Diri	3677,90 ^{bcd}	818,51	3344,32 ^b	308,26	2294,69 ^a	289,72
	Emp	5574,40 ^{ijkl}	370,68	6359,87 ^{mno}	355,67	6230,51 ^{klmn}	472,95
	Öz	2600,53 ^a	475,96	4545,96 ^{efg}	240,86	-	
Kestane	Öz	5583,83 ^{ijkl}	350,35	4806,92 ^{efgh}	541,96	3781,85 ^{bcd}	168,73

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 70. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri

Muğla							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	5910,03 ^{ghijk}	697,69	5845,37 ^{ghijk}	598,24	5922,90 ^{ghijk}	425,75
	Emp	6037,15 ^{ijk}	457,04	7170,96 ^m	697,04	6467,65 ^{klm}	564,56
	Öz	5652,20 ^{efghijk}	626,71	5691,42 ^{efghijk}	1081,13	5145,56 ^{cdefgh}	296,49
Ladin	Diri	3711,99a	629,52	6386,35 ^{jklm}	614,63	4876,43 ^{cde}	701,85
	Emp	5770,16 ^{efghijk}	464,36	6899,76 ^{lm}	1103,68	6334,79 ^{jkl}	743,02
	Öz	6053,16 ^{ijk}	898,46	5406,75 ^{cdefghi}	584,21	4790,90 ^{cd}	634,19
Kayın	Diri	3759,10a	760,35	-		-	
	Emp	5806,36 ^{ghijk}	1013,52	6107,52 ^{ijkl}	270,39	6259,60 ^{ijkl}	982,64
	Öz	4571,74 ^{bc}	800,02	-		-	
Kızılağaç	Diri	5109,65 ^{cdefg}	914,7	-		-	
	Emp	5691,20 ^{efghijk}	587,4	6017,24 ^{hijk}	700,09	6021,95 ^{hijk}	567,07
	Öz	3982,73 ^{ab}	842,17	-		-	
Kestane	Öz	5554,75 ^{defghij}	649,26	4772,57 ^{cd}	739,08	4926,76 ^{cdef}	473,26

-: Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 71. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri

Çanakkale							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	5180,12 ^{fg}	594,73	5931,74 ^{hijkl}	1217,48	-	
	Emp	6421,42 ^{ijkl}	518,27	7143,94 ^m	655,56	6500,52 ^{lm}	763,95
	Öz	5945,95 ^{hijkl}	374,51	5657,29 ^{ghi}	643,03	6499,58 ^{lm}	903,94
Ladin	Diri	4657,01 ^{ef}	650,28	-		4088,14 ^{cde}	429,5
	Emp	5679,94 ^{ghij}	497,72	6379,24 ^{ijkl}	836,32	6057,80 ^{hijkl}	683,88
	Öz	5547,71 ^{gh}	318,62	6348,82 ^{ijkl}	367,41	5542,48 ^{gh}	645,79
Kayın	Diri	3603,03 ^{bc}	284,71	3403,19 ^b	268,46	-	
	Emp	5728,94 ^{ghijk}	622,66	6589,18 ^{lm}	609,44	6140,09 ^{hijkl}	553,97
	Öz	5588,23 ^{gh}	609,55	2679,90 ^a	434,54	-	
Kızılağaç	Diri	4415,35 ^{de}	625,87	2615,03 ^a	232,55	-	
	Emp	6075,59 ^{hijkl}	350,02	6444,39 ^{klm}	640,8	5930,91 ^{hijkl}	443,28

Tablo 71'in devamı

	Öz	-		-		-	
Kestane	Öz	5827,21 ^{ghijkl}	289	3855,42 ^{bcd}	424,2	-	

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 72. Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri

Elazığ							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	6133,47 ^{fghij}	850,81	5822,12 ^{efghi}	700,53	4887,13 ^{ede}	567,17
	Emp	6653,28 ^{ij}	640,29	6914,27 ^j	632,43	6736,32 ^{ij}	540,88
	Öz	5506,97 ^{defg}	308,66	5839,50 ^{efghi}	692,75	5794,08 ^{efghi}	563,73
Ladin	Diri	5445,50 ^{defg}	788,53	6391,55 ^{ghij}	1212,12	6525,30 ^{hij}	1216,79
	Emp	4247,31 ^{bc}	668,71	6471,87 ^{fghij}	1708,64	6335,97 ^{ghij}	723,96
	Öz	6021,85 ^{fghij}	641,78	6726,50 ^{ij}	941,33	6330,19 ^{ghij}	733,34
Kayın	Diri	5289,55 ^{def}	680,44	6047,43 ^{fghij}	631,05	5347,24 ^{def}	852,3
	Emp	5788,55 ^{efghi}	242,6	6009,34 ^{fghij}	708,61	6327,23 ^{ghij}	716,19
	Öz	4627,60 ^{cd}	368,56	3472,65 ^b	715,48	4116,93 ^{bc}	909,74
Kızılağaç	Diri	2468,08 ^a	268,36	5925,97 ^{fghi}	483,79	5781,72 ^{efghi}	1264,29
	Emp	5629,05 ^{efgh}	607,42	6517,94 ^{hij}	753,6	6640,60 ^{ij}	542,28
	Öz	5240,27 ^{def}	689,87	5780,52 ^{efghi}	1064,35	5792,04 ^{efghi}	843,42
Kestane	Öz	5638,46 ^{efgh}	614,79	5959,06 ^{fghij}	203,33	5965,89 ^{fghij}	622,97

3.9. Liflere Paralel Basınç Direnç (LPBD) Değerlerine Ait Bulgular

3.9.1. Toprak Üstündeki Örneklerin LPBD Değerlerine Ait Bulgular

Aynı ağaç türünden elde edilen test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerlerine ait BVA sonucu Tablo 73'te özetlenmiştir.

Tablo 73. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki toprak üzerinde kalan kısmının LPBD (kp/cm^2) değerleri

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Sarıçam	G. arası	1129621,117	35	32274,889	7,641	0,000
	G. içi	1077149,911	255	4224,117		
	Toplam	2206771,027	290			
Ladin	G. arası	1048106,704	35	29945,906	8,039	0,000
	G. içi	942404,448	253	3724,919		
	Toplam	1990511,152	288			
Kayın	G. arası	1375673,457	35	39304,956	10,283	0,000
	G. içi	986194,312	258	3822,459		
	Toplam	2361867,770	293			
Kızılağaç	G. arası	1822071,669	34	53590,343	15,541	0,000
	G. içi	824169,793	239	3448,409		
	Toplam	2646241,461	273			
Kestane	G. arası	68410,469	11	6219,150	2,813	0,007
	G. içi	99475,115	45	2210,558		
	Toplam	167885,764	56			

Sarıçam, ladin, kayın, kızılağaç ve kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri Tablo 74-78 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 74.Sarıçam test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri

Sarıçam									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	521,73 ^{ghijklmn}	53,75	Çanakkale	1	Diri	541,68 ^{jklmnop}	37,57
	1	Emp	591,38 ^{nop}	43,59		1	Emp	590,62 ^{nop}	35,4
	1	Öz	492,06 ^{efghijkl}	96,84		1	Öz	532,29 ^{hijklmno}	44,95
	2	Diri	509,04 ^{fghijklmn}	47,6		2	Diri	563,89 ^{lmnop}	65,15
	2	Emp	608,66 ^{op}	67,63		2	Emp	615,70 ^p	45,27
	2	Öz	483,28 ^{efghijkl}	79,26		2	Öz	401,63 ^{abcd}	85,41
	3	Diri	460,58 ^{cdefghij}	67,83		3	Diri	449,66 ^{bcdefgh}	51,11
	3	Emp	445,03 ^{bcdefg}	48,34		3	Emp	479,26 ^{defghijkl}	30,58
	3	Öz	423,94 ^{abcde}	39,3		3	Öz	491,85 ^{efghijkl}	60,83

Tablo 74'ün devamı

Muğla	1	Diri	531,54 ^{hijklmno}	70,89	Elazığ	1	Diri	548,58 ^{klmnop}	68,45
	1	Emp	547,98 ^{klmnop}	60,52		1	Emp	557,51 ^{klmnop}	71,09
	1	Öz	489,70 ^{efghijkl}	84,17		1	Öz	506,93 ^{efghijklmn}	54,27
	2	Diri	516,84 ^{efghijklmn}	70,67		2	Diri	487,05 ^{efghijkl}	48,18
	2	Emp	579,89 ^{mnop}	85,56		2	Emp	537,89 ^{ijklmnop}	72,36
	2	Öz	385,91 ^{abc}	68,21		2	Öz	352,03 ^a	27,73
	3	Diri	478,70 ^{defghijk}	42,24		3	Diri	378,51 ^{ab}	37,48
	3	Emp	499,07 ^{efghijklm}	31,77		3	Emp	484,22 ^{efghijkl}	66,18
	3	Öz	456,56 ^{bcdefghi}	39,32		3	Öz	433,55 ^{bcdef}	55,97

Tablo 75. Ladin test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri

Ladin									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	443,75 ^{bcde}	51,7	Çanakkale	1	Diri	454,54 ^{bcdefg}	55,16
	1	Emp	505,11 ^{efghijklm}	58,07		1	Emp	521,70 ^{efghijklmn}	68,12
	1	Öz	447,24 ^{bcdef}	76,59		1	Öz	538,16 ^{ijklmn}	54,92
	2	Diri	398,27 ^{bc}	55,87		2	Diri	450,82 ^{bcdef}	62,33
	2	Emp	575,88 ^{mn}	66,21		2	Emp	561,81 ^{mn}	59,13
	2	Öz	478,22 ^{defghijkl}	11,97		2	Öz	554,06 ^{lmn}	40,56
	3	Diri	321,22 ^a	55,72		3	Diri	383,73 ^a	62,76
	3	Emp	476,73 ^{defghijk}	67,04		3	Emp	445,29 ^{bcdef}	65,97
	3	Öz	397,66 ^{bc}	40,85		3	Öz	418,00 ^{bcd}	47,01
Muğla	1	Diri	468,47 ^{cdefghij}	61,29	Elazığ	1	Diri	461,75 ^{cdefghi}	54,62
	1	Emp	532,77 ^{hijklmn}	66,91		1	Emp	529,75 ^{ghijklmn}	67,15
	1	Öz	582,79 ⁿ	43,84		1	Öz	476,35 ^{defghijk}	94,29
	2	Diri	531,84 ^{hijklmn}	74,89		2	Diri	541,54 ^{ijklmn}	60,01
	2	Emp	485,30 ^{defghijkl}	80,31		2	Emp	550,91 ^{klmn}	89,46
	2	Öz	464,13 ^{cdefghi}	45,23		2	Öz	538,21 ^{ijklmn}	10,3
	3	Diri	423,19 ^{bcd}	39,1		3	Diri	408,02 ^{bcd}	45,51
	3	Emp	456,02 ^{bcdefgh}	45,48		3	Emp	475,92 ^{defghijk}	57,57
	3	Öz	413,05 ^{bcd}	51,69		3	Öz	424,22 ^{bcd}	92,67

Tablo 76. Kayın test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri

Kayın									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	553,20 ^{ghijk}	57,82	Çanakkale	1	Diri	549,36 ^{ghijk}	44,62
	1	Emp	573,15 ^{ijk}	55,59		1	Emp	583,25 ^{ijk}	70,38
	1	Öz	489,76 ^{cdefg}	50,74		1	Öz	572,09 ^{ijk}	70,51
	2	Diri	456,07 ^{bcd}	76,3		2	Diri	580,40 ^{ijk}	50,62
	2	Emp	587,46 ^{ijk}	71,34		2	Emp	604,36 ^{ijk}	62,49
	2	Öz	364,06 ^a	45,5		2	Öz	494,04 ^{cdefgh}	18,85
	3	Diri	362,02 ^a	64,37		3	Diri	433,58 ^{bc}	27,99
	3	Emp	468,34 ^{bcd}	80,82		3	Emp	485,47 ^{cdefg}	61,82
	3	Öz	342,65 ^a	61,75		3	Öz	454,45 ^{bcd}	36,1
	1	Diri	512,49 ^{defghi}	74,62		1	Diri	566,17 ^{hijk}	58,97
	1	Emp	576,78 ^{ijk}	64,44		1	Emp	550,27 ^{ghijk}	50,02
	1	Öz	577,38 ^{ijk}	76,5		1	Öz	436,22 ^{bcd}	33,94
	2	Diri	530,78 ^{efghij}	66,49		2	Diri	610,60 ^k	65,37
	2	Emp	532,10 ^{fghij}	27,06		2	Emp	577,16 ^{ijk}	73,61
	2	Öz	438,07 ^{bcd}	87,55		2	Öz	468,17 ^{bcd}	47,93
Trabzon	3	Diri	439,81 ^{bcd}	75,27	Çanakkale	3	Diri	463,55 ^{bcd}	67,28
	3	Emp	460,97 ^{bcd}	54,26		3	Emp	523,91 ^{efghi}	65,33
	3	Öz	445,73 ^{bcd}	102,99		3	Öz	398,15 ^{ab}	34,6

Tablo 77. Kızılağaç test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri

Kızılağaç									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	401,71 ^{defghijk}	35,41	Çanakkale	1	Diri	379,94 ^{bcd}	71,1
	1	Emp	484,32 ^{lmnop}	48,3		1	Emp	533,94 ^p	64,78
	1	Öz	327,57 ^{bcd}	35,57		1	Öz	358,91 ^{bcd}	18,95
	2	Diri	319,65 ^b	57,78		2	Diri	408,27 ^{efghijkl}	42,59
	2	Emp	491,37 ^{mnp}	71,38		2	Emp	493,08 ^{mnp}	59,79
	2	Öz	441,33 ^{hijklmn}	30,08		2	Öz	439,71 ^{ghijklmn}	70,88
	3	Diri	173,86 ^a	19,19		3	Diri	334,12 ^{bcd}	63,74
	3	Emp	459,46 ^{ijklmnp}	56,02		3	Emp	395,17 ^{cdefghij}	40,62
	3	Öz	211,79 ^a	63,5		3	Öz	-	

Tablo 77'nin devamı

Muğla	1	Diri	436,62 ^{ghijklmn}	67,81	Elazığ	1	Diri	407,29 ^{efghijkl}	62,35
	1	Emp	451,60 ^{ijklmno}	70,13		1	Emp	498,60 ^{nop}	52,18
	1	Öz	231,91 ^a	41,32		1	Öz	496,78 ^{nop}	42,12
	2	Diri	472,78 ^{klmnop}	56,06		2	Diri	464,78 ^{ijklmnop}	53,7
	2	Emp	428,56 ^{fghijklmn}	75,54		2	Emp	523,94 ^{op}	64,4
	2	Öz	373,95 ^{bcdefgh}	89,69		2	Öz	499,33 ^{nop}	101,06
	3	Diri	417,03 ^{fghijklm}	62,36		3	Diri	372,49 ^{bcdefgh}	69,97
	3	Emp	408,17 ^{efghijkl}	64,68		3	Emp	447,50 ^{hijklmn}	43,99
	3	Öz	322,51 ^{bc}	62,68		3	Öz	363,59 ^{bcdefg}	53,1

-. Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 78. Kestane test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri

Kestane									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Öz	467,84 ^{abcd}	46,67	Çanakkale	1	Öz	528,03 ^d	17,96
	2	Öz	419,51 ^a	80,41		2	Öz	494,00 ^{bcd}	37,86
	3	Öz	433,74 ^{ab}	31,69		3	Öz	413,91 ^a	42,96
Muğla	1	Öz	470,80 ^{abcd}	66,33	Elazığ	1	Öz	506,72 ^{cd}	38,37
	2	Öz	440,81 ^{abc}	69,2		2	Öz	518,71 ^{bcd}	82,81
	3	Öz	440,24 ^{abc}	12,34		3	Öz	450,34 ^{abc}	21,37

Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinden elde edilen test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının liflere paralel basınç direnç (kp/cm^2) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 79'da özetlenmiştir.

Tablo 79. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Trabzon	G. arası	2817193,790	38	74136,679	21,758	0,000
	G. içi	885895,618	260	3407,291		
	Toplam	3703089,409	298			
Muğla	G. arası	1099384,529	38	28931,172	7,038	0,000

Tablo 79'un devamı

	G. içi	1064667,450	259	4110,685		
	Toplam	2164051,979	297			
Çanakkale	G. arası	1718330,054	37	46441,353	15,898	0,000
	G. içi	762436,412	261	2921,212		
	Toplam	2480766,467	298			
Elazığ	G. arası	1300038,966	38	34211,552	7,480	0,000
	G. içi	1239521,847	271	4573,881		
	Toplam	2539560,813	309			

Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ'da yer alan test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri Tablo 80-83 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 80. Trabzon'da yer alan test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri

Trabzon							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	521,73 ^{klm}	53,75	509,04 ^{ijkl}	47,6	460,58 ^{fghij}	67,83
	Emp	591,38 ^{mn}	43,59	608,66 ⁿ	67,63	445,03 ^{fghij}	48,34
	Öz	492,06 ^{hijk}	96,84	483,28 ^{hijk}	79,26	423,94 ^{efgh}	39,3
Ladin	Diri	443,75 ^{fghi}	51,7	398,27 ^{cdef}	55,87	321,22 ^b	55,72
	Emp	505,11 ^{ijkl}	58,07	575,88 ^{lmn}	66,21	476,73 ^{ghij}	67,04
	Öz	447,24 ^{fghij}	76,59	478,22 ^{hij}	11,97	397,66 ^{cdef}	40,85
Kayın	Diri	553,20 ^{klmn}	57,82	456,07 ^{fghij}	76,3	362,02 ^{bcde}	64,37
	Emp	573,15 ^{lmn}	55,59	587,46 ^{mn}	71,34	468,34 ^{fghij}	80,82
	Öz	489,76 ^{hijk}	50,74	364,06 ^{bcde}	45,5	342,65 ^{bed}	61,75
Kızılağaç	Diri	401,71 ^{defg}	35,41	319,65 ^b	57,78	173,86 ^a	19,19
	Emp	484,32 ^{hijk}	48,3	491,37 ^{hijk}	71,38	459,46 ^{fghij}	56,02
	Öz	327,57 ^{bc}	35,57	441,33 ^{fghi}	30,08	211,79 ^a	63,5
Kestane	Öz	467,84 ^{fghij}	46,67	419,51 ^{efgh}	80,41	433,74 ^{efghi}	31,69

Tablo 81. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri

Muğla							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	531,54 ^{ijkl}	70,89	516,84 ^{hijkl}	70,67	478,70 ^{efghijk}	42,24
	Emp	547,98 ^{kl}	60,52	579,89 ^l	85,56	499,07 ^{fghijkl}	31,77
	Öz	489,70 ^{efghijk}	84,17	385,91 ^{bed}	68,21	456,56 ^{cdefghij}	39,32
Ladin	Diri	468,47 ^{defghijk}	61,29	531,84 ^{ijkl}	74,89	423,19 ^{cdef}	39,1
	Emp	532,77 ^{ijkl}	66,91	485,30 ^{efghijk}	80,31	456,02 ^{cdefghij}	45,48
	Öz	582,79 ^l	43,84	464,13 ^{defghijk}	45,23	413,05 ^{cdef}	51,69
Kayın	Diri	512,49 ^{ghijkl}	74,62	530,78 ^{ijkl}	66,49	439,81 ^{cdefgh}	75,27
	Emp	576,78 ^l	64,44	532,10 ^{ijkl}	27,06	460,97 ^{defghij}	54,26
	Öz	577,38 ^l	76,5	438,07 ^{cdefgh}	87,55	445,73 ^{cdefghi}	102,99
	Diri	436,62 ^{cdefgh}	67,81	472,78 ^{defghijk}	56,06	417,03 ^{cdef}	62,36
	Emp	451,60 ^{cdefghij}	70,13	428,56 ^{cdefg}	75,54	408,17 ^{cde}	64,68
	Öz	231,91 ^a	41,32	373,95 ^{bc}	89,69	322,51 ^b	62,68
	Öz	470,80 ^{defghijk}	66,33	440,81 ^{cdefgh}	69,2	440,24 ^{cdefgh}	12,34

Tablo 82. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri

Çanakkale							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	541,68 ^{klmn}	37,57	563,89 ^{mno}	65,15	449,66 ^{defgh}	51,11
	Emp	590,62 ^{mno}	35,4	615,70 ^o	45,27	479,26 ^{fghij}	30,58
	Öz	532,2 ^{klmn}	44,95	401,63 ^{bcde}	85,41	491,85 ^{hijk}	60,83
Ladin	Diri	454,54 ^{efghi}	55,16	450,82 ^{defgh}	62,33	383,73 ^{abcd}	62,76
	Emp	521,70 ^{ijklm}	68,12	561,81 ^{lmno}	59,13	445,29 ^{cdefgh}	65,97
	Öz	538,16 ^{klmn}	54,92	554,06 ^{klmno}	40,56	418,00 ^{bcdefg}	47,01
Kayın	Diri	549,36 ^{klmno}	44,62	580,40 ^{mno}	50,62	433,58 ^{cdefgh}	27,99
	Emp	583,25 ^{mno}	70,38	604,36 ^{no}	62,49	485,47 ^{ghijk}	61,82

Tablo 82'nin devamı

	Öz	572,09 ^{mno}	70,51	494,04 ^{hijkl}	18,85	454,45 ^{efghi}	36,1
Kızılağaç	Diri	379,94 ^{abc}	71,1	408,27 ^{bcde}	42,59	334,12 ^a	63,74
	Emp	533,94 ^{iklm}	64,78	493,08 ^{hijkl}	59,79	395,17 ^{abcde}	40,62
	Öz	358,91 ^{ab}	18,95	439,71 ^{cdefgh}	70,88	-	
Kestane	Öz	528,03 ^{iklm}	17,96	494,00 ^{hijkl}	37,86	413,91 ^{bcdef}	42,96

–: Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 83. Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin toprak üzerinde kalan kısmının LPBD değerleri

Elazığ							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	548,58 ^{lmnopr}	68,45	487,05 ^{fghijklmno}	48,18	378,51 ^{abcd}	37,48
	Emp	557,51 ^{noqr}	71,09	537,89 ^{klmnopr}	72,36	484,22 ^{efghijklmno}	66,18
	Öz	506,93 ^{ghijklmnop}	238,91	352,03 ^a	27,73	433,55 ^{abcde fgh}	55,97
Ladin	Diri	461,75 ^{defghijkl}	54,62	541,54 ^{lmnopr}	60,01	408,02 ^{abcde f}	45,51
	Emp	529,75 ^{ijklmnopr}	67,15	550,91 ^{mnopr}	89,46	475,92 ^{efghijklmn}	57,57
	Öz	476,35 ^{efghijklmn}	94,29	538,21 ^{klmnopr}	10,3	424,22 ^{abcde f g}	92,67
Kayın	Diri	566,17 ^{opr}	58,97	610,60 ^r	65,37	463,55 ^{defghijklm}	67,28
	Emp	550,27 ^{lmnopr}	50,02	577,16 ^{pr}	73,61	523,91 ^{ijklmnop}	65,33
	Öz	436,22 ^{abcde fghi}	33,94	468,17 ^{efghijklm}	47,93	398,15 ^{abcde}	34,6
Kızılağaç	Diri	407,29 ^{abcde f}	62,35	464,78 ^{efghijklm}	53,7	372,49 ^{abc}	69,97
	Emp	498,60 ^{ghijklmnop}	52,18	523,94 ^{ijklmnop}	64,4	447,50 ^{bcde f ghij}	43,99
	Öz	496,78 ^{ghijklmnop}	42,12	499,33 ^{ghijklmnop}	101,06	363,59 ^{ab}	53,1
Kestane	Öz	506,72 ^{ghijklmnop}	38,37	518,71 ^{hijklmnop}	82,81	450,34 ^{cde f ghijk}	21,37

3.9.2. Toprak Altındaki Örneklerin LPBD Değerlerine Ait Bulgular

Aynı ağaç türünden elde edilen test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının liflere paralel basınç direnç (kp/cm^2) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 84'te özetlenmiştir.

Tablo 84. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Sarıçam	G. arası	1789833,500	34	52642,162	16,307	0,000
	G. içi	774744,505	240	3228,102		
	Toplam	2564578,005	274			
Ladin	G. arası	1862973,564	35	53227,816	13,288	0,000
	G. içi	961395,623	240	4005,815		
	Toplam	2824369,187	275			
Kayın	G. arası	5813290,760	29	200458,302	58,631	0,000
	G. içi	629091,687	184	3418,977		
	Toplam	6442382,448	213			
Kızılağaç	G. arası	5621674,029	28	200774,072	69,879	0,000
	G. içi	548776,477	191	2873,175		
	Toplam	6170450,506	219			
Kestane	G. arası	628863,603	10	62886,360	33,545	0,000
	G. içi	74987,643	40	1874,691		
	Toplam	703851,246	50			

Sarıçam, ladin, kayın, kızılğaç ve kestane test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD (kp/cm²) değerleri Tablo 85-89 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 85. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri

Sarıçam									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	453,83 ^{cdefgh}	50,88	Çanakale	1	Diri	451,13 ^{cdefgh}	59,69
	1	Emp	602,17 ^l	48,67		1	Emp	569,04 ^{ijkl}	47,37
	1	Öz	441,76 ^{cdefg}	33,99		1	Öz	502,80 ^{fghi}	81,73
	2	Diri	437,56 ^{cdef}	74,57		2	Diri	487,61 ^{defgh}	78,01
	2	Emp	616,08 ^l	50,34		2	Emp	622,81 ^l	79,35
	2	Öz	482,82 ^{defgh}	24,83		2	Öz	484,40 ^{defgh}	87,46
	3	Diri	307,88 ^a	63,39		3	Diri	-	
	3	Emp	481,88 ^{defgh}	61,36		3	Emp	519,14 ^{hijk}	28,92
	3	Öz	349,85 ^{ab}	35,54		3	Öz	428,60 ^{cde}	50

Tablo 85'in devamı

Muğla	1	Diri	511,49 ^{fghij}	20,78	Elazığ	1	Diri	522,94 ^{hijk}	71,16
	1	Emp	577,29 ^{ikl}	14,34		1	Emp	583,87 ^{kl}	58,47
	1	Öz	495,79 ^{efgh}	81,72		1	Öz	515,10 ^{ghij}	65,74
	2	Diri	497,24 ^{efgh}	57,62		2	Diri	467,92 ^{defgh}	68,41
	2	Emp	630,75 ^l	63,95		2	Emp	619,07 ^l	58,91
	2	Öz	423,95 ^{cde}	65,32		2	Öz	423,98 ^{cde}	31,83
	3	Diri	414,01 ^{bcd}	27,33		3	Diri	355,67 ^{ab}	33,19
	3	Emp	496,34 ^{efgh}	76,71		3	Emp	484,19 ^{defgh}	46,12
	3	Öz	383,16 ^{bc}	38,6		3	Öz	461,07 ^{defgh}	69,69

-. Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 86. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri

Ladin									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	413,37 ^{defghi}	80,52	Çanakkale	1	Diri	376,30 ^{cde}	60,6
	1	Emp	554,07 ^{mnp}	63,63		1	Emp	527,46 ^{lmnp}	71,21
	1	Öz	424,33 ^{defghijk}	64,83		1	Öz	488,14 ^{ijklmn}	25,22
	2	Diri	320,78 ^{abc}	48,46		2	Diri	328,42 ^{abc}	102,26
	2	Emp	589,48 ^p	75,96		2	Emp	588,44 ^p	82,4
	2	Öz	396,99 ^{cdefg}	49,82		2	Öz	518,08 ^{lmnp}	35,8
	3	Diri	280,59 ^a	40,73		3	Diri	298,79 ^{ab}	31,22
	3	Emp	478,75 ^{hijklm}	48,93		3	Emp	447,37 ^{efghijkl}	82,41
	3	Öz	287,30 ^{ab}	47,8		3	Öz	380,93 ^{cdef}	34,66
Muğla	1	Diri	423,72 ^{defghij}	55,49	Elazığ	1	Diri	417,94 ^{defghij}	68,38
	1	Emp	476,10 ^{ghijklm}	60,08		1	Emp	490,84 ^{ijklmn}	51,79
	1	Öz	503,13 ^{klmno}	46,58		1	Öz	506,34 ^{lmno}	55,19
	2	Diri	465,23 ^{ghijkl}	81,69		2	Diri	497,80 ^{ijklmno}	59,86
	2	Emp	522,52 ^{lmnop}	65,75		2	Emp	572,05 ^{op}	79,72
	2	Öz	461,00 ^{fghijkl}	34,92		2	Öz	560,98 ^{nop}	35,67
	3	Diri	352,12 ^{abcd}	37,71		3	Diri	411,48 ^{defghi}	74,3
	3	Emp	488,66 ^{ijklmno}	58,66		3	Emp	498,02 ^{ijklmno}	66,37
	3	Öz	362,69 ^{bcd}	43,93		3	Öz	406,35 ^{defgh}	89,99

Tablo 87. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri

Kayın									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	353,75 ^{ef}	36,05	Çanakale	1	Diri	373,45 ^{fg}	60,91
	1	Emp	531,54 ^{kl}	55,06		1	Emp	560,62 ^{kl}	58,75
	1	Öz	343,54 ^{ef}	33,36		1	Öz	351,57 ^{ef}	72,72
	2	Diri	350,27 ^{ef}	32,35		2	Diri	210,41 ^c	55,37
	2	Emp	516,04 ^{kl}	67,16		2	Emp	656,59 ^m	58,67
	2	Öz	-			2	Öz	90,66 ^a	9,44
	3	Diri	283,87 ^{de}	107,74		3	Diri	-	
	3	Emp	460,71 ^{hij}	57,84		3	Emp	502,16 ^{ijkl}	57,79
	3	Öz	-			3	Öz	-	
Muğla	1	Diri	60,47 ^a	27,48	Elazığ	1	Diri	438,72 ^{ghi}	66,4
	1	Emp	570,10 ^l	67,44		1	Emp	574,61 ^l	34,55
	1	Öz	225,18 ^{cd}	23,54		1	Öz	347,02 ^{ef}	106,73
	2	Diri	-			2	Diri	391,29 ^{fgh}	91,86
	2	Emp	556,78 ^{kl}	56,14		2	Emp	642,47 ^m	87,97
	2	Öz	131,98 ^{ab}	58,73		2	Öz	176,10 ^{bc}	49,37
	3	Diri	-			3	Diri	135,08 ^{ab}	23,59
	3	Emp	487,70 ^{ijk}	56,9		3	Emp	564,98 ^l	65,42
	3	Öz	-			3	Öz	210,63 ^c	42,07

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 88. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri

Kızılağaç									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	301,00 ^{ef}	52,07	Çanakale	1	Diri	161,17 ^b	25,12
	1	Emp	498,43 ^{kl}	39,45		1	Emp	556,71 ^{lm}	44,21
	1	Öz	235,61 ^{cde}	34,61		1	Öz	97,69 ^a	9,15
	2	Diri	-			2	Diri	62,08 ^a	13,35
	2	Emp	596,49 ^m	65,66		2	Emp	585,88 ^m	58,01

Tablo 88'in devamı

	2	Öz	290,80 ^e	40,51		2	Öz	-	
	3	Diri	-			3	Diri	-	
	3	Emp	435,62 ^{hij}	61,76		3	Emp	490,95 ^{ijkl}	31,83
	3	Öz	173,79 ^{bc}	37,6		3	Öz	-	
Muğla	1	Diri	437,20 ^{hij}	67,58	Elazığ	1	Diri	412,33 ^{gh}	48,45
	1	Emp	539,25 ^{klm}	64,15		1	Emp	528,04 ^{klm}	69,5
	1	Öz	259,29 ^{de}	29,97		1	Öz	244,63 ^{de}	39,93
	2	Diri	-			2	Diri	425,32 ^{hi}	36,67
	2	Emp	542,33 ^{klm}	83,23		2	Emp	541,55 ^{klm}	76,3
	2	Öz	-			2	Öz	356,68 ^{fg}	55,25
	3	Diri	-			3	Diri	400,99 ^{gh}	50,26
	3	Emp	492,94 ^{ijkl}	48,69		3	Emp	484,40 ^{ijk}	75,36
	3	Öz	-			3	Öz	208,83 ^{bcd}	43,7

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 89. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri

Kestane									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Öz	438,40 ^{def}	40,16	Çanakkale	1	Öz	456,71 ^{ef}	22,85
	2	Öz	395,27 ^{cde}	27,42		2	Öz	137,72 ^a	25,55
	3	Öz	364,00 ^c	49,39		3	Öz	-	
Muğla	1	Öz	454,52 ^{ef}	63,71	Elazığ	1	Öz	439,68 ^{def}	64,46
	2	Öz	376,61 ^{cd}	48,44		2	Öz	492,01 ^f	72,81
	3	Öz	250,91 ^b	49,56		3	Öz	448,15 ^{ef}	25,56

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinden elde edilen test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerlerine ait BVA sonucu Tablo 90'da özetlenmiştir.

Tablo 90. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin toprak altında kalan kısmının liflere paralel basınç direnç değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.

Tablo 90'ın devamı

Trabzon	G. arası	1847025,322	23	80305,449	26,996	0,000
	G. içi	437286,878	147	2974,741		
	Toplam	2284312,200	170			
Muğla	G. arası	4377371,853	32	136792,870	43,969	0,000
	G. içi	672003,885	216	3111,129		
	Toplam	5049375,738	248			
Çanakkale	G. arası	5634260,433	31	181750,337	54,586	0,000
	G. içi	675917,544	203	3329,643		
	Toplam	6310177,977	234			
Elazığ	G. arası	3582297,511	38	94270,987	24,316	0,000
	G. içi	988632,413	255	3876,990		
	Toplam	4570929,924	293			

Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ'da yer alan test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri Tablo 91-94 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 91. Trabzon'da yer alan farklı test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri

Trabzon							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	453,83 ^{ghj}	50,88	437,56 ^{ghi}	74,57	307,88 ^{cd}	63,39
	Emp	602,17 ⁿ	48,67	616,08 ⁿ	50,34	481,88 ^{hijk}	61,36
	Öz	441,76 ^{ghi}	33,99	482,82 ^{hijk}	24,83	349,85 ^{cde}	35,54
Ladin	Diri	413,37 ^{efgh}	80,52	320,78 ^{cd}	48,46	280,59 ^{bc}	40,73
	Emp	554,07 ⁿ	63,63	589,48 ^{mn}	75,96	478,75 ^{hijk}	48,93
	Öz	424,33 ^{fghi}	64,83	396,99 ^{efg}	49,82	287,30 ^{bc}	47,8
Kayın	Diri	353,75 ^{cde}	36,05	350,27 ^{cde}	32,35	283,87 ^{bc}	107,74
	Emp	531,54 ^{klm}	55,06	516,04 ^{ikl}	67,16	460,71 ^{ghijk}	57,84
	Öz	343,54 ^{cde}	33,36	-		-	
Kızılağaç	Diri	301,00 ^{bcd}	52,07	-		-	
	Emp	498,43 ^{ijkl}	39,45	596,49 ^{mn}	65,66	435,62 ^{ghi}	61,76
	Öz	235,61 ^{ab}	34,61	290,80 ^{bcd}	40,51	173,79 ^a	37,6
Kestane	Öz	438,40 ^{ghi}	40,16	395,27 ^{efg}	27,42	364,00 ^{def}	49,39

Tablo 92. Muğla’da yer alan farklı test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri

Muğla							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	511,49 ^{hijklmn}	20,78	497,24 ^{ghijklm}	57,62	414,01 ^{def}	27,33
	Emp	577,29 ^{no}	14,34	630,75 ^o	63,95	496,34 ^{ghijklm}	76,71
	Öz	495,79 ^{ghijklm}	81,72	423,95 ^{defg}	65,32	383,16 ^{de}	38,6
Ladin	Diri	423,72 ^{defg}	55,49	465,23 ^{fghij}	81,69	352,12 ^d	37,71
	Emp	476,10 ^{fghijk}	60,08	522,52 ^{ijklmn}	65,75	488,66 ^{ghijkl}	58,66
	Öz	503,13 ^{hijklmn}	46,58	461,00 ^{fghi}	34,92	362,69 ^d	43,93
Kayın	Diri	60,47 ^a	27,48	-	-	-	-
	Emp	570,10 ^{mno}	67,44	556,78 ^{lmn}	56,14	487,70 ^{fghijkl}	56,9
	Öz	225,18 ^c	23,54	131,98 ^b	58,73	-	-
Kızılağaç	Diri	437,20 ^{efgh}	67,58	-	-	-	-
	Emp	539,25 ^{jklmn}	64,15	542,33 ^{klmn}	83,23	492,94 ^{ghijkl}	48,69
	Öz	259,29 ^c	29,97	-	-	-	-
Kestane	Öz	454,52 ^{fghi}	63,71	376,61 ^{de}	48,44	250,91 ^c	49,56

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 93. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri

Çanakkale							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	451,13 ^{ij}	59,69	487,61 ^{ijklm}	78,01	-	-
	Emp	569,04 ^{nop}	47,37	622,81 ^{pr}	79,35	519,14 ^{ijklmno}	28,92
	Öz	502,80 ^{ijklmn}	81,73	484,40 ^{ijkl}	87,46	428,60 ^{ghi}	50
Ladin	Diri	376,30 ^{fg}	60,6	328,42 ^{ef}	102,26	298,79 ^e	31,22
	Emp	527,46 ^{klmno}	71,21	588,44 ^{op}	82,4	447,37 ^{hij}	82,41
	Öz	488,14 ^{ijklm}	25,22	518,08 ^{ijklmno}	35,8	380,93 ^{fgh}	34,66
Kayın	Diri	373,45 ^{fg}	60,91	210,41 ^d	55,37	-	-
	Emp	560,62 ^{mno}	58,75	656,59 ^r	58,67	502,16 ^{ijklmn}	57,79

Tablo 93'ün devamı

	Öz	351,57 ^{ef}	72,72	90,66 ^{ab}	9,44	-	
Kızılağaç	Diri	161,17 ^{cd}	25,12	62,08 ^a	13,35	-	
	Emp	556,71 ^{lmnop}	44,21	585,88 ^{op}	58,01	490,95 ^{ijklm}	31,83
	Öz	97,69 ^{abc}	9,15	-		-	
Kestane	Öz	456,71 ^{ijk}	22,85	137,72 ^{bc}	25,55	-	

:- Çürüklükten dolayı hesaplanamamıştır.

Tablo 94. Elazığ'da yer alan farklı test örneklerinin toprak altında kalan kısmının LPBD değerleri

Elazığ							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	522,94 ^{ijklmnop}	71,16	467,92 ^{defghijkl}	68,41	355,67 ^c	33,19
	Emp	583,87 ^{prsr}	58,47	619,07 ^{rs}	58,91	484,19 ^{efghijklm}	46,12
	Öz	515,10 ^{ijklmnop}	65,74	423,98 ^{cdefgh}	31,83	461,07 ^{defghijkl}	69,69
Ladin	Diri	417,94 ^{cdefg}	68,38	497,80 ^{ghijklmnop}	59,86	411,48 ^{cdef}	74,3
	Emp	490,84 ^{fghijklmn}	51,79	572,05 ^{noprs}	79,72	498,02 ^{ghijklmnop}	66,37
	Öz	506,34 ^{hijklmnop}	55,19	560,98 ^{mnoqr}	35,67	406,35 ^{cde}	89,99
Kayın	Diri	438,72 ^{defghi}	66,4	391,29 ^{cd}	91,86	135,08 ^a	23,59
	Emp	574,61 ^{oprs}	34,55	642,47 ^s	87,97	564,98 ^{mnoprs}	65,42
	Öz	347,02 ^c	106,73	176,10 ^{ab}	49,37	210,63 ^b	42,07
Kızılağaç	Diri	412,33 ^{cdef}	48,45	425,32 ^{cdefgh}	36,67	400,99 ^{cde}	50,26
	Emp	528,04 ^{klmnop}	69,5	541,55 ^{lmnopr}	76,3	484,40 ^{efghijklm}	75,36
	Öz	244,63 ^b	39,93	356,68 ^c	55,25	208,83 ^b	43,7
Kestane	Öz	439,68 ^{defghij}	64,46	492,01 ^{fghijklmnop}	72,81	448,15 ^{defghijk}	25,56

3.10. Renk (ΔE^*) Değerlerine Ait Bulgular

Aynı ağaç türünden elde edilen test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 95'de özetlenmiştir.

Tablo 95. Aynı ağaç türünün farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Sarıçam	G. arası	29082,147	35	830,918	91,470	0,000
	G. içi	2252,849	248	9,084		
	Toplam	31334,995	283			
Ladin	G. arası	29683,879	35	848,111	90,139	0,000
	G. içi	2211,101	235	9,409		
	Toplam	31894,980	270			
Kayın	G. arası	13639,113	35	389,689	40,571	0,000
	G. içi	2189,950	228	9,605		
	Toplam	15829,064	263			
Kızılağaç	G. arası	15973,937	35	456,398	53,990	0,000
	G. içi	1952,714	231	8,453		
	Toplam	17926,651	266			
Kestane	G. arası	1049,222	11	95,384	16,645	0,000
	G. içi	269,340	47	5,731		
	Toplam	1318,562	58			

Sarıçam, ladin, kayın, kızılağaç ve kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri Tablo 96-100 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 96. Sarıçam test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri

Sarıçam									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	34,24 ^{ghijk}	4,36	Çanakkale	1	Diri	30,73 ^{efg}	2,06
	1	Emp	14,30 ^{bc}	2,85		1	Emp	15,01 ^c	2,75
	1	Öz	35,42 ^{hijkl}	4,7		1	Öz	31,13 ^{efg}	1,81
	2	Diri	33,81 ^{fghij}	3,6		2	Diri	35,39 ^{hijkl}	3,76
	2	Emp	11,81 ^{abc}	1,83		2	Emp	14,33 ^{bc}	2,26
	2	Öz	37,22 ^{ijkl}	2,12		2	Öz	37,83 ^{kl}	2,02
	3	Diri	32,63 ^{fghi}	3,8		3	Diri	36,25 ^{ijkl}	3,01
	3	Emp	10,80 ^{ab}	1,97		3	Emp	13,78 ^{bc}	2,12
	3	Öz	37,19 ^{ijkl}	4,64		3	Öz	38,11 ^l	2,23
Muğla	1	Diri	33,95 ^{fghij}	5,8	Elazığ	1	Diri	21,43 ^d	2,86
	1	Emp	13,90 ^{bc}	2,44		1	Emp	13,20 ^{bc}	2,81

Tablo 96'nın devamı

	1	Öz	31,74 ^{fgh}	3,51		1	Öz	19,77 ^d	1,25
	2	Diri	33,08 ^{fghi}	1,78		2	Diri	27,75 ^e	3,11
	2	Emp	10,79 ^{ab}	2,2		2	Emp	9,34 ^a	1,62
	2	Öz	32,04 ^{fgh}	2,15		2	Öz	30,43 ^{ef}	3,96
	3	Diri	31,03 ^{efg}	3,89		3	Diri	32,31 ^{fgh}	2,67
	3	Emp	11,52 ^{abc}	2,19		3	Emp	12,06 ^{abc}	2,2
	3	Öz	31,01 ^{efg}	2,15		3	Öz	34,38 ^{ghijk}	1,71

Tablo 97. Ladin test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri

Ladin									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	27,22 ^{ijklm}	4,66	Çanakkale	1	Diri	28,87 ^{jklmn}	3,12
	1	Emp	9,05 ^{bedef}	1,69		1	Emp	9,39 ^{cdef}	1,62
	1	Öz	25,53 ^{hij}	4,07		1	Öz	27,49 ^{ijklm}	1,51
	2	Diri	26,32 ^{hijk}	3,66		2	Diri	29,20 ^{jklmn}	5,77
	2	Emp	7,13 ^{abcd}	1,28		2	Emp	6,86 ^{abc}	1,22
	2	Öz	35,47 ^{pr}	2,84		2	Öz	37,65 ^t	2,25
	3	Diri	23,00 ^h	3,92		3	Diri	30,87 ^{mno}	3,5
	3	Emp	7,67 ^{abede}	1,11		3	Emp	8,02 ^{abede}	1,43
	3	Öz	33,04 ^{op}	0,92		3	Öz	32,52 ^{nop}	2,53
Muğla	1	Diri	26,93 ^{ijkl}	4,4	Elazığ	1	Diri	10,78 ^{def}	2,59
	1	Emp	10,96 ^{ef}	2,53		1	Emp	11,92 ^{fg}	2,53
	1	Öz	25,88 ^{hijk}	4,05		1	Öz	14,46 ^g	2,11
	2	Diri	28,12 ^{ijklm}	5,12		2	Diri	23,88 ^{hi}	3,64
	2	Emp	5,17 ^a	1,17		2	Emp	5,28 ^{ab}	1,07
	2	Öz	33,25 ^{op}	2,31		2	Öz	30,57 ^{lmno}	3,52
	3	Diri	29,55 ^{klmno}	3,7		3	Diri	25,48 ^{hij}	3,01
	3	Emp	5,68 ^{abc}	1,21		3	Emp	6,30 ^{abc}	1,24
	3	Öz	29,27 ^{jklmn}	2,12		3	Öz	30,34 ^{lmno}	2,76

Tablo 98. Kayın test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri

Kayın									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	27,37 ⁿ	2,77	Çanakale	1	Diri	21,02 ^{hijk}	4,07
	1	Emp	5,45 ^a	1		1	Emp	6,73 ^{ab}	1,78
	1	Öz	27,37 ⁿ	5,51		1	Öz	24,66 ^{klmn}	4,36
	2	Diri	23,93 ^{ijklmn}	3,35		2	Diri	25,60 ^{lmn}	3,43
	2	Emp	9,51 ^{bc}	1,76		2	Emp	14,38 ^{ef}	2,05
	2	Öz	24,69 ^{klmn}	2,85		2	Öz	23,03 ^{ijklm}	4,24
	3	Diri	26,05 ^{mn}	4,65		3	Diri	25,66 ^{lmn}	4,43
	3	Emp	13,44 ^{def}	2,63		3	Emp	16,75 ^{fg}	1,38
	3	Öz	9,14 ^{bc}	1,94		3	Öz	24,22 ^{ijklmn}	3,96
Muğla	1	Diri	24,71 ^{klmn}	4,67	Elazığ	1	Diri	6,77 ^{ab}	1,85
	1	Emp	5,00 ^a	0,71		1	Emp	3,20 ^a	0,7
	1	Öz	18,15 ^{gh}	2,53		1	Öz	10,57 ^{cd}	1,86
	2	Diri	22,47 ^{ijklm}	4,15		2	Diri	21,72 ^{hijkl}	4,3
	2	Emp	11,36 ^{cde}	1,93		2	Emp	11,89 ^{cde}	1,74
	2	Öz	20,76 ^{hijk}	3,68		2	Öz	16,69 ^{fg}	1,48
	3	Diri	24,78 ^{klmn}	3,92		3	Diri	20,46 ^{hij}	3,21
	3	Emp	13,29 ^{def}	2,04		3	Emp	16,16 ^{fg}	1,49
	3	Öz	22,49 ^{ijklm}	4,56		3	Öz	18,89 ^{ghi}	1,95

Tablo 99. Kızılağaç test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri

Kızılağaç									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Diri	22,16 ^{hijk}	3,89	Çanakale	1	Diri	24,48 ^{ijkl}	4,48
	1	Emp	6,42 ^{ab}	2,47		1	Emp	5,50 ^a	1,19
	1	Öz	20,90 ^{ghi}	3,45		1	Öz	18,04 ^{fg}	0,63
	2	Diri	23,00 ^{hijk}	4		2	Diri	27,85 ^{lm}	3,44
	2	Emp	7,81 ^{abc}	1,28		2	Emp	11,31 ^{cd}	1,5
	2	Öz	28,93 ^m	1,74		2	Öz	24,52 ^{ijkl}	2,27
	3	Diri	14,81 ^{ef}	2,44		3	Diri	23,73 ^{hijk}	3,56
	3	Emp	8,51 ^{abcd}	1,68		3	Emp	11,57 ^{de}	1,51
	3	Öz	16,99 ^f	3,17		3	Öz	27,58 ^{lm}	3,11

Tablo 99'un devamı

Muğla	1	Diri	25,08 ^{kl}	4,9	Elazığ	1	Diri	8,36 ^{abcd}	1,55
	1	Emp	7,31 ^{ab}	1,31		1	Emp	4,95 ^a	1,12
	1	Öz	25,77 ^{klm}	3,13		1	Öz	14,86 ^{ef}	2,47
	2	Diri	20,65 ^{gh}	3,68		2	Diri	22,63 ^{hijk}	4,18
	2	Emp	9,20 ^{bcd}	1,77		2	Emp	6,13 ^{ab}	1,17
	2	Öz	24,60 ^{ijkl}	2,91		2	Öz	22,97 ^{hijk}	3,97
	3	Diri	23,29 ^{hijk}	3,75		3	Diri	23,78 ^{hijk}	2,52
	3	Emp	9,16 ^{bcd}	1,34		3	Emp	10,95 ^{cd}	1,82
	3	Öz	21,39 ^{ghij}	2,84		3	Öz	25,42 ^{kl}	4,59

Tablo 100. Kestane test örneklerinin farklı iklim tiplerindeki renk (ΔE^*) değerleri

Kestane									
Şehir	Yıl	Tür	X	S	Şehir	Yıl	Tür	X	S
Trabzon	1	Öz	28,00 ^g	1	Çanakkale	1	Öz	19,94 ^{bc}	3,67
	2	Öz	26,28 ^{efg}	3,74		2	Öz	27,23 ^{fg}	1,2
	3	Öz	23,81 ^{cdef}	3,24		3	Öz	23,09 ^{cde}	2,8
Muğla	1	Öz	22,95 ^{cde}	1	Elazığ	1	Öz	12,38 ^a	2,33
	2	Öz	25,19 ^{defg}	1,28		2	Öz	17,96 ^b	2,24
	3	Öz	21,86 ^{cd}	2,29		3	Öz	22,98 ^{cde}	1,45

Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinden elde edilen test örneklerinin renk (ΔE^*) değerlerine ait BVA sonucu Tablo 101'de özetlenmiştir.

Tablo 101. Aynı iklim tipindeki farklı ağaç türlerinin renk (ΔE^*) değerlerine ait BVA sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Top.	Ser. Der.	Kareler Ort.	F-Hesap	Önem Der.
Trabzon	G. arası	27857,509	38	733,092	75,943	0,000
	G. içi	2326,431	241	9,653		
	Toplam	30183,940	279			
Muğla	G. arası	23971,111	38	630,819	59,607	0,000
	G. içi	2698,637	255	10,583		
	Toplam	26669,749	293			
Çanakkale	G. arası	25562,738	38	672,704	75,828	0,000

Tablo 101'in devamı

	G. içi	2253,338	254	8,871		
	Toplam	27816,076	292			
Elazığ	G. arası	19548,909	38	514,445	76,963	0,000
	G. içi	1597,547	239	6,684		
	Toplam	21146,457	277			

Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ'da yer alan test örneklerinin renk (ΔE^*) değerleri Tablo 102-105 arasında sırasıyla verilmiştir.

Tablo 102. Trabzon'da yer alan farklı test örneklerinin renk (ΔE^*) değerleri

Trabzon							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	34,24 ^{no}	4,36	33,81 ^{no}	3,6	32,63 ⁿ	3,8
	Emp	14,30 ^{efg}	2,85	11,81 ^{def}	1,83	10,80 ^{ede}	1,97
	Öz	35,42 ^{no}	4,7	37,22 ^o	2,12	37,19 ^o	4,64
Ladin	Diri	27,22 ^{klm}	4,66	26,32 ^{jklm}	3,66	23,00 ^{hij}	3,92
	Emp	9,05 ^{abcd}	1,69	7,13 ^{abc}	1,28	7,67 ^{abc}	1,11
	Öz	25,53 ^{ijklm}	4,07	35,47 ^{no}	2,84	33,04 ⁿ	0,92
Kayın	Diri	27,37 ^{klm}	2,77	23,93 ^{hijk}	3,35	26,05 ^{ijklm}	4,65
	Emp	5,45 ^a	1	9,51 ^{bcd}	1,76	13,44 ^{efg}	2,63
	Öz	27,37 ^{klm}	5,51	24,69 ^{hijkl}	2,85	9,14 ^{abcd}	1,94
Kızılağaç	Diri	22,16 ^{hi}	3,89	23,00 ^{hij}	4	14,81 ^{fg}	2,44
	Emp	6,42 ^{ab}	2,47	7,81 ^{abc}	1,28	8,51 ^{abcd}	1,68
	Öz	20,90 ^h	3,45	28,93 ^m	1,74	16,99 ^g	3,17
Kestane	Öz	28,00 ^{lm}	1	26,28 ^{jklm}	3,74	23,81 ^{hijk}	3,24

Tablo 103. Muğla'da yer alan farklı test örneklerinin renk (ΔE^*) değerleri

Muğla							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	33,95 ^p	5,80	33,08 ^{op}	1,78	31,03 ^{nop}	3,89

Tablo 103'ün devamı

	Emp	13,90 ^e	2,44	10,79 ^{cde}	2,2	11,52 ^{de}	2,19
	Öz	31,74 ^{nop}	3,51	32,04 ^{nop}	2,15	31,01 ^{nop}	2,15
Ladin	Diri	26,93 ^{klm}	4,4	28,12 ^{lmn}	5,12	29,55 ^{mno}	3,70
	Emp	10,96 ^{cde}	2,53	5,17 ^a	1,17	5,68 ^{ab}	1,21
	Öz	25,88 ^{ijklm}	4,05	33,25 ^{op}	2,31	29,27 ^{mno}	2,12
Kayın	Diri	24,71 ^{ghijkl}	4,67	22,47 ^{ghij}	4,15	24,78 ^{hijkl}	3,92
	Emp	5,00 ^a	0,71	11,36 ^{de}	1,93	13,29 ^e	2,04
	Öz	18,15 ^f	2,53	20,76 ^{fgh}	3,68	22,49 ^{ghij}	4,56
Kızılağaç	Diri	25,08 ^{ijkl}	4,90	20,65 ^{fg}	3,68	23,29 ^{ghijk}	3,75
	Emp	7,31 ^{abc}	1,31	9,20 ^{bcd}	1,77	9,16 ^{bcd}	1,34
	Öz	25,77 ^{ijklm}	3,13	24,60 ^{ghijkl}	2,91	21,39 ^{fghi}	2,84
Kestane	Öz	28,00 ^{lmn}	1,00	25,19 ^{ijkl}	1,28	21,86 ^{fghij}	2,29

Tablo 104. Çanakkale’de yer alan farklı test örneklerinin renk (ΔE^*) değerleri

Çanakkale							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	30,73 ^{rst}	2,06	35,39 ^{uv}	3,76	36,25 ^v	3,01
	Emp	15,01 ^{fgh}	2,75	14,33 ^{efg}	2,26	13,78 ^{efg}	2,12
	Öz	31,13 st	1,81	37,83 ^v	2,02	38,11 ^v	2,23
Ladin	Diri	28,87 ^{prs}	3,12	29,20 ^{prst}	5,77	30,87 ^{rst}	3,5
	Emp	9,39 ^{bcd}	1,62	6,86 ^{ab}	1,22	8,02 ^{abc}	1,43
	Öz	27,49 ^{noprs}	1,51	37,65 ^v	2,25	32,52 ^{tu}	2,53
Kayın	Diri	21,02 ^{jkl}	4,07	25,60 ^{mnop}	3,43	25,66 ^{mnop}	4,43
	Emp	6,73 ^{ab}	1,78	14,38 ^{efg}	2,05	16,75 ^{ghi}	1,38
	Öz	24,66 ^{lmno}	4,36	23,03 ^{klm}	4,24	24,22 ^{lmno}	3,96
Kızılağaç	Diri	24,48 ^{lmno}	4,48	27,85 ^{oprs}	3,44	23,73 ^{lmn}	3,56
	Emp	5,50 ^a	1,19	11,31 ^{cde}	1,5	11,57 ^{def}	1,51
	Öz	18,04 ^{hij}	0,63	24,52 ^{lmno}	2,27	27,58 ^{oprs}	3,11
Kestane	Öz	19,94 ^{ijk}	3,67	27,23 ^{nopr}	1,2	23,09 ^{klm}	2,8

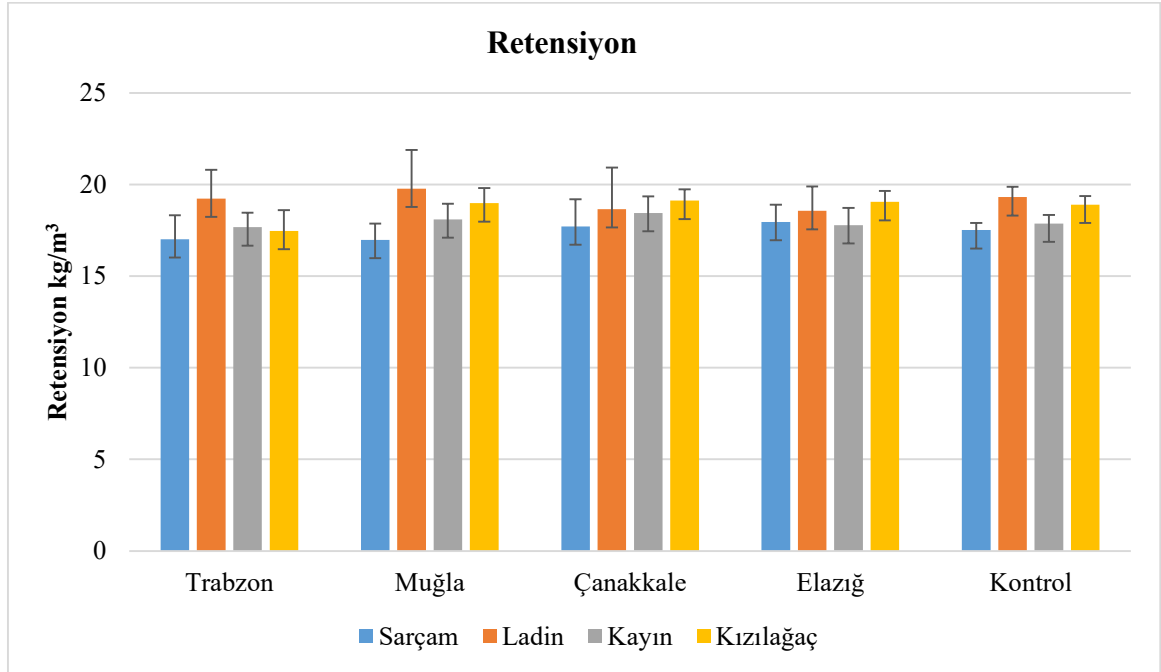
Tablo 105. Elazığ’da yer alan farklı test örneklerinin renk (ΔE^*) değerleri

Elazığ							
Ağaç Türü	Bölüm	1. Yıl		2. Yıl		3. Yıl	
		X	S	X	S	X	S
Sarıçam	Diri	21,43 ^{nop}	2,86	27,75 st	3,11	32,31 ^{uv}	2,67
	Emp	13,20 ^{ghi}	2,81	9,34 ^{def}	1,62	12,06 ^{fgh}	2,2
	Öz	19,77 ^{lmno}	1,25	30,43 ^{tu}	3,96	34,38 ^v	1,71
Ladin	Diri	10,78 ^{efg}	2,59	23,88 ^{pr}	3,64	25,48 ^{rs}	3,01
	Emp	11,92 ^{fgh}	2,53	5,28 ^{abc}	1,07	6,30 ^{abcd}	1,24
	Öz	14,46 ^{hij}	2,11	30,57 ^{tu}	3,52	30,34 ^{tu}	2,76
Kayın	Diri	6,77 ^{bcd}	1,85	21,72 ^{nop}	4,3	20,46 ^{mno}	3,21
	Emp	3,20 ^a	0,7	11,89 ^{fgh}	1,74	16,16 ^{ijk}	1,49
	Öz	10,57 ^{efg}	1,86	16,69 ^{ikl}	1,48	18,89 ^{klmn}	1,95
Kızılağaç	Diri	8,36 ^{cde}	1,55	22,63 ^{opr}	4,18	23,78 ^{pr}	2,52
	Emp	4,95 ^{ab}	1,12	6,13 ^{abc}	1,17	10,95 ^{efg}	1,82
	Öz	14,86 ^{hij}	2,47	22,97 ^{opr}	3,97	25,42 ^{rs}	4,59
Kestane	Öz	12,38 ^{fgh}	2,33	17,96 ^{klm}	2,24	22,98 ^{opr}	1,45

4. TARTIŞMA

4.1. Retensiyon

CCB emprenye maddesiyle yapılan emprenye işlemi sonucu test ve kontrol örneklerinin retensiyon değerleri Şekil 22’ de verilmiştir. Kestane odununda diri odun bandı çok ince olduğu için, daha ziyade öz odunundan oluştuğu için kestane odunu örneklerinde herhangi bir emprenye işlemi yapılmamıştır.



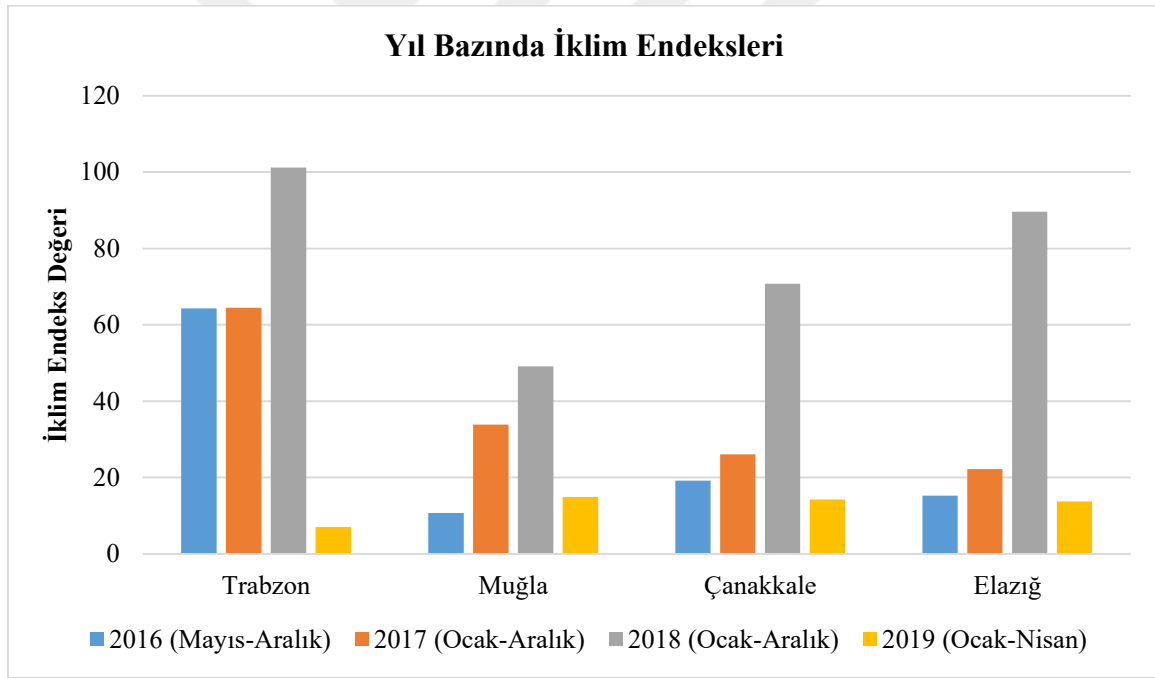
Şekil 22. CCB emprenye maddesiyle yapılan emprenye işlemi sonucu test ve kontrol örneklerinin retensiyon değerleri

Toprakla temas haldeki (tehlike sınıfı 4) numunelerin dayanım testlerinde CCB ile yapılan emprenye sonucu retensiyon değerinin EN 599-1 (1996) standardına göre 18 kg/m^3 olması gerekmektedir. Çalışmada 18 kg/m^3 değerinin %10 altı ($\sim 16,98 \text{ kg/m}^3$) ve %10 üstü ($\sim 19,77 \text{ kg/m}^3$) değerleri alınarak çalışmaya dahil edilmiştir (EN 252, 1989). Elde edilen retensiyon oranlarının $16,98$ ile $19,77 \text{ kg/m}^3$ arasında değişmesi beklenen retensiyon değerlerine ulaşıldığını göstermektedir. Sarıçam, kayın, kızılğaç test örnekleri %3'lük, ladin test örnekleri %5'lik konsantrasyonda emprenye edilmiştir. Çalışmada aynı

konsantrasyonda emprenye edilen test örneklerinin retensiyon sıralaması kızılğaç>kayın>sarıçam şeklinde olmuştur. Tanalith-CBC ile emprenye yapılan bir çalışmada retensiyon sıralaması kızılğaç>kayın>sarıçam> ladin şeklinde verilmiştir (Yalınkılıç vd., 1996). Bu yönüyle çalışmada elde edilen sonuçlar literatütü destekler niteliktedir. Kestane odununda diri odun bandı çok ince olduğu için, daha ziyade öz odunundan oluştuğu için kestane odunu örneklerinde herhangi bir emprenye işlemi yapılmamıştır.

4.2. İklim Endeksi

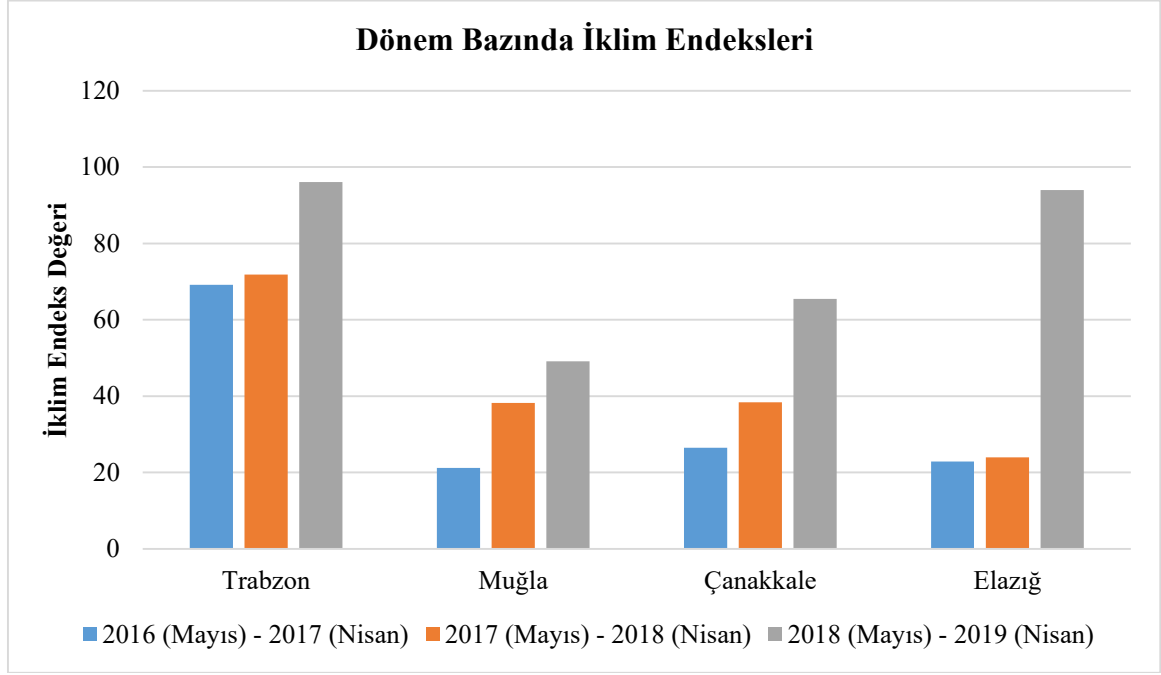
Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ illerinin iklim endeksi değerleri yıl bazında Şekil 23’de verilmiştir.



Şekil 23. Yıl bazında iklim endeksi değerleri

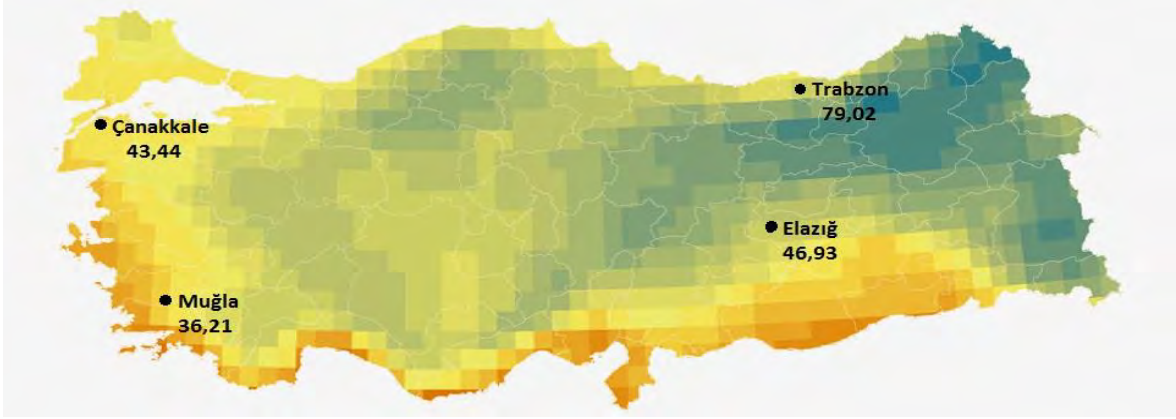
Grafikte 2016 Mayıs ayında arazilere tatbik edilen örneklerin 2019 Mayıs ayında geri toplanmasına kadar geçen zaman zarfındaki iklim endeksinin yıl yıl verildiği görülmektedir. İlk sütun 2016 yılı Mayıs ve Aralık aylarını kapsarken son sütun 2019 yılının sadece Ocak ve Nisan aylarını kapsamaktadır. Eşitlik 2’de yer alan iklim endeksi hesabına göre yağışlı gün sayısı ve iklim endeksi doğru orantılıdır. Tablo 14 ve Tablo 15 incelendiğinde 2018

yılına ait yağışlı gün sayılarının diğer yıllara nazaran daha fazla olduğu görülmektedir. Bu anlamda grafiğe göre 2018 yılının genel olarak yağışlı geçtiği ve bu durumunda odunun çürümesinde etkin rol oynadığı söylenebilmektedir. Şekil 24'te yıl yıl verilen endeks değerleri Şekil 24'de örneklerin alanlara tatbik edildiğinden sonraki her 12 ayın endeks değerlerini göstermektedir.



Şekil 24. Dönem bazında iklim endeksleri

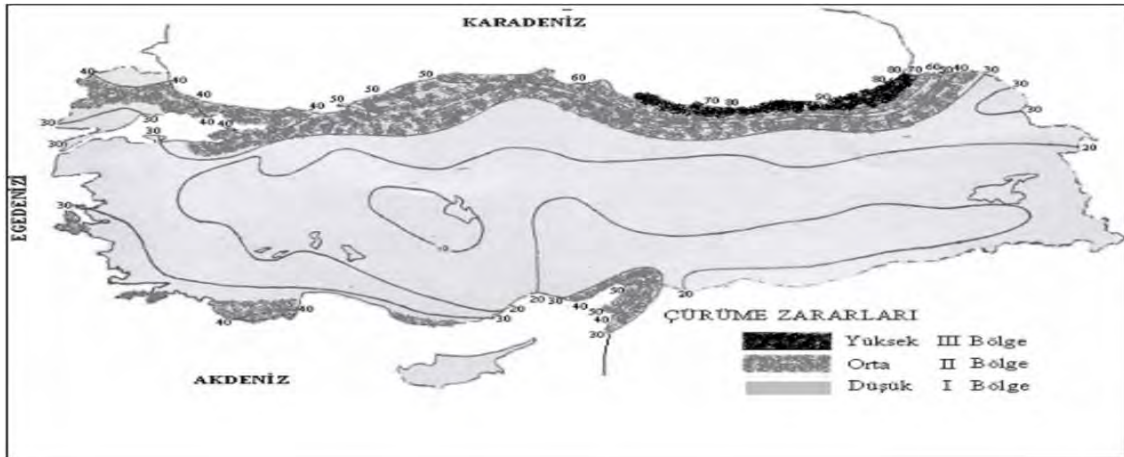
Grafikte ilk sütun 2016 yılı mayıs ayından 2017 yılı mayıs ayına kadar geçen sürede elde edilen endeks değerleri, ikinci sütun 2017 yılı mayıs ayından 2018 yılı mayıs ayına kadar geçen sürede elde edilen endeks değerleri, üçüncü sütun 2018 yılı mayıs ayından 2019 yılı mayıs ayına kadar geçen sürede elde edilen endeks değerlerini göstermektedir. 2018 yılının genel olarak tüm Türkiye genelinde yağışlı geçtiği görülmektedir. Eşitlik 2'deki formüle göre hesaplanan iklim endeksine göre sıcaklık değerlerinde, yağış değerlerinde olduğu gibi ekstrem değişiklikler görülmemiştir. Odunun suyla teması arttıkça yapısındaki koruyucu ekstraktlar hızla çözünmekte ve odunun çürümesi hızlanmaktadır (Carey vd., 1984).



Şekil 25. Çalışma alanlarının iklim endeksi değerleri (URL-1, 2020)

Çalışmada en yüksek iklim endeksi Trabzon'da hesaplanmıştır. En düşük iklim endeksi ise Muğla'da bulunmuştur (Şekil 25). Hem içerisinde bulunulan yıl bazında hem de örneğin toprağa çakıldıktan sonra aradan geçen bir yıl bazında yapılan hesaplamalarda en yüksek endeks son yıla ait olmaktadır. Bu durum tüm iklim tiplerinde geçerlidir. Örneklerin son yıl ciddi bir bozunma yaşaması toprakta kalma süresinin uzunluğunun yanında endeks yüksekliği ile de açıklanabilmektedir. Türe göre değişmekle birlikte odunun dayanımı ve çürüklük direnci, toprakla temas sürelerinin uzamasıyla azalmaktadır. İklim farklılığı, odunun hizmet ömrünü o iklime ait parametrelere göre etkilemektedir. (Highley, 1999; Gündüz, 2007)

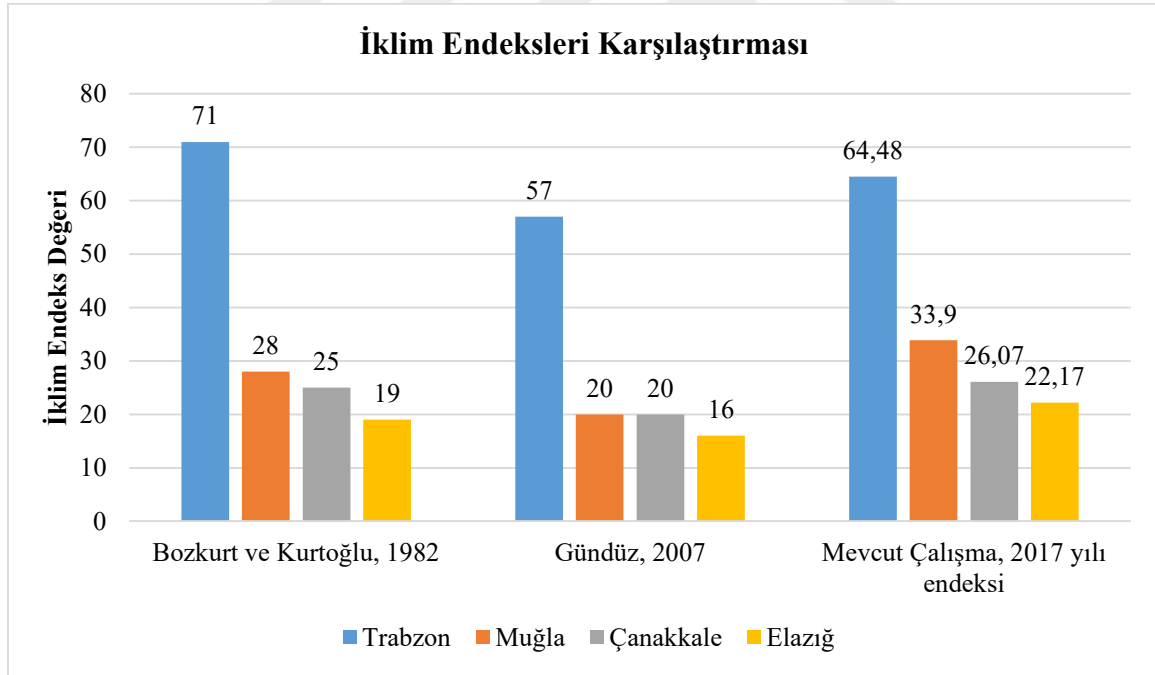
ArgCis 9.2 programı kullanılarak illere göre iklim endeksi değerleri hesaplanmış ve Türkiye için güncel çürüklük riski haritası oluşturulmuştur (Bozkurt ve Kurtoğlu, 1982; Taştan, 2009).



Şekil 26. Türkiye endeks değerlerinin esas alınarak bölgelere ayrılması (Gündüz, 2007)

Türkiye, üç endeks değeri esas alınarak bölgelere ayrılmıştır (Şekil 26). Bunlar genel olarak şu şekilde sıralanmaktadır; 1- I. Bölge: İklim endeksi değeri 35'ten az olan ve çürüme şartlarının en düşük olduğu yerleri, 2- II. Bölge: İklim endeksi değeri 35- 65 arasında olan ve orta derecede çürüme şartlarına sahip yerleri, 3- III. Bölge: İklim endeksi değeri 65' ten yukarı olan ve çürümeye en uygun şartlara sahip yerleri ifade etmektedir (Bozkurt ve Kurtoğlu 1982, Taştan 2009). Yapılan tez çalışmasında elde edilen iklim endeks değerleri çürüklük risk haritasına göre değerlendirildiğinde, Karadeniz bölgesi III. Bölge; diğer bölgeler II. Bölge olarak nitelendirilebilir.

Çalışmada hesaplanan iklim endeksi değerleri literatürde hesaplanan iklim endeksi değerleri ile büyük oranda paralellik göstermektedir. Şekil 27'de Bozkurt ve Kurtoğlu'nun (1982), Gündüz'ün (2007) ve mevcut çalışmanın verileri karşılaştırılmıştır. Birbirine oldukça yakın değerler elde edilse de Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan istatistikî bilgiler ve küresel iklim değişikliği dolayısıyla bir miktar farklılıklar olabilmektedir.



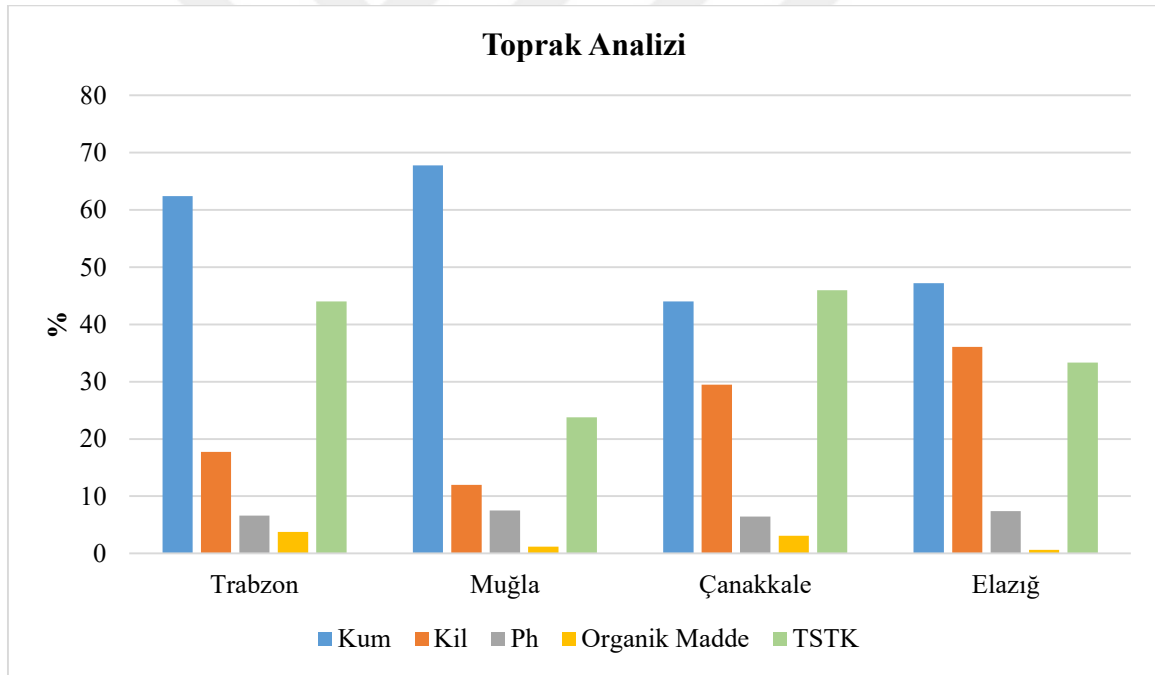
Şekil 27. İklim endeksleri karşılaştırması

Dış ortamda toprakla temas halinde bırakılmış odunların performansını belirlemede, odunun anatomik yapısı, çürümeye karşı mukavemeti ve doğal dayanıklılığının yanında performe edildiği iklimin etkisi de önemlidir (Winandy ve McDonald, 1993; Highley, 1999

Gündüz, 2007). Odunun kullanım yerine göre iklim endeksi haritalarının oluşturulması; odunun korunması için uygulanacak emprenye yöntemi ve tatbik edilecek emprenye maddesinin seçiminde çok önemli bir bulgu olup etkin ve ekonomik bir koruma açısından önem arz etmektedir (Gündüz ve Vurdu, 1995).

4.3. Toprak Analizi

Çalışmada yapılan toprak analizine göre toprak içerisinde kum oranının en fazla olduğu il Muğla olurken en az olduğu il Çanakkale; kil oranının en fazla olduğu il Elazığ olurken en az olduğu il Muğla olmuştur. Genel olarak bakıldığında fazla oranda kumlu ve az oranda killi yapıda olan Muğla ili toprağının su tutma kapasitesi (TSTK) en az orana sahip bulunmuştur (Şekil 28).



Şekil 28. Toprak analizi

Toprağın su tutma kapasitesinin yüksek oluşu toprakla temas halindeki odunun çürüklüğünü artırıcı rol oynamaktadır (Jebrane vd., 2014; Meyer-Veltrup vd., 2017; Brischke ve Meyer-Veltrup, 2017). En yüksek su tutma kapasitesi Çanakkale (%45,95) ve Trabzon (%44,01) illerindeki toprakta bulunmuştur (Şekil 28). İklim ve odun yapısı göz ardı edildiğinde bu illerdeki odunların daha şiddetli çürüklük göstermeleri beklenebilmektedir.

Yapılan bazı çalışmalarda toprağın odunu çürütme potansiyelini artırma amacıyla test alanındaki toprağa torf ve çeşitli malç karışımlar ilave edilerek %95 oranında bir su tutma kapasitesi oranı yakalanarak toprakla temas testleri yapılmaktadır (Klinka vd., 1995; Ali vd., 2011; Brischke vd., 2014). Bir diğer önemli etken topraktaki organik madde varlığıdır. En fazla organik madde Trabzon ve Çanakkale deneme alanından alınan topraklarda bulunmuştur. En az organik madde ise Elazığ deneme alanındaki toprakta ölçülmüştür. Klinka (1995), toprakla temas halindeki odunun çürümesinde toprak kalınlığı, topraktaki organik madde miktarı ve toprağın asiditesinin etkili olduğunu bildirmektedir.

4.4. Görsel Çürüklük Derecelendirmesi

EN 252 (1989)' ye göre yapılan bu çalışmada her bir ağaç türünden elde edilen odun örneklerinin farklı iklim tiplerindeki görsel çürüklükleri araştırıldığı gibi aynı zamanda bir iklim tipi içerisindeki tüm ağaç türü odunlarının birbiri arasındaki görsel çürüklükleri de karşılaştırılmıştır.

Çalışmadaki ağaç türü fark etmeksizin tüm emprenyeli test örnekleri tüm iklim tiplerinde üç yıl boyunca 0 (hasarsız) görsel çürüklük endeksine sahip olmuştur. Emprenyeli örneklerin son yıl kondisyonları dikkate alındığında uzun yıllar bozunmadan toprakla temas halinde kalabilecekleri öngörülmektedir. Kullanım yerine göre uygun emprenye maddeleri ile emprenye yapıldığında ve uygun retensiyon sağlandığında odun türlerinin görsel çürüklük anlamında benzer performans gösterdiği ortaya konmuştur. Yapılan bir çalışmada 4 farklı odun türünün emprenye edilebilirliği araştırılmış ve sonuç olarak kızılğaç gibi düşük doğal dayanıma sahip bir türün emprenye edilebilirliği ortaya konmuş ve uygulayıcılara bu türün emprenye sonrası iyi bir dayanım göstereceği bildirilmiştir (Yalınkılıç vd., 1996). Yine bir başka çalışmada kayın odununun özellikle toprakla temas halinde çok dayanıksız olduğu ve toprakla temas gerektiren uygulamalarda kesinlikle emprenye edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 1985).

Mevcut tez çalışması genelinde iğne yapraklı ağaçlara daha çok yumuşak çürüklük mantarları ve beyaz çürüklük mantarları arız olmuştur. Diri odundaki mantar degradasyonu öz odunlara göre daha fazladır. Özellikle ladin odununda Muğla ve Çanakkale'de daha çok beyaz çürüklük ve esmer çürüklük gözlemlenmiştir. Çürüklüğün erken safhasında önce yumuşak çürüklük başlamış akabinde tip II beyaz çürüklük etkileri görülmüştür. Bazı odunlarda ise yumuşak çürüklük sonrası esmer çürüklük faaliyeti başlamıştır. Bu durum

birçok toprakla temas eden doğrama, temel kazıkları, travers, tel direk gibi uygulamalarda görülmektedir (Mattsson vd., 2010). Brischke vd., (2014) yaptıkları bir araştırmada, *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* Karst., *Fagus sylvatica* L., *Pseudotsuga menziesii* Franco ve *Quercus robur* L. odun türlerini çeşitli zeminlerde (toprak, çakıl, beton) 4,5 yıl açık alanda toprakla temas halinde bırakmıştır. Çalışma sonunda çoğu test örneklerine yumuşak çürüklük mantarı arız olmuş akabinde bu çürüklük yerini beyaz çürüklüğe bırakmıştır. Yumuşak çürüklük mantarları, yapraklı ağaç odunlarında iğne yapraklı ağaç odunlarına göre daha fazla görülse de nemli, gübrelili ve verimli topraklarla temasta ve ıslak halde uygun besin ortamı sağlayan mineral ve vitaminlerle zengin ortamlarda iğne yapraklı ağaçlarda fazlaca görülebilmektedir (Yıldız, 2000). King vd., (1981, 1983)' e göre toprakla temas testlerinde, topraktaki azot odundaki empenye maddesinin etkisini azaltmakta ve yumuşak çürüklüğü artırmaktadır (Sivrikaya, 2003). Henningsson, (1985) İsveç'te metalik tuzlarla empenye edilmiş tel direklerinde, yumuşak çürüklük gelişimi ile iklim arasında bir ilişki bulmuştur. Ülkenin kuzeyindeki tel direklerin %10'undan daha az yumuşak çürüklükten dolayı kullanılamaz hale gelirken bu oran güneyde %15-90 arasındadır (Sivrikaya, 2003).

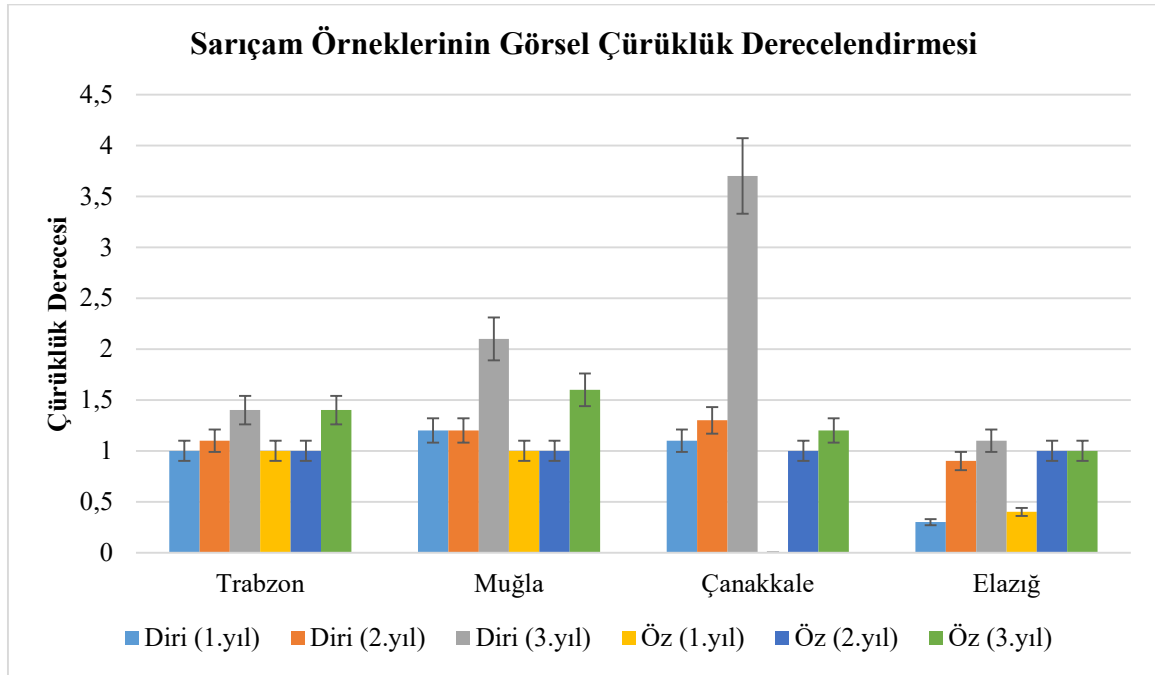
Tez çalışmasındaki yapraklı ağaçların diri odunu ve öz odunu hemen hemen aynı oranda degrade edilmiştir. Çürüklük tipleri daha çok ardaklanma ile başlayıp II. tip beyaz çürüklüğe ya da yumuşak çürüklükle başlayıp II. tip beyaz çürüklüğe dönmüştür. Çürüklük dereceleri ve sayıları Elazığ örneklerinde daha az olup diğer deneme alanlarında daha fazladır. (Ali vd., 2011) 18 ay süren toprakla temas testinde *Sterculia appendiculata*, *Pinus sylvestris* L. ve *Fagus sylvatica* L. odunlarında ciddi derecede ağırlık kaybı tespit etmişlerdir. Bu ağırlık kayıplarının sebebi olan çürüklüklerin çoğu yumuşak çürüklük mantarları (%48,6) tarafından gerçekleştirilmiştir. Genel kanı olarak beyaz çürüklük mantarlarının yapraklı ağaçlarda, esmer çürüklük mantarlarının iğne yapraklı ağaçlarda çürüklük yaptığı bilinmektedir. Ancak yapılan araştırmalarda tüm mantarların yapraklı ağaçlarda %75'inin beyaz, %28'inin esmer; iğne yapraklı ağaçlarda %18'inin beyaz, %58'inin esmer çürüklük yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca her iki sınıfta çürüklük yapan mantarların oranı da %21 olarak bildirilmektedir (Yıldız, 2000). Mattos vd., (2014) iki okaliptüs türünden *Eucalyptus saligna*'da yumuşak çürüklük, *Corymbia citriodora*'da ise yumuşak çürüklüğün yanında esmer çürüklük de tespit etmiştir. Jacobs vd., (2019) çalışmalarında *L. decidua*, *Q. petraea*, *P. sylvestris* L. ve *F. sylvatica* L. odunlarında 8 yılın sonunda deneme alanlarında mevcut olan mantar türlerince beyaz ve yumuşak çürüklük mantarlarının yaptıkları degradasyonları tespit etmişlerdir.

4.5. Test Edilen Örneklerin Doğal Dayanım Performansları

4.5.1. Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Doğal Dayanım Performansları

4.5.1.1. Sarıçam

Sarıçam örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi Şekil 29’da verilmiştir.



Şekil 29. Sarıçam örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi

Sarıçam diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,3 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 1,2 görsel çürüklük endeksiyle Akdeniz ikliminde (Muğla) sağlanmıştır. 1,1 görsel çürüklük endeksi gösteren karma iklimle (Çanakkale) Akdeniz iklimi (Muğla) istatistiksel olarak aynı gruptadır.

Sarıçam diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,9 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 1,3 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır. Ancak 1,1 görsel çürüklük endeksi gösteren Karadeniz iklimi (Çanakkale) ve 1,2 görsel çürüklük endeksi gösteren Akdeniz iklimi (Muğla), karma iklimle (Çanakkale) istatistiksel olarak aynı gruptadır.

Sarıçam diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,1 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 3,7 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır.

Sarıçam öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,0 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanırken, en kötü dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Akdeniz ikliminde (Muğla) ve Karadeniz ikliminde (Trabzon) sağlanmıştır. 0,4 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklim (Elazığ) karma iklimle (Çanakkale) istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında tüm iklim tiplerinde görsel çürüklük endeksi 1,0 (hafif hasarlı) bulunmuştur.

Sarıçam öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 1,6 görsel çürüklük endeksiyle Akdeniz ikliminde (Muğla) sağlanmıştır.

Ali vd., (2011) yaptıkları bir çalışmada Mozambik ve İsveç'te bulunan iki farklı deneme alanına egzotik test örnekleriyle beraber sarıçam ve kayından oluşan kontrol örneklerini EN 252 (1989) standardına göre toprakla temas halinde bırakmışlardır. Mozambik'in İsveç'ten daha sıcak olması İsveç'e nazaran çürüklüğü hızlandırmış, çürüklük derecelerini hissedilir bir biçimde artırmıştır. Buna rağmen İsveç'te 2 yıl sonunda kontrol sarıçam diri odun örneğinin görsel çürüklük endeksi 3,4 (ileri derecede hasarlı) olarak belirlenmiştir. Mevcut tez çalışmasında sarıçam odunu tüm iklim tiplerinde 3 yıl sonunda ortalama 1,0 ila 2,1 arasında değişen bir görsel çürüklük endeksine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum ülkemizin Mozambik kadar sıcak ve nemli olmamasıyla açıklanabileceği gibi, İsveç'teki deneme alanının %95 oranında su tutma kapasitesi olmasıyla da açıklanabilir. Tez çalışmasındaki arazilerde toprağın su tutma kapasitesi %23,78 ila %45,95 arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalarda toprağın su tutma kapasitesi arttıkça çürüklüğün arttığı bildirilmektedir (Brischke vd., 2014). Ayrıca Çanakkale ili özelinde tez çalışmasının üçüncü yılında yaşanan termit saldırısından dolayı sarıçam diri odunu test örneklerinde 3,7 (ileri derecede hasarlı) oranında bir çürüklük endeksiyle karşılaşılmıştır. Bu saldırı sonucunda oldukça yüksek bir endeks elde edilmiştir. 3. yılda sarıçam diri odununa yapılan bu saldırıda özellikle bu odunun termitler tarafından sevilen türler arasında olduğu düşünülebilir. Yapılan bir çalışmada termit saldırısına bırakılan odun türleri içerisinde en çok tahrip edilen türlerin sarıçam ve ladin olduğu bildirilmektedir (Cornelius ve Osbrink, 2015). Buna ilaveten Çanakkale ilindeki tüm sarıçam

örnekleri irdelendiğinde saldırının sadece diri oduna yapıldığı, öz odun ve emprenyeli oduna ise herhangi bir saldırı olmadığı tespit edilmiştir. Şekil 30’da Çanakkale deneme alanındaki sırasıyla diri odun, öz odun ve emprenyeli diri odun 3. yıl görselleri verilmiştir.



Şekil 30. Çanakkale deneme alanındaki sırasıyla diri odun, öz odun ve emprenyeli diri odun 3. yıl görselleri

Tüm iklim tiplerinde sarıçam öz odununun diri oduna göre bir miktar düşük endekse sahip olduğu söylenebilir. Tablo 11’deki EN 252 (1989) çürüklük derecelendirme sistemi tablosuna göre endeks değeri arttıkça örneklerdeki hasar durumu da artmaktadır. Dolayısıyla öz odununun diri oduna göre daha fazla dayanım gösterdiği söylenebilir. Ağaç malzemenin diri odun kısmında çözünebilen ve koruyucu özelliği olan sadece birkaç toksik ekstraktif madde bulunduğundan çürümeye karşı oldukça hassastır (Taylor vd., 2002). Öz odun diri oduna göre çürüklüğe karşı daha dirençlidir. Bunun sebebi olarak, öz odunun muhteviyatında reçineler, vakslar, tanenler, polifenoller, zamklar, yağlar gibi bir takım ekstraktif bileşenler içermektedir (Koch, 1972). Bu bileşenler odunun çürümesini engelleyebilmekte ya da geciktirebilmektedir. Ancak açık alanda toprakla temas halde bulunan öz odunlar özellikle suda çözünen koruyucu maddelerinden arınmakta ve çürüklüğe

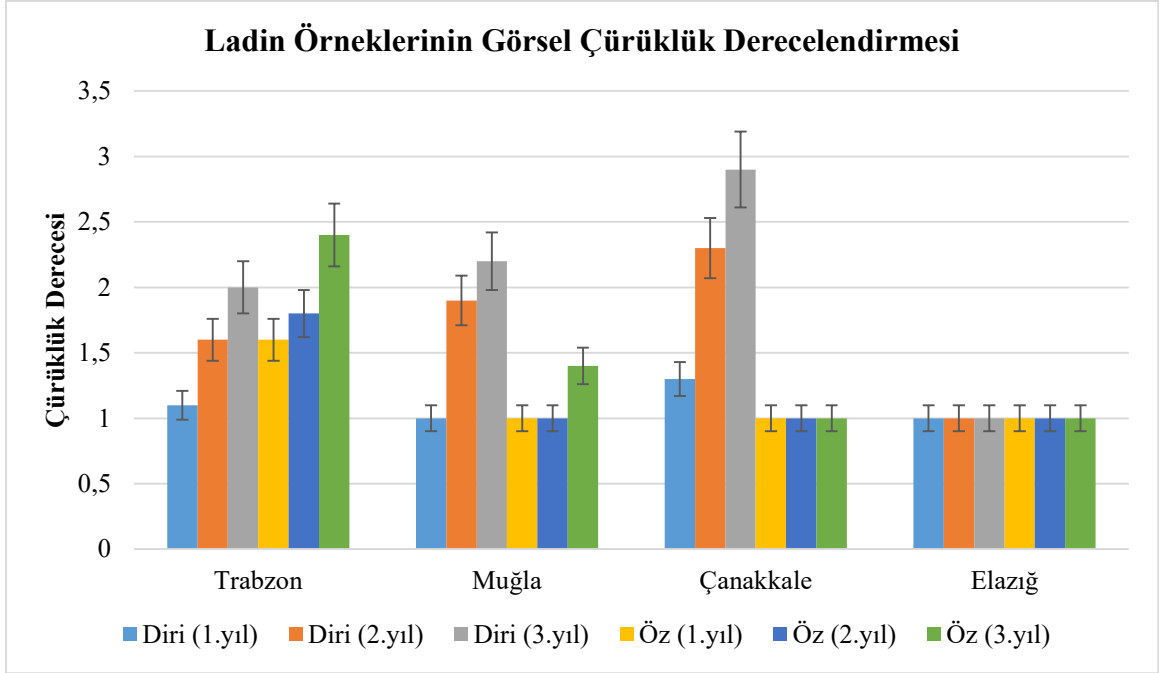
savunmasız hale gelebilmektedir (Sivrikaya, 2003; Şen ve Yalçın, 2010). Sarıçamda tahribatsız bir şekilde odun dayanımını ölçen bir çalışmada diri odunun öz oduna göre direncinin düşük olduğu tomografik ışınların diri odunda daha geçirgen olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada öz odunun diri oduna göre daha yüksek ekstraktif, daha düşük rutubet içerdiği tespit edilmiştir (Bieker ve Rust, 2010). Yapılan bir başka çalışmada sarıçam odununda bulunan glukoz, fruktoz ve sakkaroz gibi şeker bileşiklerinin odunun dış diri odun, iç diri odun, geçiş bölgesi ve öz odun gibi bölgelerine göre dağılımı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en fazla şeker bileşikleri diri odunda bulunmaktadır. Oransal olarak ifade etmek gerekirse dıştan içe doğru bir azalma söz konusudur. Bu şeker bileşenleri iç merkez öz odunda ise eser miktarda bulunmuştur (Saranpää ve Höll, 1989). Tez çalışmasındaki öz odun ve diri odun arasındaki görsel endeks ve dayanım farkı, içerdikleri besin maddesi miktarı ve ekstraktif bileşen oranıyla ifade edilebilmektedir.

Çalışmada görsel endeks değerleri göz önüne alındığında sarıçam odununun karasal iklim başta olmak üzere tüm iklim tiplerinde toprakla temas halindeki uygulamalarda çok uzun vadede olmamak şartıyla doğal halde kullanılabilir olduğu söylenebilir.

Yapılan bir çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve doğu ladini (*Picea orientalis*) diri odun ve öz odun örneklerinin EN 113 (1996) mantar çürüklük testi standardına göre dayanımları araştırılmıştır. Sarıçam ve ladin örneklerinin her ikisinde de öz odun kısmı diri odun kısmına göre daha fazla dayanım, daha düşük ağırlık kaybı göstermiştir (Çetin vd., 2010).

4.5.1.2. Ladin

Ladin örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi Şekil 31’de verilmiştir.



Şekil 31. Ladin örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi

Ladin diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Akdeniz ikliminde (Muğla) ve Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 1,3 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır.

Ladin diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 2,3 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır.

Ladin diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 2,9 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır.

Ladin öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en kötü dayanım 1,6 görsel çürüklük endeksiyle Karadeniz ikliminde (Trabzon) sağlanırken diğer tüm iklim tiplerinde 1,0 görsel çürüklük endeksi hesaplanmıştır.

Ladin öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en kötü dayanım 1,8 görsel çürüklük endeksiyle Karadeniz ikliminde (Trabzon) sağlanırken diğer tüm iklim tiplerinde 1,0 görsel çürüklük endeksi hesaplanmıştır.

Ladin öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) ve Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 2,4 görsel çürüklük endeksiyle Karadeniz ikliminde (Trabzon) sağlanmıştır.

Trabzon ikliminde üç yıl boyunca her örnek grubu kendi yılları ile mukayese edildiğinde diri odun performansının öz odun performansından daha iyi sonuç göstermesi dikkat çekici bulunmuştur. Bu duruma, öz odundan meydana gelen ekstraktif madde yıkanması ve öz odun örneklerinin tam merkezden alınabilme ihtimali sebep gösterilebilir. Özden merkeze doğru gidildiğinde ekstraktif maddelerde bir miktar azalma meydana geldiği önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Sivrikaya, 2008). Yağmur ve UV gibi doğal etmenlerin öz odunun iç bölgesindeki mevcut ekstraktiflerde enzimatik ya da mikrobiyal değişimler meydana getirerek odun bileşenlerini suda yıkanabilir hale getirdiği bilinmektedir. Bazı durumlarda çürüklük direnci öz odun bileşenlerindeki değişiklikler ile negatif korelasyon gösterebilir (Sivrikaya, 2008). Ayrıca tez kapsamında kesilen 6 adet ladin tomruğunun en genç olanı bu çalışmaya denk gelmiş olabilir. Rao, (1976) olgun odunlarla kıyaslandığında, genç ağaçların çürüklüğe karşı daha dayanıksız olduğunu bildirmiştir (Sivrikaya, 2008). Panshin ve De Zeeuw, (1980) bakteri ve mantarlar tarafından yapılan saldırıların yıkanmamış bir öz odunda gerçekleşmemesini öz odunun dayanımından ziyade öz odunun diri odun kadar besin maddesi içermemesinden kaynaklandığını bildirmektedir (Sivrikaya, 2008). Dolayısıyla mevcut tezdeki durumun bir diğer açıklaması da ladin diri odunlarındaki paranzim hücrelerinde bulunan depo maddelerinin diğer diri odunlara göre daha düşük olabileceği tahmin edilmektedir. Ağaç malzeme heterojen yapıda olması bu tür farklılıkları olağan kılmaktadır.

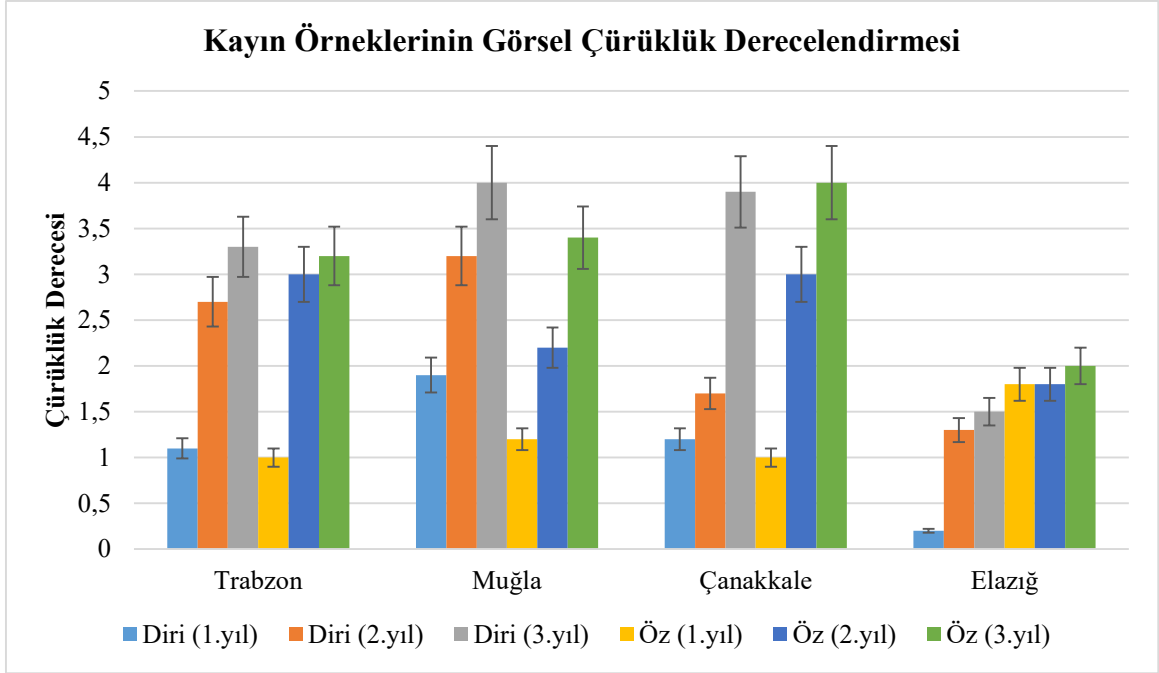
Sarıçam odunu test örneklerinde olduğu gibi ladin odunu test örneklerinde de Çanakkale özelinde termit saldırısı tespit edilmiştir. Bölgede daha önce termit varlığına rastlanılmamış olup nereden geldiği konusunda kesin bir bilgi mevcut değildir. Ancak diğer odun türleri içerisinde sarıçam ve ladinin termitler tarafından öncelikle tercih edildiği yapılan çalışmalar vasıta ile ortaya koyulmuştur. Özellikle 3. yılda ortaya çıkan bu tahribat tamamıyla diri odunda gerçekleşmiş olup öz odundan herhangi bir tahribat tespit edilmemiştir. Çalışmada diğer bir ilginç sonuç Elazığ ilindeki ladin odunlarının diri odun ve öz odun fark etmeksizin aynı görsel çürüklük endeksine sahip olmasıdır. Bu durum karasal iklimin genelinde görülen düşük rutubetin mantar çürüklüğü için gereken rutubet değerlerini sağlamaması ile açıklanabilir. Bunun yanında Elazığ deneme alanından alınan topraktaki düşük organik madde miktarı ve düşük su tutma kapasitesi ladin odununun 3 yıl boyunca toprakla temasında minimum çürüklük görülmesinde etken olmuş olabilir. Karasal iklimin haricindeki ılıman iklimlerde ladin odununun sarıçama göre bir miktar düşük görsel

çürüklüğe sahip olduğu görülebilir. Bu durum sarıçam odununun ladin odununa göre daha zengin bileşenlere sahip olduğunun göstergesi olabilir (Vainio-Kaila vd., 2015).

Çalışmada ladin odununa uygulanan emprenye işlemi, ladin odununun yapısında var olan geçit aspirasyonu sebebiyle farklı yapılmıştır. Emprenye maddesinin konsantrasyonu artırılarak çalışmadaki tehlike sınıfına uygun retensiyon sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışmada emprenyeli ladin odun örnekleri diğer emprenyeli türler gibi hiçbir degradasyona uğramamış olup ilk günkü kondisyonlarını korumuşlardır. Yapılan bir çalışmada, balsam göknarı (*Abies balsamea*), Kanada tsugası (*Tsuga canadensis*), ak ladin (*Picea glauca*), kara ladin (*Picea mariana*), kırmızı ladin (*Picea rubens*), kırmızı akçaağaç (*Acer rubrum*), veymut çamı (*Pinus strobus*) güney çamından (*Pinus taeda*) elde edilen test örnekleri ve bunlara ait kontrol örnekleri bakır arsenat, bakır sitrat, alkalın bakır kuat ve bakır azol ile muamele edilip güney Mississippi'deki bir test alanında toprağa yerleştirilmiş ve test örneklerinde mantar çürüklüğü ile termit zararı belirlenmiştir. Çalışmadaki ladin türleri diğer iğne yapraklı ağaç türlerinden daha az dayanım göstermişlerdir. Bunda geçiş aspirasyonunun meydana getirdiği güç emprenye edilebilme özelliği etkili olmuştur. Yeterli retensiyon sağlanamadığından mantar çürüklüğü ve termit saldırısına karşı en savunmasız türlerden olmuştur (Lebow vd., 2018). Bu yönüyle bakıldığında mevcut tez çalışmasının literatüre göre biraz daha başarılı olduğu söylenebilir.

4.5.1.3. Kayın

Kayın örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi Şekil 32'de verilmiştir.



Şekil 32. Kayın örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi

Kayın diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,2 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 1,9 görsel çürüklük endeksiyle Akdeniz ikliminde (Muğla) sağlanmıştır.

Kayın diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,3 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 3,2 görsel çürüklük endeksiyle Akdeniz ikliminde (Muğla) sağlanmıştır.

Kayın diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,5 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 4,0 (tamamen hasarlı) görsel çürüklük endeksiyle Akdeniz ikliminde (Muğla) sağlanmıştır.

Kayın öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Karadeniz ikliminde (Trabzon) ve karma iklimde (Çanakkale) sağlanırken, en kötü dayanım 1,8 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanmıştır.

Kayın öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,8 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 3,0 (ileri derecede hasarlı) görsel çürüklük endeksiyle Karadeniz ikliminde (Trabzon) ve karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır.

Kayın öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 2,0 (orta derece hasarlı) görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 4,0 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır.

Kayın odunu her ne kadar iç ortam kullanımlarında dayanım istenen mobilya, alet sapı, spor malzemeleri alanında kullanılsa da değişen hava koşullarında ve özellikle toprakla temas halinde son derece dayanıksız bir odun türüdür (Findlay, 1985; Anonim, 1985). Görsel çürüklük endeksi olarak başta Çanakkale ili olmak üzere Muğla ve Trabzon illerinde son derece yüksek endeks değerleri vermiştir. Bu test alanlarında özellikle çalışmanın son yılında bazı kayın ve kızılığa test örnekleri toprak içinde tamamen çürümüş hatta çözünmüş halde bulunmuştur. Elazığ ilinin iklim ve toprak yapısından dolayı diğer iklimler kadar yüksek endeksler bulunmamıştır.

Yapılan bir çalışmada Mozambik ve İsveç'te bulunan iki farklı deneme alanına kayın test örnekleri EN 252 standardına uygun bir şekilde toprakla temas halinde bırakılmışlardır. Mozambik'teki sıcak ve nemli iklim çürüklük derecelerini hissedilir bir biçimde artırmıştır. Bu deneme alanındaki tüm kayın örnekleri çürümüştür (Görsel çürüklük endeksi 4,0). İsveç'teki kayın örneklerinin ise 2. yıl sonundaki görsel çürüklük endeksi yaklaşık 3,8 olarak belirlenmiştir (Ali vd, 2011). Yapılan bir başka çalışmada, Meksika'da üç farklı bölgede farklı iklim tipi, farklı biyolojik çeşitlilik ve farklı toprak yapısına sahip araziye 12 ay süreyle çakılan 7 tropik odun türüne ait test örneklerinin toprakla temas halindeki doğal doğanımları belirlenmiştir. Kontrol örneği olarak kayın (*Fagus sylvatica*) odunu kullanılmıştır. Test örnekleri Veracruz, Nuevo Leon ve Michoacan şehirlerinde iki test örneği arası mesafe 30 cm olacak şekilde yarı boylarına kadar toprağa gömülmüştür. Çürüklüğün en fazla yaşandığı bölge Başkent Meksika'nın doğusunda yer alan, Meksika körfezinin kıyısında kurulmuş ılıman Veracruz şehrinde olmuştur. Ortalama en yüksek sıcaklık 22 °C, en düşük sıcaklık 18 °C'dir. En az görsel çürüklük oranı *Dalbergia granadillo* türüne ait olup 0,1'dir. Bu oran oldukça dayanıklı olduğu anlamına gelmektedir. En fazla görsel çürüklük oranına sahip odun ise 3,4 ile kontrol örneği olan kayına (*Fagus sylvatica*) aittir. Bu oran odunun bir yılda neredeyse çürüdüğünü göstermektedir. En az çürümenin gerçekleştiği yer Nuevo Leon şehridir. Yarı kurak bir iklime sahiptir. EN 350-1' (1994) göre en dayanıklı türler *Dalbergia granadillo* ve *Cordia alliodora* türleridir ve Nuevo Leon şehrindeki örneklerdir.

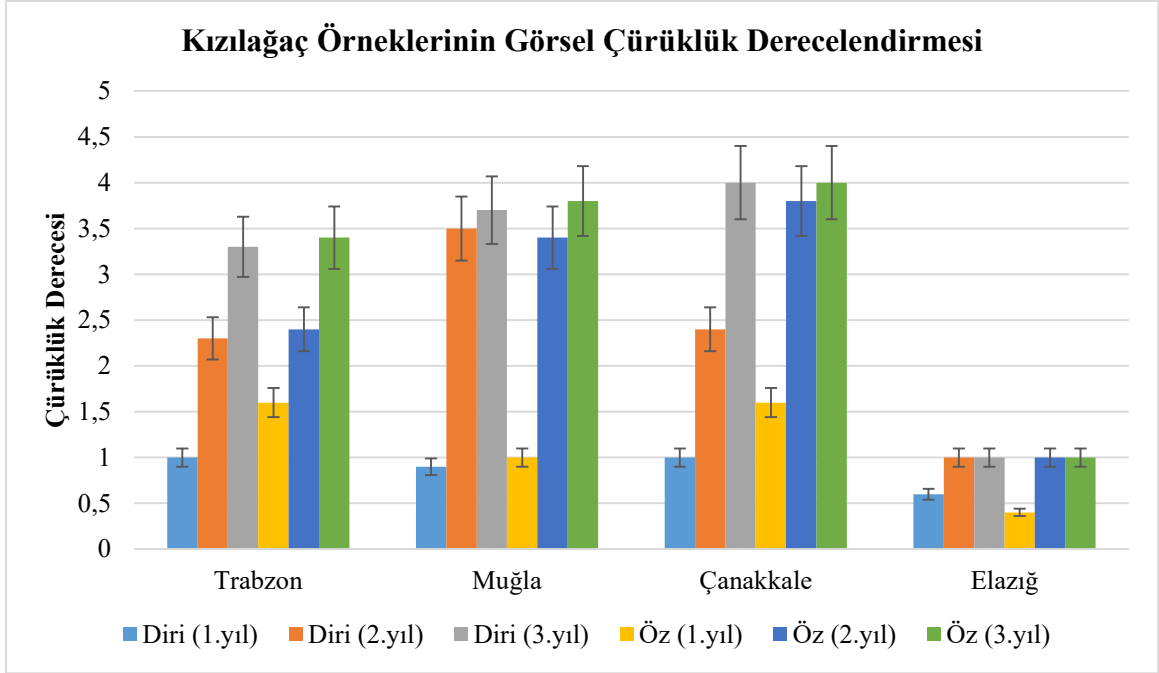
Çalışmadan elde edilen sonuçlar göstermiştir ki özellikle farklı iklimlerin ve farklı toprak yapılarının odun çürüklüğü üzerine etkisi büyüktür (Colin-Urieta vd., 2018). Mevcut tez çalışmasında, 3 yıl sonunda kayın odunu denizelliğin etkisinde kalan iklim tiplerinde

ortalama 3,2 ila 4,0 arasında değişen bir görsel çürüklük endeksine sahip olduğu görölmektedir. Bu anlamda çalışma sonuçları literatürle paralellik göstermektedir. Ancak tüm iklim tiplerinde görülen son yıldaki ciddi endeks artışı, mevcut yılın tüm ülke çapında yağışlı geçmesine atfedilebilir. Bu durum Şekil 23 ve Şekil 24'deki iklim endeksi grafiklerinden de görülebilir.

Çanakkale ve Elazığ illerinde öz odununun diri odundan daha fazla görsel çürüklük endeksine sahip olduğu görölmüştür. Diğer bir deyişle diri odun öz oduna göre daha az çürüklük göstermiştir. Literatür verilerine göre öz odun çürüklüğe karşı daha dayanıklıdır ancak tez çalışması kapsamında çok düşük endeks farkıyla da olsa tam tersi bulunmuştur. Bozkurt vd. (1995), meşe gibi dayanıklı türlerin öz odununun çürüklüğe karşı direnç gösterdiğini ancak kayın gibi dayanıksız odunların öz odun ve diri odun arasında fark olmadığı ve tümüyle çürüklüğe dayanıksız olduğunu bildirmektedirler. Ayrıca yapılan bir çalışmada kayın öz odununun diri odununa göre daha kısa lifli olduğu belirtilmektedir (Ataç, 2009). Kısa lifli kayın öz odunu, daha uzun lifli kayın diri oduna göre daha fazla aşınma gösterebilir. Ayrıca öz odununun çürüklüğe karşı mukavemeti öz kısmın dışında maksimum olurken öz merkezine gidildikçe azalmaktadır (Hillis, 1972). Tez kapsamında çalışılan ve öz için seçilen test örnekleri öz odununun bu kısımdan alınmış olabilir. Ayrıca 3 yıl boyunca arazilerde gözle yapılan yıllık periyodik muayenelerde örneklerin enine kesitinde merkez özün görülebildiğı odunlarda çatlaklı yapı ve burulmalar daha çok gözlemlenmiştir. Yayımlanan bir makalede, yapraklı ağaç türlerinden olan okaliptüsün (*Eucalyptus grandis*) çevreden öz kısmına gidildikçe dayanımının azaldığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise ekstraktif maddelerin etkinliğini azaltan polifenollerin polimerizasyona uğraması gösterilmektedir (Nelson ve Heather, 1972).

4.5.1.4. Kızılağaç

Kızılağaç örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi Şekil 33'de verilmiştir.



Şekil 33. Kızılağaç örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi

Kızılağaç diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,6 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Karadeniz ikliminde (Trabzon) ve karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır.

Kızılağaç diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 3,5 görsel çürüklük endeksiyle Akdeniz ikliminde (Muğla) sağlanmıştır. Karma iklim (2,4) ile Karadeniz iklimi (2,3) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Kızılağaç diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 4,0 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır.

Kızılağaç öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,4 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 1,6 görsel çürüklük endeksiyle Karadeniz ikliminde (Trabzon) ve karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır.

Kızılağaç öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 3,8 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır. 3,4 görsel çürüklük endeksi

veren Akdeniz iklimi (Muğla) ile karma iklim (Çanakkale) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Kızılağaç öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,4 görsel çürüklük endeksiyle Karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 4,0 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır. Karadeniz iklimi (3,4) ile Akdeniz iklimi (3,8) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Çanakkale ikliminde özellikle ilk iki yılda öz odun performansının diri odun performansından bariz şekilde daha düşük olması dikkat çekicidir. Rao (1976) tarafından yapılan bir çalışmaya göre yapraklı ağaçların öz odunları ekseriyetle diri oduna göre daha az dayanım göstermiştir. Bunun sebebi öz odunu dayanımının yaşlı ağaçlarda daha belirgin oranda hissedilebileceği, genç odunlarda (20-30 yıl) bu dayanım farkının çok fazla ortaya çıkmayacağı şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca ekstraktiflerce fakir olan ağaçların öz odunları da aynı oranda dirençsiz olabilmektedir (Nelson ve Heather, 1972).

Kızılağaç odunu mevcut yapraklı türler arasında mantar çürüklüğüne en duyarlı türlerden biridir (Scheffer ve Morrell, 1998). Çalışmada karasal iklim haricindeki diğer iklim tiplerinde kızılağaç öz ve diri odunu, kayın odununa yakın görsel çürüklük endeks değerleri vermiştir. Elazığ ilinin iklim ve toprak yapısı sebebiyle daha iyi sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Kayın öz odunu ve diri odunu endeks sonuçlarının ve sebeplerinin kızılağaç içinde geçerli olduğu düşünülmektedir. Emprenyeli kızılağaç örnekleri tüm iklim tiplerinde 0,0 iklim endeksi vermiştir. Emprenyeli örneklerin çok iyi bir dayanım sergilediği yapılan muayenelerle tespit edilmiş olup uzun süreler daha toprakla temas halinde sağlıklı bir şekilde kalabileceği öngörülmektedir. Yapılan bir çalışmada, bir kızılağaç türü olan *Alnus acuminata* ile tropik bölgelerde hızlı büyüyen 9 ağaç türü (*Acacia mangium*, *Bombacopsis quinata*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Swietenia macrophylla*, *Tectona grandis*, *Terminalia amazonia*, *Terminalia oblonga* ve *Vochysia guatemalensis*) emprenyeli ve emprenyesiz olarak Kosta Rika'nın başkenti Cartago'da 36 ay süreyle toprakla temas testine bırakılmıştır. Deneme alanı zengin içerikli toprak yapısına sahiptir. Emprenye maddesi olarak mevcut tez kapsamında kullanılan emprenye maddesine yakınlığı ile bilinen bakır ve bor bazlı %2,8' lik Wolmanit CX-10 kullanılmıştır. Örneklere emprenye kazanında 30 dakikalık bir ön vakum uygulanmış ardından 2 saat süreyle 690 kPa' lık basınç tatbik edilmiş sonrasında ise 15 dakikalık son vakum uygulanarak emprenye işlemi sonlandırılmıştır (Moya ve Berrocal, 2015). Aşağıdaki tabloda hem bu çalışmaya ait görsel çürüklük değerleri hem de mevcut tez çalışmasındaki görsel çürüklük değerleri karşılaştırılmıştır. Ortalama

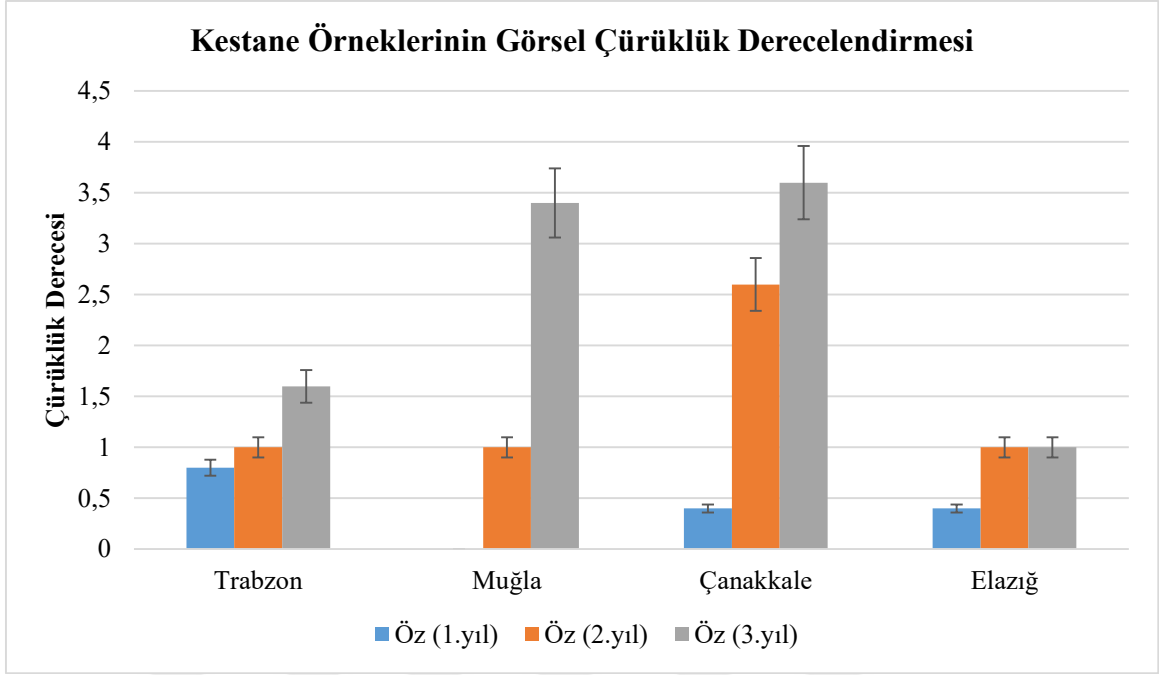
yağışı 2.374,3 mm ve ortalama sıcaklığı 25 °C olan oldukça ılıman bölgedeki kızılğaçların performansı ile ülkemiz Akdeniz ve karma iklimindeki kızılğaç odunlarının performansı birbirine yakın gözükmemektedir. Mevcut çalışmadaki emprenyeli odunlarda çürüklük görülmemesi yüksek retensiyona bağlanabilir. Ayrıca çalışmalar arası değer farklılıkları odun türünden ve toprak yapılarından kaynaklanabilir.

Tablo 106. Kızılğaç Görsel Çürüklük Karşılaştırması (Moya ve Berrocal, 2015)

Bölge	Tür	Muamele	Görsel Çürüklük Der			
			Aylar			
			0	12	24	36
Kosta Rika / Cartago	<i>Alnus acuminata</i>	Emprenyeli	10	7,2	5,6	5,3
		Emprenyesiz	10	5	2,5	0
Türkiye / Trabzon	<i>Alnus glutinosa</i> Subs. barbata	Emprenyeli	10	10	10	10
		Emprenyesiz	10	8,0	4,9	2,8
Türkiye / Muğla	<i>Alnus glutinosa</i> Subs. barbata	Emprenyeli	10	10	10	10
		Emprenyesiz	10	8,6	1,6	1
Türkiye / Çanakkale	<i>Alnus glutinosa</i> Subs. barbata	Emprenyeli	10	10	10	10
		Emprenyesiz	10	8	4,9	0
Türkiye / Elazığ	<i>Alnus glutinosa</i> Subs. barbata	Emprenyeli	10	10	10	10
		Emprenyesiz	10	9,3	8,5	7,5

4.5.1.5. Kestane

Tez kapsamında temin edilen kestane tomruklarında yeteri kadar diri odun elde edilemediğinden kestane odununda sadece öz odun kısmı çalışmaya dahil edilmiştir. Kestane örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi Şekil 34’de verilmiştir



Şekil 34. Kestane örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi

Kestane öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,0 görsel çürüklük endeksiyle Akdeniz ikliminde (Muğla) sağlanırken, en kötü dayanım 0,8 görsel çürüklük endeksiyle Karadeniz ikliminde (Trabzon) sağlanmıştır. Görsel çürüklük bakımından Karasal iklim (0,4) ve karma iklim (0,4) arasında istatistik olarak fark bulunmamaktadır.

Kestane öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en kötü dayanım 2,6 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanırken diğer iklim tiplerinde 1,0 görsel çürüklük endeksi hesaplanmıştır.

Kestane öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle karasal iklimde (Elazığ) sağlanırken, en kötü dayanım 3,6 görsel çürüklük endeksiyle karma iklimde (Çanakkale) sağlanmıştır. 3,4 görsel çürüklük endeksi veren Akdeniz iklimiyle (Muğla) karma iklim (Çanakkale) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Üçüncü yıl artan yağış miktarının çürüklük derecelerini arttırdığı düşünülmektedir.

Kestane odunu test örnekleri Trabzon ve Elazığ'da 3 yıl sonunda oldukça iyi dayanım göstermişlerdir. Diğer yapraklı ağaçlara nazaran kestane, tanen ve ekstraktif madde miktarı bakımından zengin bir yapıya sahiptir (Merev, 1986). Olteanu (1997), kestane odunu, göknar ve ladin kabuklarından elde ettiği ekstraktif maddelerin odun koruma maddesi olarak

kullanılabileceğini laboratuvar ortamında çürüklük mantarlarıyla araştırmıştır. Elde edilen ekstraktların %1-2 gibi düşük konsantrasyonlarda bile mantarlara karşı iyi bir direnç gösterdiğini ortaya koymuştur. Yapılan bir çalışmada, özellikle tanen bakımından zengin olan kestane talaşı pastörizasyon sıvısının, sarıçam diri odununda *C. puteana* esmer çürüklük mantarına karşı önemli bir dayanım sağladığı belirtilmektedir (Yıldız vd., 2017). Bir diğer çalışmada, meşe palamudu, kestane, tara ve meşe kabuğundan elde edilen tanenler esmer çürüklük mantarlarından *Coniophora puteana* ve *Postia placenta*; beyaz çürüklük mantarlarından *Trametes versicolor* ve *Pleurotus ostreatus* saldırısına maruz bırakılmıştır. Sarıçam diri odun örneklerinde yapılan çalışmada deri endüstrisinde kullanılan palamut meşesi ve kestane tanenleri en iyi dayanımı vermiştir (Tomak ve Gonultas, 2018). Muğla deneme alanındaki örneklerde yağışın ve sıcaklığın etkisiyle odundaki doğal koruyucu maddelerin dekompose olduğu düşünülmektedir. Çanakkale deneme alanındaki kestane odun örnekleri, sarıçam ve ladin odunlarında olduğu gibi termit saldırısına uğramıştır (Şekil 35). Yapılan bir çalışmada, Afrika’da shea ağacı (*Vitellaria paradoxa*) meyvelerinden elde edilen özüt ile kestane ağacı (*Castanea sativa*) tanenleri termit mücadelesi kapsamında araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre shea yağı kestane tanenine göre çok daha fazla termit önleyici etkiye sahiptir (Maistrello vd., 2011).

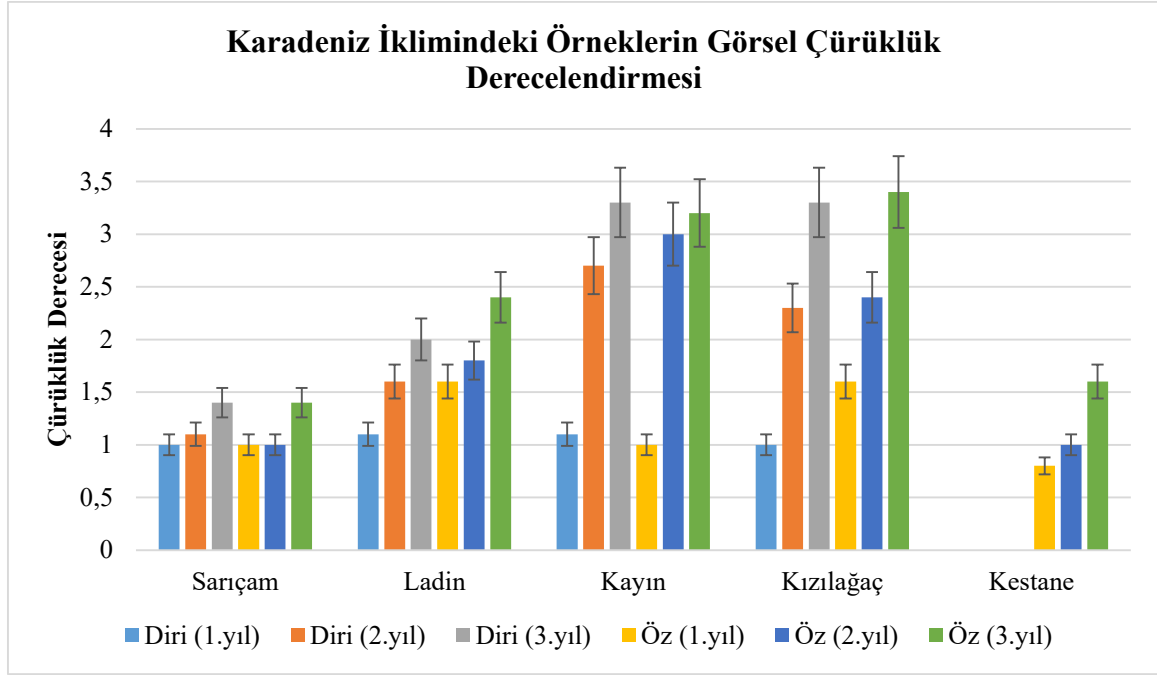


Şekil 35. Çanakkale deneme alanında termit saldırısına uğrayan kestane örnekleri

4.5.2. Aynı İklim Tipi İçerisinde Farklı Ağaç Türü Odunlarının Doğal Dayanımı

4.5.2.1. Karadeniz İklimi

Karadeniz iklimindeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi Şekil 36'da verilmiştir.



Şekil 36. Karadeniz iklimindeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,8 görsel çürüklük endeksiyle kestane öz odununda olurken, en kötü dayanım 1,6 görsel çürüklük endeksiyle kızılğaç ve ladin türlerine ait öz odunlarda hesaplanmıştır.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle kestane ve sarıçam türlerine ait öz odunlarda olurken, en kötü dayanım 3,0 görsel çürüklük endeksiyle kayın öz odununda hesaplanmıştır. 1,1 görsel çürüklük endeksi veren sarıçam diri odunu en iyi görsel çürüklük veren türlerle aynı istatistik grubundadır.

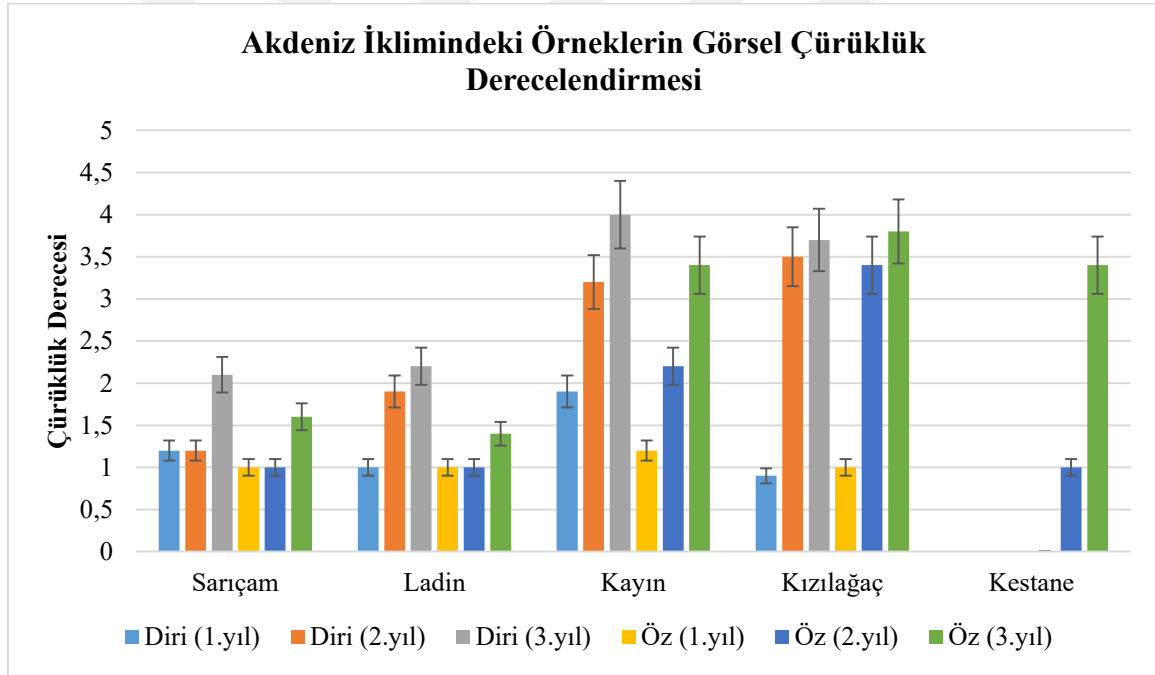
Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,4 görsel çürüklük endeksiyle sarıçam öz ve diri

odununda olurken, en kötü dayanım 3,4 görsel çürüklük endeksiyle kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır.

Bekletme süresi uzadıkça özellikle kayın ve kızılğaç odunu performanslarının Karadeniz ikliminden olumsuz yönde etkilendiklerini söylemek mümkündür. Mattos vd., (2014) ve Benfratello vd., (2017) tarafından yapılan çalışmalarda, odun dayanımı, toprakla temas süresi arttıkça azalmaktadır.

4.5.2.2. Akdeniz İklimi

Akdeniz iklimindeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi Şekil 37’de verilmiştir.



Şekil 37. Akdeniz iklimindeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,0 görsel çürüklük endeksiyle kestane öz odununda olurken, en kötü dayanım 1,9 görsel çürüklük endeksiyle kayın diri odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle kestane, ladin ve sarıçam türlerine ait öz odunlarda olurken, en kötü dayanım 3,5 görsel çürüklük endeksiyle kızılğaç diri

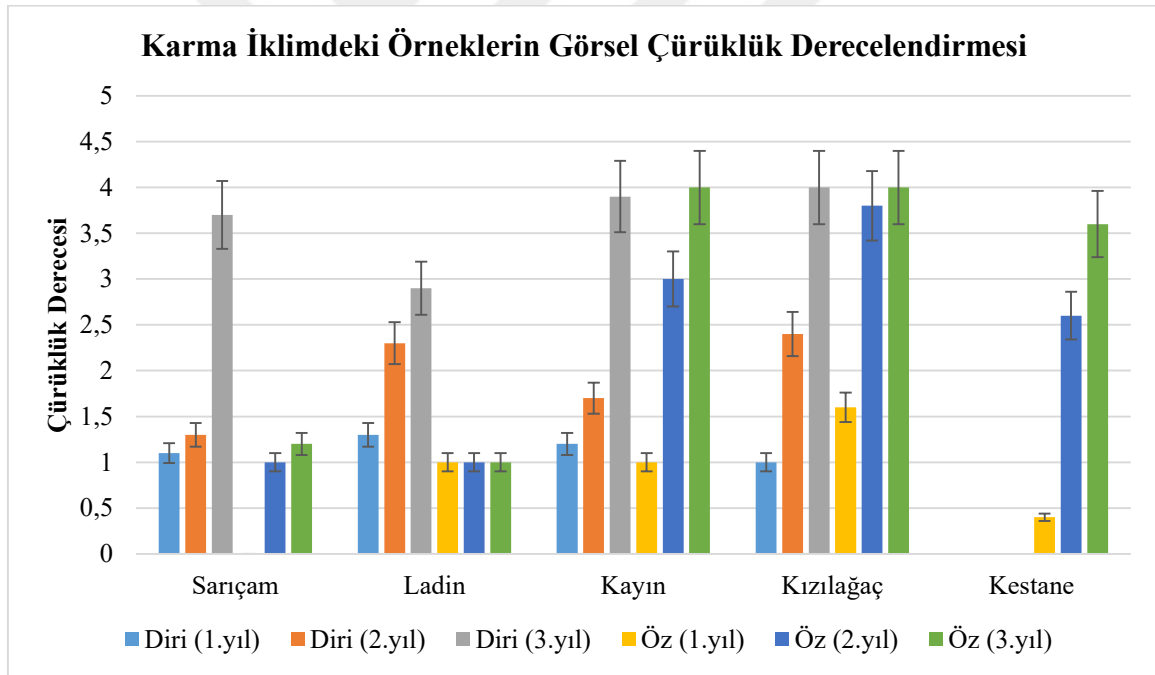
odununda hesaplanmıştır. 3,4 görsel çürüklük endeksi veren kızılğaç öz odunu ile diri odunu istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,4 görsel çürüklük endeksiyle ladin öz odununda olurken, en kötü dayanım 4,0 görsel çürüklük endeksiyle kayın diri odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz ikliminde de Karadeniz iklimine benzer şekilde bekletme süresi uzadıkça özellikle kayın ve kızılğaç odunu performanslarında düşme tespit edilmiştir.

4.5.2.3. Karma İklim

Karma iklimdeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi Şekil 38’de verilmiştir.



Şekil 38. Karma iklimdeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,4 görsel çürüklük endeksiyle kestane öz odununda olurken, en kötü dayanım 1,6 görsel çürüklük endeksiyle kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır. 1,3 görsel çürüklük endeksi veren ladin diri odunu, 1,2 görsel çürüklük endeksi veren kayın diri

odunu ve 1,1 görsel çürüklük endeksi veren sarıçam diri odunu ile kızılğaç öz odunu arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

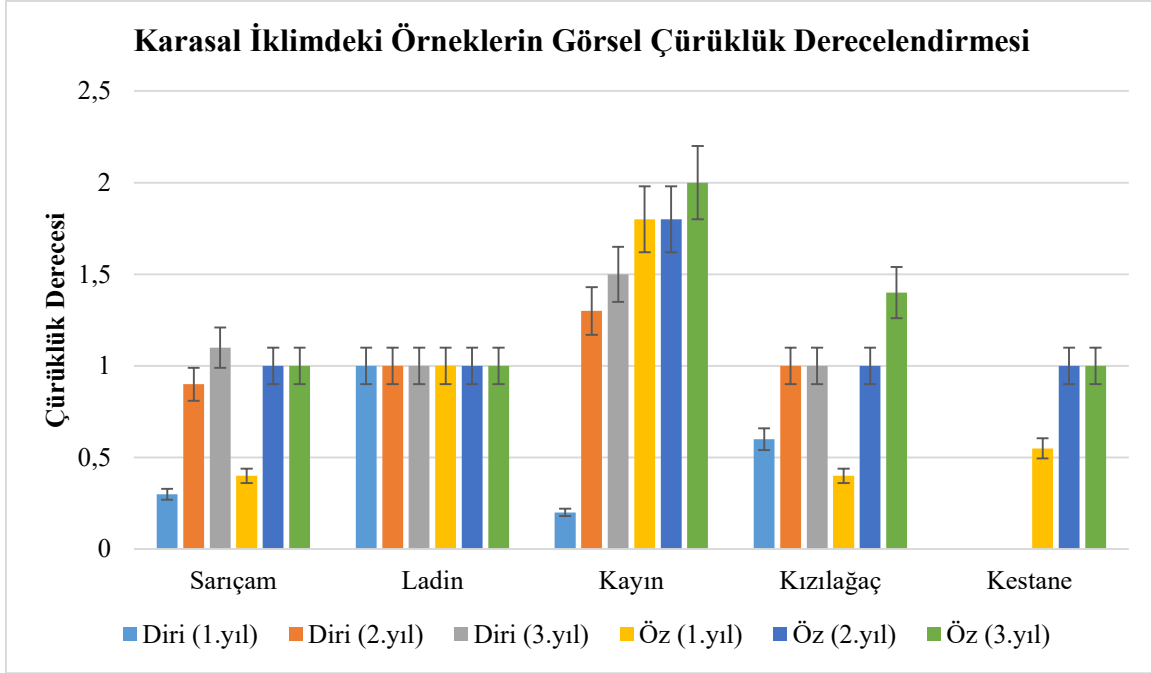
Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle sarıçam ve ladin türlerine ait öz odunlarda olurken, en kötü dayanım 3,8 görsel çürüklük endeksiyle kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle ladin öz odununda olurken, en kötü dayanım 4,0 görsel çürüklük endeksiyle kızılğaç diri odunu ile kızılğaç ve kayın türlerine ait öz odunlarda hesaplanmıştır. 3,7 görsel çürüklük endeksi veren sarıçam diri odunu, 3,9 görsel çürüklük endeksi veren kayın diri odunu ve 3,6 görsel çürüklük endeksi veren kestane öz odunu, 3,8 görsel çürüklük endeksi veren kızılğaç 2. yıl öz odunu ile 4,0 endeksleri gösteren türler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Karma iklimde de özellikle üçüncü yılda görsel çürüklük endeksi açısından en çok pik yapan ağaç türleri kayın ve kızılğaç olmuştur.

4.5.2.4. Karasal İklim

Karasal iklimdeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi Şekil 39'da verilmiştir.



Şekil 39. Karasal iklimdeki örneklerin görsel çürüklük derecelendirmesi

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,2 görsel çürüklük endeksiyle kayın diri odununda olurken, en kötü dayanım 1,8 görsel çürüklük endeksiyle kayın öz odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 0,9 görsel çürüklük endeksiyle sarıçam diri odununda olurken, en kötü dayanım 1,8 görsel çürüklük endeksiyle kayın öz odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en iyi dayanım 1,0 görsel çürüklük endeksiyle kızılğaç ve ladin türlerine ait diri odunları ile kestane, ladin ve sarıçam türlerine ait öz odunlarda olurken, en kötü dayanım 2,0 görsel çürüklük endeksiyle kayın öz odununda hesaplanmıştır.

Diğer iklim tipleri ile kıyaslandığında çürüklük endeksi açısından en iyi performansı karasal iklim tipini temsilen Elazığ ili sergilemiştir.

Aynı iklim şartları içerisinde farklı odun türleri irdelendiğinde Karadeniz ikliminde kullanılacak toprakla temas eden bir ahşap malzemenin sarıçam odunundan seçilmesi gerektiği ancak kızılğacın tercih edilmemesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Akdeniz ve karma (Marmara) iklimde kullanılacak toprakla temas eden bir ahşap malzeme için ladin öz odununun seçilmesi, kızılğaç ve kayın odununun tercih edilmemesi gerektiği söylenebilir. Karasal iklim şartlarında kullanılacak toprakla temas eden bir ahşap malzeme için kızılğaç,

ladin, sarıçam, kestane türlerinin öz ve diri odunları kullanılabilir. Kayın öz odununun tercih edilmesi uzun vadede çeşitli dayanım sorunları ortaya çıkarabilir. Hızlı büyüyen iki okaliptüs (*E. saligna* - *Corymbia citriodora*) türüne ait örnekler Brezilya’da bir yıl toprakla temas halinde bırakılmıştır. Aynı ağaç türleri ile Avustralya’da başka bir çalışma daha yapılmış sonuç olarak Brezilya’da dayanım daha düşük çıkmıştır. Bunun sebebi olarak ise Brezilya’daki daha sıcak ve daha nemli iklimin olduğu söylenmektedir (Mattos vd., 2014).

Karasal iklimin görüldüğü Elazığ ilinde 3. yıl sonunda örneklerin 1,0 görsel çürüklük derecesiyle hafif hasarlı olarak nitelendirildiği görülmektedir. Bu iklim tipinde tüm ağaç türü test örnekleri hemen hemen yakın dayanımlara sahiptir. Bunun nedeni olarak karasal iklimin ortalama yıllık yağışının ve ortalama yıllık nispi neminin diğer iklim tiplerine nazaran daha düşük olması söylenebilir (MGM, 2019). Bununla birlikte 3 yıl boyunca hesaplanan ortalama sıcaklık (14 °C ve altı) değerleri dikkate alındığında en düşük ortalama sahip Elazığ ilinin, mantar çürüklük şartlarının oluşması için gereken sıcaklığın altında bir sıcaklık göstermesi test örneklerinin çürümesini engelleyici bir diğer diğer unsur olarak değerlendirilebilir. Ayrıca dönem dönem ciddi sıcaklıklar yaşansa da mantar faaliyeti için gerekli olan rutubet değerlerine ulaşamadığı için mantar faaliyetinin gerçekleşemediği düşünülmektedir (Gündüz, 2007; MGM, 2019).

Sarıçam test örneklerinin toprakla teması sonrası doğal dayanımının araştırıldığı bir çalışmada deneme alanındaki sıcaklık düştükçe bozunma hızının yavaşladığı rapor edilmiştir (Alfredsen vd., 2017).

Yunanistan’da yapılan bir çalışmada, 2x2x30 cm³ boyutlarındaki sarıçam (*P. sylvestris*) test örnekleri CCB ile emprenye edilmiş ve toprakla temas edilen kısmına da kreozot uygulaması yapılmıştır. CCB emprenye çözeltisinin konsantrasyonu %2 olup yaklaşık 9 kg/m³’lük bir tutunma sağlanmıştır. 6 tekrarlı yapılan çalışma 18 yıl sürmüştür. 18 yıl sonra kalan emprenye maddesine bakıldığında fazla yıkanmaya karşı çürüklük anlamında oldukça iyi bir sonuç elde edilmiş olup bu durum toprakla temas testi yapılan yerin kuru bir iklime sahip olmasına bağlanmıştır (Kakaras vd., 2004).

Mevcut tez çalışmasında 3. yıl sonunda çoğu örneğin orta derece hasar ya da tamamen hasarlı olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Çanakkale ilindeki kızılâğaç öz ve diri odunu, kayın öz odunu ve Muğla ilindeki kayın diri odunu tamamen çürümüştür. Buradaki yağış ve nem değerleri Karasal iklime göre daha fazla olup sıcaklık bakımından da önemli farklılıklar ölçülmüştür (MGM, 2019). Çanakkale, Muğla ve Trabzon illerindeki 16 °C ve üzerindeki ortalama sıcaklık değerleri mantar çürüklüğü için gereken sıcaklıklara oldukça

yakındır. Bu illerde özellikle yazın yüksek sıcaklık ve yüksek nem olması mantar için bulunmaz bir ortam hazırlamıştır.

Yapılan bir çalışmada, sarıçam ve kayın odunlarında, Mozambik'teki yüksek nem ve sıcaklıktan dolayı İsveç'e göre çok daha fazla çürüklük kaydedilmiştir (Ali vd., 2011).

Bir başka çalışmada Meksika'da üç farklı bölgede farklı iklim tipi, farklı biyolojik çeşitlilik ve farklı toprak yapısına sahip araziye 12 ay süreyle çakılan 7 odun türüne ait test örneklerinin toprakla temas halindeki doğal dayanımları belirlenmiştir. Egzotik türlerde kontrol örneği olarak kayın odunu kullanılmıştır. Çürüklüğün en fazla yaşandığı bölge Meksika körfezinin kıyısında kurulmuş ılıman Veracruz şehrinde olmuştur. Ortalama en yüksek sıcaklık 22 °C, en düşük sıcaklık 18 °C'dir. En fazla görsel çürüklük oranı (3,4) kontrol örneği olan kayında gözlenmiştir. Bu oran odunun bir yılda neredeyse tamamen çürüdüğünü göstermektedir (Colin-Urieta vd., 2018).

Gerek çürüklük sınıflarının farklı olması gerekse ekstraktif madde yoğunluğunun ve miktarının farklı olması kayın ve kızılğaç odununu çalışmadaki diğer türlere göre daha hassas yapmaktadır (Sivrikaya, 2008). Yapılan bir çalışmada çok sayıda odun türü Hannover (Almanya) ve Boras (İsveç)' da 5 yıl boyunca toprakla temas halinde bırakılarak EN 252 test standardına göre çürüklük oranları belirlenmiştir. Hannover' de en fazla çürüklük oranı 4,66 ile kayında (*Fagus sylvatica* L.) ardından 3,60 ile dişbudakta (*Fraxinus* spp.) görülmüştür. Sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununda bu değer 2,65'dir. Hannover'deki en düşük çürüklük oranı 0,44 ile yalancı akasyada (*Robinia pseudoacacia*) görülmüştür. Boras' da en fazla çürüklük oranı 2,07 ile kayında (*Fagus sylvatica* L.), en az çürüklük oranı 0,26 ile yalancı akasyada (*Robinia pseudoacacia*) görülmüştür. Sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununda bu değer 1,62'dir. Aynı çalışmada Sørkedalen (Norveç) şehrinde 11 yıldır toprakla temas halinde bulunan çeşitli odun türlerine ait veriler de paylaşılmıştır. Buna göre Sørkedalen'de en fazla çürüklük oranı 1,68 ile ladinde (*Picea abies* L.) ardından 1,68 ile kızılğaçta (*Alnus* spp.) gözlenmiştir. Sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununda bu değer 1,06'dır. Sørkedalen'deki en düşük çürüklük oranı 0,10 ile teak (*Tectona grandis*) ve merbau (*Intsia bijuga*) odununda tespit edilmiştir. Onu takiben 0,15 ile Avrupa Melezi (*Larix decidua*), 0,17 ile duglas göknarı (*Pseudotsuga* spp.), 0,20 ile saplı meşe (*Quercus robur* L.) ve 0,26 ile ardıç (*Juniperus* spp.) gelmektedir (Meyer-Veltrup vd., 2017).

Çalışmadaki iğne yapraklı ağaç türü odunları irdelendiğinde öz odunların diri odunlardan daha iyi bir dayanım sağladığı görülmektedir. Diri odunun paransim hücrelerindeki depo maddeleri odunu çürüklüğe karşı daha hassas hale getirmektedir. Öz

odunda bulunan tanenler, fenolik içerikler uçucu yağlar, düşük rutubet muhteviyatı öz odunu zararlılara karşı daha dayanıklı yapmaktadır (Panshin ve De Zeeuw, 1980). İsveç'te yapılan bir çalışmada ayrı ayrı hem Sibirya'da yetişen hem de İsveç'te yetişen Sibirya karaçamı (*Larix sibirica* Ledeb.) ile sadece İsveç'te yetişen Avrupa karaçamı (*Larix decidua* Mill.) doğal dayanım açısından karşılaştırılmıştır. Kontrol örneği ise sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) öz ve diri odunudur. İsveç'in iki ayrı şehrinde (Simlångsdalen ve Uppsala) 12 yıl toprakta temas halinde kalan test örneklerinden en iyi doğal dayanımı gösteren odun türü Sibirya'da yetişen Sibirya karaçamının (*Larix sibirica* Ledeb.) öz odunu olurken en az doğal dayanımı gösteren odun türü ise İsveç'te yetişen Avrupa karaçamı (*Larix decidua* Mill.) olmuştur. Sibirya'da yetişen Sibirya karaçamı (*Larix sibirica* Ledeb.)'nın öz odununun gösterdiği dayanımın, bazı tropik odunların hatta bazı bakır bazlı koruyucularla emprenye edilen odunların gösterdiği performansa yakın bir performans sergiledikleri sonucuna varılmıştır. Sibirya'da yetişen Sibirya karaçamı (*Larix sibirica* Ledeb.) kadar olmamakla birlikte ona yakın bir doğal dayanım gösteren sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) öz odunu da iyi bir dayanım göstermiştir. Bu iki türün doğal dayanımı içerdikleri ekstraktiflere bağlanabilir. Çalışmada sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Sibirya karaçamının (*Larix sibirica* Ledeb.) ekstraktif madde oranları sırasıyla %12,7 ve %19,6 bulunmuştur. Test örneklerinin doğal dayanıklılığı ile su alma eğilimleri arasında ilişki kurulamamıştır. Çalışmada aynı zamanda laboratuvar çalışmaları da yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre açık alan denemelerinden elde edilen sonuçlarla laboratuvarda elde edilen sonuçlar arasında benzerlik bulunmamaktadır. Dolayısıyla dış ortamda kullanılacak ahşap malzemelerin hizmet ömrü tayini için açık alan denemelerinin önemi büyüktür (Jebrane vd., 2014). Odunlarda tespit edilen görsel çürüklük puanlamaları odunun diğer özelliklerini tahmin etmede önemli bir boşluğu doldurmaktadır (Delucis vd., 2016).

Çalışmanın sonuçlarına göre; tüm odun türlerinin karasal iklim kapsamında dış ortamda toprakla temas halinde kullanılabileceği sonucu ortaya çıkmıştır. Ancak diğer iklim tiplerinde özellikle toprakla temas eden yerlerde yapraklı ağaçların emprenyesiz bir şekilde kullanılmasından kaçınılması gerekmektedir. Doğal dayanım açısından bakıldığında sarıçam ve ladin odununun bu iklim tiplerinde kullanılabilirliği yapraklı ağaçlara göre daha elzem görünmektedir.

4.6. Ağırlık Kaybı

Çalışmada toprakla temas halinde bırakılmış örneklerde, her bir ağaç türünden elde edilen odun örneklerinin farklı iklim tiplerindeki ağırlık kaybı oranları araştırıldığı gibi bir iklim tipi içerisindeki tüm ağaç türü odunlarının birbiri arasındaki ağırlık kaybı değerleri de kıyaslanmıştır.

Çalışma geneline bakıldığında hem diri odunda hem de öz odunda ağırlık kaybı yıl yıl artış göstermiştir. Odun örneklerinin açık alanda bırakılma süresi arttıkça odundan ayrılan lignin ve holoselüz miktarı artmaktadır (Gençay, 2010). Dolayısıyla test süresi boyunca gerek iklimin etkisiyle gerek topraktaki mikroorganizmaların etkisiyle odunun bünyesindeki bileşenler ayrılmakta ve ağırlığı azalmaktadır. Bu da odunun ilgili tehlike sınıfındaki dayanımını ortaya koymaktadır. Yapılan bir çalışmada, odun dayanımının belirlenmesinde mekanik direnç testleri, renk değişikliği, görsel çürüklük, ağırlık kaybı, yoğunluk gibi parametreler arasında en önemli göstergenin ağırlık kaybı olduğu belirtilmiştir Delucis vd., (2016). ENV 807 (1993); EN 350-1 (1994); (Van Acker vd., 2003) tarafından bildirilen ilgili standart ve çalışmalarda, 4. tehlike sınıfına ait toprakla temas testlerinde ağırlık kaybının mutlaka araştırılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

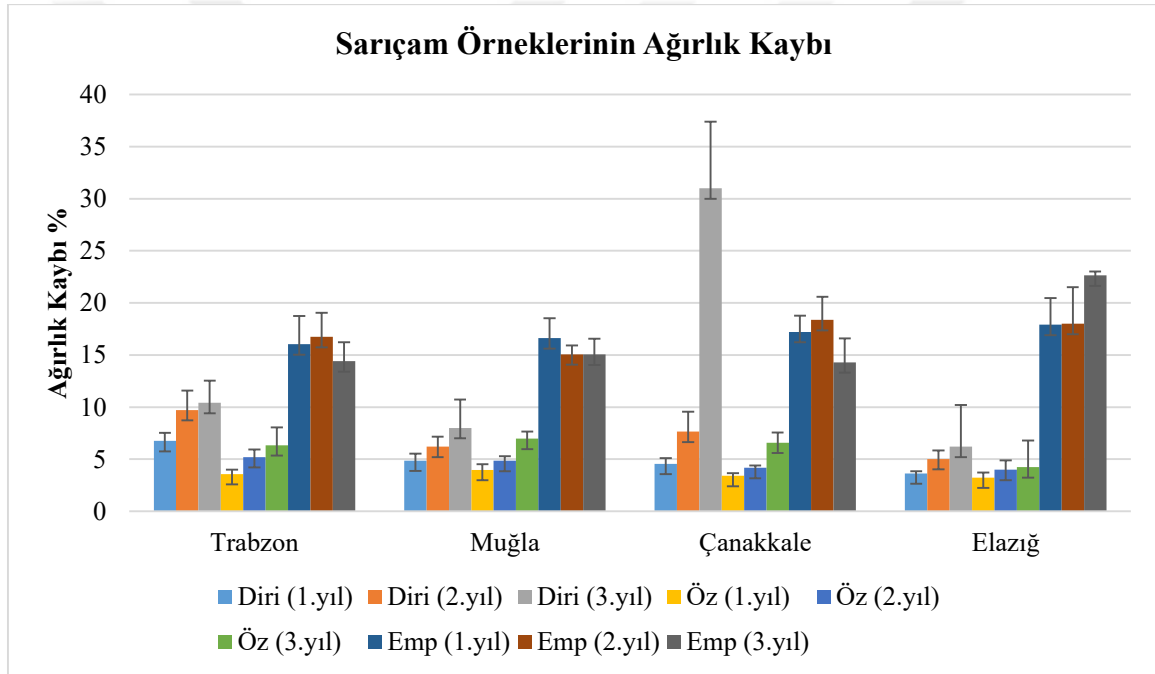
Emprenyeli örneklerde gözlenen ağırlık kayıplarının emprenye maddesinin odundan yıkanarak uzaklaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yıkanma genellikle ilk yıl tüm emprenyeli örneklerde olmakta ilerleyen yıllarda herhangi bir yıkanma olayı gerçekleşmemektedir. Emprenyeli odunlarda 3 yıl boyunca herhangi bir çürüklük ya da en küçük bir renklenme dahi gözlemlenmediğine göre yıkanan emprenye maddesinin fazla olan veya lümende yer alan emprenye maddesi olduğu söylenebilir. (Kartal, 2014), yıkanma işlemini, emprenye edilen odun hammaddesinin yapısına, boyutuna, miktarına, yüzey alanının tipine ve emprenye maddesi bileşenlerinin fiksasyon derecesine bağlamaktadır. Aynı zamanda emprenye maddesinin yıkanmasının başlangıç aşamasında gerçekleştiğini ilerleyen dönemlerde yıkanma işleminin olmadığını belirtmektedir. Bakır, krom, bor elementlerinden oluşan CCB grubu emprenye maddeleri 4. tehlike sınıfında kullanılacak yapı elemanlarına uygulanmaktadır. Her ne kadar borun yıkanma özelliği olsa da fikse olan kısmı önemli bir fungusit olarak görev yapmaktadır (Bozkurt vd, 1993; Korusan, 2019). Yapısında oldukça zehirli olan arsenik yerine fungusit özelliğiyle bilinen bor bileşenleri mevcuttur. Homan ve Militz (1993) de borun odundan yıkanıp ayrılması söz konusuysa da uygulamalarda yeterli korumayı sağladığını bildirmişlerdir (Homan ve Militz, 1993). CCB,

İskandinavya ve Batı Avrupa’da uzun yıllar CCA’ya alternatif olarak kullanılmıştır (Tillot ve Coggins, 1981; NWPC, 2001b)Tüm iklimlere ait emprenyeli test örneklerinin grafikteki değerlerine bakıldığında emprenyeli test örneklerinin hiçbir iklim tipinden etkilenmedikleri önemli bir bulgu olarak ortaya çıkmaktadır.

4.6.1. Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Ağırlık Kaybı Değerleri

4.6.1.1. Sarıçam

Sarıçamın örneklerinin ağırlık kaybı Şekil 40’da verilmiştir.



Şekil 40. Sarıçamın ağırlık kaybı

Sarıçam diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %6,76 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken en az ağırlık kaybı %3,64 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Muğla (%4,87) ve Çanakkale’de (%4,56) yer alan diri odun örneklerindeki ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Sarıçam diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %9,72 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) yer alan örneklerde görülürken, en az ağırlık kaybı %5,02 ile karasal iklimdeki (Elazığ) örneklerde tespit edilmiştir.

Sarıçam diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %31,00 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %6,21 ile karasal iklimde (Elazığ) konumlandırılan örneklerde görülmüştür. Karma iklimi temsil eden Çanakkale ilindeki diri odun örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı miktarı tüm varyasyonlar içerisindeki en yüksek ağırlık kaybı oranıdır.

Sarıçam emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %17,90 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en az ağırlık kaybı %16,04 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karadeniz iklimi (%16,04) ile Akdeniz iklimi (%16,62) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Sarıçam emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %18,36 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %15,07 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %22,64 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en az ağırlık kaybı %14,29 ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. %14,40'lık ağırlık kaybıyla Karadeniz iklimi (Trabzon), karma iklimle (Çanakkale) istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %3,97 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en az ağırlık kaybı %3,24 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. %3,41'lik ağırlık kaybıyla karma iklim (Çanakkale) ve %3,57'lik ağırlık kaybıyla Karadeniz iklimi (Trabzon) karasal iklimle (Elazığ) istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %5,21 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %3,99 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %6,97 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en az ağırlık kaybı %4,23 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Çalışmada sarıçam diri odunda öz odununa oranla tüm iklim tiplerinde daha fazla ağırlık kaybı gerçekleşmiştir. Bunun sebebi öz odunun diri oduna göre daha dayanıklı olmasındandır. Ancak sarıçam ve diğer tüm odun türlerinin öz odunları da mantar çürüklüğüne uğrayabilmektedir. Yapılan bir çalışmada, Avrupa melezi (*L. decidua*), sapsız meşe (*Q. petraea*), sarıçam (*P. sylvestris*) öz odunları ile yapılan çalışmada odun örnekleri laboratuvar tipi toprakla temas testine maruz bırakılmışlardır. Çalışmada kullanılan kontrol

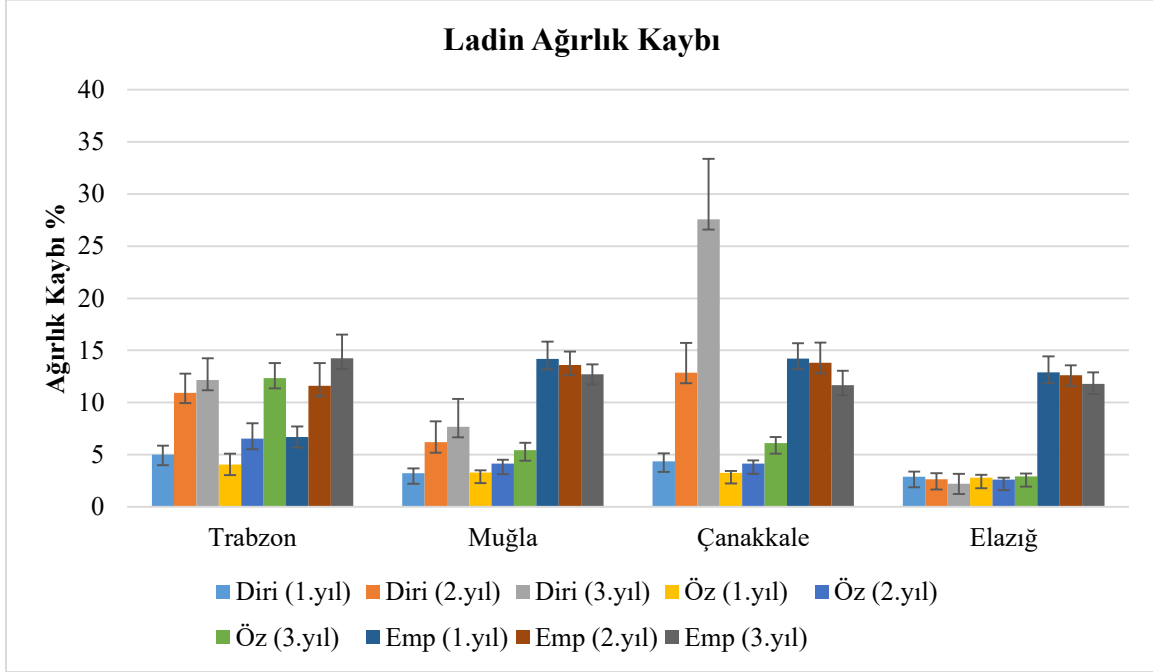
örneklerinden biri sarıçam (*P. sylvestris*) diri odunudur. EN 350-1 standardına göre yumuşak çürüklüğe maruz bırakılan test örneklerinde en yüksek dayanımı gösteren odun Avrupa melezinin (*L. decidua*) öz odunu olmuştur. Ağırlık kaybı %10,4 olup orta derece dayanıklı, sarıçam (*P. sylvestris*) öz odununun ağırlık kaybı %11 olup orta derece dayanıklı, sapsız meşenin (*Q. petraea*) ağırlık kaybı %18,7 olup az dayanıklı, sarıçam (*P. sylvestris*) diri odununun ağırlık kaybı %21,8 olup dayanıksız sınıfına girdiği tespit edilmiştir (Plaschkies, 2014). Mevcut tez çalışmasındaki sarıçam diri odunu ağırlık kayıpları Trabzon'da %10,41, Muğla'da %8,00, Elazığ'da %6,21 olarak bulunmuştur. Öz odunlardaki kayıplar ise Trabzon'da %6,34, Muğla'da %6,97, Çanakkale'de %6,58, Elazığ'da %4,23 olarak bulunmuştur. Özellikle öz odun ve diri odun arasındaki çürüklük oranı anlamında literatüre uygun sonuçlar bulunduğu söylenebilir. Sarıçam diri odununun daha düşük performans sergilemesi toprak analizi kısmında da belirtildiği üzere çalışma toprağının daha zengin, daha asidik ve daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olması ile ilişkilendirilebilir. Klinka vd. (1994), odun çürüklüğünün yaşandığı toprakların daha asidik olduğunu bildirmişlerdir. Aynı türün diri odunu ile öz odunu kıyaslandığında öz odunda görülen yüksek dayanım, hücrelerdeki tül oluşumları, hücrelerin reçinelerle tıkanması, yüksek orandaki uçucu yağlar, fenolik bileşikler, tanenler, düşük difüzyon, düşük rutubet içeriği gibi etmenlere bağlanmaktadır (Panshin ve De Zeeuw, 1980; Sivrikaya, 2008).

Avustralya'ya özgü iki okaliptüs türü olan *Eucalyptus saligna* ve *Corymbia citriodora* odunlarının ağırlık kaybının araştırıldığı bir çalışmada ağırlık kaybının odun türü ve maruziyet süresine bağlı olarak önemli değişiklikler gösterdiği ve ağırlık kaybının daha az yoğunluğa ve ekstraktif madde varlığına sahip *E. saligna*'da daha fazla olduğu bildirilmiştir (Mattos vd., 2014).

Çanakkale'de gerçekleşen termit degradasyonu haricinde Muğla ve Çanakkale illerindeki ağırlık kaybı değerleri birbirine yakın bulunurken Trabzon ilindeki ağırlık kaybı bir miktar fazladır. İklim endeksinin en yüksek olduğu kent olan Trabzon'daki yoğun yağışın sarıçam odunundaki koruyucu içerikleri yıkayarak uzaklaştırdığı sonucuna varılabilir. Elazığ ilindeki ağırlık kaybının görsel çürüklük değerlerini destekler nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Mattsson vd. (2010), karasal iklimin karakteristik özelliği olan kuru hava ve düşük nem miktarının daha az yıkanma ve daha az mantar faaliyetine katkı sağladığını bildirmektedir.

4.6.1.2. Ladin

Ladinin ağırlık kaybı Şekil 41’de verilmiştir.



Şekil 41. Ladinin ağırlık kaybı

Ladin diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %4,99 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %2,86 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. %4,34'lük ağırlık kaybıyla karma iklim (Çanakkale) Karadeniz iklimiyle istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ladin diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %12,86 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %2,64 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %27,58 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %2,21 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin empenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %14,20 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %6,68 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. %14,18'lik ağırlık kaybıyla Akdeniz iklimi (Muğla), karma iklimle (Çanakkale) istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ladin emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %13,80 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %11,60 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %14,23 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %11,67 ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. %11,79'luk ağırlık kaybıyla Karasal iklim (Elazığ) ile karma iklim istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Muğla, Çanakkale ve Elazığ'da üçüncü yılın sonunda emprenyeli örneklerin ağırlık kaybı miktarları giderek azalırken Trabzon ili örneğinde giderek artan bir durum söz konusu olmuştur. Her ne kadar literatürdeki uzun dönem çalışmalarında emprenye maddesi yıkanmasının başlangıç aşamalarında gerçekleştiği, ilerleyen dönemlerde yıkanmanın giderek azaldığı belirtilse de (Bozkurt vd, 1993; Korusan, 2019) bu durumu; üçüncü yılda özellikle Trabzon ilinde daha çok artan iklim endeksi verileri ile ilişkilendirmek mümkün olabilir. Dolayısıyla üçüncü yılda artan yağış miktarının yıkanma oranını artırıcı etkisinin devam ettiği düşünülebilir. Ayrıca Trabzon mikro-klimasına özgü mikroorganizma çeşitliliği veya farklılığı, toprak özelliği vb. diğer etkenleri de göz önünde bulundurmak gerekir. Karadeniz Bölgesi toprağı asidik (Ateşalp, 1977) olduğundan bu tip topraklarda odun asit tarafından bozundurulurken yüksek miktarlarda bakır, krom ve arsenik kayıpları oluşmaktadır (Blankenhorn vd., 1999). Ayrıca mevcut çalışmanın yapıldığı Trabzon ilindeki toprak organik anlamda diğer bölgelerden alınan topraklara göre daha zengindir. (Cooper, 1991a, 1991b) organik topraklarda yaygın olarak bulunan fülvin ve hümik asitler gibi kompleks organik asitlerin yıkanmayı hızlandırdıklarını bildirmektedir (Gezer, 2003).

Ladin öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %4,04 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %2,78 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Ağırlık kaybı bakımından karma iklim (%3,23) ve Akdeniz iklimi (%3,27) arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Ladin öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %6,53 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %2,60 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Ağırlık kaybı bakımından karma iklim (%4,14) ve Akdeniz iklimi (%4,13) arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Ladin öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %12,34 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %2,91 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Çalışmada Elazığ haricinde genel olarak ladin diri oduna öz odununa oranla tüm iklim tiplerinde daha fazla ağırlık kaybı gerçekleşmiştir. Bunun sebebi sarıçamda olduğu gibi öz odunun diri oduna göre daha dayanıklı olmasından kaynaklıdır. (Araujo ve Paes, 2018) özellikle iğne yapraklı ağaçlara ait öz odunların doğal dayanım performansının diri oduna göre daha fazla olduğunu bildirmektedir. Yaptığı bir çalışmada öz odun içeriği fazla olan gövde kazıkları daha az ağırlık kaybına uğramış ve öz odun miktarı arttıkça dayanımları artmıştır.



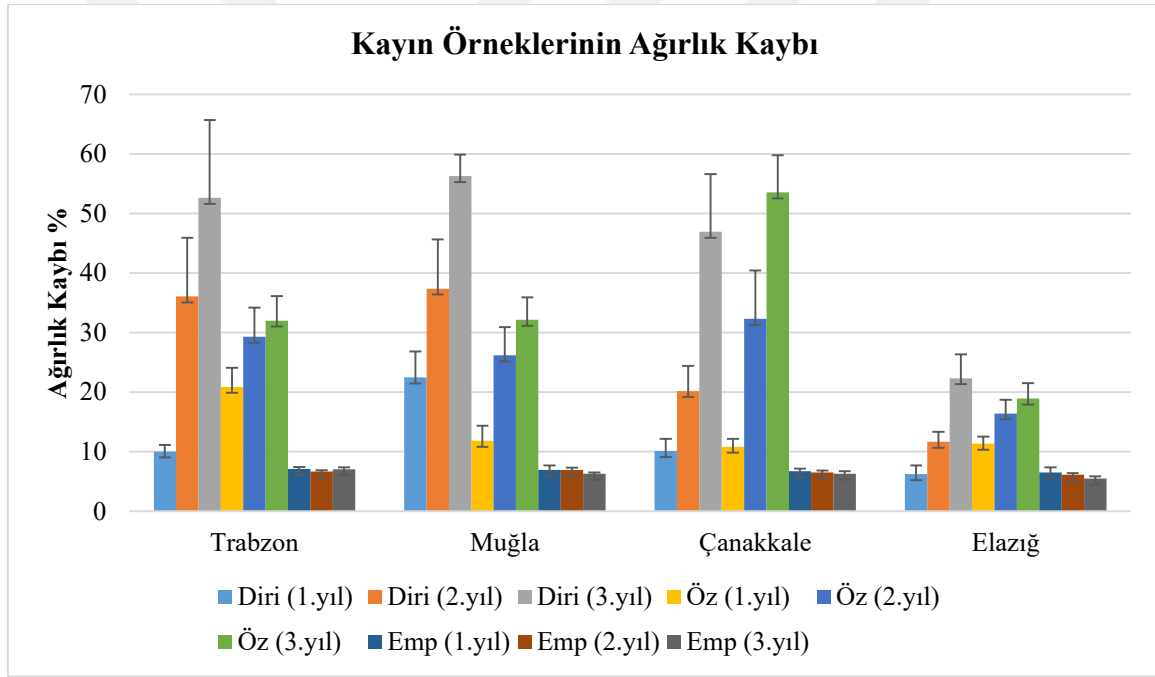
Şekil 42. Çanakkale’de gerçekleşen termit degradasyonu

Çanakkale’de gerçekleşen termit degradasyonundan dolayı ağırlık kaybı fazla olmuştur (Şekil 42). Trabzon’da ilk yıllar öz odununun çok daha az bozunup son yıl diri odunla hemen hemen aynı oranda bozunması öz odunu ekstraktiflerinin yıkanıp zamanla doğal koruyucu etkinliklerinin azalmasıyla açıklanabilir. Sivrikaya (2008) öz odunun iç kısmında var olan ekstraktif maddelerdeki enzimatik veya mikrobiyal değişiklikler ve suda çözünen toksik ekstraktif maddelerin yıkanması sonucu doğal dayanımın azalacağını

bildirmiştir. Ladin odunu Elazığ ilinde tahmin edilenden daha az ağırlık kaybı göstermiştir. Doğu Karadeniz Bölgesinin özel ve yaygın bir türü olan bu hammaddenin karasal iklime haiz bölgelerde değerlendirilebileceği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu durum; doğu ladininin üretimine farklı bir gözle bakılabileceğinin işareti olmaktadır. Ayrıca, emprenyesi güç olan ladin türünün emprenye maddesi miktarının ve emprenye basıncının artırılarak dış ortam uygulamalarında kullanılabileceği söylenebilir.

4.6.1.3. Kayın

Kayın örneklerinin ağırlık kaybı Şekil 43'te verilmiştir.



Şekil 43. Kayın örneklerinin ağırlık kaybı

Kayın diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %22,45 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en az ağırlık kaybı %6,22 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Ancak ağırlık kaybı bakımından Karadeniz iklimi (%10,01) ve karma iklimin (%10,11) Akdeniz ikliminden (%4,21) istatistik olarak farkı bulunmamaktadır.

Kayın diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %37,37 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en az ağırlık kaybı %11,67 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kayın diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %56,26 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en az ağırlık kaybı %22,33 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. %52,62'lik ağırlık kaybıyla Karadeniz iklimi (Trabzon) Akdeniz iklimi (Muğla) ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %7,08 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %6,51 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Ancak tüm ağırlık kayıpları aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %6,92 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en az ağırlık kaybı %6,13 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Ancak tüm ağırlık kayıpları aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %7,03 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %5,47 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Karasal iklim (Elazığ) haricindeki ağırlık kayıpları aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kayın öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %20,88 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %10,83 ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Ağırlık kaybı bakımından Karasal iklim (%11,33) ve Akdeniz iklimi (%11,80) arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Kayın öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %32,30 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %16,41 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kayın öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %53,52 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %18,92 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Ağırlık kaybı bakımından Karadeniz iklimi (%32,01) ve Akdeniz iklimi (%32,15) arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Toprakla temas halindeyken kayın öz ve diri odunun çürüklüğe karşı son derece zayıf olduğu %60'lara yaklaşan ağırlık kaybı değerleriyle birlikte ortaya çıkmıştır (Anonim, 1985; Bozkurt vd., 1995). Karasal iklim haricindeki diğer iklim tiplerinde mantar çürüklüğü için gerekli şartların ortamda doğal olarak mevcut bulunmasından dolayı odun örneklerinde çok fazla ağırlık kaybı yaşanmıştır. Machek vd. (2001), yaptıkları toprak temaslı bir araştırmada, iğne yapraklı ağaç odunlarında meydana gelen ağırlık kaybının %7-8 civarındayken kayın

gibi mantar çürüklüğüne hassas yapraklı ağaç türlerinde bu oranın %35-40'ı bulunduğunu belirtmişlerdir. Tez çalışmasında kayın diri odununda 3 yılın sonunda Trabzon'da %52,62, Muğla'da %56,26, Çanakkale'de %46,92, Elazığ'da %22,33; kayın öz odununda 3 yıl sonunda Trabzon'da %32,01, Muğla'da %32,15, Çanakkale'de %53,52, Elazığ'da %18,92 oranında ağırlık kaybı hesaplanmıştır. Literatürden örnek verilen çalışmanın laboratuvarında, mevcut tez çalışmasının ise doğal dış ortamda yapıldığı göz önünde bulundurulduğunda aradaki ağırlık kaybı farkının bu sebepten dolayı olmuş olabileceği düşünülebilir. Ayrıca örnek boyutlarının bu tip deneylerde önemli farklılıklar gösterdiği de bilinmektedir (Brischke ve Mayer-Veltrup, 2017).

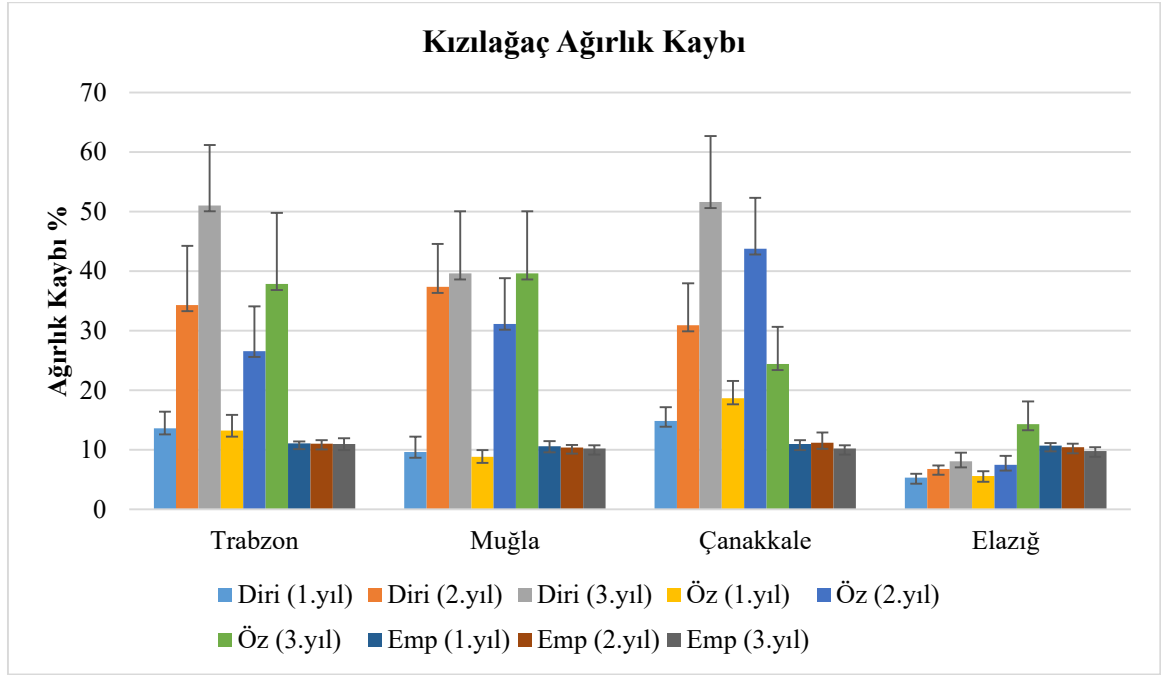
Plaschkies (2014), Avrupa melezi (*L. decidua*), sapsız meşe (*Q. petraea*), sarıçam (*P. sylvestris*) öz odunu örneklerini laboratuvar ortamında toprakla temas testine maruz bırakmıştır. Çalışmada kullanılan kontrol örneklerinden biri kayın (*F. sylvatica* L.) diri odunudur. EN 350-1 standardına göre yumuşak çürüklüğe maruz bırakılan test örneklerinde en yüksek dayanımı gösteren odun Avrupa melezinin (*L. decidua*) öz odunu olmuştur. Ağırlık kaybı %10,4 olup orta derece dayanıklı, sarıçam (*P. sylvestris*) öz odununun ağırlık kaybı %11 olup orta derece dayanıklı, sapsız meşenin (*Q. petraea*) ağırlık kaybı %18,7 olup az dayanıklı, kayının (*F. sylvatica* L.) ağırlık kaybı %29,6 olup dayanıksız sınıfa girdiği tespit edilmiştir. Kısa süreli bu çalışmada deney ortamı sürekli 27 ± 2 °C ve 75 ± 5 bağıl nem şartlarına ayarlandığından ağırlık kaybı değerleri tez çalışmamızın ilk yıl sonuçlarına göre biraz yüksektir. Çünkü söz konusu literatür çalışması mantar çürüklük için optimum değer aralığında yapılmıştır. Toprağın su tutma kapasitesinin %55 ve Ph'nın 5,6 olduğu düşünüldüğünde çürüklüğün yüksek olması normal karşılanabilir. Tez çalışmasında kayın diri odununda ilk yılın sonunda Trabzon'da %10,01, Muğla'da %22,45, Çanakkale'de %10,11, Elazığ'da %6,22; kayın öz odununda ilk yıl sonunda Trabzon'da %20,88, Muğla'da %11,80, Çanakkale'de %10,83, Elazığ'da %11,33 oranında ağırlık kaybı hesaplanmıştır.

Diğer ağaç türlerine göre emprenyeli kayın ve kızılğaç odunlarında daha az ağırlık kaybı gerçekleştiği görülmektedir. Tüm emprenyeli test örneklerinin 16,98 ile 19,77 kg/m³ arasındaki retensiyonlarda emprenye edildiği düşünülürse kayın ve kızılğaç odunlarının yıkanmaya karşı direnç gösterdiği düşünülebilir. (Gezer vd., 2004) yaptıkları bir çalışmada, yüksek yoğunluğa sahip türlerin yıkanmaya karşı daha fazla direnç gösterdiğini bildirmektedir. Doğru kayını odununda retensiyon miktarı yüksektir. Bu odun türünde retensiyon miktarının yüksek çıkmasının nedeni permabilite olarak gösterilmiştir (Örs vd., 2005). Permabilitenin yüksek olması iyi bir emprenye performansına ve emprenye

maddesinin odunun iç kısımlarına kadar ulaşp yüzeysel yıkanmalara mahal vermediğine işaret etmektedir.

4.6.1.4. Kızılağaç

Kızılağaç örneklerinin ağırlık kaybı Şekil 44'te verilmiştir.



Şekil 44. Kızılağaç ağırlık kaybı

Kızılağaç diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %14,85 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %5,32 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kızılağaç diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %37,37 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en az ağırlık kaybı %6,79 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kızılağaç diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %51,60 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %8,05 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. %51,03'lük ağırlık kaybıyla Karadeniz iklimi (Trabzon) karma iklim (Çanakkale) ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kızılağaç emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %11,10 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %10,59 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Ancak tüm ağırlık kayıpları aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kızılağaç emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %11,16 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %10,36 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Ancak tüm ağırlık kayıpları aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kızılağaç emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %10,97 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en az ağırlık kaybı %9,80 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Ancak tüm ağırlık kayıpları aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kızılağaç öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %18,65 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %5,61 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %43,78 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %7,50 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

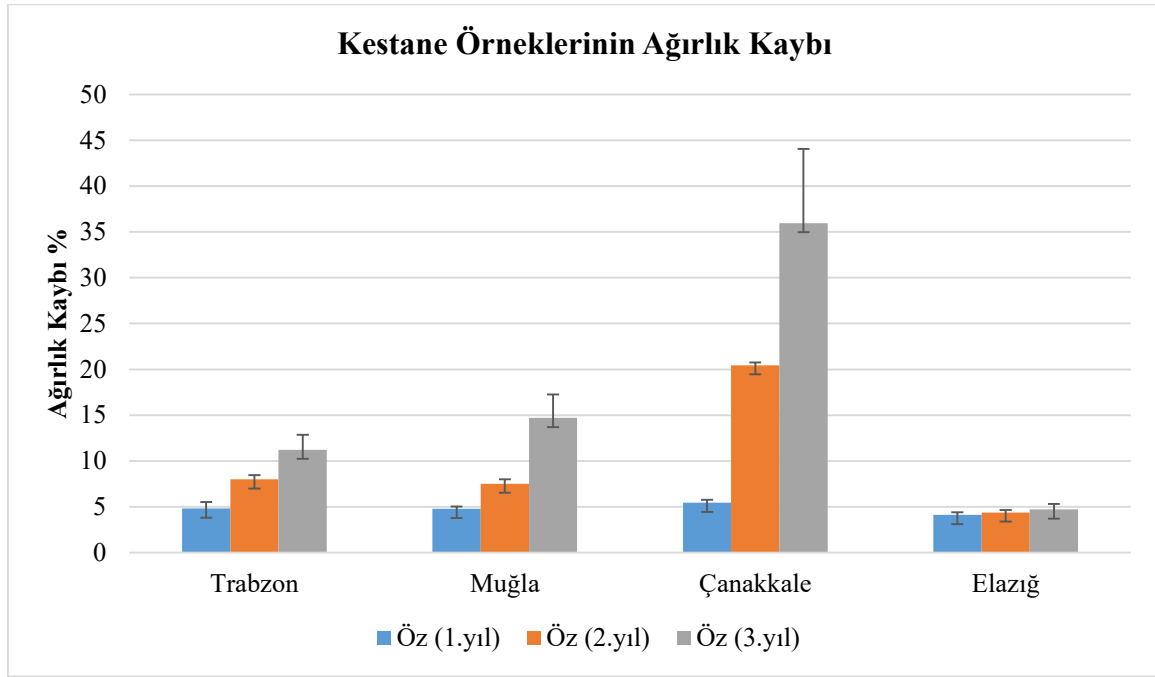
Kızılağaç öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %39,66 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en az ağırlık kaybı %14,30 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kızılağaç ve kayın odunlarından elde edilen test örnekleri gerek ağırlık kaybı testlerinde gerekse diğer kalite testlerinde en düşük sonucu veren iki ağaç türü olmuştur. Bu iki tür EN 350-2 (1994)'e göre dayanıksız odun sınıfına girmektedir. Çalışmada karasal iklim tipi haricindeki diğer iklim tiplerinde ciddi bir ağırlık kaybı yaşanmıştır. Trabzon, Muğla ve Çanakkale'de örnek toplama esnasında bazı kayın ve kızılğaç türleri toprak içerisinde tamamen degrade olmuş halde bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada, çok sayıda odun türü 36 ay süreyle dış ortamda toprakla temas testine bırakılmışlardır. Henüz 18. aya gelindiğinde emprenyeli kızılğaç (*Alnus acuminata*) odunlarının, testin başındaki örnek sayısına oranla %20'si tamamen degrade olmuştur. Bu oran emprenyesiz test örneklerinde %80'dir (Moya ve Berrocal, 2015). Çalışmada çürüme emareleri test örneğinin üst kısmından başlayarak aşağıya doğru artmaktadır. Örneklerin toprak üstü kısmından ziyade toprak altında kalan tarafı asıl ağırlık kaybına neden olan kısımlardır. Torres-Andrade vd.,

(2019) yaptıkları çalışmada test örneklerindeki çürüklüğün, kazıkların üst kısmından toprak altı kısmına indikçe arttığını bildirmektedirler.

4.6.1.5. Kestane

Kestane örneklerinin ağırlık kaybı Şekil 45'te verilmiştir.



Şekil 45. Kestane örneklerinin ağırlık kaybı

Kestane öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %5,44 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %4,11 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Karasal iklimin (Elazığ) haricindeki diğer iklimler aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kestane öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %20,45 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %4,37 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Akdeniz ikliminde (Muğla) görülen %4,52'lik ağırlık kaybı Karasal iklimle istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kestane öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %35,96 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en az ağırlık kaybı %4,71 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Çalışmada kestane odunu ağırlık kaybı verileri irdelendiğinde Çanakkale ilindeki ağırlık kaybının bu denli fazla olmasının nedeni termit saldırısı ile açıklanabilir. Kestane odununun bilinen dayanımından dolayı Muğla ve Trabzon'da birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Şayet termit saldırısı olmasaydı iklim ve toprak yapısındaki benzerliklerden dolayı aynı oranda bir ağırlık kaybı beklenebilirdi. Ancak ılıman iklimlerde maruziyet süresi uzadıkça odun örnekleri tüm zararlılara karşı (mantar, böcek, yağmur, nem, sıcaklık, UV, vb.) açık hale gelmekte bu durumda doğal dayanımı iyi olan kestane odunu örneklerinde dahi ciddi ağırlık kayıpları meydana gelebilmektedir. (Şekil 46).



Şekil 46. Ağırlık kaybı daha fazla olan kestane odunu örnekleri

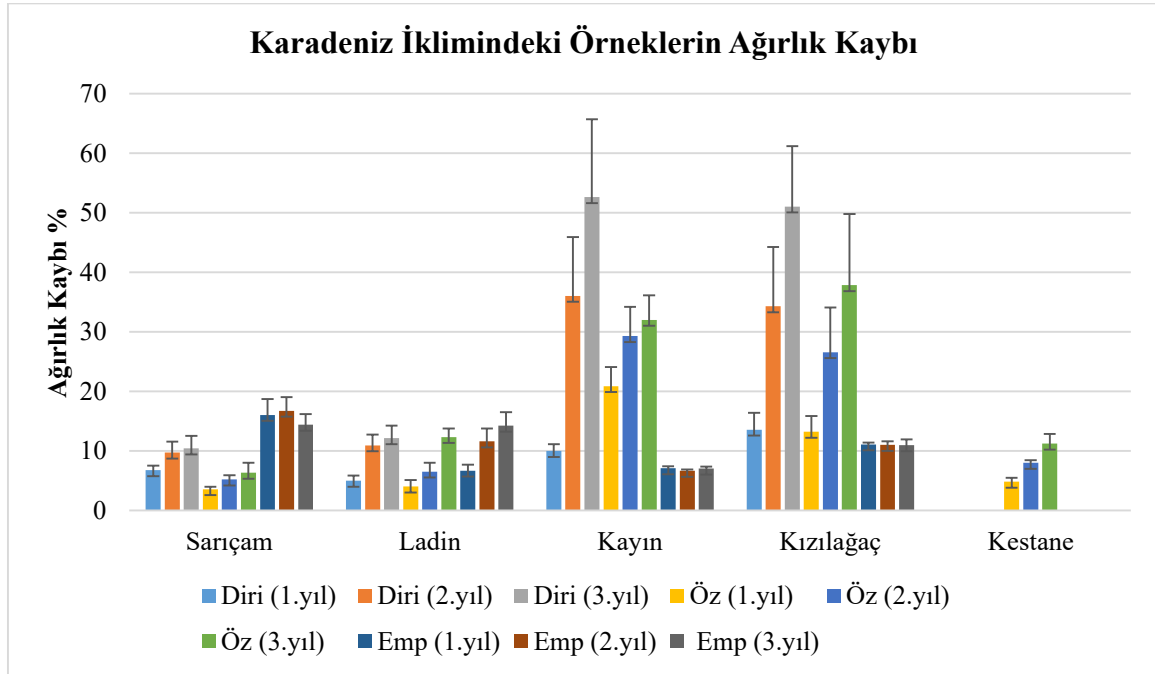
İtalya'da yapılan bir dere ıslahında kestane ağaçlarından (*Castanea Mill.*) elde edilen kazıklar kullanılmıştır. Örnekler 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 96, 108 ve 120 ay arazide bırakılmışlardır. 30. aydan itibaren kestane örneklerinde beyaz çürüklük mantarlarının gözlendiği ve selüloz-lignin kaybının maruziyet süresi boyunca arttığı belirtilmiştir

(Benfratello vd., 2017). Kestane odununun dayanıklılığını etkileyebilecek potansiyel etkenlerin araştırıldığı bir çalışmada, metanol ve suyla yıkanan kestane öz odunu örnekleri kurutulduğunda %11-%15 oranında ağırlık kaybına uğramıştır (Thaler vd., 2014).

4.6.2. Aynı İklim Tipinde Bekletilen Farklı Ağaç Türlerindeki Ağırlık Kaybı

4.6.2.1. Karadeniz İklimi

Karadeniz iklimindeki örneklerin ağırlık kaybı Şekil 47’de verilmiştir.



Şekil 47. Karadeniz iklimindeki örneklerin ağırlık kaybı

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %20,88 ile kayın öz odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %3,57 ile sarıçam öz odununda hesaplanmıştır.

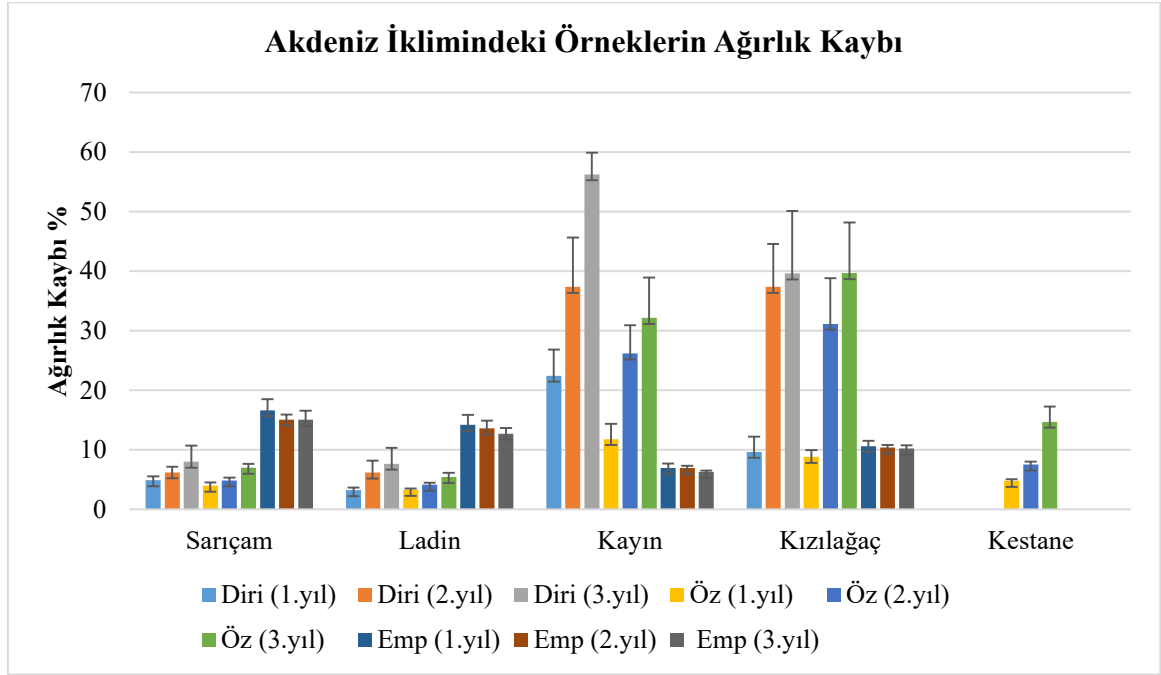
Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %36,05 ile kayın diri odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %5,21 ile sarıçam öz odununda hesaplanmıştır.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %52,62 ile kayın diri odununda görülürken, en az

ağırlık kaybı %6,34 ile sarıçam öz odununda hesaplanmıştır. %51,03'lük ağırlık kaybıyla kızılğaç diri odunu kayın diri odunu ile aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

4.6.2.2. Akdeniz İklimi

Akdeniz iklimindeki örneklerin ağırlık kaybı Şekil 48'de verilmiştir.



Şekil 48. Akdeniz iklimindeki örneklerin ağırlık kaybı

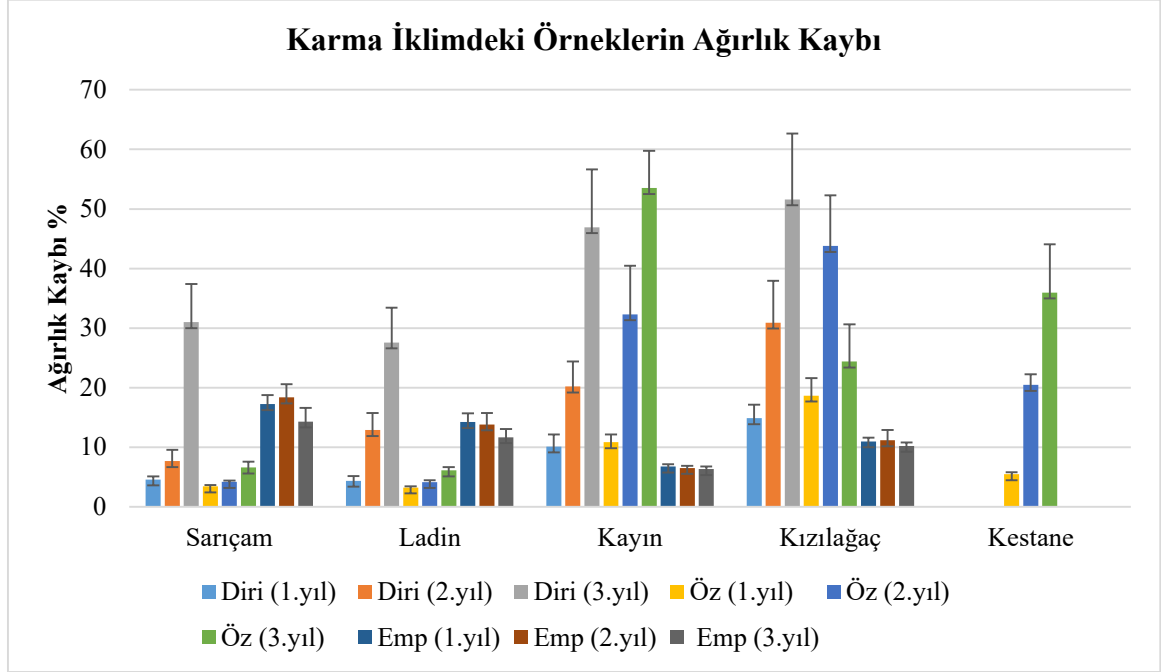
Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %22,44 ile kayın diri odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %3,21 ile ladin diri odununda hesaplanmıştır. %3,27'lik ağırlık kaybı ile ladin öz odunu ve ladin diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %37,37 ile kayın diri ve kızılğaç diri odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %4,13 ile ladin öz odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %56,26 ile kayın diri odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %5,41 ile ladin öz odununda hesaplanmıştır.

4.6.2.3. Karma İklim

Karma iklimdeki örneklerin ağırlık kaybı Şekil 49’da verilmiştir.



Şekil 49. Karma iklimdeki örneklerin ağırlık kaybı

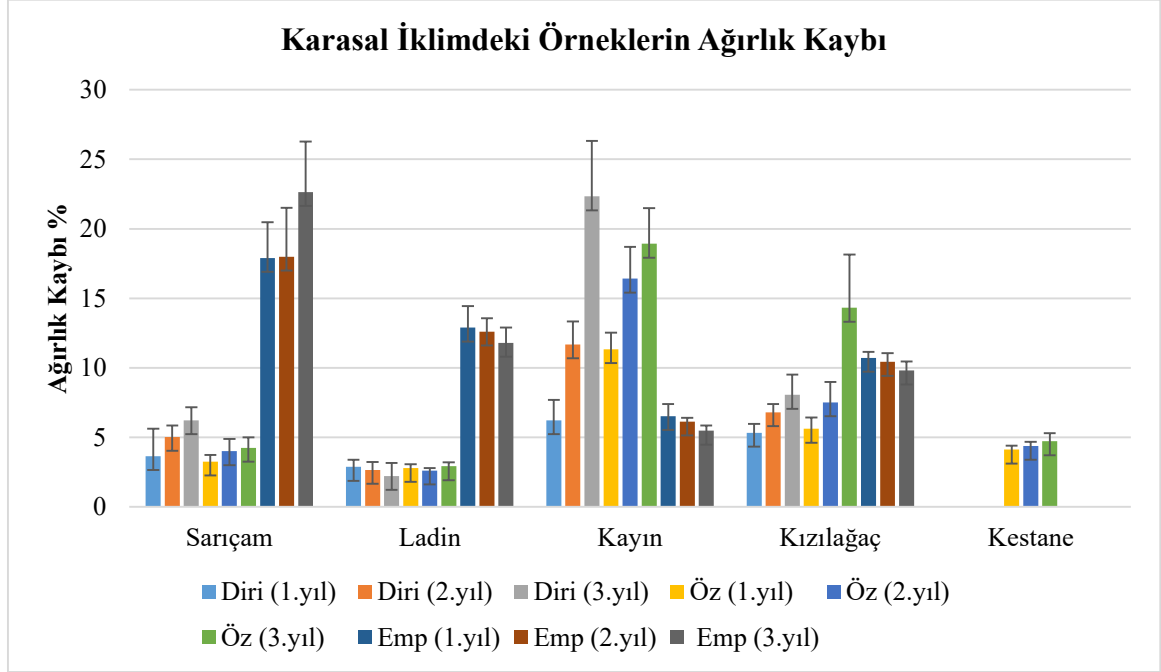
Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %18,65 ile kızılğaç öz odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %3,23 ile ladin öz odununda hesaplanmıştır. %3,41’lik ağırlık kaybıyla sarıçam öz odunu, %4,34’lük ağırlık kaybıyla ladin diri odunu, %4,56’lık ağırlık kaybıyla sarıçam diri odunu, ladin öz odunu ile aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %43,78 ile kızılğaç öz odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %4,14 ile ladin öz odununda hesaplanmıştır. %4,17’lik ağırlık kaybıyla sarıçam öz odunu, ladin öz odunuyla aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %53,52 ile kayın öz odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %6,09 ile ladin öz odununda hesaplanmıştır. %51,60’lık ağırlık kaybıyla kızılğaç diri odunu kayın öz odunu ile aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

4.6.2.4. Karasal İklim

Karasal iklimdeki örneklerin ağırlık kaybı Şekil 50’de verilmiştir.



Şekil 50. Karma iklimdeki odun örneklerinin ağırlık kaybı

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %11,33 ile kayın öz odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %2,78 ile ladin öz odununda hesaplanmıştır. %2,86’lık ağırlık kaybıyla ladin diri odunu ladin öz odunu ile aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %16,41 ile kayın öz odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %2,60 ile ladin öz odununda hesaplanmıştır. %2,64’lük ağırlık kaybıyla ladin diri odunu, ladin öz odunu ile aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı %22,33 ile kayın diri odununda görülürken, en az ağırlık kaybı %2,21 ile ladin diri odununda hesaplanmıştır.

Genel olarak bakıldığında bir ağaç türünün farklı iklimlerde farklı ağırlık kayıpları ortaya koyduğu görülmektedir. Bir odunun doğal dayanımı hakkında fikir sahibi olabilmek için farklı iklim yapılarındaki dayanım özelliklerini bilmek gerekir. Aynı iklim içerisinde

odun örneklerinin benzer performans sergileyeceği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada, aynı şehirde üç farklı deneme alanında gerçekleştirilen toprakla temas testinde, dört farklı hızlı büyüyen ağaç türü odunlarının genç odun ve olgun odunları arasındaki çürüklük ve mekanik direnç farklılıkları araştırılmıştır. Toplam 864 adet test örneği (1x1x20 cm³) ve 72 adet kontrol örneği ile yapılan çalışmada toplam süre 540 gün olup her 45 günde bir alandan örnekler alınıp testler gerçekleştirilmiştir. Odun örnekleri (*Eucalyptus botryoides*, *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus paniculata* ve *Eucalyptus tereticornis*) arasında yapılan incelemelerde deneme alanlarının aralarında bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir. Tüm ağaç türlerinde açık alanda maruz kalma süresiyle ağırlık kaybı artışı ve direnç özelliklerindeki azalma arasında doğru orantı bulunmuştur (Delucis ve Gatto, 2017). Dolayısıyla ağırlık kaybı arttıkça tüm direnç özelliklerinde aynı doğrultuda azalış meydana gelmektedir (Mattos vd., 2014).

Son yıl örneklerinin ağırlık kaybı dikkate alındığında Karadeniz ikliminde diri odun olarak sarıçam ve ladin diri odunu, öz odun olarak sarıçam öz odunu; Akdeniz ikliminde diri odun olarak sarıçam ve ladin diri odunu, öz odun olarak sarıçam ve ladin öz odunu önerilebilir. Karma iklimde termit saldırısından dolayı diri odunların hepsi degrade olmuştur. Ancak öz odunlarda herhangi bir bozunma olmadığından sarıçam ve ladin odunları bu iklim için tavsiye edilebilir. Karasal iklimin özelliğinden dolayı tüm odun örnekleri iyi dayanım gösterse de ladin diri odunu ve sarıçam, ladin, kestane öz odunları dış ortamda kullanılmak üzere tavsiye edilebilir.

4.7. Yoğunluk

Çalışmada toprakla temas halinde bırakılmış örneklerde, her bir ağaç türünden elde edilen odun örneklerinin farklı iklim tiplerindeki yoğunluk değeri araştırıldığı gibi aynı zamanda bir iklim tipi içerisindeki tüm ağaç türü odunlarının birbiri arasındaki yoğunluk değerleri de kıyaslanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre yoğunluğun odun dayanımını ortaya koyan birincil göstergelerden biri olduğu düşünülmektedir. Literatürde odun yoğunluğu ile dayanımının bilhassa direnç özelliklerinin doğru orantılı olduğuna dair birçok çalışma mevcuttur (Venäläinen vd., 2014; Mattos vd., 2014; Dadzie ve Amoah, 2015; Delucis vd., 2016; Benfratello vd., 2017). Ancak bu tip çalışmalar genellikle istenilen çevresel şartların ayarlanabildiği laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla bu tip uygulamalarda

genel kontrol, doğal ortamdaki açık arazi denemelerine göre daha kolaydır. Açık alan denemelerinde zaman zaman beklenilenden daha farklı sonuçlar ortaya çıkabilir. Mevcut çalışmada yıl yıl yoğunluğun azalması beklenirken bazı odun türü ve bazı iklim tiplerinde yoğunluk kimi zaman aynı kalmış kimi zaman da artmıştır. Bu duruma, yoğunluğu oluşturan kütle ve hacim oranının beklenenden daha farklı bir eğilim göstermesi sebep gösterilebilir (Bal ve Bektaş, 2018). Şöyle ki; deneme alanında 3 yıl kalmış bir odun türü çürüme ve degradasyon sebebiyle kütle kaybı yaşarken aynı zamanda hacimsel bir kayıp da yaşamaktadır. Kimi yerlerde yaşanan hacim kaybı matematiksel olarak ağırlık kaybından fazla olursa burada yoğunluğun bir önceki yıla oranla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 51).



Şekil 51. 3. yıl örnekleri

Genellikle yoğunluğu yüksek olan odunların birçoğu yüksek dayanıma sahiptir. Odunun yoğunluğu, çürüklük direncinin bir kriteri olarak değerlendirilebilir. Diğer yandan, yoğunluğu nispeten düşük olan iğne yapraklı ağaçlar yüksek dayanım derecesine sahiptirler. Yapraklı ağaçlardan akçaağaç ve kayın gibi ağır odunların öz odunu ise en az dayanıklı türler arasındadır. Çünkü ekstraktif madde açısından yoksun türlerin çürüklüğe karşı dayanımları arasında önemli bir fark yoktur. Yoğunluğu düşük olmakla birlikte çok dayanıklı olan bazı türler, çürümeyi durdurabilen yeterli miktarda toksik maddeye sahiptirler. Sonuç olarak, yüksek dayanımın toksik maddelerle olan ilişkisi dışında, türler içerisindeki yoğunluk farklılıklarıyla doğal dayanıklılık arasında doğrusal bir ilişki yoktur (Sivrikaya 2008).

Özellikle açık alan toprakla temas denemelerinde dayanıma etki eden faktörler arasında odunun yoğunluğundan ziyade hava, su ve topraktaki mikroorganizmalara karşı koyma direncine katkı sağlayan yapılarındaki ekstraktif madde miktarıdır. Ekstraktif maddeler, yaz odunu oranı, öz odun miktarı vb., etmenler bu tip testlerdeki dayanımı etkileyen asıl faktörlerdir (Sivrikaya, 2008). Yapılan bazı çalışmalarda yüksek yoğunluklu odun türleri toprakla temas testleri sonrası düşük, düşük yoğunluklu odun türleri ise toprakla temas testleri sonrası yüksek mekanik direnç sağlamışlardır. Moya ve Berrocal (2015), farklı tip odunları 36 ay süreyle toprakla temasa maruz bırakıp test sonrası elastikiyet modülü özelliklerini incelemiştir. *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Vochysia guatemalensis* odunlarının yoğunlukları sırasıyla 0,34, 0,32 ve 0,32 gr/cm³'tür. Ancak bu odun türlerinin 36 ay sonraki görsel çürüklük derecelendirmesi AWP E7 (2000)' e göre sırasıyla 0, 6,2, 5,6 şeklinde verilmiştir. Bir diğer ifade ile yoğunluğu düşük olan iki tür, kızılğaca göre oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Ayrıca 36 ay sonra örneklerdeki elastikiyet modülü kaybı ortalaması sırasıyla %100, %56,3, %81,7'dir. Yoğunluğu diğerlerinden yüksek olmasına rağmen kızılğaç odunlarının hepsi çürüklüğe uğramıştır.

Mevcut tez çalışmasında görüldü ki örnek boyutları ve formları gayet düzgün olduğunda bile 3 yıllık açık alan denemeleri sonrasında odun içerisindeki deformasyonlardan kaynaklandığı düşünülen ve dayanımı olumsuz yönde etkileyen birtakım bulgularla karşılaşmıştır (Şekil 52).

Sarıçam diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,51 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,43 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,50 \text{ g/cm}^3$ ile karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,36 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,54 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,51 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Yoğunluk bakımından Karadeniz iklimi ($0,53 \text{ g/cm}^3$) ve Karasal iklim ($0,53 \text{ g/cm}^3$) arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Sarıçam emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,56 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,51 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,56 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) ve karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,49 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,46 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,45 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) ve Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karasal iklim (Elazığ) haricindeki iklimler istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,46 \text{ g/cm}^3$ ile ve Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,44 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) ve Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

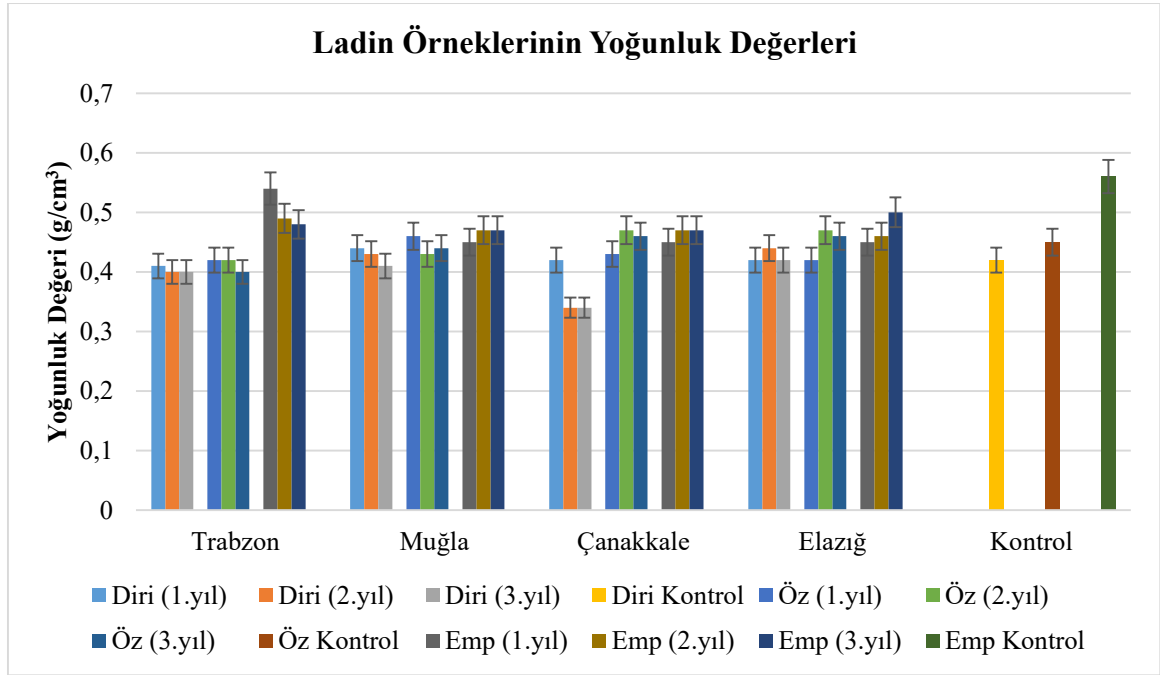
Sarıçam öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,50 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,43 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam test örnekleri kontrol örneklerine oranlandığında test süresi boyunca bir miktar yoğunluk kaybından bahsedilebilir. Sarıçam diri odunu Trabzon'da %9, Muğla'da %19, Çanakkale'de %33, Elazığ'da %7; sarıçam emprenyeli odunu Trabzon'da %21, Muğla'da %20, Çanakkale'de %17, Elazığ'da %6; sarıçam öz odunu Trabzon'da %17, Muğla'da %13, Çanakkale'de %6 oranına yoğunluk kaybına uğramıştır. Elazığ'da herhangi bir kayıp söz konusu değildir. Emprenyeli örneklerdeki yoğunluk kaybı yıkanmadan dolayı ortaya çıkan ağırlık kaybına bağlanabilir. Çünkü emprenyeli odunlarda hacimsel bir azalma

ya da çürüklük söz konusu değildir. Öz odununda, diri oduna göre daha az yoğunluk kaybı görülmesinin sebebi öz odunun ekstraktiflerce zengin doğal dayanıklılığı olabilir. Genel olarak bakıldığında ılıman iklimlerdeki yoğunluk kaybı karasal iklime göre daha fazla bulunmuştur.

4.7.1.2. Ladin

Ladin örneklerinin yoğunluk değerleri Şekil 54’de verilmiştir.



Şekil 54. Ladin örneklerinin yoğunluk değerleri

Ladin diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,44 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,41 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,44 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,35 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Ladin diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,42 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) ve Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,34 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,53 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, diğer iklimlerde $0,45 \text{ g/cm}^3$ yoğunluk değeri görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,49 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,46 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,50 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,47 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) ve karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Ladin öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,46 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,42 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) ve Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

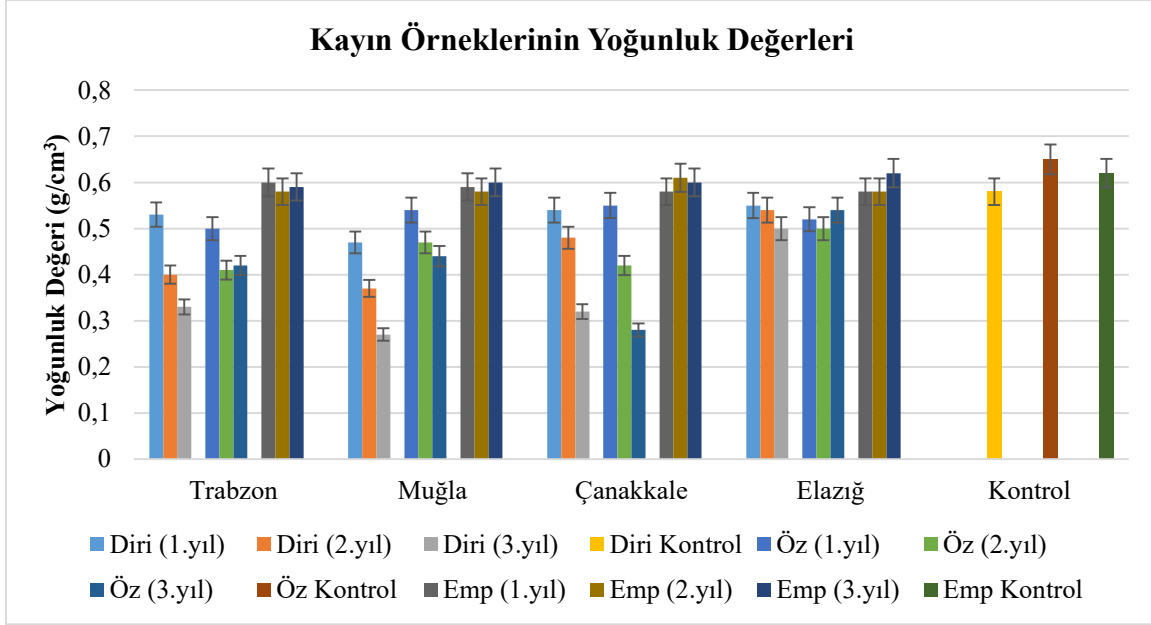
Ladin öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,47 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) ve karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,42 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,46 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) ve karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,40 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin test örnekleri kontrol örneklerine oranlandığında test süresi boyunca bir miktar yoğunluk kaybından bahsedilebilir. Ladin diri odunu Trabzon'da %5, Muğla'da %2, Çanakkale'de %19 oranında bir kayıp söz konusudur. Elazığ'da herhangi bir yoğunluk kaybı yaşanmamıştır. Ladin emprenyeli odunu Trabzon'da %14, Muğla'da %16, Çanakkale'de %16, Elazığ'da %11; ladin öz odunu Trabzon'da %11, Muğla'da %2 oranında kayıp hesaplanmıştır. Ancak Çanakkale'de ve Elazığ'da %2 oranında bir yoğunluk artışı tespit edilmiştir. Bu artışların minimal değerlerde olması odunun heterojen yapısına bağlanabilmekle birlikte kütle-hacim oranındaki farklılıklardan da kaynaklandığı söylenebilir. Emprenyeli örneklerdeki yoğunluk kaybı yıkanmadan dolayı ortaya çıkan ağırlık kaybına bağlanabilir. Çünkü emprenyeli odunlarda hacimsel bir azalma ya da çürüklük söz konusu değildir. Öz odununda, diri oduna göre daha az yoğunluk kaybı görülmesinin sebebi öz odunun ekstraktiflerce zengin doğal dayanıklılığı olabilir. Genel olarak bakıldığında ılıman iklimlerdeki yoğunluk kaybı karasal iklime göre daha fazla bulunmuştur.

4.7.1.3. Kayın

Kayın örneklerinin yoğunluk değerleri Şekil 55'te verilmiştir.



Şekil 55. Kayın örneklerinin yoğunluk değerleri

Kayın diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,55 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,47 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kayın diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,54 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,37 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kayın diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,50 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,27 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Özetle; kayın diri odun örneklerinde her üç yıl için de ve giderek azalan oranlarda en yüksek yoğunluk Elazığ'da en düşük yoğunluk ise Muğla'da tespit edilmiştir.

Kayın empenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,60 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,58 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) ve karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kayın emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,60 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, diğer iklimlerde $0,58 \text{ g/cm}^3$ yoğunluk değeri görülmüştür.

Kayın emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,62 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,59 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kayın öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,55 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,50 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

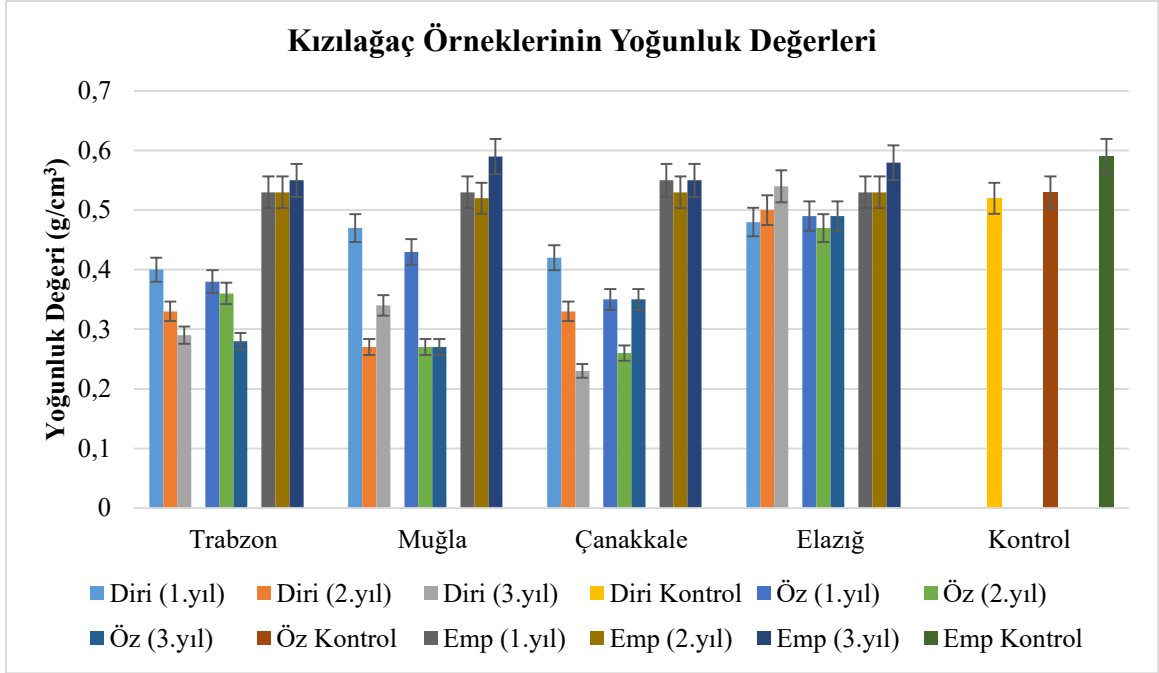
Kayın öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,50 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,41 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kayın öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,54 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,28 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kayın test örnekleri kontrol örneklerine oranlandığında özellikle emprenyesiz test örneklerinde ciddi yoğunluk kayıpları oluşmuştur. Kayın diri odunu Trabzon'da %43, Muğla'da %53, Çanakkale'de %45, Elazığ'da %14; kayın öz odunu Trabzon'da %35, Muğla'da %32, Çanakkale'de %57, Elazığ'da %17; kayın emprenyeli odunu Trabzon'da %5, Muğla'da %3, Çanakkale'de %3 oranında yoğunluk kaybına uğramıştır. Elazığ'da herhangi bir kayıp söz konusu değildir. Emprenyeli örneklerdeki düşük yoğunluk kaybının, kayın odununun emprenye maddesini iyi fikse etmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Gezer, 2003). Öz odunu ile diri odunun birbirine yakın yoğunluk kaybı vermesinin sebebi kayın öz odunun ekstraktiflerce çok zengin olmamasına bağlanabilir (Sivrikaya, 2008).

4.7.1.4. Kızılağaç

Kızılağaç örneklerinin yoğunluk değerleri Şekil 56'da verilmiştir.



Şekil 56. Kızılağaç örneklerinin yoğunluk değerleri

Kızılağaç diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,48 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,40 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,50 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,27 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kızılağaç diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,54 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,23 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,55 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, diğer iklimlerde $0,53 \text{ g/cm}^3$ yoğunluk değeri görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en düşük yoğunluk değeri $0,52 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, diğer iklimlerde $0,53 \text{ g/cm}^3$ yoğunluk değeri görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,59 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,55 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) ve karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,49 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,35 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,47 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,26 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

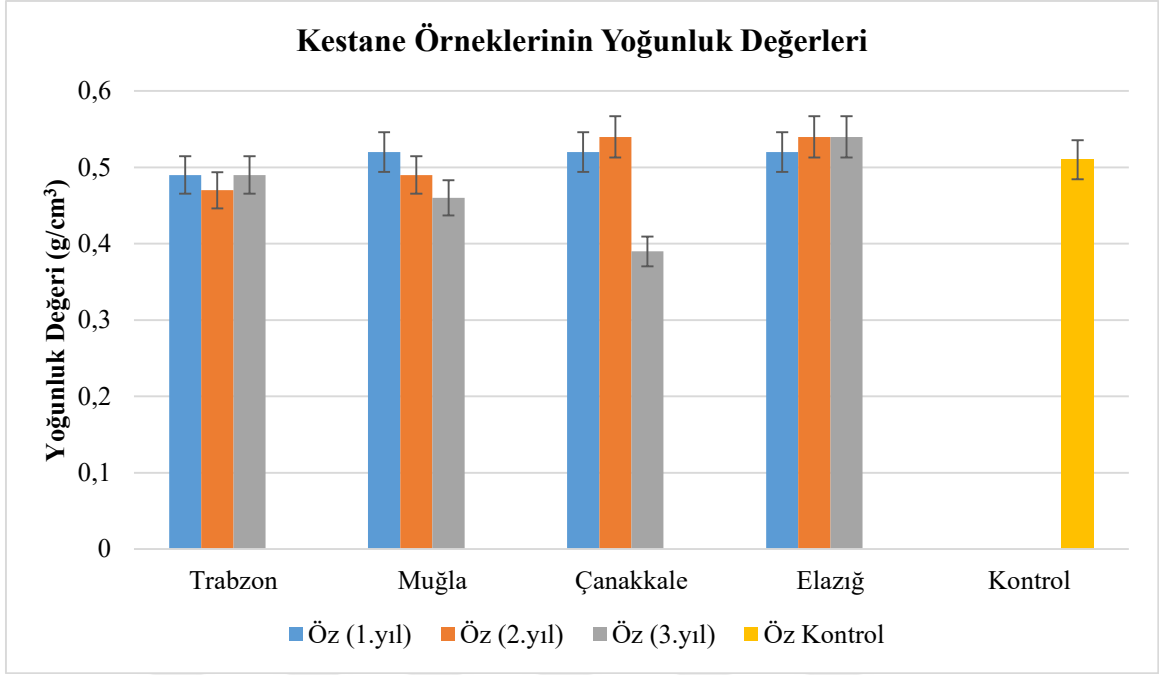
Kızılağaç öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,49 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,27 \text{ g/cm}^3$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Diri odun ve öz odun dayanımları açısından karasal iklim (Elazığ), diğer varyasyonlar arasında en iyi performansı sergilemiştir.

Kızılağaç test örnekleri kontrol örneklerine oranlandığında özellikle emprenyesiz test örneklerinde kayın odunundaki gibi ciddi yoğunluk kayıpları oluşmuştur. Kızılağaç diri odunu Trabzon'da %44, Muğla'da %35, Çanakkale'de %56, oranında yoğunluk kaybına uğrarken Elazığ'da kayıp yaşanmamıştır. Kızılağaç öz odunu Trabzon'da %47, Muğla'da %49, Çanakkale'de %34, Elazığ'da %8; kızılğaç emprenyeli odunu Trabzon'da %7, Elazığ'da %2, Çanakkale'de %7 oranında yoğunluk kaybına uğramıştır. Muğla'da herhangi bir kayıp söz konusu değildir. Emprenyeli örneklerdeki düşük yoğunluk kaybı, kızılğaç odununun kolay emprenye edilerek iyi bir retensiyon sağlayıp bunu bünyesinde tutmasıyla açıklanabilir. Çeşitli maddelerle emprenye edilen kızılğaç, kayın ve sarıçam odunları içerisinde en yüksek retensiyonun kızılğaç odununda sağlandığı belirtilmektedir (Yalınkılıç vd., 1996). Ayrıca öz odunu ile diri odunun birbirine yakın oranlarda yoğunluk kaybı gösterdiği gözlemlenmiştir. Sivrikaya (2008), hızlı büyüme gösteren ağaçlarda karbonhidratlardan yeterli faydalanmanın öz odundaki düşük polifenolle ilişkili olduğunu bildirmiştir. Kızılağaç hızlı büyüyen türler arasında olduğundan öz odundaki düşük dayanım bu sebeplerle açıklanabilir (Saraçoğlu, 1988). Bununla birlikte zaman zaman kızılğaç odununda görülen geç öz odunu oluşumu da düşük öz odunu dayanımının bir açıklaması olabilir (Bozkurt vd., 2000).

4.7.1.5. Kestane

Kestane örneklerinin yoğunluk değerleri Şekil 57'de verilmiştir.



Şekil 57. Kestane örneklerinin yoğunluk değerleri

Kestane öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en düşük yoğunluk değeri $0,49 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, diğer iklimlerde $0,52 \text{ g/cm}^3$ yoğunluk değeri görülmüştür.

Kestane öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,54 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) ve karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,47 \text{ g/cm}^3$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

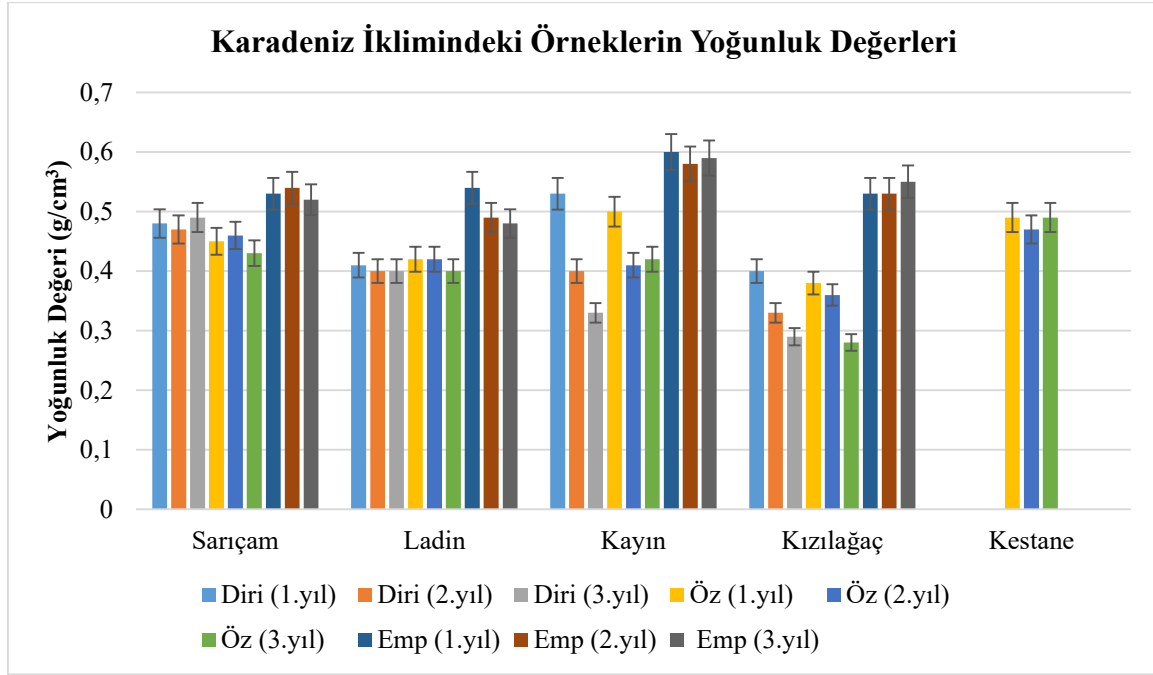
Kestane öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,54 \text{ g/cm}^3$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,39 \text{ g/cm}^3$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kestane öz odunu test örnekleri kontrol örneklerine oranlandığında diğer türlere nazaran daha düşük yoğunluk kayıpları tespit edilmiştir. Kestane öz odunu Trabzon'da %4, Muğla'da %10, Çanakkale'de %24 oranında yoğunluk kaybına uğramıştır. Elazığ'da kayıp olmamıştır. Aksine kontrol örneğine göre %6 oranında artış söz konusudur. Bu artış, odunun heterojen yapısına bağlanabilirken aynı zamanda örneklerin ağaçtan alındığı yere göre de değişebilmektedir. Bektaş vd., (2018) yoğunluktaki değişimleri, sıcaklık, yaz odunu katılım oranı, odunun tekstüründeki yapısal farklılıklar ve lif yapısı gibi nedenlere bağlamaktadır. Çanakkale'de görülen yüksek orandaki yoğunluk kaybı termit zararından dolayı gerçekleşmiştir.

4.7.2. Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Yoğunluk Değerleri

4.7.2.1. Karadeniz İklimi

Karadeniz iklimindeki örneklerin yoğunluk değerleri Şekil 58’de verilmiştir.



Şekil 58. Karadeniz iklimindeki örneklerin yoğunluk değerleri

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,53 \text{ g/cm}^3$ ile kayın diri odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,38 \text{ g/cm}^3$ ile kızılağaç öz odununda hesaplanmıştır.

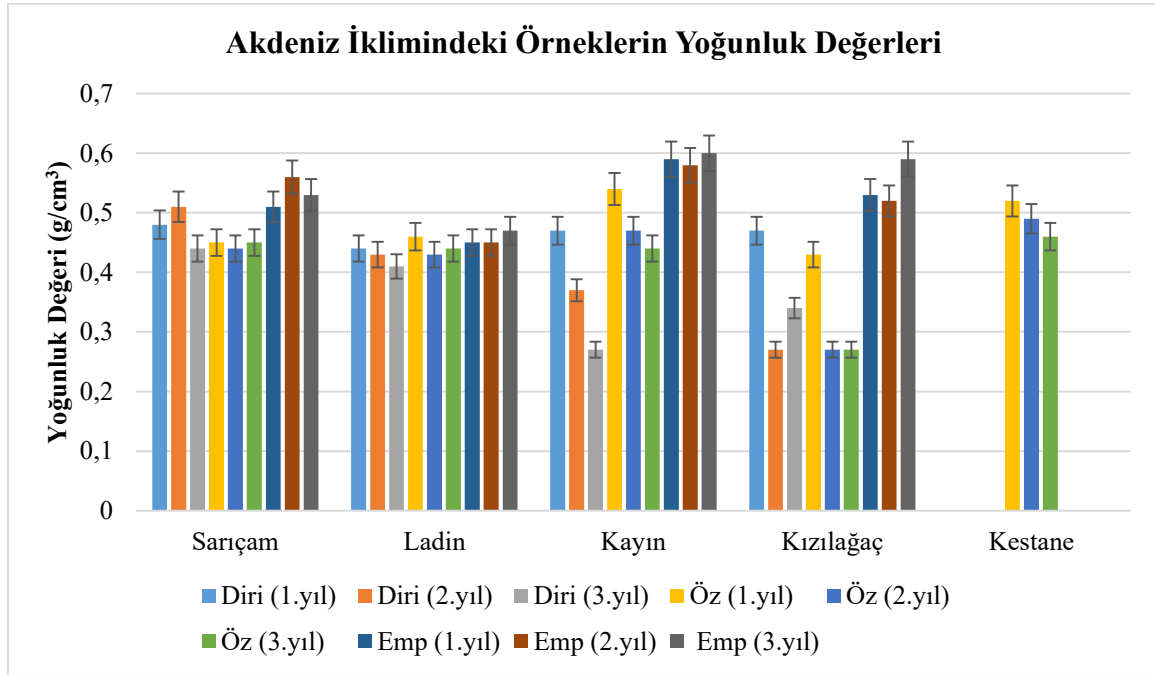
Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,47 \text{ g/cm}^3$ ile sarıçam diri odununda ve kestane öz odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,33 \text{ g/cm}^3$ ile kızılağaç diri odununda hesaplanmıştır.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,49 \text{ g/cm}^3$ ile sarıçam diri odununda ve kestane öz odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,28 \text{ g/cm}^3$ ile kızılağaç öz odununda hesaplanmıştır.

Karadeniz ikliminde, emprenyeli odun örnekleri içerisinde en iyi performansı kayın odunu örnekleri sergilemiştir. Emprenyesiz örneklerde, kestane öz odunu ve sarıçam diri odunu $0,49 \text{ g/cm}^3$ ile en iyi yoğunluk performans gösteren türler arasındadır.

4.7.2.2. Akdeniz İklimi

Akdeniz iklimindeki örneklerin yoğunluk değerleri Şekil 59’da verilmiştir.



Şekil 59. Akdeniz iklimindeki örneklerin yoğunluk değerleri

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,54 \text{ g/cm}^3$ ile kayın öz odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,27 \text{ g/cm}^3$ ile kızılağaç öz odununda hesaplanmıştır.

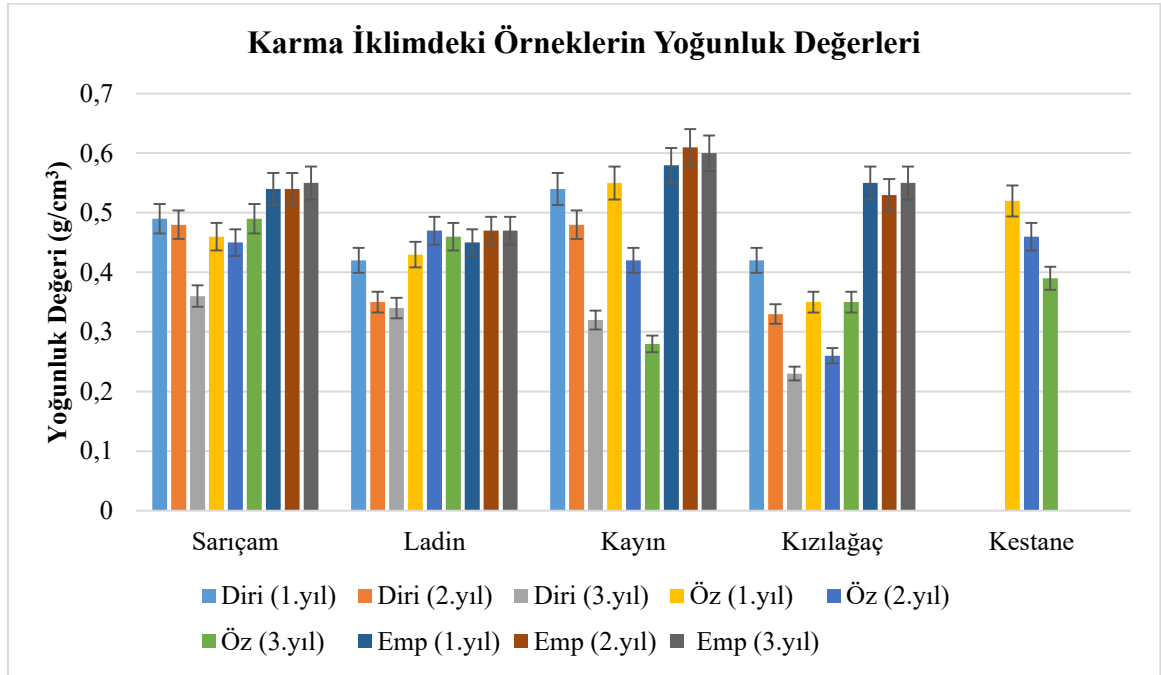
Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,51 \text{ g/cm}^3$ ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,27 \text{ g/cm}^3$ ile kızılağaç öz ve diri odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,46 \text{ g/cm}^3$ ile kestane öz odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,27 \text{ g/cm}^3$ ile kızılağaç öz ve kayın diri odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz ikliminde, emprenyeli odun örnekleri içerisinde en iyi performansı kayın odunu örnekleri sergilemiştir. Emprenyesiz örneklerde, kestane öz odunu, sarıçam öz ve diri odunu, ladin öz odunu ve kayın öz odunu yoğunluk performansı iyi olan türler arasındadır.

4.7.2.3. Karma İklim

Karma iklimdeki örneklerin yoğunluk değerleri Şekil 60'ta verilmiştir.



Şekil 60. Karma iklimdeki örneklerin yoğunluk değerleri

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,55 \text{ g/cm}^3$ ile kayın öz odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,35 \text{ g/cm}^3$ ile kızılağaç öz odununda hesaplanmıştır.

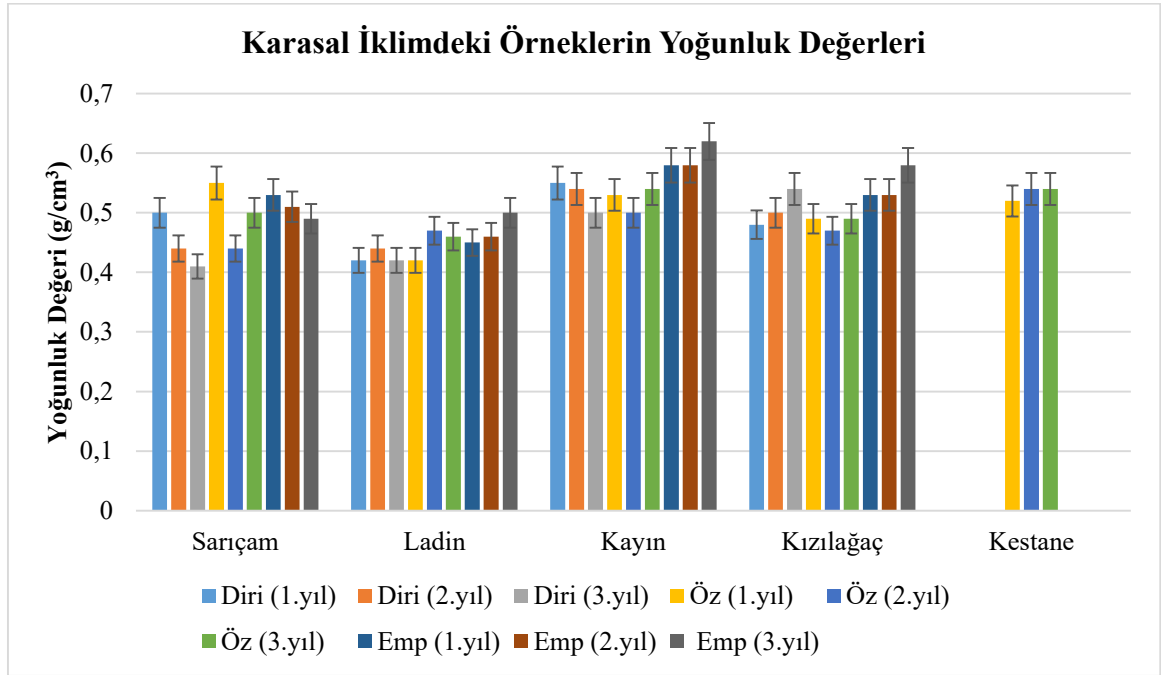
Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,48 \text{ g/cm}^3$ ile kayın diri ve sarıçam diri odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,26 \text{ g/cm}^3$ ile kızılağaç öz odununda hesaplanmıştır.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,49 \text{ g/cm}^3$ ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,23 \text{ g/cm}^3$ ile kızılağaç diri odununda hesaplanmıştır.

Karma iklimde, emprenyeli odun örnekleri içerisinde en iyi performansı kayın odunu örnekleri sergilemiştir. Emprenyesiz örneklerde, sarıçam ve ladin öz odunu iyi yoğunluk performansı göstermiştir.

4.7.2.4. Karasal İklim

Karasal iklimdeki örneklerin yoğunluk değerleri Şekil 61’de verilmiştir.



Şekil 61. Karasal iklimdeki örneklerin yoğunluk değerleri

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,55 \text{ g/cm}^3$ ile kayın diri ve sarıçam öz odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,42 \text{ g/cm}^3$ ile ladin öz ve diri odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,54 \text{ g/cm}^3$ ile kayın diri ve kestane öz odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,43 \text{ g/cm}^3$ ile sarıçam diri odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek yoğunluk değeri $0,54 \text{ g/cm}^3$ ile kayın öz, kestane öz ve kızılğaç diri

odununda görülürken, en düşük yoğunluk değeri $0,41 \text{ g/cm}^3$ ile sarıçam diri odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimde, tüm odun türleri diğer iklimlere göre iyi bir yoğunluk performansı göstermiştir.

4.8. Eğilme Direnci

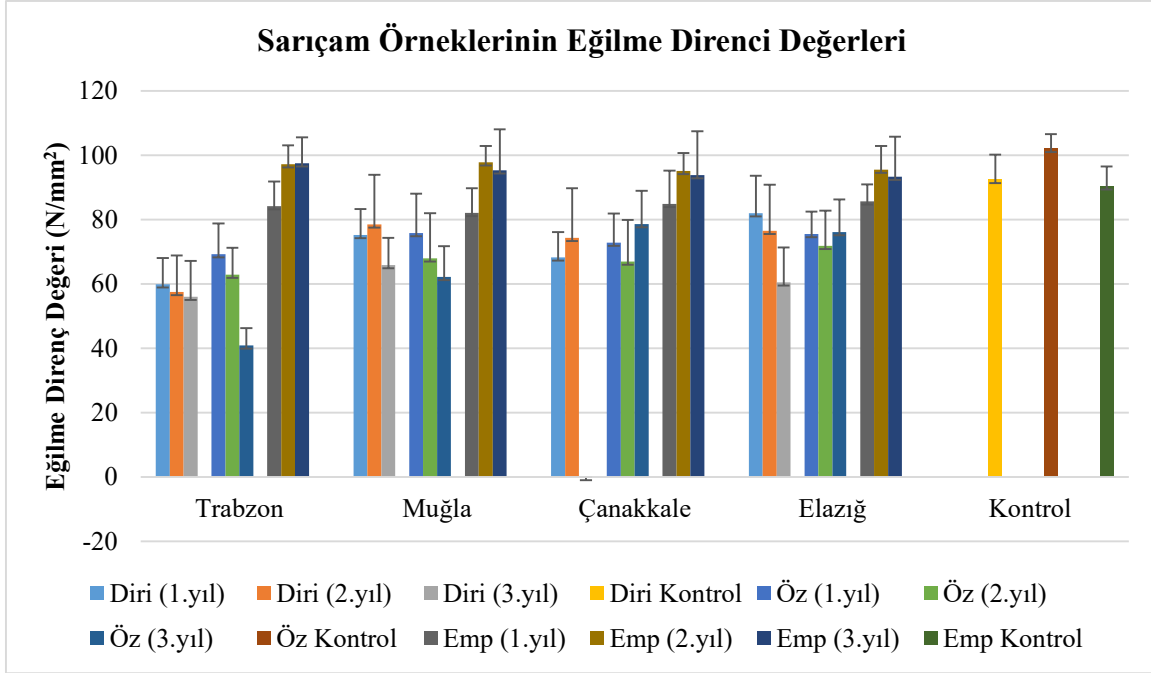
Çalışmada toprakla temas halinde bırakılmış örneklerde, her bir ağaç türünden elde edilen odun örneklerinin farklı iklim tiplerindeki eğilme direnci değeri araştırıldığı gibi aynı zamanda bir iklim tipi içerisindeki tüm ağaç türü odunlarının birbiri arasındaki eğilme direnci (N/mm^2) değerleri de kıyaslanmıştır.

Odun, dış ortamda toprakla temas halinde hizmet ömrü boyunca atmosferik olayların, iklimsel etmenlerin, böcek ve mantar gibi zararlıların konukçusu olarak daima tehdit altındadır. Dolayısıyla odunun emprenye edilerek kullanılması salık verilmektedir (Williams, 1999). Tez çalışması kapsamında yapılan eğilme direnci testleri sonucunda emprenyeli test örneklerinde herhangi bir çürüklük olmadığından dolayı emprenyeli kontrol örneklerine yakın sonuçlar alınmıştır. Hatta emprenyeli test örneklerinin özellikle ikinci ve üçüncü yıllardaki eğilme direnci değerleri emprenyeli kontrol grubu örneklerinin eğilme direncine oranla biraz daha yüksek bulunmuştur. Direnç testlerinden alınan sonuçlar literatürde de vurgusu yapılan emprenye işleminin gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur. Bununla birlikte diri ve öz odun örneklerinde kontrol örneklerine oranla ciddi azalmalar meydana gelmiştir. Belirtilen etmenlerden dolayı lignince fakirleşen odunda selüloz molekülleri tutunamayarak yağmur başta olmak üzere çeşitli etmenlerle odundan uzaklaşmakta ve odunda ciddi ağırlık kayıpları ve direnç zafiyetleri ortaya çıkmaktadır (Rowell vd., 1988; Kırıcı, 2009).

4.8.1. Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Eğilme Direnci Değerleri

4.8.1.1. Sarıçam

Sarıçam örneklerinin eğilme direnci değerleri Şekil 62’de verilmiştir.



Şekil 62. Sarıçam örneklerinin eğilme direnci değerleri

Sarıçam diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 82,00 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 59,95 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 78,54 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 57,53 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 65,86 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Örnekler ciddi şekilde degrade olduğundan eğilme direnci sonucu vermemişlerdir. Ancak onu takiben en düşük ikinci eğilme direnci değeri 56,08 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 85,70 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 82,10 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 97,84 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla), 97,26 N/mm² ile de Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Bu iki grup arasında istatistiksel anlamda fark yoktur. En düşük eğilme direnci değeri 95,54 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ), 95,12 N/mm² ile de

karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Bu iki grup arasında istatistiksel anlamda fark yoktur.

Sarıçam emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 97,53 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 93,41 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. 93,82 N/mm²'lik eğilme direnciyle karma iklim (Çanakkale) Karasal iklimle istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 75,80 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 69,30 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karasal iklim (75,58 N/mm²) ile Akdeniz iklimi (75,80 N/mm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 71,84 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 62,90 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karma iklim (67,00 N/mm²) ile Akdeniz iklimi (68,03 N/mm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 78,67 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 40,88 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

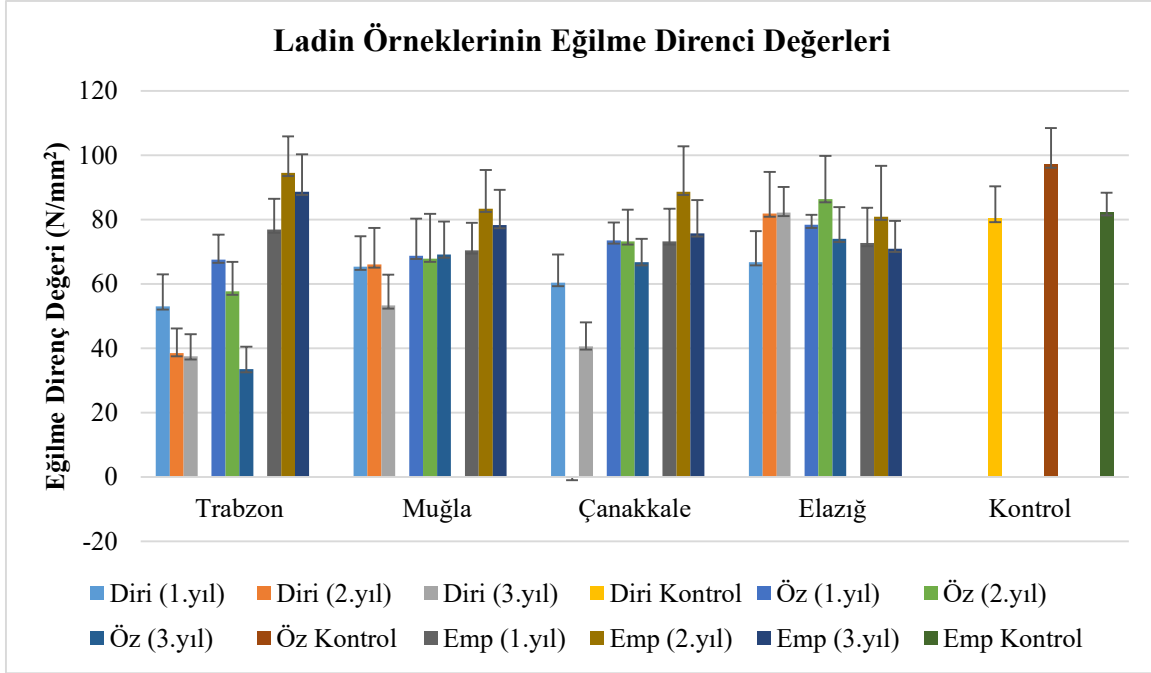
Sarıçam emprenyeli kontrol grubunun eğilme direnci sonuçları tüm deneme alanlarındaki emprenyeli sarıçam test örnekleri ile benzer sonuçlar vermiştir. Sarıçam diri ve öz odunu incelendiğinde tüm deneme alanları içerisinde Trabzon'da oldukça düşük sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuç iklim endeksi değerlerine bağlanabilir. Trabzon'daki yağışın özellikle iğne yapraklı odunlarda yıkanmaya yol açtığı düşünülmektedir. Trabzon ili haricindeki diğer deneme alanlarında yıkanmanın az olmasından dolayı eğilme direnci değerleri daha yüksek bulunduğu tahmin edilmektedir.

3. yılın sonundaki eğilme direnci değerleri kontrol örneklerine oranlandığında diri odunda en az eğilme direnci kaybının %29 ile Akdeniz ikliminde (Muğla), en fazla eğilme direnci kaybının %39 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, öz odunda en az eğilme direnci kaybının %23 ile karma iklimde (Çanakkale), en fazla eğilme direnci kaybının %60 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü anlaşılmıştır. Emprenyeli sarıçam odunlarında ise kontrole oranla çok önemli değişiklikler olmadığı tespit edilmiştir. Çanakkale'de gerçekleşen termit zararı sonucu örneklerin çoğu degrade olduğundan bu deneme alanındaki sarıçam örnekleri dikkate alınmamıştır.

Yapılan bir çalışmada hızlandırılmış toprakla temas testi uygulanarak sarıçam öz ve diri odunlarının eğilme direnci kaybı araştırılmıştır. 2x2x34 cm'lik test örnekleri laboratuvar ortamında toprak dolu bir kutu içerisine yerleştirilerek 4, 5, 7, 9 ve 11 ay süreyle bekletilmiştir. 10 tekrarlı yapılan çalışmada sarıçam diri odunu henüz %10'luk bir ağırlık kaybında iken yaklaşık %50 oranında bir eğilme direnci kaybına uğramıştır. Öz odunda ise ağırlık kaybı %7 civarındayken eğilme direnci kaybı %30 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Çalışmadan elde edilen en önemli sonuçlardan biri yumuşak çürüklük mantarlarından kaynaklanan direnç kaybının, ağırlık kaybından daha önemli olduğudur (Venalainen vd., 2014). Mevcut tez çalışması literatürde verilen çalışmaya göre daha uzun sürmüştür ancak literatürdeki çalışmada toprak sürekli 22,2 °C ve tamamı alttan geçen boru düzeneği ile her dem ıslak bırakıldığından kısa sürede çürüklük oluşmuştur. Mevcut tez çalışması doğal ortamda tüm faktörlerin etkisi altında yapıldığından bir miktar farklılık gösterebilmektedir. Şöyle ki çalışmada Trabzon ilinde özellikle üçüncü yılda öz odunundaki eğilme direnci diri oduna göre daha düşük çıkmıştır. Bunun sebebi 3 yıl boyunca yağmur ve UV gibi etmenlerin etkisiyle öz odundan uzaklaşan ve odunu savunmasız bırakan lignin kaybı olabilir. Lignin oranı arttıkça odundaki direnç artmaktadır (Ali vd., 2011). İğne yapraklı ağaç odunlarında öz odun; diri oduna göre daha fazla ekstraktif madde içermektedir ancak daha az oranda lignin ve selüloz içermektedir (Merev, 2003). Yapılan farklı çalışmalarda, sarıçam, ladin, dişbudak ve iroko odunlarının ısıtma işlemi uygulanmış ve ısıtma işlemi uygulanmamış hallerinin doğal dayanımları araştırılmıştır. Test sonunda doğal yaşlandırma tekniklerinin odunda tüm direnç özelliklerini azalttığı ancak kontrol örneklerindeki direnç özelliklerinin ısıtma işlemli odunlara göre çok daha fazla azaldığı bildirilmiştir (Yıldız vd., 2013; Tomak vd., 2014). Witomski vd., (2016) sarıçam odunlarında meydana gelen esmer çürüklük kaynaklı %7'lik ağırlık kaybının ya da beyaz çürüklük kaynaklı %20'lik ağırlık kaybının karşılığında eğilme direncinde %50 oranında bir azalış bildirmiştir.

4.8.1.2. Ladin

Ladin örneklerinin eğilme direnci değerleri Şekil 63'te verilmiştir.



Şekil 63. Ladin örneklerinin eğilme direnci değerleri

Ladin diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 66,83 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 53,02 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karasal iklim (66,83 N/mm²) ile Akdeniz iklimi (65,41 N/mm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ladin diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 81,89 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma iklime (Çanakkale) ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Çanakkale örneklerinden sonraki en düşük eğilme direnci değeri 38,55 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 82,17 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 37,49 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karadeniz iklimi (37,49 N/mm²) ile karma iklim (40,60 N/mm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ladin emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 76,96 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 70,50 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 94,59 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 80,94 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 88,69 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 70,99 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 78,41 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 67,55 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

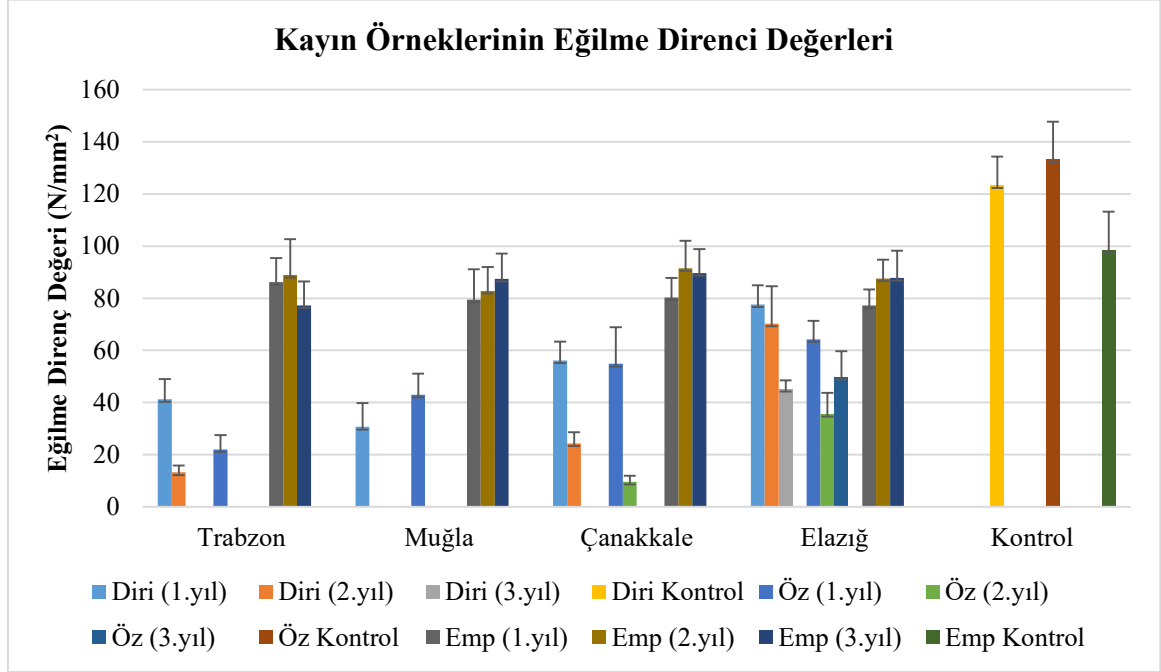
Ladin öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 86,42 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 57,68 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 74,01 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 33,58 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

3. yılın sonundaki eğilme direnci değerleri kontrol örneklerine oranlandığında diri odunda en az eğilme direnci kaybının %2 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla eğilme direnci kaybının %53 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, öz odunda en az eğilme direnci kaybının %24 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla eğilme direnci kaybının %65 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, emprenyeli ladin odunlarında ise kontrole oranla önemli değişiklikler olmadığı kayıt altına alınmıştır. Ladin odun örneklerinde, sarıçam odun örneklerine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak sarıçam odununa ait eğilme direnci değerleri ladin odununa göre bir miktar fazladır. Bu durum sarıçamın ladine göre daha düşük görsel çürüklük derecelendirmesine sahip olmasına ve daha az ağırlık kaybına uğramasına bağlanabilir. Yapılan bir çalışmada, ladin ve sarıçam ağaçlarından elde edilen öz ve diri odunlarının toprakla temas testi sonrasında yapılan eğilme direnci denemelerinde sarıçam odun örnekleri ladine göre daha fazla dayanım göstermiştir. Mantar faaliyeti ladin odununda %65'e kadar eğilme direnci kaybı meydana getirmiştir (Metsä-Kortelainen ve Viitanen, 2010). Mevcut çalışma literatürle kıyaslandığında oldukça tutarlı sonuçların elde edildiği görülmektedir.

4.8.1.3. Kayın

Kayın örneklerinin eğilme direnci değerleri Şekil 64'te verilmiştir.



Şekil 64. Kayın örneklerinin eğilme direnci değerleri

Kayın diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 77,66 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 30,61 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kayın diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 70,21 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz iklimine (Muğla) ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Muğla örneklerinden sonraki en düşük eğilme direnci değeri 13,17 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kayın diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 45,18 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, diğer iklimlere ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır.

Kayın emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 86,15 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük eğilme direnci

değeri 77,30 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Akdeniz iklimi (79,47 N/mm²) ile karma iklim (80,29 N/mm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 91,46 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 82,82 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Akdeniz iklimi (82,82 N/mm²) ile Karasal iklim (87,62 N/mm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 89,70 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 77,29 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Akdeniz iklimi (87,44 N/mm²) ile Karasal iklim (87,80 N/mm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 64,26 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 21,93 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kayın öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 35,58 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz ve Karadeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iki iklimde ait örneklerden sonraki en düşük eğilme direnci değeri 9,58 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kayın öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 49,87 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz, Karadeniz ve karma iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır.

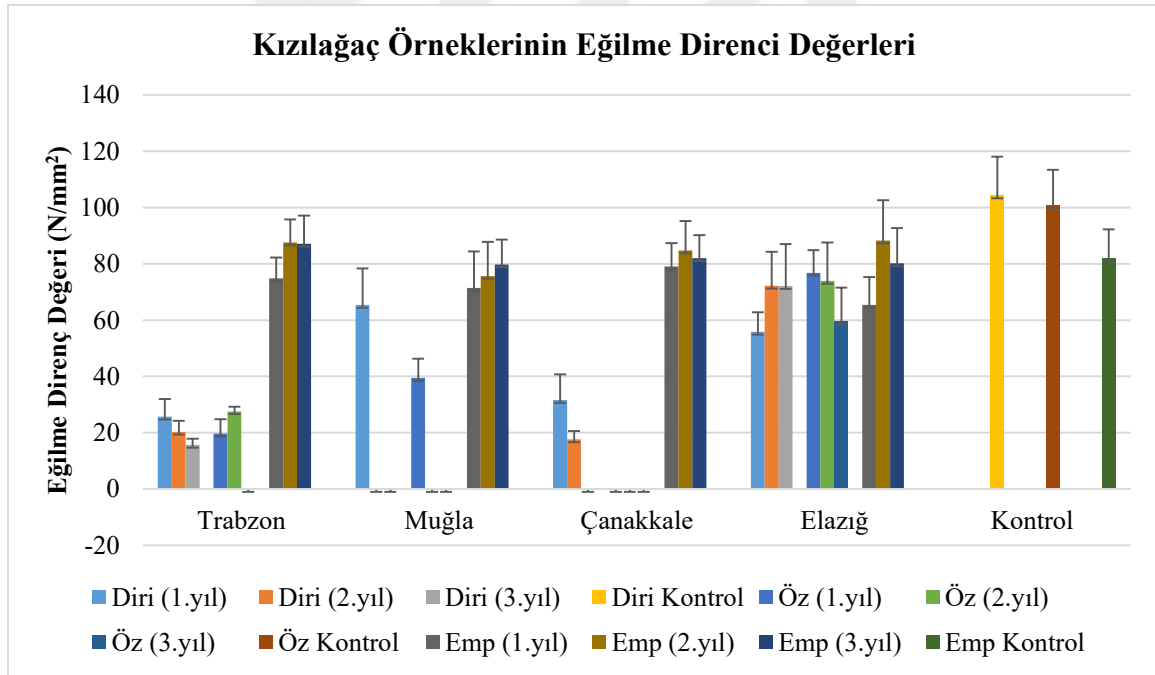
3. yılın sonundaki eğilme direnci değerleri kontrol örneklerine oranlandığında Trabzon, Muğla ve Çanakkale illerindeki kayın diri ve öz odun örneklerinin hepsi çürüdüğünden deney dışı kalmıştır. Elazığ deneme alanındaki kayın diri ve öz odun örneklerindeki eğilme direnci kaybı %63'tür. Emprenyeli kayın odunlarında ise Muğla, Çanakkale ve Elazığ illerinde kontrole oranla önemli değişiklikler olmazken Trabzon'da %21'lik bir eğilme direnci kaybı söz konusudur.

Tez çalışması dahilinde kayın odun örneklerinde gözlenen düşük eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinin; yüksek ağırlık kaybı ve yoğun görsel çürüklük derecelendirmesi gibi verilerle doğru orantılı olduğu söylenebilir. Özellikle kayın ve kızılğaç odunlarında toprakla temasın ileriki yıllarında görülen şiddetli ardaklanma ve beyaz çürüklük oluşumlarının, direnç değerlerine olumsuz bir şekilde yansıdığı düşünülmektedir. %1-2 oranındaki ağırlık kayıpları odunda ciddi derecede direnç kayıpları

oluştururken (Sivrikaya, 2003), mevcut çalışmada %60'lara varan ağırlık kayıplarında böylesine direnç kayıpları görülmesi hatta bazı örneklerin mekanik testlere dahil edilemeyecek boyuta gelmesi beklenen bir durumdur. Genellikle emprenye edilmemiş odunlarda ilk aşamalarda çürüklük yapmayan organizmaların arzi söz konusuken üç aydan sonra kademe kademe çürüklük yapan organizmalar etkin olmaktadır (Sivrikaya, 2003). Yapılan bir çalışmada, referans örneği olarak kullanılan ve dayanıksız sınıfta yer alan kayın odunu 5 yıl süreyle toprakla temas testine bırakılmıştır. 5 yılın sonunda 4,0 görsel çürüklük derecelendirmesiyle derecelendirilen kayın test örneklerinin emprenyesiz bir şekilde toprakla temas halinde 2,9 yıl içerisinde çürüdüğü bildirilmiştir (Flæte vd., 2009).

4.8.1.4. Kızılağaç

Kızılağaç örneklerinin eğilme direnci değerleri Şekil 65'te verilmiştir.



Şekil 65. Kızılağaç örneklerinin eğilme direnci değerleri

Kızılağaç diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 65,44 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 25,73 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $72,20 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz iklimine (Muğla) ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Muğla örneklerinden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $17,57 \text{ N/mm}^2$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Karma iklim ($17,57 \text{ N/mm}^2$) ile Karadeniz iklimi ($20,18 \text{ N/mm}^2$) arasında istatistik olarak fark bulunmamaktadır.

Kızılağaç diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $72,08 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz ve karma iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iki iklime ait örneklerden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $15,69 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $79,05 \text{ N/mm}^2$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri $65,36 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $88,27 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri $75,68 \text{ N/mm}^2$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $87,12 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri $79,79 \text{ N/mm}^2$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Karadeniz iklimi haricindeki tüm iklim tipleri istatistik olarak aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kızılağaç öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $76,83 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma iklime ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $19,67 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

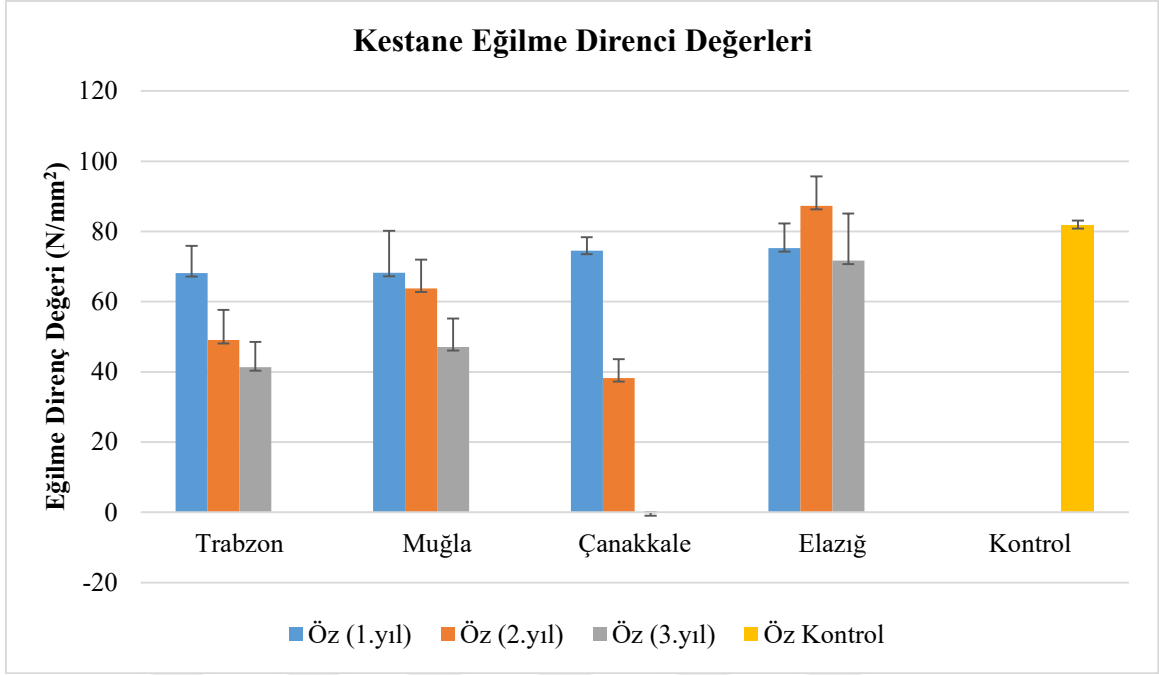
Kızılağaç öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $73,89 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma ve Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iki iklime ait örneklerden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $27,58 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 59,41 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, diğer iklimlere ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır.

3. yılın sonundaki kızağaç eğilme direnci değerleri göz önünde bulundurulduğunda sadece Elazığ deneme alanındaki kızağaç diri ve öz odun örneklerinden bahsedilebilir. Diri odundaki direnç kaybı %31, öz odundaki direnç kaybı %41'dir. Emprenyeli kızağaç odunlarında ise kontrole oranla önemli değişiklikler söz konusu değildir. Kayın ve kızağaç örnekleri toprakla temasta son derece dayanıksız olduklarından eğilme direnci testlerinde olumsuz sonuçlar vermişlerdir. Odun türlerinin doğal dayanımının araştırıldığı bu çalışmada elde edilen direnç değerleri beklenen şekilde ilerlemiştir. Nemeth vd. (2015), 2x2x30 cm³ boyutlarındaki kayın ve kavak odun örneklerini su itici waxlarla emprenye edip 18 ay boyunca toprak temasına maruz bırakmıştır. Test sonunda emprenyesiz kontrol örneklerinin tamamen çürüdüğü; emprenyeli test örneklerinde ise bir miktar direnç azalması gözlemlendiği bildirilmiştir. Hızlı büyüyen iki okaliptüs (*E. saligna* – *C. citriodora*) türüne ait 2x2x31 cm³ boyutlarındaki örneklerin, bir yıl açık alanda toprakla temas halinde bırakılmasından sonra geri toplanan örneklerde eğilme direnci değerleri araştırılmıştır. Test sonunda *E. saligna*'da eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerindeki azalış %50 civarındayken *Corymbia citriodora*'da eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerindeki azalış %34,1 olarak bulunmuştur. Bu kayıp daha az yoğunluğa ve ekstraktif madde varlığına sahip *E. saligna*'da daha fazla olmuştur. Ağırlık kaybı arttıkça tüm direnç özelliklerinde aynı doğrultuda azalış meydana gelmektedir (Mattos vd., 2014).

4.8.1.5. Kestane

Kestane örneklerinin eğilme direnci değerleri Şekil 66'da verilmiştir.



Şekil 66. Kestane örneklerinin eğilme direnci değerleri

Kestane öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 75,28 N/mm² ile karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 68,13 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Tüm iklim tipleri aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kestane öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 87,26 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 38,28 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Karma iklim (38,28 N/mm²) ile Karadeniz iklimi (49,12 N/mm²) arasında istatistik olarak fark yoktur.

Kestane öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 71,73 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma iklime ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük eğilme direnci değeri 41,31 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karadeniz iklimi (41,31 N/mm²) ile Akdeniz iklimi (47,09 N/mm²) arasında istatistik olarak fark yoktur.

Kestane odunu örnekleri ilk yıl çok fazla bir eğilme direnci kaybına uğramazken çalışmanın 2. ve son yılında Trabzon, Muğla ve Çanakkale gibi rutubetli ve ılıman bölgelerde termit, mantar, yıkanma ve iklimsel faktörlerden dolayı bir miktar direnç kaybı olduğu tahmin edilmektedir. Trabzon'da %49 ve Muğla'da %42 oranında bir eğilme

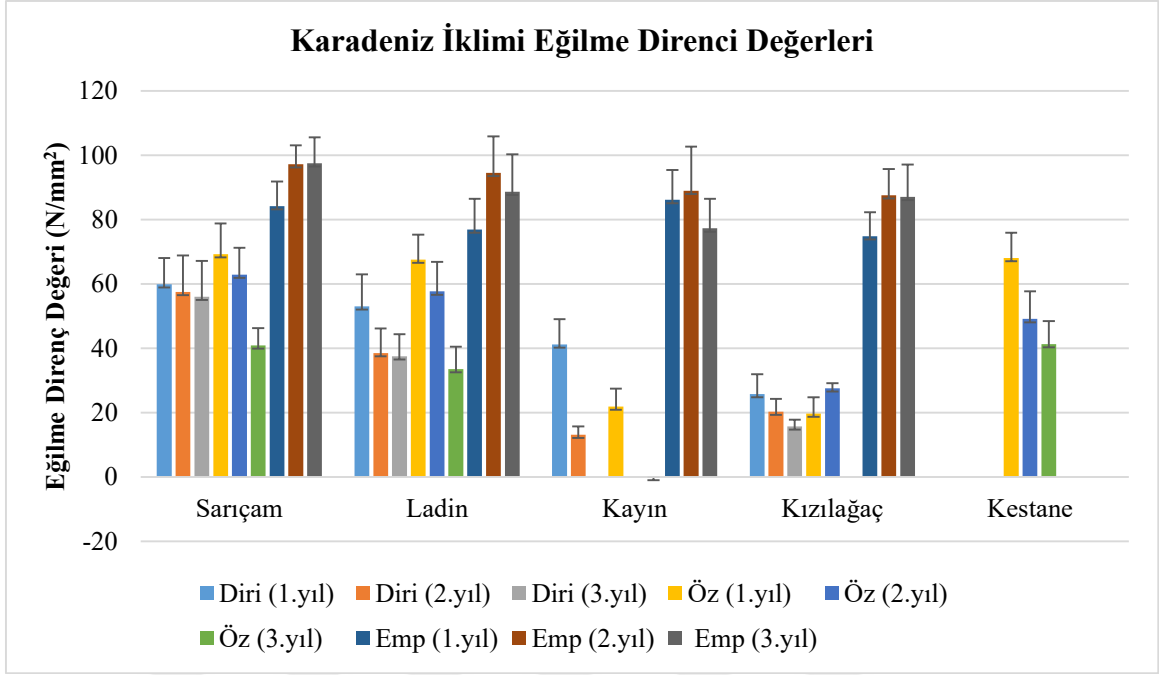
direnci kaybı söz konusuysen Çanakkale’de örneklerin tamamı termitler tarafından degrade edilmiştir. Elazığ örneklerinde ise %12’lik bir kayıp söz konusudur. Oldukça düşük olan iklimsel endeks ve kuru iklim dolayısıyla Elazığ’da diğer illere oranla daha hafif bir direnç kaybı oluşmuştur.

Elazığ’daki öz odunu örneklerinde ilk yıla oranla ikinci yılında meydana gelen eğilme direnci artışı dikkat çekici bulunmuştur. Bu artış ilk yıla oranla %13, kontrole oranla %6 oranındadır. Kerimoğlu (2019), kestane odunun doğal ortamında gerçekleşen yıkanma olayında bir miktar direnç artışı tespit etmiş bu durumu da uzun süren yıkanma koşullarındaki defalarca daralıp genişleme işleminin odunu mekanik anlamda dirençli hale getirdiğini belirtmiştir. Her ne kadar kestane odunu dayanımı ile ön plana çıksa da termitlere karşı düşük performans gösterdiği çalışmalar literatürde yer almaktadır. Ngee vd., (2004), yaptıkları bir çalışmada, Malezya’da doğal dayanımı yüksek 15 adet odun türünden oluşan test örneklerini 30 gün boyunca termit saldırısına bırakmıştır. Çalışma sonunda *Coptotermes curvignathus* termitine karşı en yüksek ağırlık kaybı %13,44 ile Japon kestanesi (*Castanea crenata*) odun örneklerinde görülmüştür.

4.8.2. Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Eğilme Direnci Değerleri

4.8.2.1. Karadeniz İklimi

Karadeniz iklimindeki örneklerin eğilme direnci değerleri Şekil 67’de verilmiştir.



Şekil 67. Karadeniz iklimindeki örneklerin eğilme direnci değerleri

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $69,30 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük eğilme direnci değeri $19,67 \text{ N/mm}^2$ ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır. Kestane ve ladin öz odunu ile sarıçam öz odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır. Öte yandan kayın öz odunu ile kızılğaç öz odunu da istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $62,90 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam öz odununda görülürken, kayın öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Kayın öz odununa ait örneklerden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $13,17 \text{ N/mm}^2$ ile kayın diri odununda hesaplanmıştır.

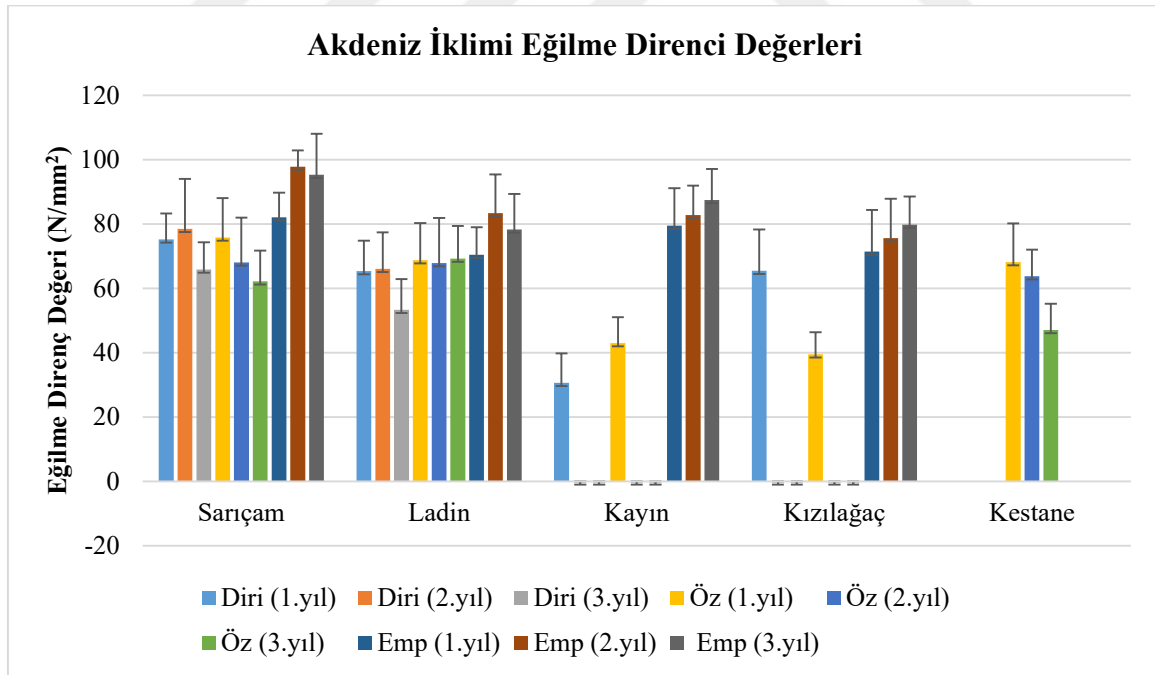
Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $56,08 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam diri odununda görülürken, kayın diri odunu ve kızılğaç öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu test örneklerinden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $15,69 \text{ N/mm}^2$ ile kızılğaç diri odununda hesaplanmıştır.

Sarıçam ve kestane odun türleri içerdikleri koruyucu ekstraktiflerden dolayı her mevsim yağmurlu ve ılıman olan Karadeniz ikliminde diğer ağaç türlerine göre daha iyi bir performans sergilemişlerdir.

Emprenyeli kayın ve kızılğaç odunlarının emprenyeli kontrol örneklerine kıyasla eğilme direncinde çok fazla değişiklik olmadığı görülmektedir. Özellikle dış ortam kullanımlarında dayanıksız olan bu türlerin kullanımında odun koruma yöntemlerinden olan emprenye, modifikasyon, ısıtma işlemi gibi uygulamalarının biri önerilmektedir. Yıldız vd., (2011) 2x2x30 cm³ boyutlarındaki kızılğaç odun örneklerini ısıtma işlemi görmüş ve görmemiş halde Samsun'da Karadeniz iklimine haiz bir deneme alanında toprakla temas halinde bırakmışlardır. Isıtma işlemi görmemiş kontrol örnekleri, ısıtma işlemi görmüş test örneklerine kıyasla %50 daha fazla eğilme direnci kaybetmişlerdir.

4.8.2.2. Akdeniz İklimi

Akdeniz iklimindeki örneklerin eğilme direnci değerleri Şekil 68'de verilmiştir.



Şekil 68. Akdeniz iklimindeki örneklerin eğilme direnci değerleri

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 75,80 N/mm² ile sarıçam öz odununda

görülürken, en düşük eğilme direnci değeri $30,62 \text{ N/mm}^2$ ile kayın diri odununda hesaplanmıştır.

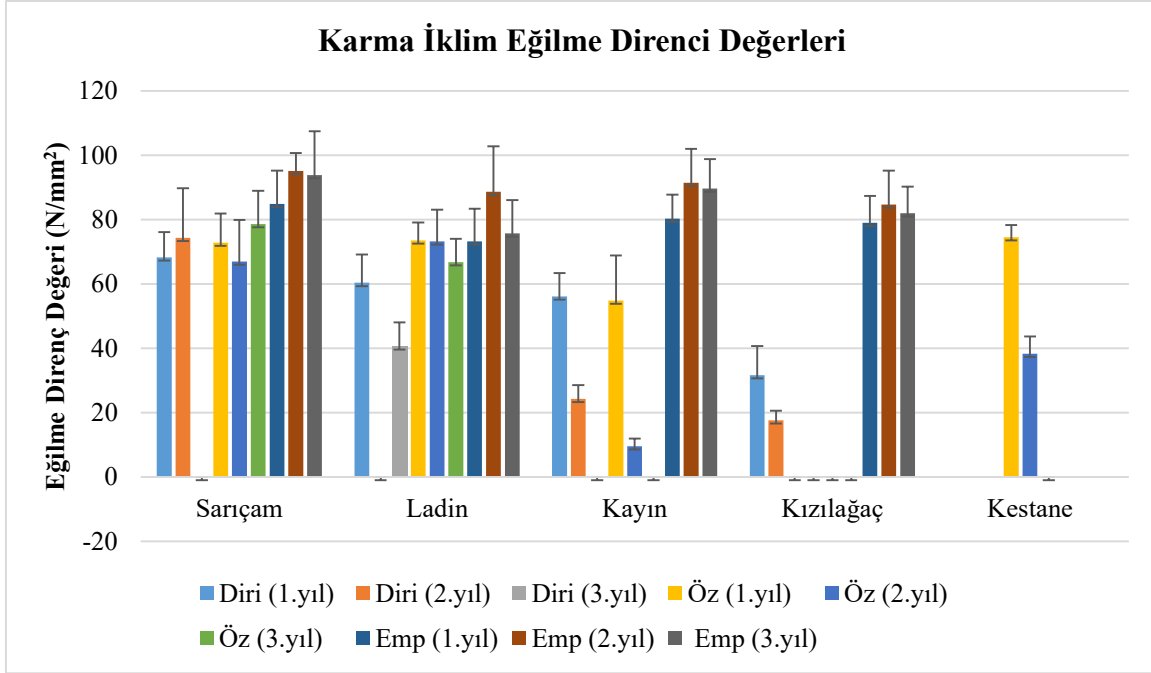
Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $78,54 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam diri odununda görülürken, kayın öz ve diri odunu ile kızılğış öz ve diri odunlarına ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu test örneklerinden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $63,80 \text{ N/mm}^2$ ile kestane öz odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $69,22 \text{ N/mm}^2$ ile ladin öz odununda görülürken, kayın öz ve diri odunu ile kızılğış öz ve diri odunlarına ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu test örneklerinden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $47,09 \text{ N/mm}^2$ ile kestane öz odununda hesaplanmıştır.

Ülke iklimi göz önünde bulundurulduğunda mantar çürüklük için en uygun iklimlerden olan Akdeniz ve karma iklim tiplerinde eğilme direnci anlamında özellikle sarıçam, ladin ve kestane ön plana çıkmaktadır. Ladin odunu örneklerinin bu iklim tiplerinde Karadeniz iklimine oranla daha iyi bir performans sağladığı görülmektedir. Emprenyeli örnekler ise tüm iklim tiplerinde gayet başarılı sonuçlar vermiştir. Bir odun hammaddesinin, doğal dayanıklılığı çok yüksek olsa bile açık alanda toprakla temas halinde uzun yıllar hizmet etmesi gerekiyorsa mutlaka uygun retensiyonda emprenye edilmesi gerekmektedir.

4.8.2.3. Karma İklim

Karma iklimdeki örneklerin eğilme direnci değerleri Şekil 69'da verilmiştir.



Şekil 69. Karma iklimdeki örneklerin eğilme direnci değerleri

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $74,55 \text{ N/mm}^2$ ile kestane öz odununda görülürken, kızılğaç öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu test örneklerinden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $31,64 \text{ N/mm}^2$ ile kızılğaç diri odununda hesaplanmıştır. Ayrıca kestane öz odunu ile ladin öz odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

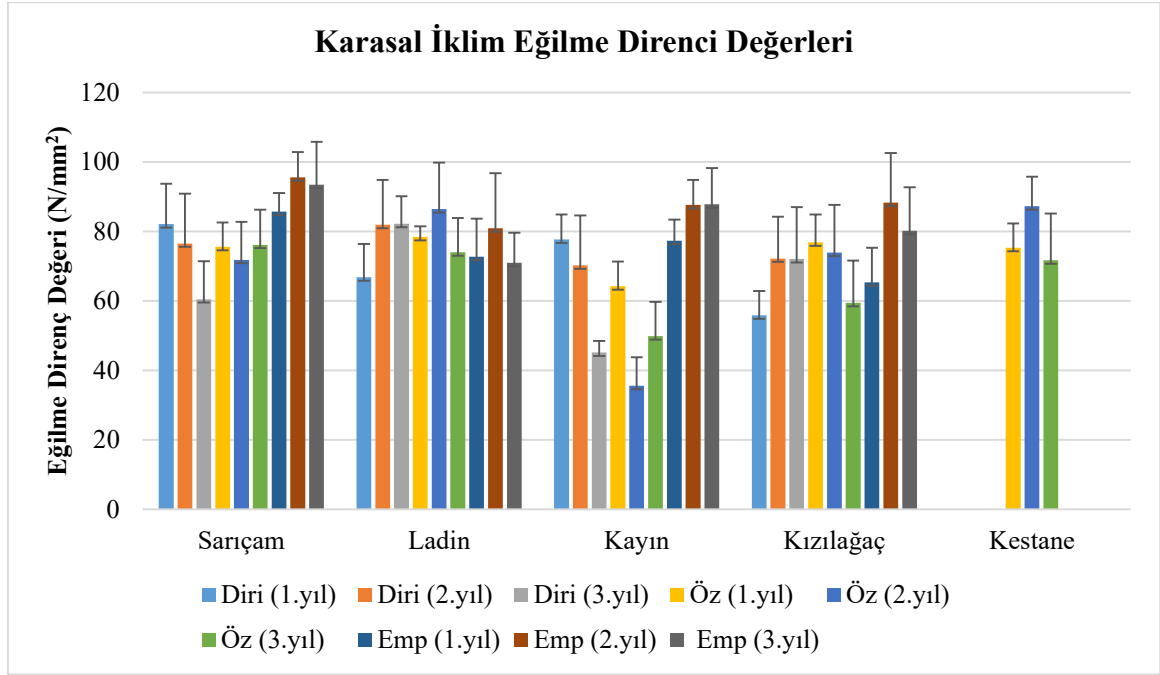
Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $74,37 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam diri odununda görülürken, ladin diri odununa ait örnekler termit degradasyonundan, kızılğaç öz odununa ait test örnekleri ise yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu test örneklerinden sonraki en düşük eğilme direnci değeri $9,59 \text{ N/mm}^2$ ile kayın öz odununda hesaplanmıştır. Ayrıca sarıçam diri odunu ile ladin öz odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri $78,67 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam öz odununda görülürken, sarıçam diri odunu ve kestane öz odununa ait örnekler termit degradasyonundan, kızılğaç öz ve diri odunu ile kayın öz ve diri odununa ait test örnekleri ise yoğun

çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu test örneklerinden sonraki en düşük eğilme direnci değeri 40,59 N/mm² ile ladin diri odununda hesaplanmıştır.

4.8.2.4. Karasal İklim

Karasal iklimdeki örneklerin eğilme direnci değerleri Şekil 70’te verilmiştir.



Şekil 70. Karasal iklimdeki örneklerin eğilme direnci değerleri

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 82,01 N/mm² ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 55,84 N/mm² ile kıızılağaç diri odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 87,26 N/mm² ile kestane öz odununda ve 86,42 N/mm² ile ladin öz odunlarında görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 35,58 N/mm² ile kayın öz odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek eğilme direnci değeri 82,17 N/mm² ile ladin diri odununda

görülürken, en düşük eğilme direnci değeri 45,18 N/mm² ile kayın diri odununda hesaplanmıştır.

Karadeniz, Akdeniz ve karma iklimlerde çok fazla varlık gösteremeyen kayın ve kızılğaç odunları karasal iklimde çok daha iyi performans sergilemişlerdir. Odun türlerinin geneline bakıldığında üç yıl boyunca karasal iklimde, toprak altında kalan örneklerin eğilme direnci değerlerinin oldukça iyi olduğu söylenebilir. Bölgedeki kuru iklimin ve nispeten düşük nem oranının bu sonuçların alınmasında önemli etken olduğu düşünülmektedir. Yunanistan’da yapılan bir çalışmada, 2x2x30 cm³ boyutlarındaki sarıçam (*P. sylvestris*) test örnekleri CCB ile emprenye edilmiş ve toprakla temas edilen kısmına da kreozot uygulaması yapılmıştır. CCB emprenye çözeltisinin konsantrasyonu %2 olup yaklaşık 9 kg/m³’lük bir tutunma sağlanmıştır. CCB dolu hücre yöntemiyle, kreozot ise sıcak soğuk açık kazan yöntemi ile oduna nüfuz ettirilmiştir. 6 tekrarlı yapılan çalışma 18 yıl sürmüştür. 18 yıl sonra kalan emprenye maddesine bakıldığında fazla miktarda yıkanma olmasına karşın çürüklük anlamında oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum toprakla temas testinin yapıldığı bölgedeki kuru iklim koşullarına bağlanmıştır. Çalışmadan elde edilen bir başka öngörü ise bu tür araştırmaların Kuzey Avrupa gibi nemli bölgelerin yanı sıra kuru iklimler için de standart geliştirmeye yönelik daha fazla sayıda çalışmalara ihtiyaç olduğudur. Zira mevcut standartlarda zorunlu kılınan retensiyonlardan çok daha az retensiyonlarda yeterli korumanın sağlanabileceği ifade edilmektedir (Kakaras vd., 2004).

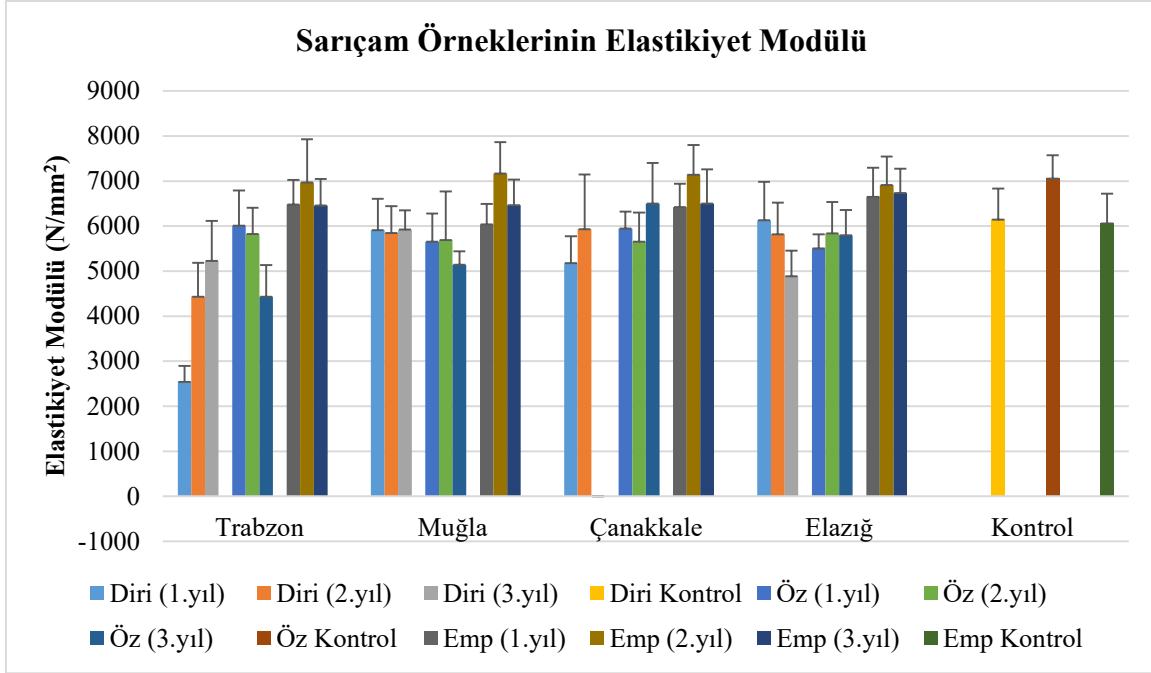
4.9. Elastikiyet Modülü

Çalışmada toprakla temas halinde bırakılmış örneklerde, her bir ağaç türünden elde edilen odun örneklerinin farklı iklim tiplerindeki elastikiyet modülü değeri araştırıldığı gibi aynı zamanda bir iklim tipi içerisindeki tüm ağaç türü odunlarının birbiri arasındaki elastikiyet modülü (N/mm²) değerleri de kıyaslanmıştır.

4.9.1. Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Elastikiyet Modülü Değerleri

4.9.1.1. Sarıçam

Sarıçam örneklerinin elastikiyet modülü değerleri Şekil 71’de verilmiştir.



Şekil 71. Sarıçam örneklerinin elastikiyet modülü değerleri

Sarıçam diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6133,47 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 2543,82 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5931,74 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 4435,10 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5922,90 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, Çanakkale'deki karma iklime ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 4887,13 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6658,28 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 6037,15 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Karadeniz iklimi (6477,32 N/mm²) ve karma iklim (6421,42 N/mm²) elastikiyet modülü bakımından aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Sarıçam emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 7170,96 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük

elastikiyet modülü değeri 6914,27 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Karasal iklim haricindeki diğer iklim tipleri aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Sarıçam emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6736,32 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 6456,56 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karasal iklim haricindeki diğer iklim tipleri aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6013,05 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 5506,97 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5839,50 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 5657,29 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Karasal iklim ile Karadeniz iklimi ayrı bir homojenlik grubunda ve Akdeniz iklimi ile karma iklim ayrı bir homojenlik grubunda yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6499,58 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 4433,32 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Trabzon ve Muğla deneme alanlarındaki sarıçam diri odunlarında beklenenden daha düşük elastikiyet modülü değerleri elde edilmiştir. Öz odunlardaki elastikiyet kabiliyeti daha düşüktür. Aynı odunlardaki ağırlık kayıpları göz önüne alındığında maruziyet süresi ve ağırlık kaybı arttıkça elastiklik modülündeki kaybında artması beklenmektedir. Ancak mevcut çalışmada özellikle sarıçam odununun bazı iklimlerdeki elastikiyet performansı beklenenden farklı olmuştur. Bu durum odundaki yoğunluk farkları, mantar çürüklük dereceleri, kimyasal değişimler ve ölçüm sırasındaki rutubet farklılıkları ile açıklanabilir. Ayrıca örnekler her ne kadar standart gereği (EN 252, 1989) yarıya kadar toprağa gömülseler de erozyon, toprak taşınım, hava koşulları, alanda su birikimi, örneklerin yabancı otlarla kaplanması gibi etkenlerle çürüme tam ortadan olmamakta ve bir takım farklı sonuçlar verebilmektedir (Şekil 72).



Şekil 72. Çürümenin tam ortadan olmaması ve test sonucunun farklı olabilmesi

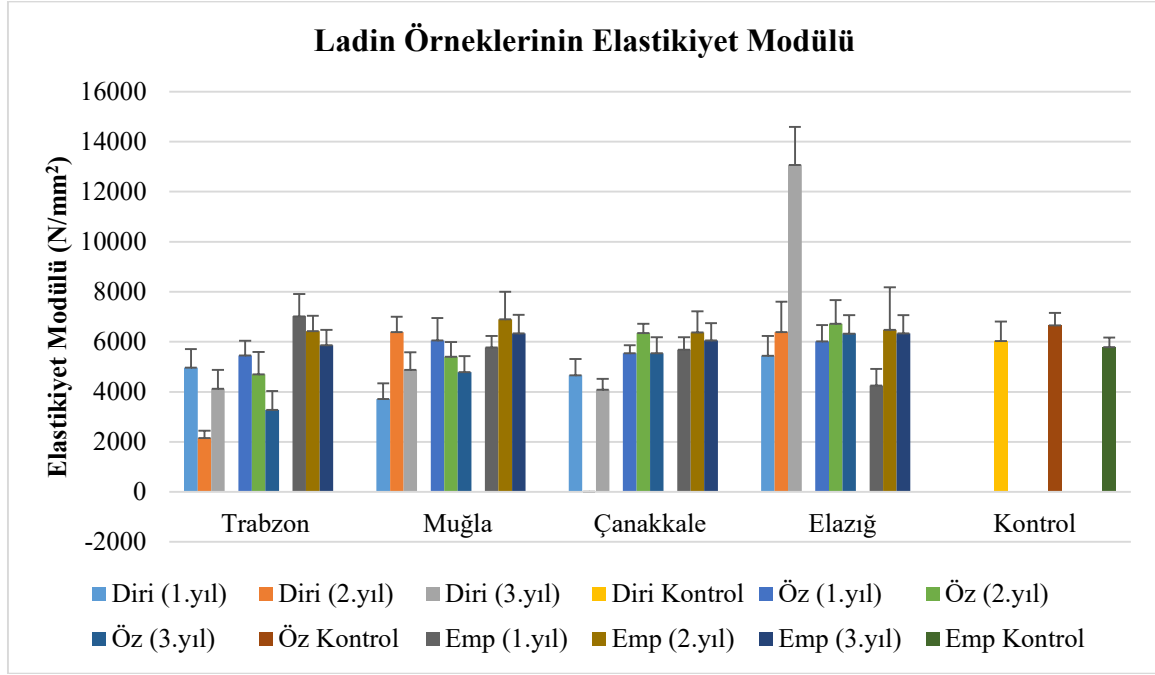
Yapılan bir çalışmada, ısıtılmış kayın odunları 2 ila 12 hafta süresince toprakla temas halinde bırakılmış ve genel kanının aksine ağırlık kaybı ile direnç kaybı arasında zayıf bir korelasyon bulunmuştur. Özellikle bu tip çalışmalarda ahşap malzemenin gösterdiği yüksek heterojen özellik kendini göstermiştir. Yapılan incelemelerde odun rutubet ve direnç özellikleri arasında ilişki bu duruma cevap için yetersiz bulunmuştur. Düzensiz görülen çürüklüklerin birçoğunda direnç ölçümleri yapılamadığından elde edilen sonuçlar mantar kolonizasyonunun odunun yapısına göre farklılık göstermesine bağlanmıştır. (Kleindienst vd., 2017). Bir diğer çalışmada ise 11 haftalık toprakla temas testinde sarıçam diri odununda elastikiyet kaybı kontrole göre %49 oranında azalmaktadır. Bu oran öz odunda %35'dir. Ancak sarıçam diri odununda toprakta 4 ay kalan örneğin elastikiyet modülü değeri (6495 N/mm^2), toprakta 5 ay kalan örnekten (6780 N/mm^2) daha düşük olması gerekirken daha yüksek çıkmıştır (Venäläinen vd., 2014).

3. yıl sonuçlarına göre sarıçam diri odunlarındaki elastikiyet modülü kaybı %4 ila %21, öz odunlardaki elastikiyet kaybı ise %8 ila %37 arasında değişmektedir. Yapılan bir çalışmada, 32 haftalık toprakla temas sonrasında kontrol örneklerine oranla sarıçam diri odununda %64,4, öz odununda %46,8 oranında bir elastikiyet kaybı gözlemlenmiştir (Plaschkies, 2014). Emprenyeli test örneklerinin elastikiyet modülü, emprenyeli kontrol

örneklerinin elastikiyet modülünden daha fazla bulunmuştur. Bu oran %7 ila %11 arasında değişmektedir.

4.9.1.2. Ladin

Ladin örneklerinin elastikiyet modülü değerleri Şekil 73'te verilmiştir.



Şekil 73. Ladin örneklerinin elastikiyet modülü değerleri

Ladin diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5445,50 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 3711,99 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Ladin diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6391,55 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma iklime ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 2154,21 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karasal iklim (6391,55 N/mm²) ile Akdeniz iklimi (6386,35 N/mm²) değerleri istatistiksel manada aynı homojenlik grubu içerisinde yer almaktadır.

Ladin diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında bütün zamanların ve bütün varyasyonların en yüksek elastikiyet modülü değeri 13075,64 N/mm² ile Karasal iklimde

(Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $4088,14 \text{ N/mm}^2$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Karma iklim ($4088,14 \text{ N/mm}^2$) ile Karadeniz iklimi ($4127,79 \text{ N/mm}^2$) değerleri istatistiksel manada aynı homojenlik grubu içerisinde yer almaktadır.

Ladin emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $7021,77 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $4247,31 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6899,76 \text{ N/mm}^2$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $6379,54 \text{ N/mm}^2$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Karadeniz iklimi ($6425,78 \text{ N/mm}^2$) ve Akdeniz iklimi ($6899,76 \text{ N/mm}^2$) elastikiyet modülü bakımından aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Ladin emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6335,97 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $5862,38 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Tüm iklim tipleri elastikiyet modülü bakımından aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Ladin öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6053,16 \text{ N/mm}^2$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $5455,31 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karasal iklim ile Akdeniz iklimi ayrı bir homojenlik grubunda ve Karadeniz iklimi ile karma iklim ayrı bir homojenlik grubunda yer almaktadır.

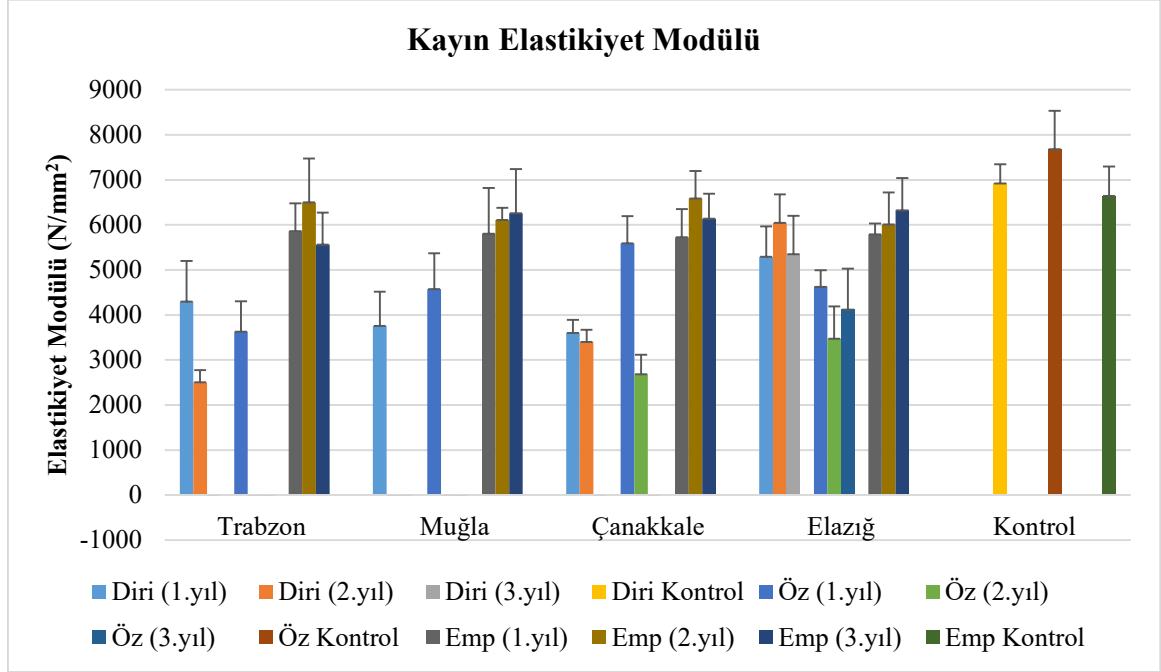
Ladin öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6726,50 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $4692,89 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6330,19 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $3276,30 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

3. yıl sonuçlarına göre ladin diri odunlarındaki elastikiyet modülü kaybı %19 ila %32, öz odunlardaki elastikiyet kaybı ise %5 ila %51 arasında değişmektedir. Yapılan bir toprakla temas testinde, sarıçam ve ladin odunlarında elastikiyet kaybı %22 ila 27 arasında bulunmuştur (Machek, 2001). Emprenyeli test örneklerinin elastikiyet modülü, emprenyeli kontrol örneklerinin elastikiyet modülünden daha fazla bulunmuştur. Bu oran %1 ila %10 arasında değişmektedir.

4.9.1.3. Kayın

Kayın örneklerinin elastikiyet modülü değerleri Şekil 74'te verilmiştir.



Şekil 74. Kayın örneklerinin elastikiyet modülü değerleri

Kayın diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5289,55 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 3603,03 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Karma iklim (3603,03 N/mm²) ile Akdeniz iklimi (3759,10 N/mm²) arasında istatistik olarak fark bulunmamaktadır.

Kayın diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6047,43 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 2505,15 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kayın diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5347,24 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, diğer iklimlere ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır.

Kayın emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $5862,38 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $5728,94 \text{ N/mm}^2$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Karma iklimin haricindeki diğer iklim tipleri elastikiyet modülü bakımından aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6589,18 \text{ N/mm}^2$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $6009,34 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kayın emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6327,23 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $5562,28 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karasal iklim ($6327,23 \text{ N/mm}^2$) ve Akdeniz iklimi ($6259,60 \text{ N/mm}^2$) elastikiyet modülü bakımından aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kayın öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $5588,23 \text{ N/mm}^2$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $3625,81 \text{ N/mm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kayın öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $3472,65 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz ve Karadeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iki iklime ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri $2679,90 \text{ N/mm}^2$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kayın öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $4116,93 \text{ N/mm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Karadeniz, Akdeniz ve karma iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır (Şekil 75).

3. yılın sonundaki elastikiyet modülü değerleri kontrol örneklerine oranlandığında Trabzon, Muğla ve Çanakkale illerindeki kayın diri ve öz odun örneklerinin hepsi çürüdüğünden deney dışı kalmıştır. Elazığ deneme alanındaki kayın diri odunlarının elastikiyet modülü kaybı %23, öz odun örneklerindeki elastikiyet modülü kaybı %46'dır. Emprenyeli kayın odunlarında ise Muğla, Çanakkale ve Elazığ illerinde kontrole oranla önemli değişiklikler olmazken Trabzon'da %16'lık bir elastikiyet modülü kaybı söz konusudur.



Şekil 75. Mevcut çalışmada emprenyesiz kayın diri odun test örnekleri



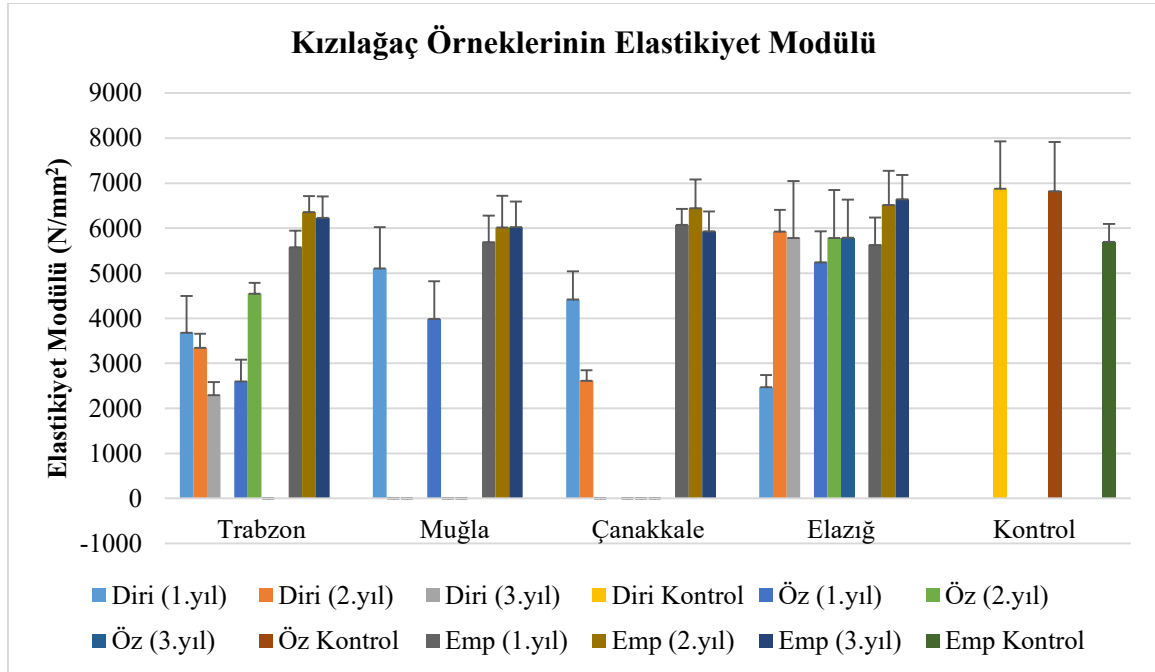
Şekil 76. Yapılan bir çalışmaya ait emprenyesiz kayın diri odun test örnekleri (Zeleniuc vd., 2003)

Machek vd., (2001)'e göre dayanıksız ve az dayanıklı odun türleri, toprakla temas testlerinde en çabuk degrade olan türlerdir. Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen 3 aylık toprakla temas testi sonrası kayın, kızılğaç, karağaç odunlarına ait elastikiyet modülü değerleri kontrole oranla %77 ila %86 azalmıştır. Mevcut tez çalışmasında daha uzun

periyotta kayın ve kızılğaç gibi dayanıksız ağaç odunlarında elastikiyet modülü örneklerin tümünün çürümesinden dolayı hesaplanamamıştır. Bir nevi kayıp %100 oranındadır. Bu durum sarıçam ve ladinde tüm iklim tiplerinde %5 ila %50 arasında değişmektedir. Ali vd. (2011), 18 ay süren toprak temas testi sonrasında kayın ve sarıçamda %50 civarında elastikiyet modülü kaybı hesaplamıştır.

4.9.1.4. Kızılğaç

Kızılğaç örneklerinin elastikiyet modülü değerleri Şekil 77’de verilmiştir.



Şekil 77. Kızılğaç örneklerinin elastikiyet modülü değerleri

Kızılğaç diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5109,65 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 2468,08 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kızılğaç diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5925,97 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 2615,03 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kızılağaç diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5781,72 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz ve karma iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iki iklime ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 2294,69 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6075,59 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 5574,40 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6517,94 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 6017,24 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6640,60 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 5930,91 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5240,27 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma iklime ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 2600,53 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5780,82 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma ve Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iki iklime ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 4545,96 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5792,04 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, diğer iklimlere ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır.

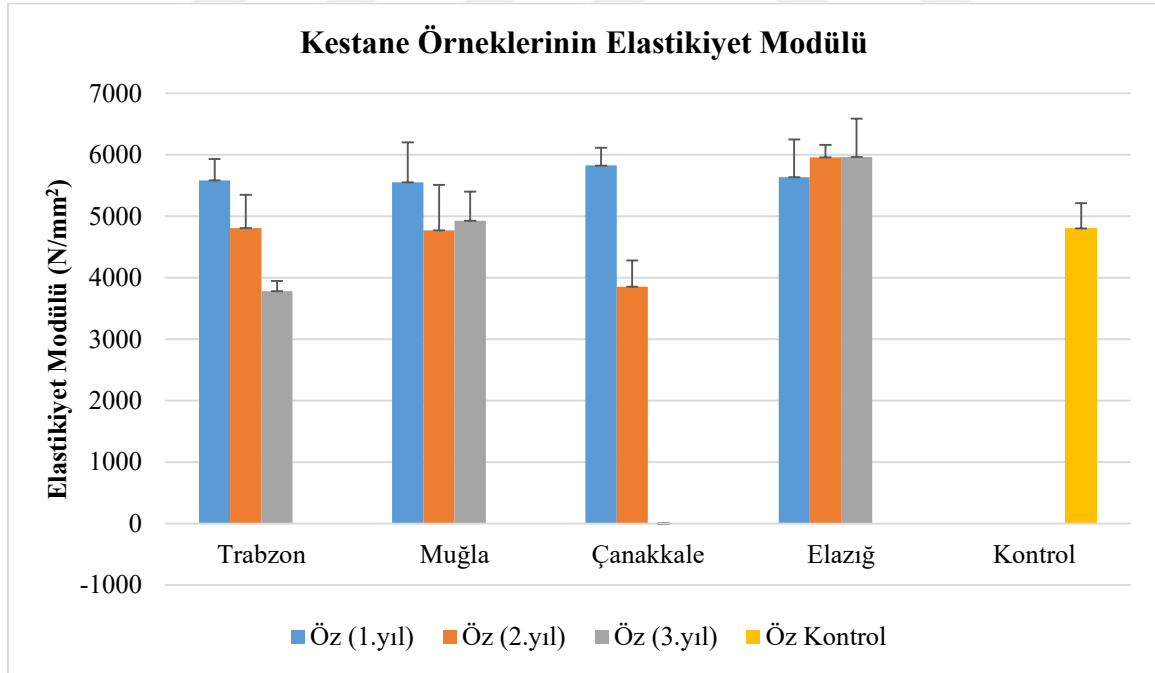
3. yılın sonundaki elastikiyet modülü değerleri kontrol örneklerine oranlandığında Muğla ve Çanakkale illerindeki kızağaç diri odun örneklerinin hepsi çürüdüğünden deney dışı kalmıştır. Trabzon deneme alanındaki kızağaç diri odunlarının elastikiyet modülü kaybı %66 iken bu oran Elazığ'da %16'dır. Trabzon, Muğla ve Çanakkale'deki kızağaç öz odunu örneklerinin hepsi çürüdüğünden deney dışı kalmıştır. Elazığ'da ise %15'lik bir kayıp

söz konusudur. Emprenyeli kayın odunlarında ise %4 ila %16 arasında bir elastikiyet modülü artışı söz konusudur.

Acacia mangium, *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Swietenia macrophylla*, *Tectona grandis*, *Terminalia amazonia*, *Terminalia oblonga* ve *Vochysia guatemalensis* türleri ile yapılan toprak temaslı çüklük testinde 36 ay sonunda en fazla elastikiyet modülü kaybı *Alnus acuminata* türünde gözlenmiştir. Kızılağaç test örnekleri 2,7 kg/m³ retensiyona sahip olup Wolmanit CX-10 ile emprenye edilmiştir. Elastikiyet modülü hem boyuna yönde hem enine kesitte ölçülmüş, süre sonunda emprenyesiz odunların her iki kesitte de tamamı çürümüş ve %100 kayıp vermiştir. Emprenyeli örneklerde ise boyuna yönde %72,9, enine kesitte %81,8 oranında elastikiyet kaybı hesaplanmıştır (Moya ve Berrocal, 2015).

4.9.1.5. Kestane

Kestane örneklerinin elastikiyet modülü değerleri Şekil 78’de verilmiştir.



Şekil 78. Kestane örneklerinin elastikiyet modülü değerleri

Kestane öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5827,21 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük elastikiyet

modülü değeri 5554,75 N/mm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Karasal iklim ile karma iklim ayrı bir homojenlik grubunda ve Karadeniz iklimi ile Akdeniz iklimi ayrı bir homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kestane öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5959,06 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 3855,42 N/mm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Karadeniz iklimi (4806,92 N/mm²) ile Akdeniz iklimi (4772,57 N/mm²) istatistik olarak aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kestane öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5965,89 N/mm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma iklime ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 3781,85 N/mm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Çanakkale’de örnekler termitler tarafından bozundurulduğundan, 3. yılın sonunda bu ile ait kestane öz odunu elastikiyet modülü belirlenememiştir. Tüm yıllara ait sonuçlar göz önüne alındığında kestane öz odununa ait kontrol örneklerinin numune alma sırasında ağacın dayanımı az olan bir yerinden alındığı düşünülmektedir. Yapılan incelemelerde test örneklerinin çoğu kontrole göre daha ilk yıllarda daha iyi sonuçlar vermesi bu anlamda ileri sürülen düşünceyi doğrular niteliktedir.

Bu başlık atında verilen grafiklerin geneline bakıldığında toprakla 1, 2 ve 3 yıl temaslı emprenyeli test örneklerin elastikiyet modüllerinin genel olarak toprakla temas etmeyen (laboratuvar ortamında bekletilen) kontrol grubu örneklerine oranla daha yüksek olması ilgi çekici bulunmuştur. Grafik dikkatle incelendiğinde emprenyeli kontrol örnekleri, emprenyeli test örneklerinden daha düşük bir elastikiyet modülüne sahip olmakla birlikte diri ve öz odun kontrol gruplarından da düşük sonuçlar vermiştir. Toprakla temas halinde olmayan ve laboratuvar ortamında bekletilen emprenyeli kontrol örneklerindeki düşüş emprenye sonrası Ph’nın azalması (asidite) ile açıklanabilir (Özkan, 2018). Asit içerikli emprenye maddeleri karbonhidratların parçalanarak ayrışmasını hızlandırmakta ve zincir yapısını bozarak polimerizasyonun bozulmasına neden olmaktadır (Hafizoğlu, 1982). Yapılan bir çalışmada, jeotermal sularla yapılan emprenye işlemi elastikiyet modülünü %29,06 oranında azaltmıştır. Çalışmada bu azalmanın jeotermal suların pH (asidite) değerlerinin asidik olmasından dolayı olduğu bildirilmektedir. Bilindiği üzere, pH değeri asidik olan çözeltiler mekanik özellikleri olumsuz yönde etkilemekte ve polisakkaritlere negatif etkisi nedeniyle

hidroliz olasılığını güçlendirmektedir (Yıldız vd., 2004). CCB emprenye maddesinde bulunan bakırın odunla yaptığı bağ sonucu enzimlerin aktif bölgelerini değişime uğratması, hücre zarı bileşenlerini oksitlemesi ve işlem sırasında bakırın serbest hidroksil radikalleri oluşturması söz konusu olmaktadır (Gezer vd., 2004). Bu oksitlenme ve serbest hidroksil gruplarının odunun dayanımını etkileyebileceği tahmin edilmektedir. Bunun yanında hemiselülozların asidik koşullarda çok çabuk hidrolize olması (Bech-Andersen, 1987) direnç kaybına sebep olabilir. Emprenye işlemi sonrası odunda oluşan direnç kayıpları emprenye maddelerinin kimyasal yapısı ve odunla olan fiksasyon reaksiyonları ile ilgilidir (Temiz vd., 2004). Barnes (1985) ve Winandy (1995)'e göre asidik krom içeren emprenye maddeleri (pH 1.6-2.5) odun şekerleri ile hidrolize uğrayarak hücre çeperi maddeleriyle etkileşime girmektedir. Fiksasyon olarak bilinen bu işlem sırasında metaller, hücre çeper bileşenlerinin oksidasyonu yoluyla daha az suda çözünen forma indirgenir. Bununla birlikte, emprenye öncesi ve fiksasyon sırasında uygulanan sıcaklık odunda meydana gelen bu hidrolitik reaksiyonları hızlandırarak mekanik özelliklerde değişime neden olmaktadır (Temiz vd., 2004). Odun özellikleri, emprenye retensiyonu, emprenye öncesi ve sonrası uygulanan sıcaklıklar, emprenye maddelerinin kimyasal yapısı ve odunla olan fiksasyon reaksiyonları, emprenye maddelerinin ağaç malzemede meydana getirdiği direnç değişikliklerine sebep olarak gösterilebilmektedir (Temiz vd., 2004).

Toprakla temas halinde bırakılan emprenyeli test örneklerinde oluşan yıkanma pH'ı yükselterek asiditeyi azalmakta, bu durumun da mekanik özellikleri bir miktar arttırdığı tahmin edilmektedir. Emprenyeli test örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki elastikiyet modülü farkı fazla olmamakla birlikte toprakta kalan örneklerin daha fazla elastikiyet göstermesi Pandey vd., (2010)'e göre emprenyeli test örneklerinin toprakla olan reaksiyonu ve UV degradasyonuna maruziyeti, oduna bir miktar elastiklik kazandırabilir. Tez kapsamında yapılan renk değişimi analizine göre UV ışınlarından en az etkilenen emprenyeli odunlar olmuştur. Bir anlamda emprenyeli odunlar daha az UV degradasyonuna uğramış sayılabilmektedir. Lignin, hücrede sekonder çeper yapısına büyük miktarda iştirak eden ve hücre çeperini oluşturan selüloz misellerin arasını doldurduğundan dokuların odunlaşmasında büyük rol oynamaktadır (Merev, 2003). Dolayısıyla emprenyeli test örneklerinin toprakla temas etmesine rağmen elastikiyet özelliklerini kaybetmediği anlaşılabılır.

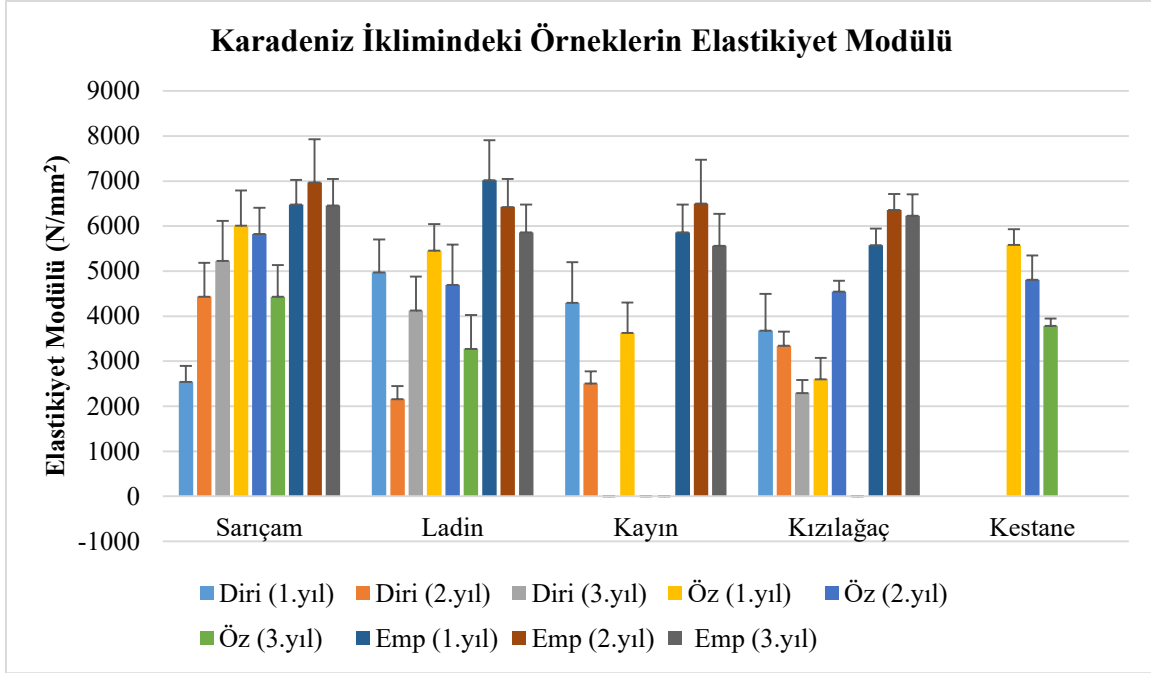
Ayrıca emprenye test örneklerinin tomruktan alındığı yere göre de bir miktar değişim olabilmektedir. Ağaçta yukarı yönde gidildikçe ekstraktif madde yoğunluğu artar ve daha

dayanıklı hammadde elde edilebilir (Sivrikaya, 2008). Ayrıca genetik ve ekolojik özellikler (denizden yükseklik, bakı, arazi eğimi, arazi yüzü şekli, ışık, sıcaklık, hava nemi, yağış, hava hareketleri, rüzgâr, toprak özellikleri, anataş, anamateryal vs.) fiziksel ve mekanik özellikleri etkilemektedir (Topaloğlu vd., 2014). Bircan (2008), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin yetiştirme ortamı ile ilişkisini araştırdığı çalışmada arazinin eğimi arttıkça odunun radyal sertliğinin azaldığını, denizden yükseklik arttıkça odunun hacimsel daralma yüzdesinin arttığını ve toprağın asitliği azaldıkça odunun enine sertlik değerinin arttığını belirlemiştir. Kahveci (2012), toprak özellikleri (toz oranı, kum oranı, FSK ve toprak pH'si) ile Sakallı kızılâğaç odununun yoğunluk ve bazı mekanik özellikleri (eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci) arasında önemli ilişkiler olduğunu, yükselti arttıkça Arhavi yöresinde eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci ve dinamik eğilme (şok) direncinin azaldığını belirlemiştir. Topaloğlu (2013), Sinop yöresinde arazinin denizden yüksekliği, bakısı ve toprak özellikleri ile Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri arasında anlamlı ilişkiler olduğunu tespit etmiştir.

4.9.2. Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Elastikiyet Modülü Değerleri

4.9.2.1. Karadeniz İklimi

Karadeniz iklimindeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri Şekil 79'da verilmiştir.



Şekil 79. Karadeniz iklimindeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6013,05 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $2543,82 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam diri odununda hesaplanmıştır. Kızılağaç öz odunu ile sarıçam diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

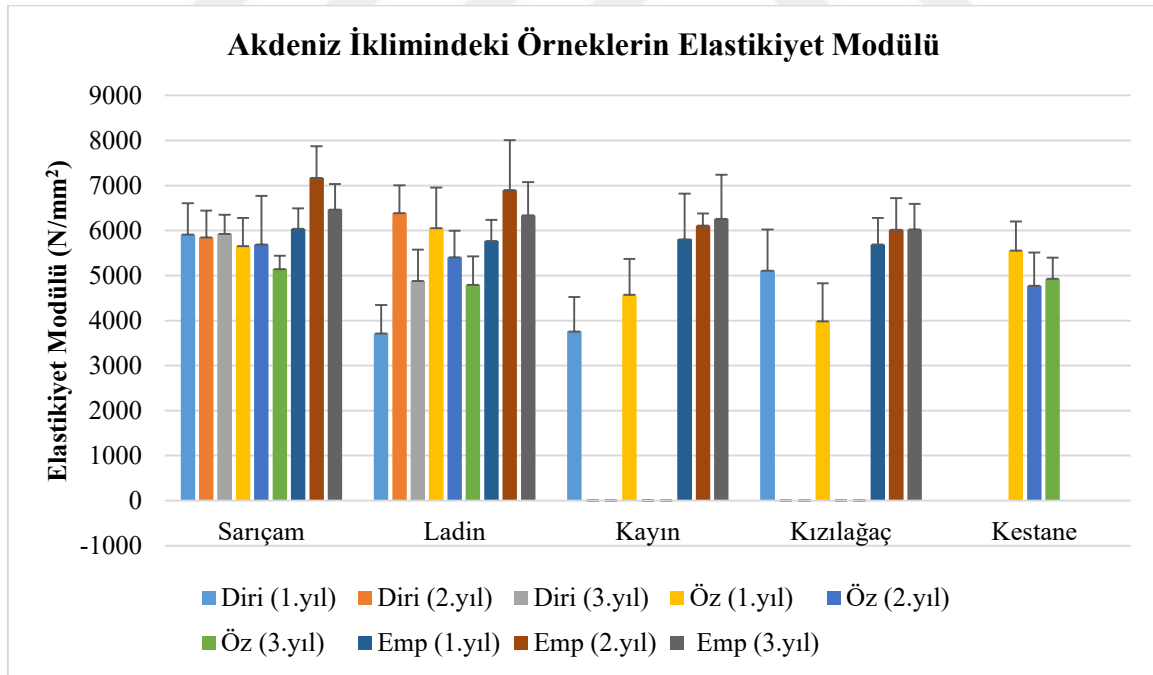
Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $5822,30 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam öz odununda görülürken, kayın öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Kayın öz odununa ait örneklerden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri $2154,24 \text{ N/mm}^2$ ile ladin diri odununda hesaplanmıştır. Kayın diri odunu ile ladin diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $5229,82 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam diri odununda görülürken, kayın diri ve öz odunu ile kızılağaç öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Kayın diri ve öz odunu ile kızılağaç öz odunu örneklerinden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri $2294,69 \text{ N/mm}^2$ ile kızılağaç diri odununda hesaplanmıştır. Kızılağaç diri odunu ile kayın diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Karadeniz iklimiyle özdeşleşen bol yağışlı rejim, emprenyeli test örneklerinin elastikiyet modülü değerlerinde büyük bir değişiklik yapmamıştır. Emprenyeli örneklerin 1. 2. ve 3. yıllar arasındaki %2-10 arasındaki değişimleri retensiyon miktarındaki farklılık ve emprenye ile odunun yapısında oluşan bir takım değişikliklere bağlanabilir. Özellikle dayanıksız sınıfına ait kayın ve kızılğaç ile az dayanıklı sınıfına giren sarıçam ve ladin gibi türlerin (Findlay, 1985) emprenye edildiğinde göstermiş olduğu performans emprenyenin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Ayrıca emprenye işlemiyle düşük dayanım sınıfına ait örnekler, daha üst dayanım sınıfına dahil edilebilmektedir. Yapılan bir çalışmada, Veymut çamı, Kanada tsugası ve balsam göknarının CCA veya bakır bazlı koruyucularla emprenye edildiğinde güney çamına benzer dayanıklılığa sahip olduğu görülmüştür (Lebow vd., 2018).

4.9.2.2. Akdeniz İklimi

Akdeniz iklimindeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri Şekil 80’de verilmiştir.



Şekil 80. Akdeniz iklimindeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6053,16 N/mm² ile ladin öz odununda

görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri 3711,99 N/mm² ile ladin diri odununda hesaplanmıştır. Kayın diri odunu ile ladin diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

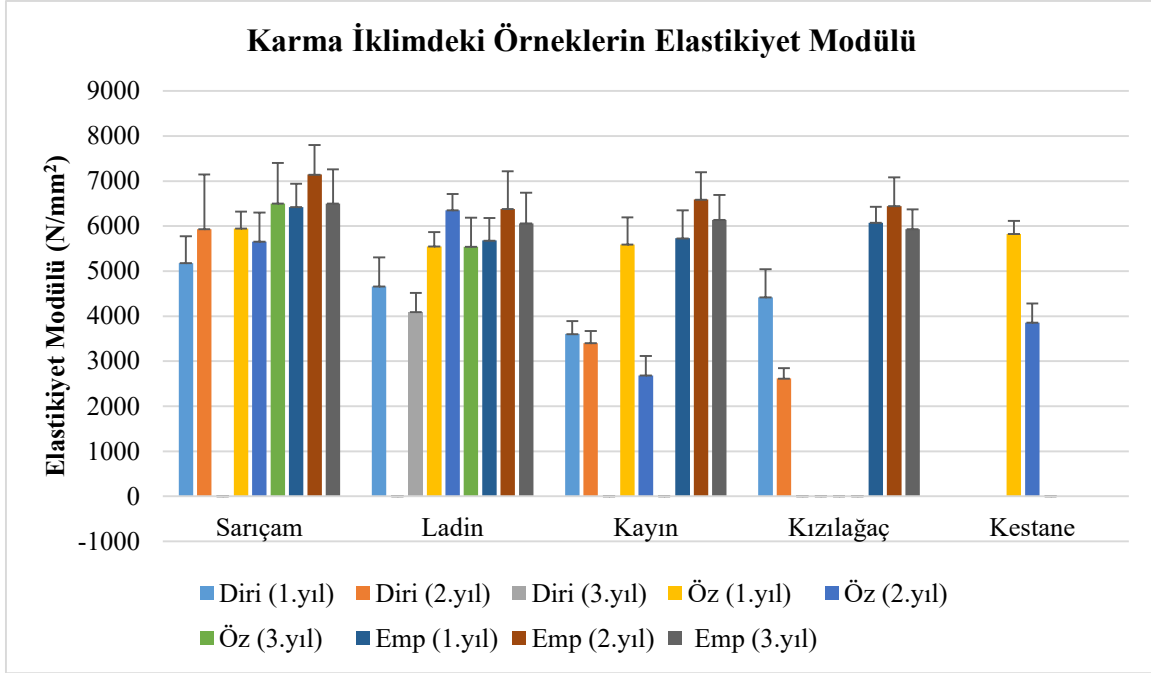
Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 6386,35 N/mm² ile ladin diri odununda görülürken, kayın öz ve diri odunu ile kızılğış öz ve diri odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu odun örneklerinden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 4772,57 N/mm² ile kestane öz odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri 5922,90 N/mm² ile sarıçam diri odununda görülürken, kayın öz ve diri odunu ile kızılğış öz ve diri odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu odun örneklerinden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri 4790,90 N/mm² ile ladin öz odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz iklimi, yağış ve sıcaklık değerleri dikkate alındığında özellikle mantar çürüklüğüne son derece müsait bir iklim olduğu bilinmektedir (Saitta vd., 2011). Bu tip iklimsel şartlarda odun emprenye edilip kullanıldığında uzun yıllar hizmet ömrü elde edilebilir. Şekil X'deki emprenyeli test örnekleri, diri ve öz odunlara göre daha iyi bir elastikiyet modülü performansı göstermiştir. Yapılan bir çalışmada, *Pinus palustris* türleri iki farklı emprenye maddesiyle emprenye edilip çürüklük riski yüksek olan tehlike sınıfında bekletilmiştir. 25 yıl sonunda çürüklük mantarlarına ve termitlere karşı oldukça başarılı sonuçlar alınmıştır (Nicholas, 2018). Bir diğer çalışmada, emprenyeli ve emprenyesiz sarıçam test odunları toprakla temas halinde çürüklük testine maruz bırakılmıştır. Emprenyeli sarıçam örneklerinde bozunma görülmezken emprenyesiz örnekler kısa sürede degrade olmuştur. Ayrıca çalışmada öne çıkan diğer bir sonuç ise deneme alanlarındaki sıcaklık düşükçe bozunma hızının yavaşlamasıdır (Alfredsen vd., 2017).

4.9.2.3. Karma İklim

Karma iklimdeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri Şekil 81'de verilmiştir.



Şekil 81. Karma iklimdeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $5945,95 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam öz odununda görülürken, kızılğaç öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Kızılğaç öz odunu örneklerinden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri $3603,03 \text{ N/mm}^2$ ile kayın diri odununda hesaplanmıştır.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6348,82 \text{ N/mm}^2$ ile ladin öz odununda görülürken, kızılğaç öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı, ladin diri odun örnekleri ise termit zararından dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Kızılğaç öz odunu ve ladin diri odun örneklerinden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri $2615,03 \text{ N/mm}^2$ ile kızılğaç diri odununda hesaplanmıştır. Kayın öz odunu ile kızılğaç öz odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

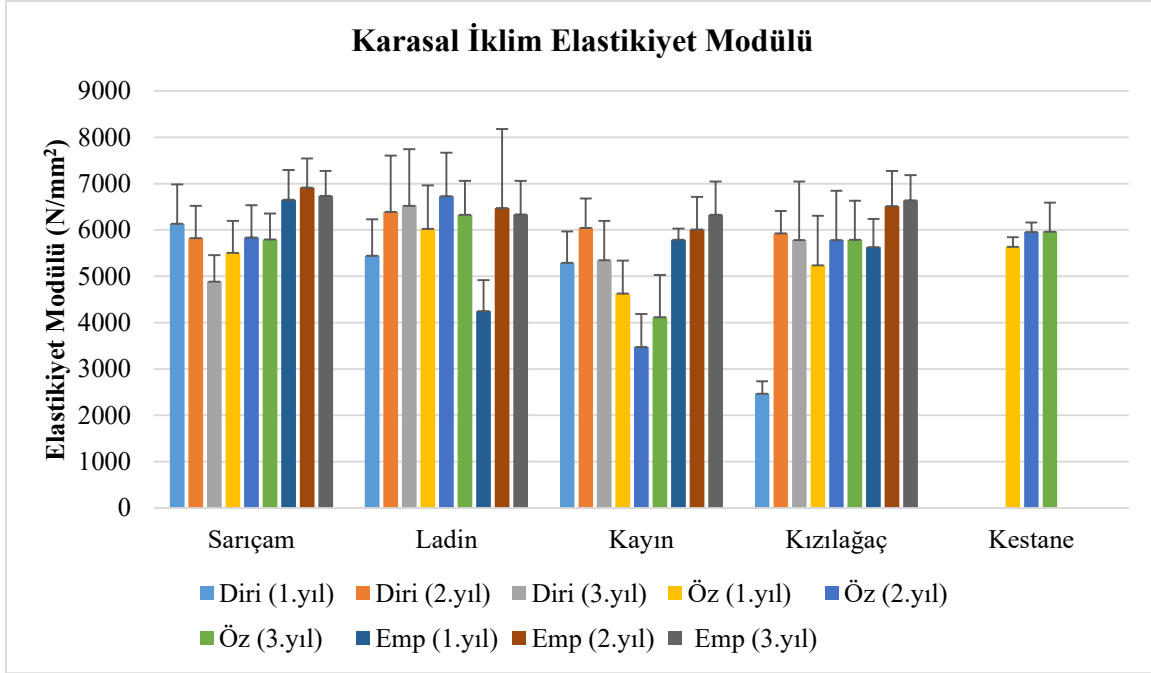
Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6499,58 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam öz odununda görülürken, kayın öz ve diri odunu ile kızılğaç öz ve diri odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı, sarıçam diri ve kestane öz odun örnekleri ise termit zararından dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu odun örneklerinden sonraki en düşük elastikiyet modülü değeri $4088,14 \text{ N/mm}^2$ ile ladin diri odununda hesaplanmıştır.

Toprakla temas halinde oldukça dayanıksız olan kayın ve kızılğacın düşük dayanım göstermesi beklenen bir sonuç olurken Çanakkale deneme alanında sarıçam, ladin ve kestane odunlarına arız olan termit saldırısı tez kapsamında beklenmeyen bir sonuç olmuştur. Ancak dikkat çeken diğer bir nokta bu saldırıların sarıçam ve ladin diri odunlarında olması; bu odun türlerinin öz odunlarına hiçbir temasta bulunmaması olmuştur. Tanen bakımından zengin olan kestane öz odununun ilk yıllarında herhangi bir saldırı olmazken arazide kalma süresiyle birlikte yıkıldığı düşünülen tanenin son yılda kestane odununu saldırıya açık hale getirdiği düşünülmektedir. Sarıçam ve ladin öz odunlarında olası yıkanmadan geriye kalan odun yapısının termit odununa mukavemet ettiği kanaatine varılıştır. Fengel ve Wegener (1984) ve Panshin ve de Zeeuw (1980), öz odunlardan elde edilen bir takım ekstraktların, termitlere karşı mücadelede önemli bir etkiye sahip olabileceğini bildirmektedir (França vd., 2016). Bir başka çalışmada; Kadir (2017), öz odunun elde ettiği ekstraktları termitler üzerinde denemiş ve *Coptotermes gestroi* ve *Coptotermes curvignathus* türlerinde oldukça başarılı sonuçlar elde etmiştir.

Emprenyeli test örneklerinde ise hiçbir mantar ve termit saldırısı emaresi bulunmamaktadır. Hadi vd., (2015) Jabon (*Anthocephalus cadamba*) ahşap numunelerine yaptıkları kimyasal muamele sonrası test numunelerindeki termit zararını tespit etmişlerdir. Termitlere olan direnç, emprenyeli örneklerde emprenyesiz örneklere göre çok daha fazla olmuştur. Bir başka çalışmada, sarıçam test örnekleri emprenye edilip gümüş nano parçacıkları içeren soya yağı ile emprenye edilip esmer çürüklük mantarı olan *Coniophora puteana*'ya ve tahrip edici böceklere (*Hylotrupes bajulus*) karşı test edilmiştir. Sonuçlar irdelendiğinde emprenyeli örneklerin esmer çürüklük mantarına ve tahrip edici böceklere direnci artırdığı gözlemlenmiştir (Can vd., 2019).

4.9.2.4. Karasal İklim

Karasal iklimdeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri Şekil 82'de verilmiştir.



Şekil 82. Karasal iklimdeki örneklerin elastikiyet modülü değerleri

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6133,47 \text{ N/mm}^2$ ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $2468,08 \text{ N/mm}^2$ ile kızılğaç diri odununda hesaplanmıştır. Ladin öz odunu ile sarıçam diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6726,50 \text{ N/mm}^2$ ile ladin öz odununda görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $3472,65 \text{ N/mm}^2$ ile kayın öz odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek elastikiyet modülü değeri $6525,30 \text{ N/mm}^2$ ile ladin diri odununda görülürken, en düşük elastikiyet modülü değeri $4116,93 \text{ N/mm}^2$ ile kayın öz odununda hesaplanmıştır.

Çalışma elastikiyet modülü değerleri açısından irdelendiğinde Trabzon'da sarıçam ve kestane odunu, Muğla'da sarıçam, ladin ve kestane odunu, Çanakkale'de sarıçam ve ladin öz odunları, Elazığ'da tüm odun türleri ön plana çıkmaktadır. Emprenyeli örneklerin tümünde kontrole yakın elastikiyet modülü değerleri elde edilmiştir. Zaman zaman kontrol odunundan fazla çıkan değerler de mevcuttur. Bu durum kontrol örnekleri ile test

örneklerinin yoğunluk, retensiyon farkından olabileceği gibi deney anındaki rutubet değerleri, universal cihazının o anki kalibrasyonu ile örneklerin ağaçtan alındığı kısım ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Afrika’da yapılan bir çalışmada *Borassus Aethipoum* palmyelerinden elde edilen 25x50x500 mm boyutlarındaki test örnekleri, yarı boylarına kadar toprağa çakılıp toprakla temas halinde termit zararına maruz bırakılmışlardır. Örnek alınırken gövdenin dip, orta ve üst kısmından örnekler alınmıştır. Her iki türde de gövdenin toprağa yakın kısmına doğru gidildikçe ağırlık kaybı oranı artmıştır (Acheampong vd., 2019). Bununla birlikte, tüm iklim tiplerinde bazı odunlarda tespit edilen II. tip beyaz çürüklük mantarının oduna bir miktar elastikiyet verdiğinden bu durumun elastikiyet modülü sonuçlarına etki etmiş olabileceği düşünülmektedir (Yıldız, 2000).

4.10. Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri

Liflere paralel basınç direnci (LPBD) örnekleri aynı zamanda eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyinde kullanılan deney örnekleridir. Materyal Yöntem kısmında da anlatıldığı gibi LPBD örnekleri, eğilme ve elastikiyet modülü örneklerinin toprak üzerinde kalan kısımdan 3 cm ve toprak altında kalan kısımdan 3 cm kesilerek elde edilmiştir. Tez kapsamında toprak altı ve toprak üstü olmak üzere iki farklı LPBD ölçülmüştür.

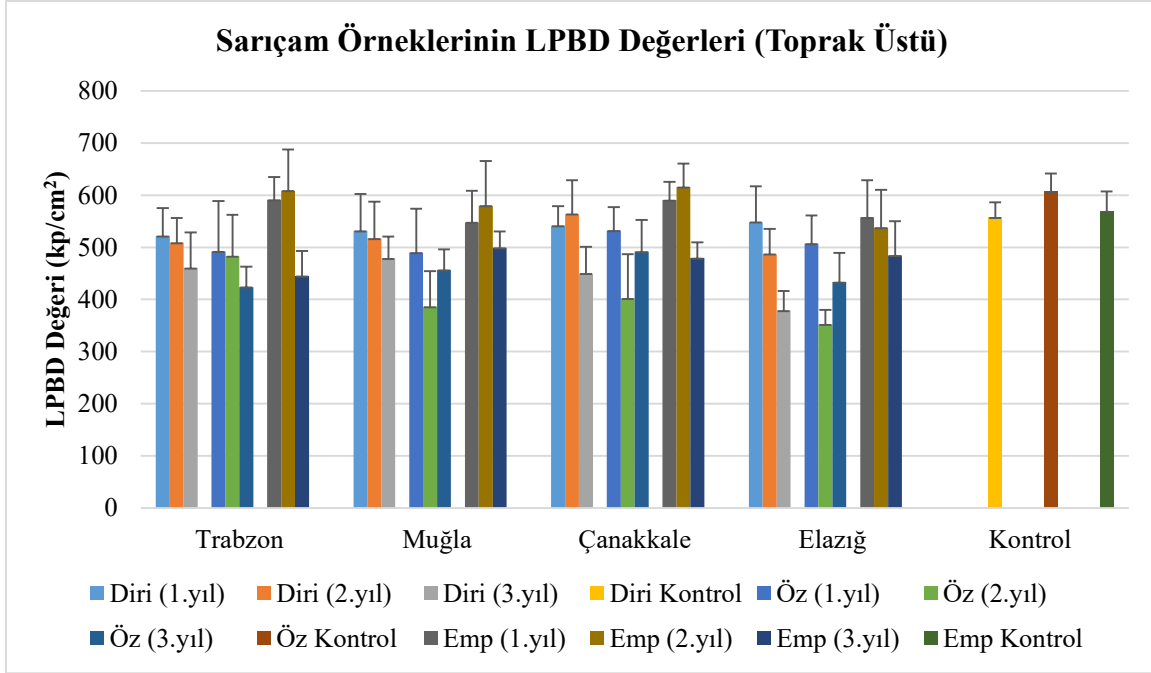
4.10.1. Toprak Üstünde Kalan Örneklerin LPBD Değerleri

Çalışmada her bir ağaç türünden elde edilen ve toprakla temas ettirilen odun örneklerinin LPBD performansları ölçülmüştür. Toprak üstünde kalan örneklerin farklı iklim tiplerindeki liflere paralel basınç direnç değerleri araştırıldığı gibi aynı zamanda bir iklim tipi içerisindeki tüm ağaç türü odunlarının birbiri arasındaki toprak üstü liflere paralel basınç direnç değerleri de kıyaslanmıştır.

4.10.1.1. Farklı İklimlerdeki Aynı Ağaç Türü Odunlarının Toprak Üstünde Kalan Zonundaki Liflere Paralel Basınç Direnç Değerleri

4.10.1.1.1. Sarıçam

Sarıçam örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü) Şekil 83’te verilmiştir.



Şekil 83. Sarıçam örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü)

Sarıçam diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü liflere paralel basınç direnci (LPBD) değeri 548,58 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 521,73 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 563,89 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 487,05 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi (509,04 kp/cm²) ve Akdeniz iklimi (516,84 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 478,70 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 378,51 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 591,38 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 547,98 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Karasal iklim ile Akdeniz iklimi ayrı bir homojenlik grubunda ve Karadeniz iklimi ile karma iklim ayrı bir homojenlik grubunda yer almaktadır.

Sarıçam emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 615,70 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 537,89 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 499,07 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 445,03 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 532,29 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 489,70 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi (492,06 kp/cm²) ve Akdeniz iklimi (489,70 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 483,28 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 352,03 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

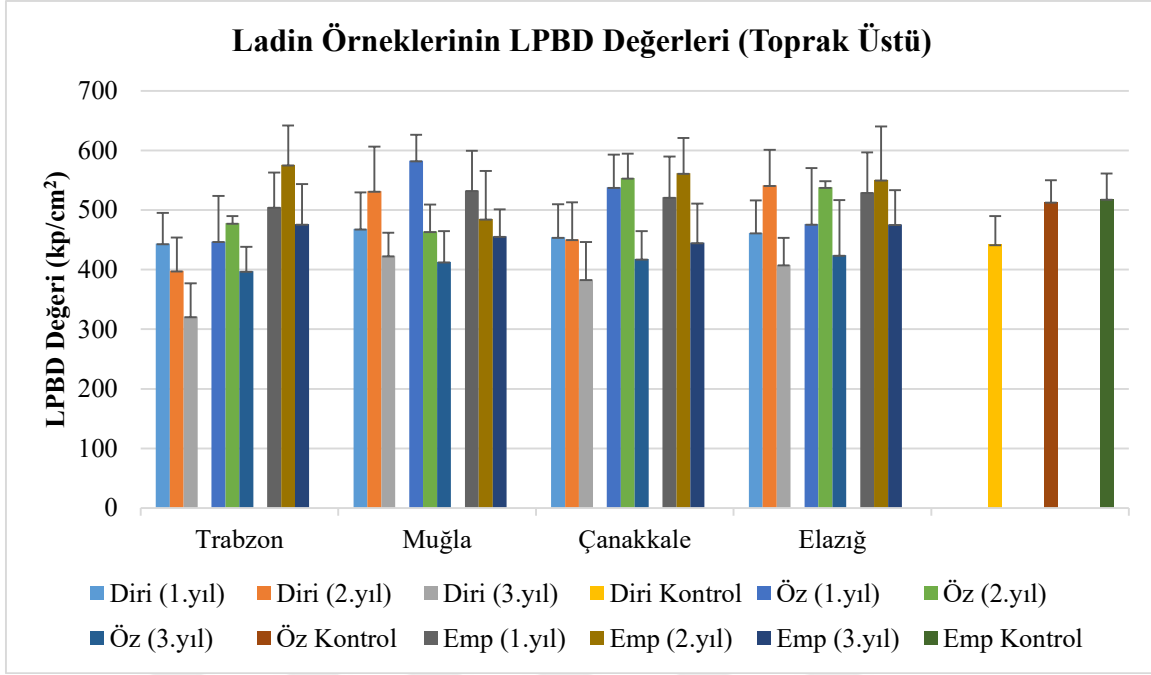
Sarıçam öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 491,85 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 423,94 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

3. yılın sonundaki basınç direnci değerleri kontrol örneklerine oranlandığında diri odunda en az basınç direnci kaybının %14 ile Akdeniz ikliminde (Muğla), en fazla basınç direnci kaybının %32 ile Karasal iklimde (Elazığ) görüldüğü, öz odunda en az basınç direnci kaybının %19 ile karma iklimde (Çanakkale), en fazla basınç direnci kaybının %30 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, emprenyeli sarıçam odunlarında ise kontrole oranla önemli değişiklikler olmadığı kayıtlarına alınmıştır.

Yapılan bir çalışmada 3. tehlike sınıfında 2 yıl süreyle araziye bırakılan sarıçam diri odun örneklerinde 528 kp/cm²'lik bir basınç direnci değeri elde edilmiş olup kontrole oranla %12'lik bir kayıp hesaplanmıştır (Tomak vd., 2014). Mevcut çalışmada ise aynı sürede, 4. tehlike sınıfındaki araziye bırakılmış sarıçam örneklerinde 509,04 kp/cm²'lik bir basınç direnci değeri elde edilmiştir. Çalışmada kontrole göre %8'lik bir kayıp söz konusudur.

4.10.1.1.2. Ladin

Ladin örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü) Şekil 84'te verilmiştir.



Şekil 84. Ladin örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü)

Ladin diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 468,47 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 443,75 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 541,54 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 398,27 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 423,19 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 321,22 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi (321,22 kp/cm²) ve karma iklim (383,73 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ladin emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 532,77 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 505,11 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 575,88 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 485,30 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi (575,88 kp/cm²) ve karma iklim (561,81 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ladin emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 476,73 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 445,29 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Ladin öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 582,79 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 447,24 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 554,06 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 464,13 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

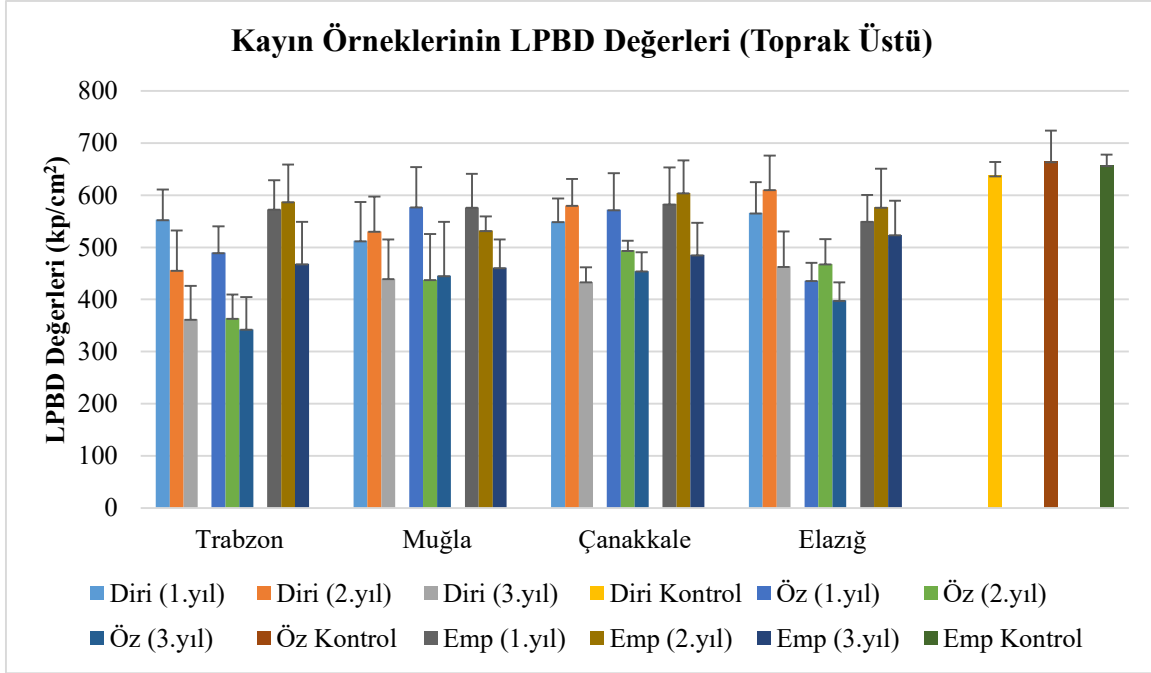
Ladin öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 424,22 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 397,66 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karadeniz iklimi haricindeki diğer iklim tipleri aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

3. yılın sonundaki basınç direnci değerleri kontrol örneklerine oranlandığında diri odunda en az basınç direnci kaybının %4 ile Akdeniz ikliminde (Muğla), en fazla basınç direnci kaybının %27 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, öz odunda en az basınç direnci kaybının %17 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %23 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, emprenyeli odunlarda ise en az basınç direnci kaybının %8 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon), en fazla basınç direnci kaybının %27 ile karma iklimde (Çanakkale) görüldüğü kayıt altına alınmıştır.

Yapılan bir çalışmada 3. tehlike sınıfında 2 yıl süreyle araziye bırakılan ladin diri odun örneklerinde 300 kp/cm²'lik bir basınç direnci elde edilmiş olup kontrole göre kıyaslandığında %8'lik bir kayıp hesaplanmıştır (Tomak vd., 2014). Mevcut çalışmada ise 4. tehlike sınıfındaki araziye, aynı sürede bırakılmış sarıçam odunu örneklerinde 398,27 kp/cm² oranında bir basınç direnci değeri elde edilmiştir. Çalışmada kontrole göre %9'luk bir kayıp söz konusudur.

4.10.1.1.3. Kayın

Kayın örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü) Şekil 85'te verilmiştir.



Şekil 85. Kayın örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü)

Kayın diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 566,17 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 512,49 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi (553,20 kp/cm²) ve karma iklim (549,36 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 610,60 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 456,07 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kayın diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 463,55 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 362,02 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kayın emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 583,25 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 550,27 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Karasal iklim haricindeki diğer iklim tipleri aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 604,36 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük

toprak üstü basınç direnci değeri 532,10 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Akdeniz iklimi haricindeki diğer iklim tipleri aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 523,91 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 460,97 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi (468,34 kp/cm²) ve Akdeniz iklimi (460,97 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 577,38 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 436,22 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Akdeniz iklimi (577,38 kp/cm²) ve karma iklim (572,09 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 494,04 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 364,06 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

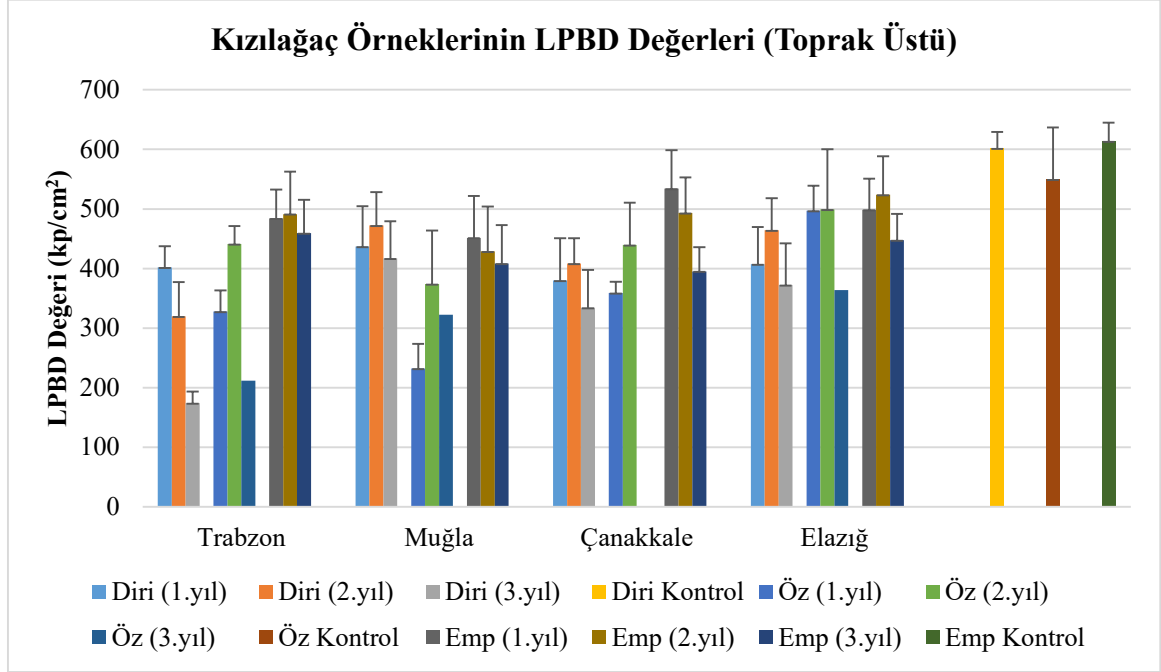
Kayın öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 454,45 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 342,65 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

3. yılın sonundaki basınç direnci değerleri kontrol örneklerine oranlandığında diri odunda en az basınç direnci kaybının %27 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %43 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, öz odunda en az basınç direnci kaybının %32 ile karma iklimde (Çanakkale), en fazla basınç direnci kaybının %48 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, emprenyeli odunlarda ise en az basınç direnci kaybının %20 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %30 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görüldüğü kayıt altına alınmıştır.

Kayın odunu toprakla temas halinde son derece dayanıksızdır. Yapılan çalışmalara göre kayının toprakla teması halindeki doğal dayanım 2,6 yıl olarak belirlenmiştir (Anonim, 1985). Mevcut çalışmada ise 3 yıl boyunca arazide kalan kayın odunu örneklerinde görülen beyaz ve yumuşak çürüklük mantarlarından dolayı yaklaşık %50'lere varan direnç kayıpları tespit edilmiştir. Bu tipteki çürüklük kayıpları Karadeniz bölgesinin pilot şehri olarak seçilen Trabzon'da en fazladır. Bölgedeki hâkim iklimin nemli ve yağışın sürekli olması, mekanik özelliklerin ise odun rutubeti ile ters orantılı olması bu kaçınılmaz sonu hazırlamıştır.

4.10.1.1.4. Kızılağaç

Kızılağaç örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü) Şekil 86’da verilmiştir.



Şekil 86. Kızılağaç örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü)

Kızılağaç diric odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 436,62 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 379,94 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kızılağaç diric odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 472,78 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 319,65 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç diric odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 417,03 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 173,86 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 533,94 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en

düşük toprak üstü basınç direnci değeri 451,60 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 523,94 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 428,56 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi (491,37 kp/cm²) ve karma iklim (493,08 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kızılağaç emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 459,46 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 395,17 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 496,78 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 231,91 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 499,33 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 373,95 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 363,59 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma iklime ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 211,79 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

3. yılın sonundaki basınç direnci değerleri kontrol örneklerine oranlandığında diri odunda en az basınç direnci kaybının %31 ile Akdeniz ikliminde (Muğla), en fazla basınç direnci kaybının %71 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, öz odunda en az basınç direnci kaybının %34 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %100 ile karma iklimde (Çanakkale) ve %61 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, emprenyeli odunlarda ise en az basınç direnci kaybının %25 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon), en fazla basınç direnci kaybının %36 ile karma iklimde (Çanakkale) görüldüğü kayıt altına alınmıştır.

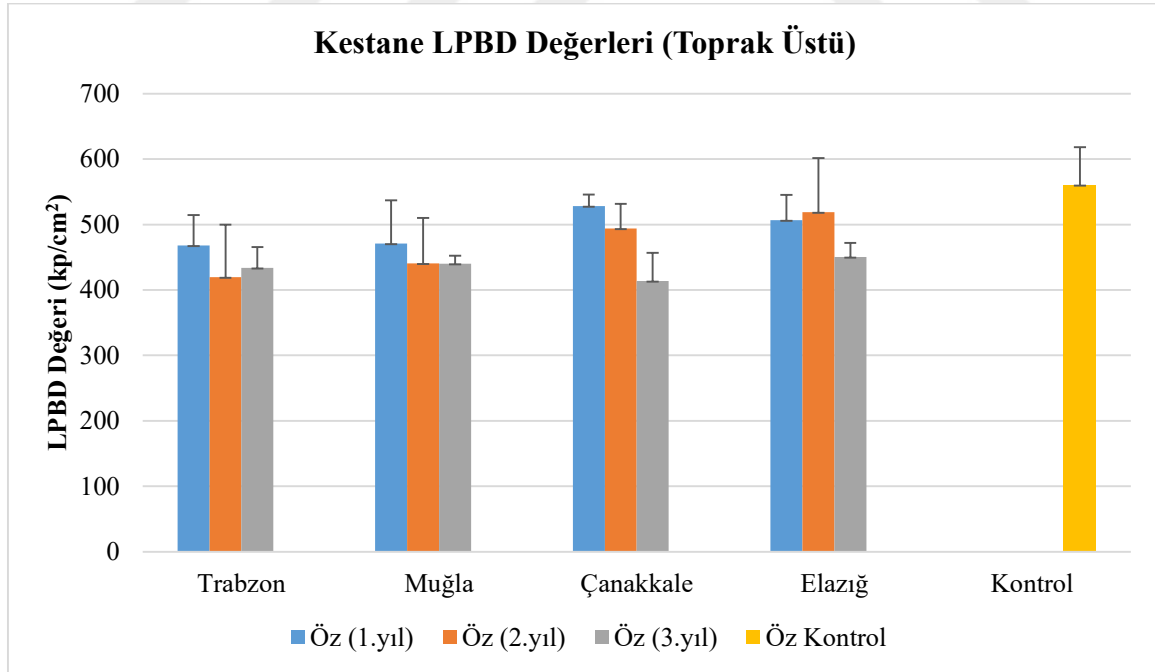
Çalışmada kullanılan test örneklerinden elde edilen LPBD sonuçlarına göre kızılağaç odunu en düşük basınç direnç değerini veren odun türü olmaktadır. Bu durum kızılağacın açık hava şartlarındaki değişik rutubet derecelerinde sergilediği düşük doğal dayanıma

atfedilebilir. Kızılağaç odunu rutubetli iklimlerde önce ardaklanmaya başlar daha sonra ardaklanma yerini beyaz çürüklüğe bırakır. Dış hava koşullarında en dayanıksız türlerden biridir (Gürsu, 1967). 3 yıl boyunca toprakla temas halinde kalan kızağaçların düşük LPBD vermeleri beklenmelidir. Emprenyeli kızağaçların kontrole kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği göz önünde bulundurularak kızağaç odununun mutlak suretle emprenye edilip kullanılması tavsiye edilmelidir. Yapılan bir çalışmada 2 ay süreyle toprakla temas ettirilen duglas göknarı, mazı ve kızağaç odunu örnekleri arasında çürüklük anlamında en hassas türün kızağaç olduğu tespit edilmiştir (Torres-Anrade vd., 2019).

Mevcut çalışmada en az direnç kaybının meydana geldiği iklim karasal iklim olurken diğer ılıman iklimlerde benzer direnç kayıpları ortaya çıkmıştır. Empreyeli odunlarda bölge ve iklim farklılığından ziyade emprenye maddesinin odundan en fazla yıkandığı yerlerde kayıpların daha fazla olduğu düşünülmektedir.

4.10.1.1.5. Kestane

Kestane örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü) Şekil 87’de verilmiştir.



Şekil 87. Kestane örneklerinin LPBD değerleri (toprak üstü)

Kestane öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 528,03 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 467,84 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi (467,84 kp/cm²) ve Akdeniz iklimi (470,80 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kestane öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 518,71 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 419,51 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karasal iklim (518,71 kp/cm²) ve karma iklim (494,00 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kestane öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 450,34 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 413,91 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Toprak üstü basınç direnci değeri bakımından Karasal iklim (450,34 kp/cm²) ve Akdeniz iklimi (440,24 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

3. yılın sonundaki basınç direnci değerleri kontrol örneklerine oranlandığında öz odunda en az basınç direnci kaybının %20 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %26 ile karma iklimde (Çanakkale) görüldüğü kayıt altına alınmıştır. İtalya’da toprakla temas halinde yapılan bir doğal dayanım çalışmasında basınç direncinin kestane odununda 120. aydan sonra kontrole oranla %80 oranında azaldığı görülmüştür (Benfratello vd., 2017). Bu oranın mevcut çalışmadaki %26’lık kayıptan çok daha fazla olması Akdeniz iklimi etkisine ve mevcut çalışmadan çok daha fazla süreyle toprakla temas halinde kalmasına bağlanabilir.

LPBD değerleri sonuçlarına genel olarak bakıldığında çalışmada öz odun türleri, diri odun ve emprenyeli odunlara göre basınç direncine daha hassas bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada okaliptüs (*E. grandis*) öz odun ve diri odun kısımları arasındaki liflere paralel basınç direnç farkı %13 bulunmuştur. Diri odunların öz odununa karşı liflere paralel basınç direnci anlamında daha fazla dayanım gösterdiği ortaya koyulmuştur. Bunun sebebi olarak öz odun bölgesinde genç odunun yüksek miktarda bulunması gösterilebilir (Bal ve Bektaş, 2013). Emprenyeli odun örneklerinde ise öz odun ve diri oduna göre daha fazla mukavemet sağlanmıştır. Emprenye işleminin toprakla temas halindeki odunlarda koruyucu bir özellik sağladığı daha önce yapılan çalışmalarla sabittir (Ncube vd., 2012). Dolayısıyla bu mukavemetin sebebi olarak emprenye işleminin sağladığı avantaj gösterilebilir.

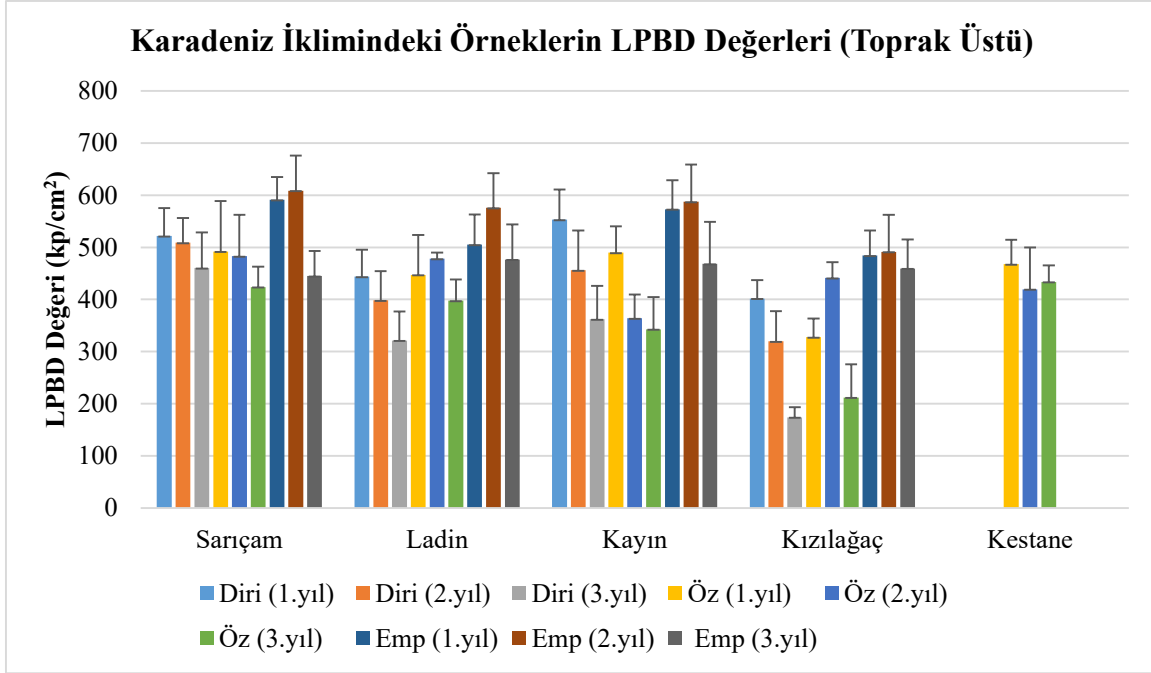
İğne yapraklı ağaç odunları ile yapraklı ağaç odunları birbirinden tamamen farklı anatomik yapıları sebebiyle farklı irdelenebilir. Çalışmadaki yapraklı ağaç odunları olan kayın, kızılğış ve kestane odunlarının liflere paralel basınç direnci değeri deneme alanlarındaki nem değeriğine göre farklılıklar göstermiştir. Deneme alanlarındaki nem arttıkça liflere paralel basınç direnci değeri azalmıştır. Başta Trabzon olmak üzere Çanakkale ve Muğla'daki diri odun, öz odun ve emprenyeli odun test örneklerinin toprak üstü LPBD değeri, Elazığ deneme alanındaki test örneklerinden daha düşük bulunmuştur. Odunun rutubet değeri ve sıcaklığı düştükçe mekanik özellikleri artmaktadır (Gerhards, 2007). Dolayısıyla ülkemiz iç kesimlerindeki iklimin, ülkemizi çevreleyen ılıman iklimlere karşı daha düşük rutubet içermesi deneme alanlarından elde edilen test örneklerinin mekanik özelliklerine de etki etmektedir.

Çalışmadaki iğne yapraklı ağaç odunlarının yapraklı ağaç odunlarına göre daha yüksek oranda LPBD göstermesi iki odun türü arasındaki ekstraktif madde miktarıyla alakalandırılabilir. Ekstraktif madde oranı arttıkça mekanik özellikler de artmaktadır (Grabner vd., 2005). İğne yapraklı ağaç odunlarının iklimden etkilenmesi yapraklı ağaçlara göre daha az olmuştur.

4.10.1.2. Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türü Odunlarının Toprak Üstünde Kalan Zonundaki Liflere Paralel Basınç Direnç Değeri

4.10.1.2.1. Karadeniz İklimi

Karadeniz iklimindeki örneklerin LPBD değeri (toprak üstü) Şekil 88'de verilmiştir.



Şekil 88. Karadeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü)

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü direnç değeri $553,20 \text{ kp/cm}^2$ ile kayın diri odununda görülürken, en düşük toprak üstü direnç değeri $327,57 \text{ kp/cm}^2$ ile kızılağaç öz odununda hesaplanmıştır.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü direnç değeri $509,04 \text{ kp/cm}^2$ ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük toprak üstü direnç değeri $319,65 \text{ kp/cm}^2$ ile kızılağaç diri odununda hesaplanmıştır.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü direnç değeri $460,58 \text{ kp/cm}^2$ ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük toprak üstü direnç değeri $173,86 \text{ kp/cm}^2$ ile kızılağaç diri odununda hesaplanmıştır. Kızılağaç öz odunu ile diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

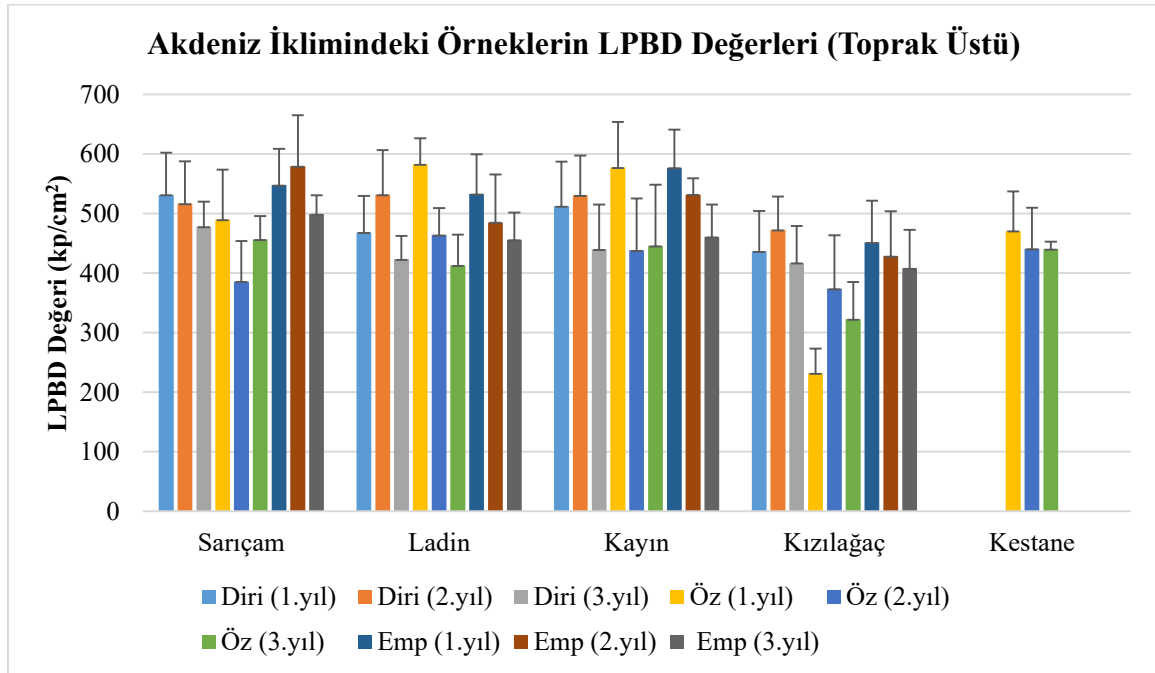
3. yıl sonunda emprenyeli test örneklerinde en düşük direnç değeri sarıçam odununda, en yüksek direnç değeri ise ladin odununda görülmüştür. Ladin odunu güç emprenye edilebilen türler arasında olduğundan diğer ağaç türü odunlarının ulaştığı retensiyon miktarına ancak yüksek konsantrasyonda hazırlanan emprenye çözeltisi muamelesi ile ulaşılmaktadır. Dolayısıyla daha yüksek konsantrasyonda emprenye edilen

ladin odununu degrade olmadığı ya da diğer emprenyeli türlere göre daha az degrade olduğu düşünülmektedir.

Liflere paralel basınç direnci sonuçları eğilme direnci sonuçları ile kıyaslandığında bir miktar farklılık görülebilir. Odunun dış ortam koşullarında test edilmesi sonrasında oluşan ağırlık kaybı odun çürüklüğünün ilk emaresi olarak kabul edilmektedir (Thaler vd., 2013). Çürüklüğün, liflere paralel basınç direnci sonuçlarına yansımaları, eğilme direncine nazaran daha yavaş olmaktadır (Witowski vd., 2016). Sarıçam odununda beyaz çürüklük kaynaklı %30'luk bir ağırlık kaybının liflere paralel basınç direncindeki karşılığı %50 oranında bir azalıştır. Aynı test örneğinde %50 oranında LPBD kaybı oluşması için esmer çürüklük kaynaklı ağırlık kaybının %20 civarında olması gerekmektedir. Emprenyeli örneklerde, emprenyesiz örneklerle göre daha fazla basınç direnci elde edilmiştir. Bu durumun çürüklük ve ağırlık kaybı ile doğru orantılı olduğu söylenebilir. Tez kapsamında beklenen bir durumdur. (Rahman vd., 2010) tropikal odun türlerini sodyum metaperiyodat ile emprenye etmiştir. LPBD testi sonrası emprenyeli örneklerde kontrole oranla %80'e varan artış bildirmiştir.

4.10.1.2.2. Akdeniz İklimi

Akdeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü) Şekil 89'da verilmiştir.



Şekil 89. Akdeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü)

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 582,79 kp/cm² ile ladin öz odununda görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 231,91 kp/cm² ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır. Ladin öz odunu ile kayın öz odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 531,84 kp/cm² ile ladin diri odununda görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 373,95 kp/cm² ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır. Ladin diri odunu ile kayın diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 478,70 kp/cm² ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 322,51 kp/cm² ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır.

3. yıl sonunda emprenyeli test örneklerinde en düşük direnç değeri kızılğaç odununda, en yüksek direnç değeri ise sarıçam odununda görülmüştür. Aynı türlerin görsel çürüklük değerleri, ağırlık kaybı ve diğer mekanik test sonuçlarında da kızılğaç odununun sarıçam odununa göre daha düşük dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmaya göre 3. yıl sonunda kızılğaç öz ve diri odunu dışındaki diğer emprenyesiz örnekler 400-500 kp/cm² arasında bir basınç direnci değerine sahiptir. Emprenyeli örneklerde bu oran 500 kp/cm²'yi geçebilmektedir. Borik asit ile emprenye edilen kavak (*Populus nigra*) odunu test ve kontrol örnekleri beyaz çürüklük mantarına (*Trametes versicolor*) maruz bırakılmıştır. 14 hafta sonunda en yüksek liflere paralel basınç değeri 230,35 kp/cm² ile emprenyeli test örneklerinde, en düşük liflere paralel basınç direnci ise 106,25 kp/cm² ile kontrol örneklerinde görülmüştür (Hashemi vd., 2010).

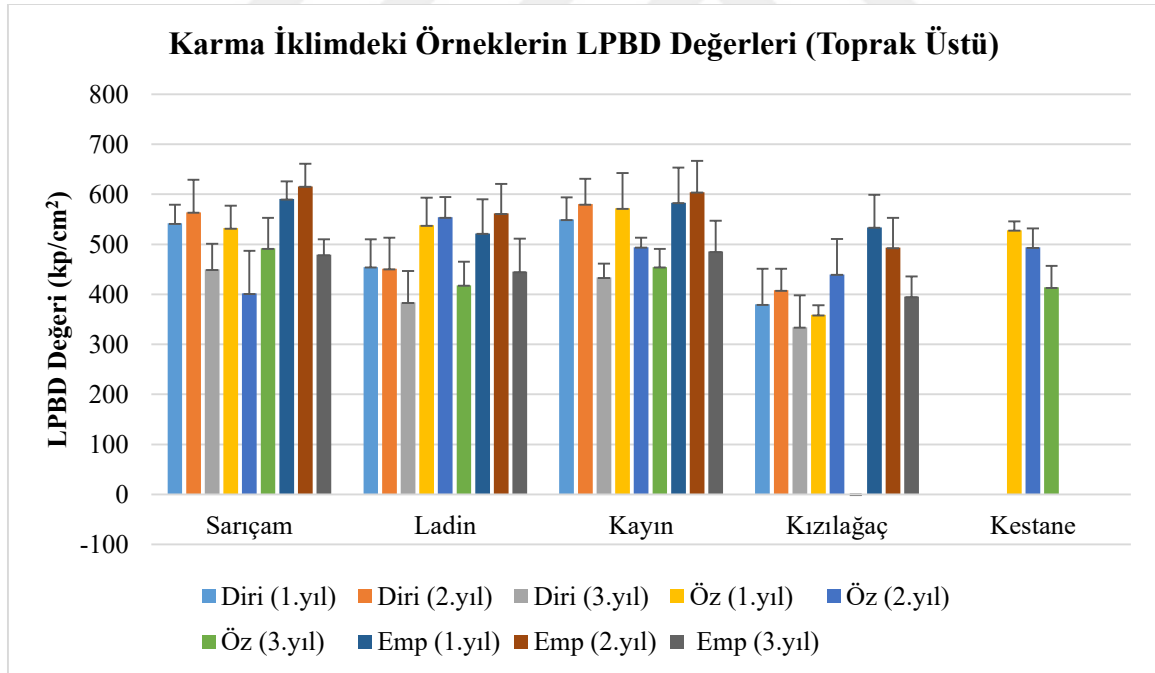
Test örneklerinde çürüklüğün yüksek olduğu orta boğum yerine üst bölgeden alınan örnekler toprak degradasyonundan bir miktar uzak olduğundan LPBD sonuçları yüksek çıkmaktadır. Eğilme ve elastikiyet modülü örneklerinden LPBD testleri için örnek alınırken örneğin toprakla temas eden orta boğumdan uzak olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmanın bu kısmında toprak harici degradasyonun etkisi incelenmek istenmiştir. Jacobs vd., (2019) odun yüzeyinde en fazla mantar türünün bulunduğu yer hem toprakla hem havayla temas eden orta boğum olduğunu bildirmektedir. Toprak üstünde yer alan kısmın basınç direncinin bu

denli fazla çıkmasının sebebi mantar çürüklüğünden uzak kısımların tercih edilmesi olmaktadır.

Yapılan bir çalışmada, kayın odunları (*Fagus orientalis*) laboratuvar ortamında 14 haftalık beyaz çürüklük mantarı (*Coriolus versicolor*) degradasyonuna maruz bırakılmıştır. Çalışma sonunda yapılan liflere paralel basınç direncinde öz odunda %68, diri odunda %60 oranında bir basınç direnci kaybı söz konusudur (Malakani vd., 2014). Mevcut çalışmada deney ortamı ve süresi farklı olmakla birlikte kayın öz odunundaki basınç direnci kaybı %48, diri odundaki basınç direnci kaybı %43'tür. Kayın öz odunu ve diri odunu, beyaz çürüklük mantarlarına maruz kaldığında düşük çürüme direnci gösterir. Kayın öz odunundaki toksik ekstraktların mantar çürüklüğüne karşı etkisi yok denecek kadar azdır (Malakani vd., 2014).

4.10.1.2.3. Karma İklim

Karma iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü) Şekil 90'da verilmiştir.



Şekil 90. Karma iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü)

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 572,09 kp/cm² ile kayın öz odununda

görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 358,91 kp/cm² ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır.

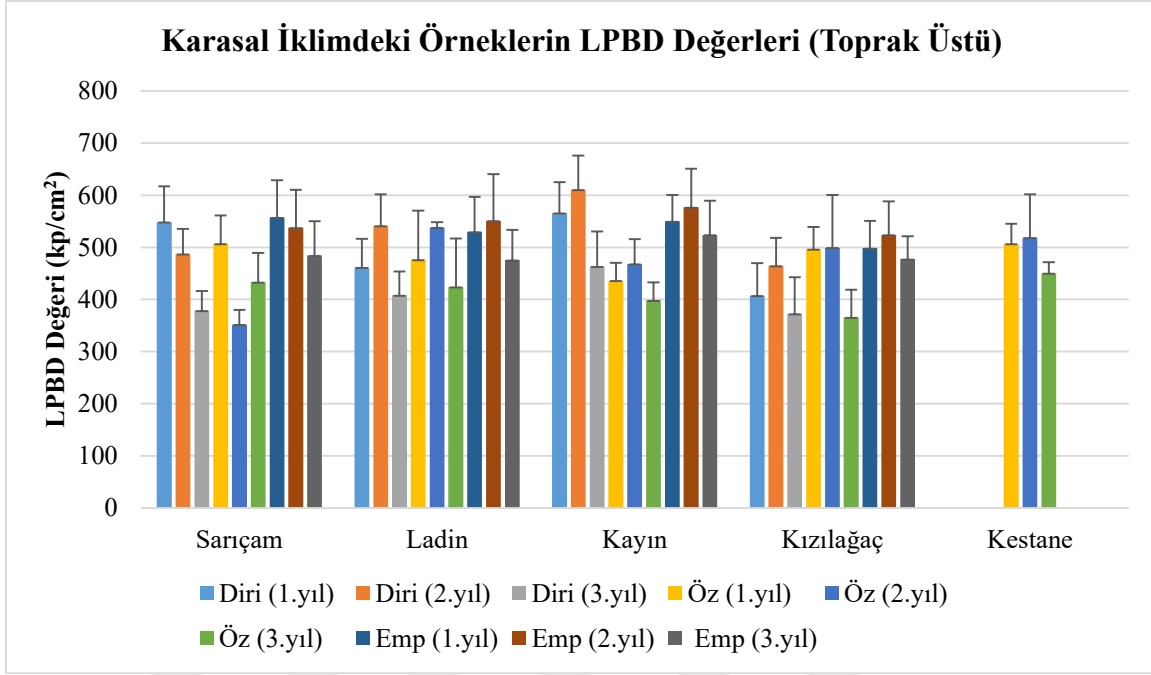
Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 580,40 kp/cm² ile kayın diri odununda görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 401,63 kp/cm² ile sarıçam öz odununda hesaplanmıştır. Sarıçam diri odunu ile kayın diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır. Ayrıca düşük basınç direnci özelliği gösteren kızılğaç diri odunu ile sarıçam öz odunu arasında da istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri 491,85 kp/cm² ile sarıçam öz odununda görülürken, kızılğaç öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Kızılğaç öz odunu örneklerinden sonraki en düşük toprak üstü basınç direnci değeri 334,12 kp/cm² ile kızılğaç diri odununda hesaplanmıştır.

3. yıl sonunda kızılğaç test örnekleri dışında tüm öz odunlarda diri odunlara göre daha yüksek basınç direnci elde edilmiştir. Grabner vd. (2005) Melez (*Larix decidua* Mill.) öz odunlarında diri odunlara oranla daha yüksek basınç direnci sonuçları verdiğini bildirmiştir. Buna sebep olarak öz odunu traheidlerini dolduran ekstraktiflerin ekstra mukavemet sağlaması gösterilmektedir. Termit saldırılarının toprak altındaki kalan kısımda görülmesi, toprak üstündeki basınç direnci değerlerini etkilemediği görülmektedir. Emprenyeli test örneklerinde ise öz odunlara yakın bir basınç direnci bulunmuştur. CCB ile muamele edilen örneklerden en düşük direnç değeri kızılğaç odununda, en yüksek direnç değeri ise sarıçam odununda görülmüştür. Karma iklimde, Akdeniz iklimine benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.10.1.2.4. Karasal İklim

Karasal iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü) Şekil 91’de verilmiştir.



Şekil 91. Karasal iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak üstü)

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri $566,17 \text{ kp/cm}^2$ ile kayın diri odununda görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri $407,29 \text{ kp/cm}^2$ ile kızılğaç diri odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri $610,60 \text{ kp/cm}^2$ ile kayın diri odununda görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri $352,03 \text{ kp/cm}^2$ ile sarıçam öz odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak üstü basınç direnci değeri $463,55 \text{ kp/cm}^2$ ile kayın diri odununda görülürken, en düşük toprak üstü basınç direnci değeri $363,59 \text{ kp/cm}^2$ ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır.

3. yıl sonunda emprenyeli test örneklerinde en düşük direnç değeri ladin ve kızılğaç odununda, en yüksek direnç değeri ise kayın odununda görülmüştür. Toprakla temas halinde oldukça dayanıksız olan kayın odununun, uygun şartlarda emprenye edildiğinde oldukça dayanıklı olduğu ve iyi bir direnç gösterdiği söylenebilir.

İklim tipleri genel olarak düşünüldüğünde her iklim tipinde en düşük LPBD değeri veren odun türü kızılğaç olmuştur. Kızılğacın açık hava koşullarında dayanıksız olduğu

daha önceki çalışmalarla ortaya koyulmuştur (Gürsu, 1967). Bununla birlikte kuru iklim olan karasal iklimde kızılğaç öz odunu ve diri odunu arasında LPBD değerleri açısından önemli farklılıklar bulunmazken nemli iklimlerde bu fark belirgin bir şekilde hissedilmektedir. Kayın ve Kızılğaç gibi doğal dayanımı düşük türler düşük ekstraktif maddelere sahiptirler. *Gymnosperm* odunları ile yapılan bir çalışmada düşük oranda kimyasal bileşenler içeren diri odun türlerinin yine aynı şekilde düşük oranda kimyasal içeriğe sahip öz odunları olduğu belirtilmektedir (Meerts, 2002). Ayrıca bazı yapraklı ağaç türlerinde öz odun çevresinden merkeze doğru gidildikçe dayanımın azalması öz odundaki ekstraktif maddelerin etkinliğini azaltan polifenollerin polimerizasyonuna atfedilmektedir (Nelson ve Heather, 1972).

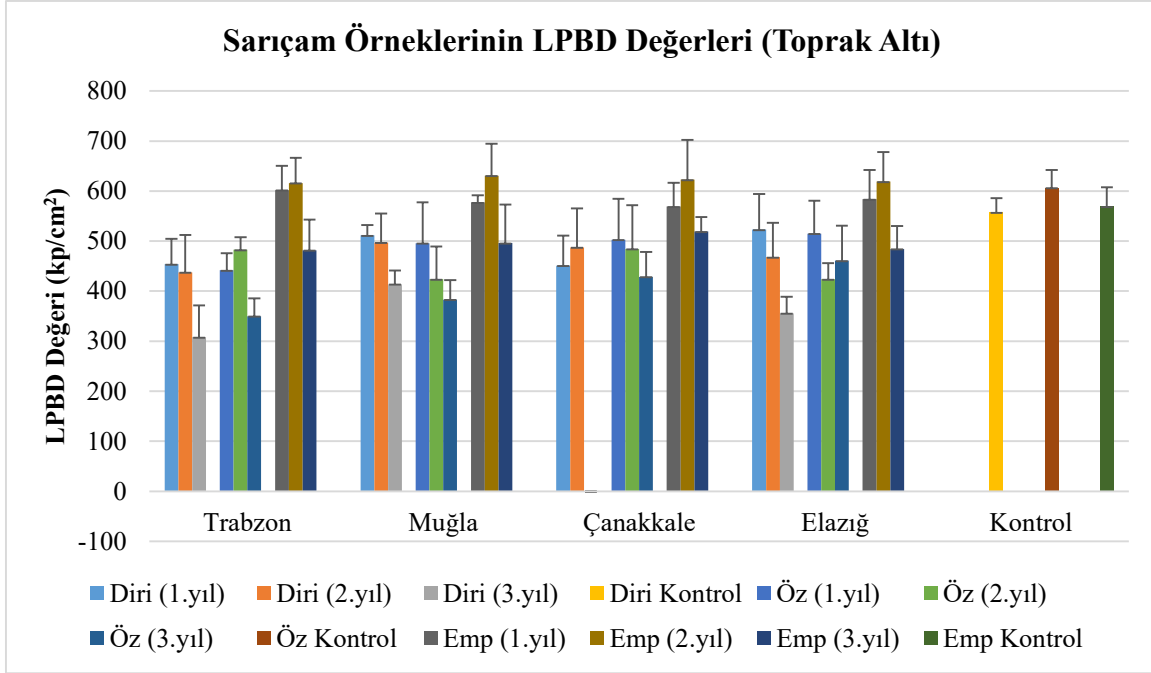
4.10.2. Toprak Altında Kalan Örneklerin LPBD Değerleri

Çalışmada her bir ağaç türünden elde edilen ve toprakla temas ettirilen odun örneklerinde, LPBD performansları ölçülmüştür. Toprak altında kalan örneklerin farklı iklim tiplerindeki liflere paralel basınç direnci değerleri araştırıldığı gibi aynı zamanda bir iklim tipi içerisindeki tüm ağaç türü odunlarının birbiri arasındaki toprak altı liflere paralel basınç direnci değerleri de kıyaslanmıştır.

4.10.2.1. Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Toprak Altı Örneklerinde LPBD Değerleri

4.10.2.1.1. Sarıçam

Sarıçam örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı) Şekil 92’de verilmiştir.



Şekil 92. Sarıçam örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı)

Sarıçam diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 522,94 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 451,13 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Toprak altı basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi (453,83 kp/cm²) ve karma iklim (451,13 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 497,24 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 437,56 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Toprak altı basınç direnci değeri bakımından Karasal iklim (467,92 kp/cm²) ve karma iklim (487,61 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 414,01 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, karma iklime ait test örnekleri yoğun termit zararından dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 307,88 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 602,17 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 569,04 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 630,75 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 616,08 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Tüm iklim tipleri toprak altı basınç direnci değeri bakımından aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Sarıçam emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 519,14 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 481,88 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Toprak altı basınç direnci değeri bakımından Karasal iklim (484,19 kp/cm²) ve Karadeniz iklimi (481,88 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 515,10 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 441,76 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Sarıçam öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 484,40 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 423,95 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Karasal iklim ile Akdeniz iklimi ayrı bir homojenlik grubunda ve Karadeniz iklimi ile karma iklim ayrı bir homojenlik grubunda yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 461,07 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 349,85 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

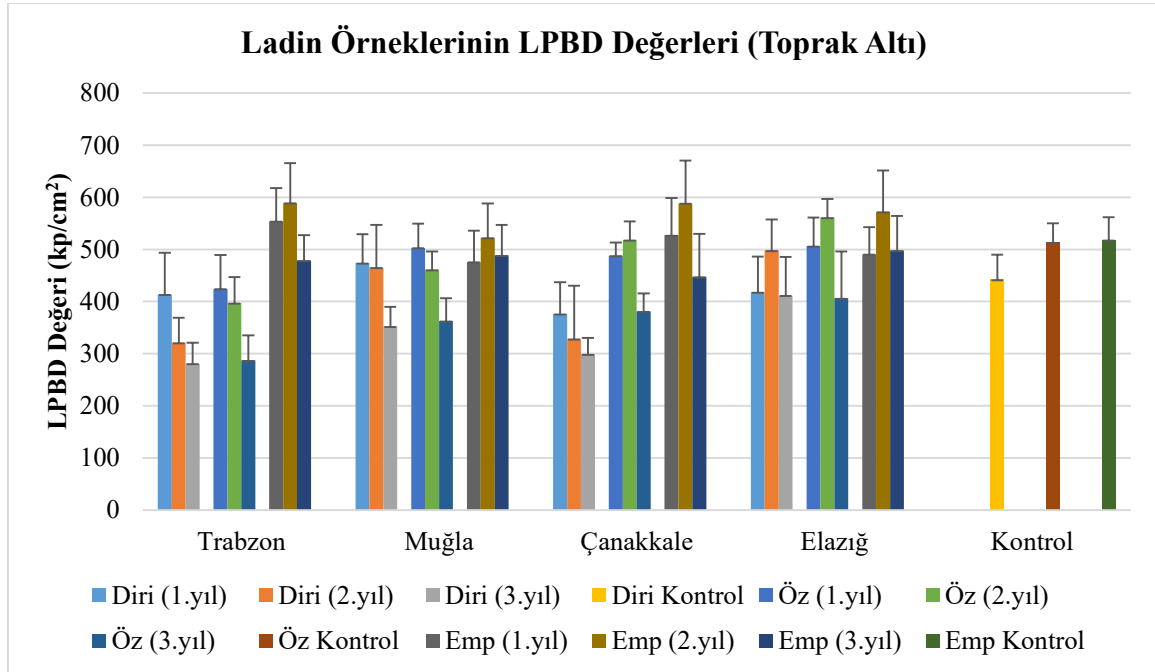
3. yılın sonundaki toprak altında kalan kısımların LPBD değerleri kontrol örneklerine oranlandığında diri odunda en az basınç direnci kaybının %26 ile Akdeniz ikliminde (Muğla), en fazla basınç direnci kaybının %100 ile karma iklimde (Çanakkale) ve %45 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, öz odunda en az basınç direnci kaybının %24 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %42 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, emprenyeli sarıçam odunlarında en az basınç direnci kaybının %8 ile karma iklimde (Çanakkale), en fazla basınç direnci kaybının %15 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü kaydedilmiştir.

Tüm iklim tiplerinde sarıçam diri ve öz odunu kendi yıllarıyla mukayese edildiğinde Muğla ili dışında genellikle öz odununun toprak altında kalan kısmına ait LPBD değeri diri oduna göre daha yüksek bulunmuştur. Öz odundaki ekstraktif madde zenginliğinin diri oduna göre daha fazla oluşu bu duruma sebep olabilmektedir. Ayrıca sarıçam öz ve diri

odunu ile ladin öz ve diri odununun en düşük toprak altı LPBD değerini Karadeniz ikliminde göstermesini Trabzon'dan alınan toprak numunesinin organik madde açısından zengin olmasına ve su tutma kapasitesinin yüksek olmasına bağlamak mümkündür. Ali vd., (2011) benzer çalışmada elde edilen direnç kaybını toprağın organik madde açısından zengin olmasına ve yüksek su tutma kapasitesine bağlamıştır.

4.10.2.1.2. Ladin

Ladin örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı) Şekil 93'te verilmiştir.



Şekil 93. Ladin örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı)

Ladin diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 423,72 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 376,30 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Toprak altı basınç direnci değeri bakımından Akdeniz iklimi (423,72 kp/cm²) ve Karasal iklim (417,94 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ladin diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 497,80 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 320,78 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Toprak

altı basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi ($320,78 \text{ kp/cm}^2$) ve karama iklim ($328,42 \text{ kp/cm}^2$) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ladin diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri $411,48 \text{ kp/cm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri $280,59 \text{ kp/cm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin empenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri $554,07 \text{ kp/cm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri $476,10 \text{ kp/cm}^2$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Ladin empenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri $589,48 \text{ kp/cm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri $522,52 \text{ kp/cm}^2$ ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Toprak altı basınç direnci değeri bakımından Karadeniz iklimi ($589,48 \text{ kp/cm}^2$) ve karma iklim ($588,44 \text{ kp/cm}^2$) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Ladin empenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri $498,02 \text{ kp/cm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri $447,37 \text{ kp/cm}^2$ ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Ladin öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri $506,34 \text{ kp/cm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri $424,33 \text{ kp/cm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri $560,98 \text{ kp/cm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri $396,99 \text{ kp/cm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

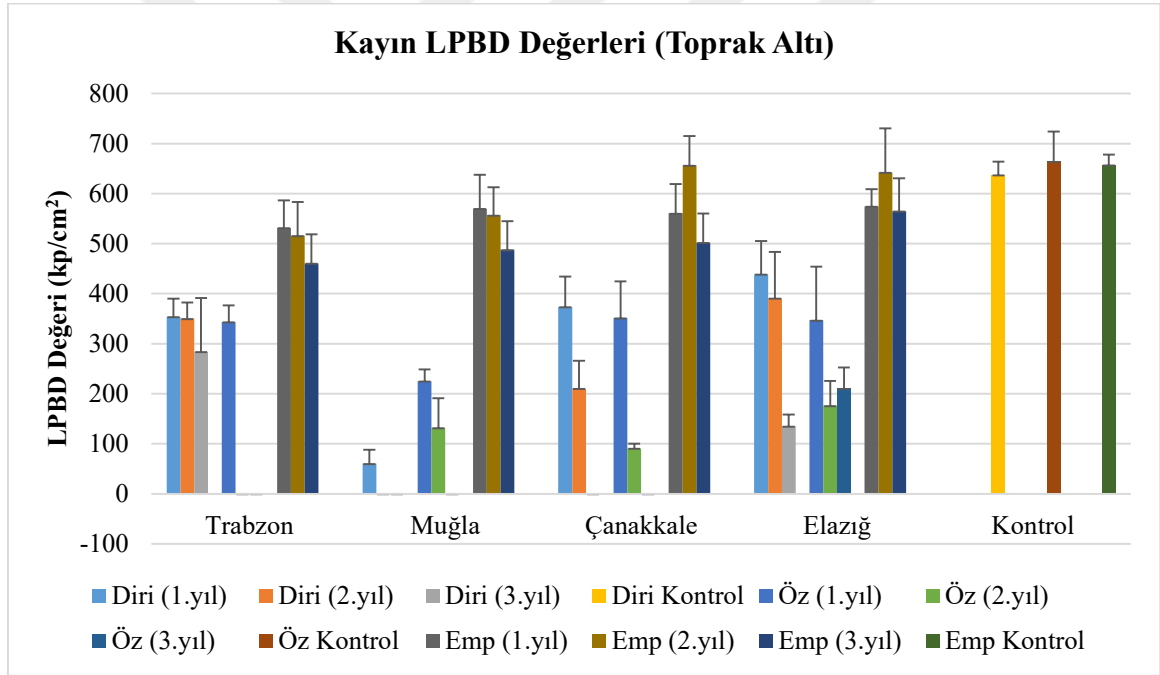
Ladin öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri $406,35 \text{ kp/cm}^2$ ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri $287,30 \text{ kp/cm}^2$ ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

3. yılın sonundaki toprak altında kalan kısımların LPBD değerleri kontrol örneklerine oranlandığında diri odunda en az basınç direnci kaybının %7 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %37 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, öz odunda en az basınç direnci kaybının %21 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %44 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü, empenyeli ladin odunlarında en az basınç direnci kaybının %4 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %14 ile karma iklimde (Çanakkale) görüldüğü kayıt altına alınmıştır.

Tüm iklim tiplerinde ladin diri ve öz odunu irdelendiğinde öz odununun toprak altında kalan kısmına ait LPBD değeri diri oduna göre daha yüksek çıkmaktadır. İğne yapraklı ağaçların öz odununun genelde diri oduna göre dayanıklı oluşu kabul edilmiş anatomik bir gerçekliktir (Merev, 2003). Ancak dikkat çeken diğer bir olay Elazığ ilindeki toprak içerisinde kalan ladin odununun diri ve öz kısımları arasında LPBD anlamında ciddi bir fark bulunamamıştır. Diğer bir ifade ile benzer sonuç vermişlerdir. Bu sonuç; ladin diri odununun bu iklimde değerlendirilebileceğine dair önemli bir bulgu olmaktadır.

4.10.2.1.3. Kayın

Kayın örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı) Şekil 94'te verilmiştir.



Şekil 94. Kayın örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı)

Kayın diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 438,72 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 60,47 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Kayın diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 391,29 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime

ait örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 210,41 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kayın diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 283,87 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, karma ve Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iki iklime ait örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 135,08 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kayın emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 574,61 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 531,54 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Toprak altı basınç direnci değeri bakımından Akdeniz iklimi (570,10 kp/cm²) ve Karasal iklim (574,61 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 656,59 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 516,04 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Toprak altı basınç direnci değeri bakımından karma iklim (656,59 kp/cm²) ve Karasal iklim (642,47 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 564,98 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 460,71 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kayın öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 351,57 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 225,18 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Akdeniz iklimi haricindeki diğer iklim tipleri aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

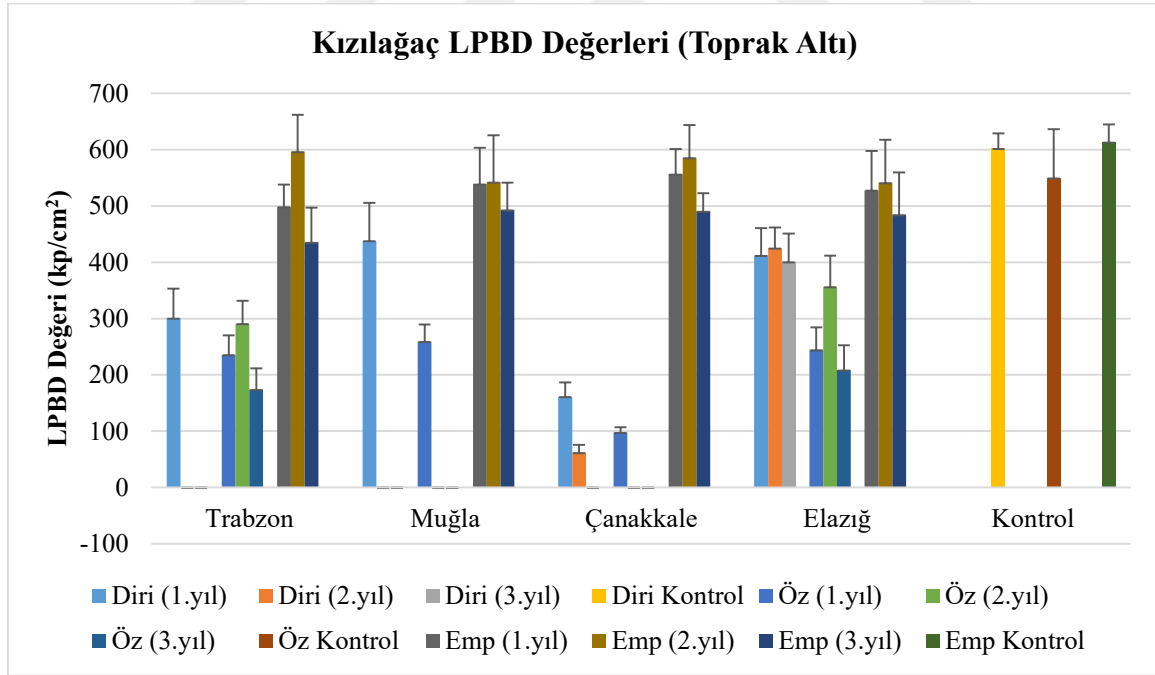
Kayın öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 176,10 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Karadeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 90,66 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kayın öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında Karadeniz, karma ve Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu üç iklime ait örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 210,63 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

3. yılın sonundaki toprak altında kalan kısımların LPBD değerleri kontrol örneklerine oranlandığında Muğla ve Çanakkale’de yer alan diri odun örnekleri ile Trabzon, Muğla ve Çanakkale’de yer alan öz odun örnekleri çürüklüklerinden dolayı tamamen ölçüm yapılamaz hale gelmiştir. Kalan örnekler de yaklaşık olarak %70-80 oranında kayıp gözlendiğinden LPBD test sonuçları bilimsel manada dikkate değer bulunmamıştır. Emprenyeli kayın odunlarında en az basınç direnci kaybının %14 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının %30 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü kaydedilmiştir. Toprakla temas halinde kullanımda olan doğal dayanımı düşük odun türlerinin emprenyeli ya da modifiye edilerek kullanılması son derece gereklidir. Bu emprenye işleminin hidrofobik olmasının yanında toprakta yaşayan mikroorganizmalara karşı da zehirleyici etkisinin olması gerekmektedir (Panov ve Terziev, 2015).

4.10.2.1.4. Kızılağaç

Kızılağaç örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı) Şekil 95’te verilmiştir.



Şekil 95. Kızılağaç örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı)

Kızılağaç diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 437,20 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 161,17 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kızılağaç diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 425,32 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, Karadeniz ve Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iki iklime ait örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 62,08 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kızılağaç diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 400,99 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma, Akdeniz ve Karadeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır.

Kızılağaç emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 556,71 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 498,43 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 596,49 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 541,55 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Toprak altı basınç direnci değeri bakımından Akdeniz iklimi (542,33 kp/cm²) ve Karasal iklim (541,55 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kızılağaç emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 492,94 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 435,62 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 259,29 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 97,69 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür. Toprak altı basınç direnci değeri bakımından Akdeniz iklimi (259,29 kp/cm²) ve Karasal iklim (244,63 kp/cm²) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kızılağaç öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 356,68 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma ve Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır.

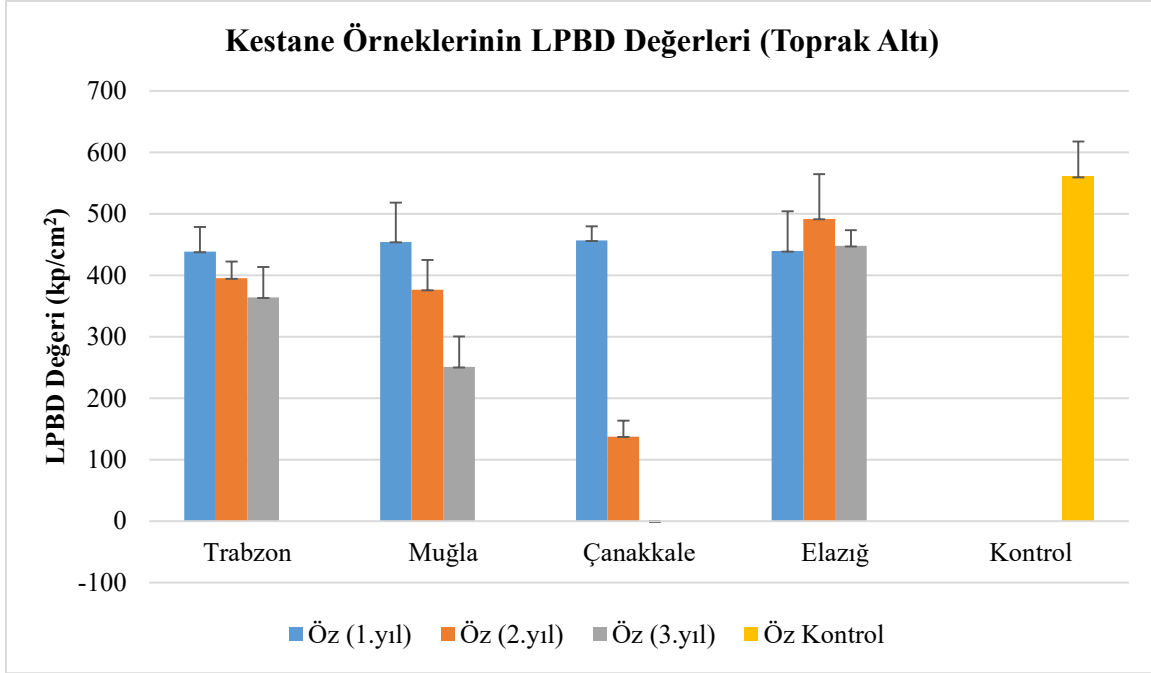
Bu iki iklime ait örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 290,80 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 208,83 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma ve Akdeniz iklimine ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iki iklime ait örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 173,79 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

3. yılın sonundaki toprak altında kalan kısımların LPBD değerleri kontrol örneklerine oranlandığında Trabzon, Muğla ve kısmen Çanakkale’de yer alan diri odun örnekleri ile Muğla ve Çanakkale’de yer alan öz odun örnekleri çürüklüklerinden dolayı tamamen ölçüm yapılamaz hale gelmiştir. Kalan örneklerde ise en dikkate değer bulunan sonuç Elazığ’daki kızağaç diri odununun göstermiş olduğu performanstır. Emprenyesiz olduğu halde öz odunundan dahi daha iyi bir direnç göstermiştir. Bu sonuç kızağaç diri odununun özellikle aşırı dayanım gerektirmeyen kullanım yerlerinde yöre için elverişli bir ağaç türü olarak tercih edilebilir olduğunu göstermektedir. Direnç kaybı kontrole oranla yaklaşık %33 bulunmuştur. Çürüklüğe oldukça hassas bir odun türünün üstelik de toprak altında tamamen çürümemesi öncelikle Elazığ deneme alanındaki toprak yapısı ile açıklanabilir. Çalışma kapsamında yapılan toprak analizinde Elazığ’a ait toprak numunelerinde düşük su tutma kapasitesi tespit edilmiştir. Bununla birlikte aynı deneme alanındaki toprakta oldukça düşük organik madde miktarı tespit edilmiştir. Toprak temaslı çürüklük testlerinde topraktaki organik içeriğin artmasıyla odun çürüme şiddetinin de arttığı tespit edilmiştir (Klinka vd., 1995). Emprenyeli kızağaç odunlarında en az basınç direnci kaybının %20 ile Akdeniz ikliminde (Muğla), en fazla basınç direnci kaybının %29 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görüldüğü kayıt altına alınmıştır.

4.10.2.1.5. Kestane

Kestane örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı) Şekil 96’da verilmiştir.



Şekil 96. Kestane örneklerinin LPBD değerleri (toprak altı)

Kestane öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 456,71 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 438,40 kp/cm² ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Karasal iklim ile Karadeniz iklimi ayrı bir homojenlik grubunda ve Akdeniz iklimi ile karma iklim ayrı bir homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kestane öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 492,01 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 137,72 kp/cm² ile karma iklimde (Çanakkale) görülmüştür.

Kestane öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 448,15 kp/cm² ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, karma iklime ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu iklime ait örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 250,91 kp/cm² ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

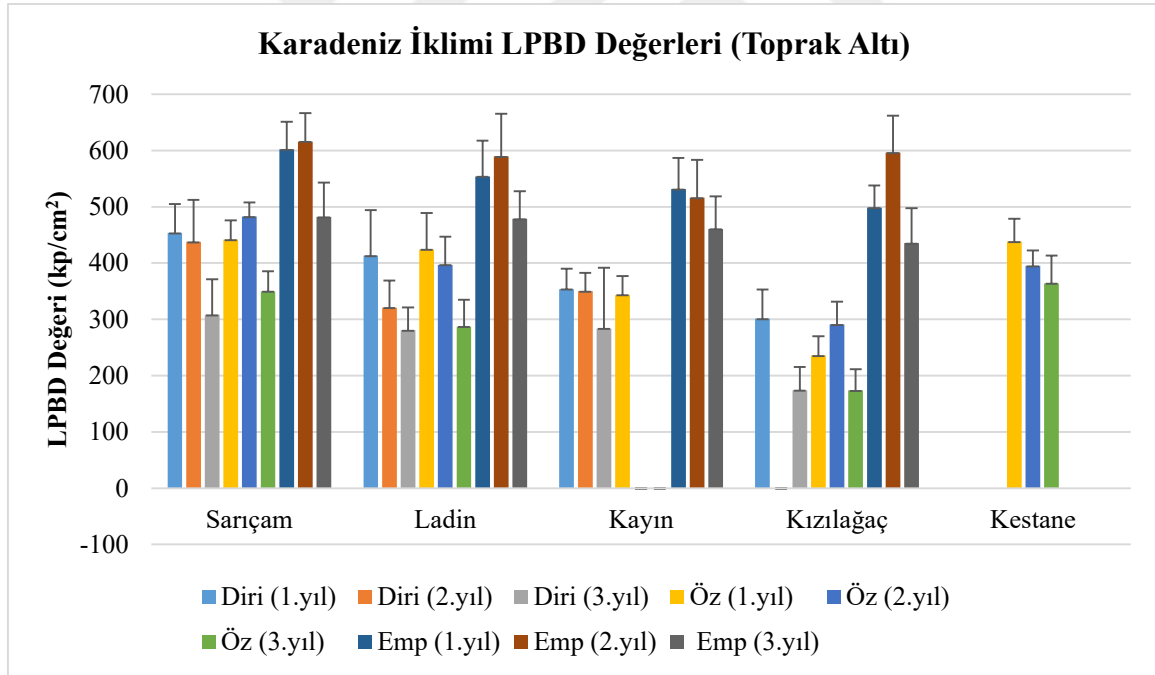
3. yılın sonunda toprak altında kalan kısımların LPBD değerleri kontrol örneklerine oranlandığında Çanakkale’de yer alan kestane öz odun örnekleri termit saldırısından dolayı tamamen ölçüm yapılamaz hale gelmiştir. Kalan örneklerde en az basınç direnci kaybının %20 ile Karasal iklimde (Elazığ), en fazla basınç direnci kaybının % 100 oranında karma iklimde (Çanakkale) ve akabinde %55 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görüldüğü kayıt altına

alınmıştır. Ülkenin iç kesimlerinde görülen karasal iklimin en önemli özelliği havada serbest halde bulunan bağıl nemin minimum seviyede olmasıdır. Odun çürüklüğü için gereken nemin Elazığ'da az oluşu çürüklüğün daha yavaş ya da daha az şiddetli olmasını sağlamaktadır. Çanakkale ve Muğla gibi hem ılıman hem de yüksek derecelerde sıcaklığın görüldüğü bölgeler mantar çürüklük faaliyeti için optimum şartları sunmaktadır (Taştan, 2009).

4.10.2.2. Aynı İklim Tipinde Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Toprak Altında Kalan Kısımlarının LPBD Değerleri

4.10.2.2.1. Karadeniz İklimi

Karadeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı) Şekil 97'de verilmiştir.



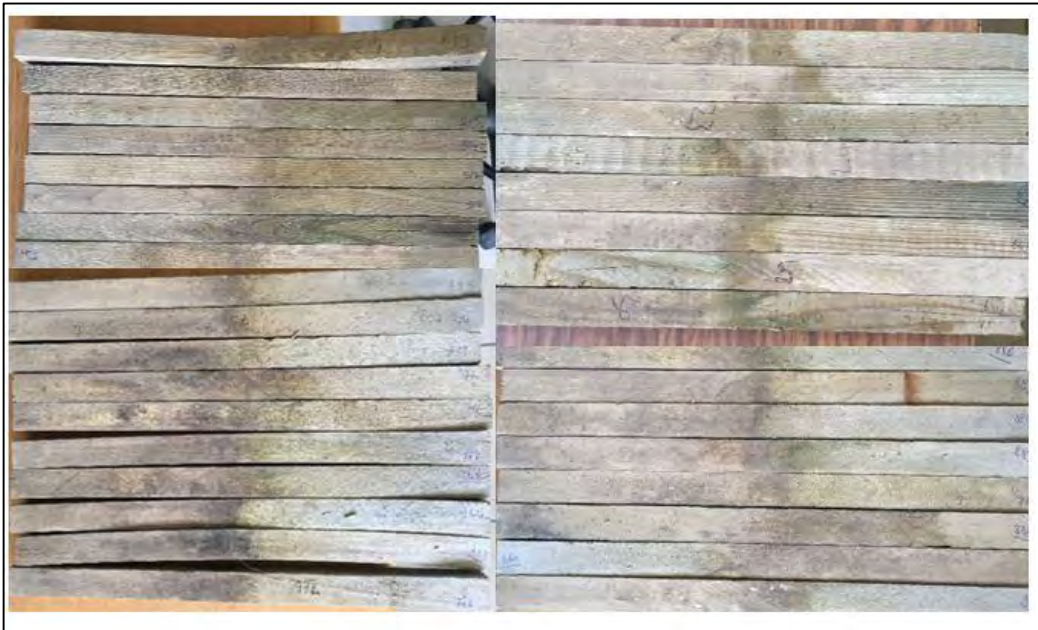
Şekil 97. Karadeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı)

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 453,83 kp/cm² ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 235,61 kp/cm² ile kıızılağaç öz odununda hesaplanmıştır.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 482,82 kp/cm² ile sarıçam öz odununda görülürken, kızılğaç diri odunu ve kayın öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 290,80 kp/cm² ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır. Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 364,00 kp/cm² ile kestane öz odununda görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 173,79 kp/cm² ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır. Kızılğaç öz ve diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır.

Karadeniz ikliminin yüksek nem ve asitli toprak yapısı odunun degradasyonunu kolay hale getirmektedir (Klinka vd., 1995). Bu durum diğer odunlarda da göze çarpmaktadır. Ancak muhteviyatındaki yüksek oranda ekstrakt maddelerden dolayı sarıçam test örnekleri ve kestane öz odun örnekleri diğer odun örneklerine nazaran daha iyi bir dayanım göstermiştir.

Emprenyeli test örneklerinin toprak altında kalan kısımlarının basınç direnci değerleri, toprak üstünde kalan kısımların basınç direnci değerlerine oldukça benzer sonuçlar vermiştir. Görsel olarak yapılan incelemelerde de toprak kalıntılarının oluşturduğu renk farkı haricinde hiçbir degradasyon emaresi bulunmamaktadır (Şekil 98).

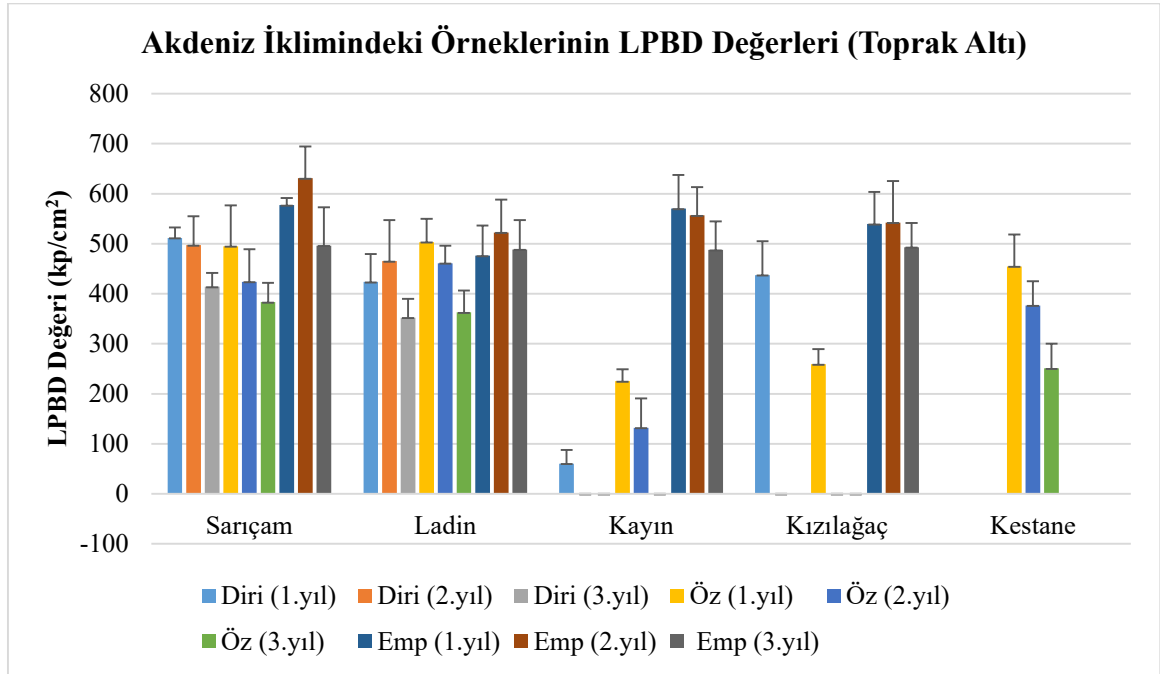


Şekil 98. Örneklerin toprak altında ve üstünde kalan kısımlarının görüntüleri

3. yıl sonunda Trabzon deneme alanındaki emprenyeli sarıçam test örnekleri, sarıçam öz odunlarına göre %27 oranında daha yüksek basınç direnci göstermiştir. Bu oran ladin ve kızılğaçta sırasıyla %40 ve %60'tır. Bu sonuçlara göre, toprakla temas etmesi muhtemel uygulamalarda odunun mutlak suretle emprenye edilmesi tavsiye edilmektedir.

4.10.2.2.2. Akdeniz İklimi

Akdeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı) Şekil 99'da verilmiştir.



Şekil 99. Akdeniz iklimindeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı)

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 511,49 kp/cm² ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 60,47 kp/cm² ile kayın diri odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 497,24 kp/cm² ile sarıçam diri odununda görülürken, kızılğaç diri ve öz odunu ile kayın diri odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu örneklerden sonraki

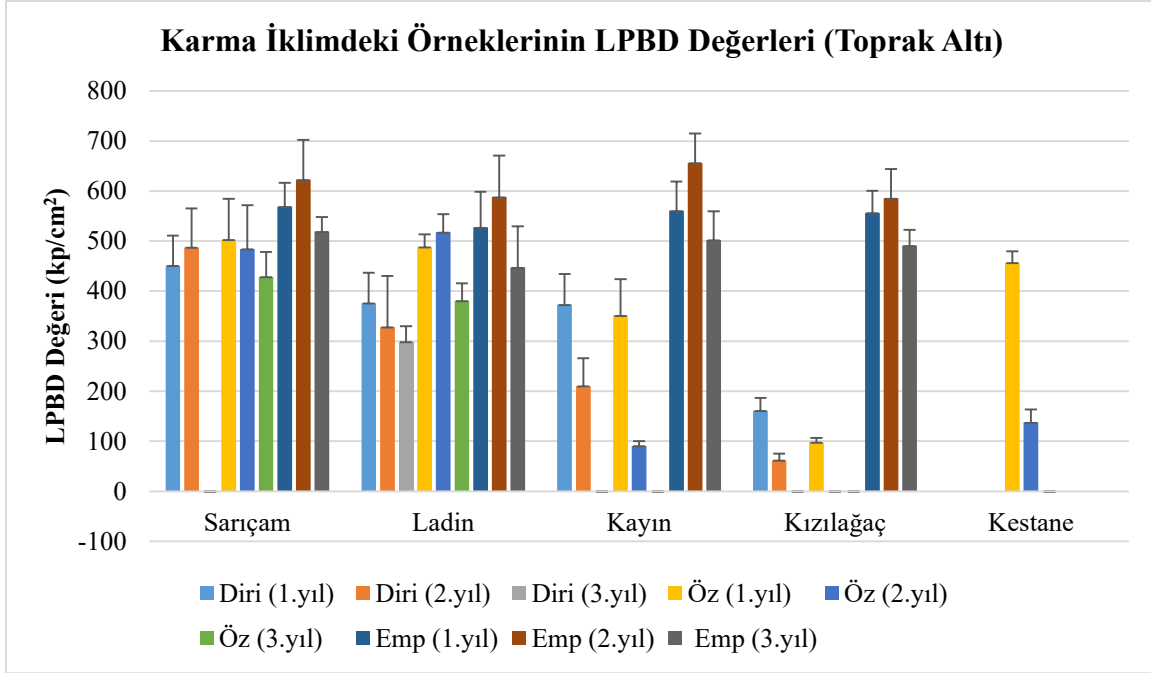
en düşük toprak altı basınç direnci değeri 131,98 kp/cm² ile kayın öz odununda hesaplanmıştır.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 414,01 kp/cm² ile sarıçam diri odununda görülürken, kayın diri ve öz odunu ile kızılğaç diri ve öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Bu örneklerden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 250,91 kp/cm² ile kestane öz odununda hesaplanmıştır.

3. yıl sonunda Muğla deneme alanındaki emprenyeli sarıçam test örnekleri, sarıçam öz odunlarına göre %23 oranında daha yüksek basınç direnci göstermiştir. Bu oran ladin odunlarında %26'dır. Çalışmanın son yılında kayın ve kızılğaç odunlarına ait diri ve öz odun numuneleri bulunmamaktadır. Tamamıyla çürüklüğe uğrayan bu odunlara ait emprenyeli örneklerde ise sırasıyla 487,70 kp/cm² ve 492,94 kp/cm² basınç direnci değerleri elde edilmiştir. Bu değerler sarıçam ve ladin odunlarında sırasıyla 493,34 kp/cm² ve 488,66 kp/cm²'dir. Akgül vd., (2017) %2'lik nano CCB ile emprenye ettikleri sarıçam test örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerini 591,44 kp/cm², kontrol örneklerinin basınç direnci değerini ise 437,05 kp/cm² olarak bildirmişlerdir. Mevcut çalışmadaki emprenyeli örneklerin 3 yıl boyunca açık alanda toprakla temas halinde kaldığı düşünüldüğünde emprenyeli örneklerin literatüre oranla iyi bir basınç direnci gösterdiği söylenebilir. Temiz vd., (2004) CCA emprenye maddesini çeşitli konsantrasyonlarda kızılğaç odununa basınçlı yöntemle tatbik etmiştir. Elde ettikleri liflere paralel basınç direnci değerleri 367,75 kp/cm² ile 578,50 kp/cm² arasında değişmiştir.

4.10.2.2.3. Karma İklim

Karma iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı) Şekil 100'de verilmiştir.



Şekil 100. Karma iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı)

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 502,80 kp/cm² ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 97,69 kp/cm² ile kızılağaç öz odununda hesaplanmıştır.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 518,08 kp/cm² ile ladin öz odununda görülürken, kızılağaç öz odununa ait test örnekleri yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Kızılağaç öz odununa ait test örneklerinden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 62,08 kp/cm² ile kızılağaç diri odununda hesaplanmıştır.

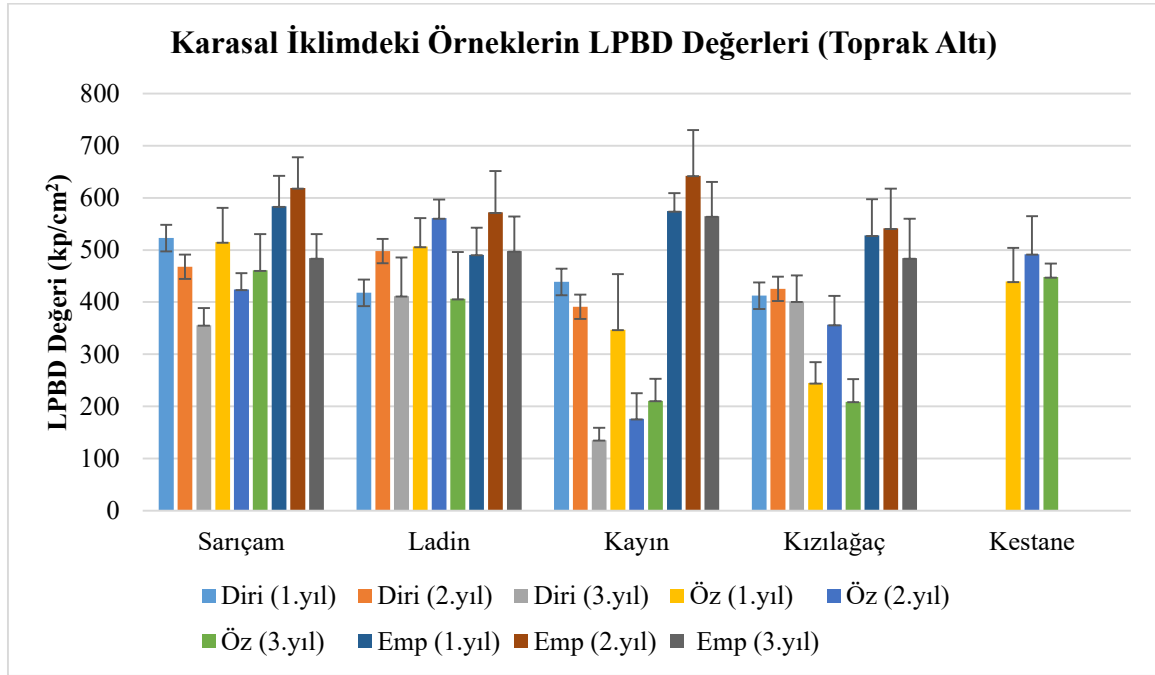
Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 428,60 kp/cm² ile sarıçam öz odununda görülürken, sarıçam diri odunu ile kestane öz odununa ait örnekler termit zararından dolayı, kızılağaç öz ve diri odunu ile kayın öz ve diri odununa ait test örnekleri ise yoğun çürüklükten dolayı ölçümler sırasında deney dışı kalmıştır. Kızılağaç öz odununa ait test örneklerinden sonraki en düşük toprak altı basınç direnci değeri 298,79 kp/cm² ile ladin diri odununda hesaplanmıştır.

3. yılın sonunda emprenyeli sarıçam ve ladin test örneklerinin öz oduna göre eğilme dirençleri arasındaki fark sırasıyla %18 ve %15 olarak bulunmuştur. Kayın ve kızılağaç

odunlarının basınç dirençleri 502,16 kp/cm² ve 490,95 kp/cm²'dir. Emprenyeli test örneklerinde, toprak altında olmalarına rağmen herhangi bir termit saldırısı izi tespit edilememiştir.

4.10.2.2.4. Karasal İklim

Karasal iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı) Şekil 101'de verilmiştir.



Şekil 101. Karasal iklimdeki örneklerin LPBD değerleri (toprak altı)

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 522,94 kp/cm² ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 244,63 kp/cm² ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 560,98 kp/cm² ile ladin öz odununda görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 176,10 kp/cm² ile kayın öz odununda hesaplanmıştır.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek toprak altı basınç direnci değeri 461,07 kp/cm² ile sarıçam öz

odununda görülürken, en düşük toprak altı basınç direnci değeri 135,08 kp/cm² ile kayın diri odununda hesaplanmıştır.

Topraktaki mikroorganizmalar, iklimsel olaylar, mikro ve makro flora, çeşitli hayvansal zararlılar, UV ışınları gibi etmenler odunun doğal dayanım verilerine büyük oranda etki etmektedir (Rahman ve Chattopadhyay, 2007). Hannover’de yapılan bir araştırmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Avrupa ladini (*Picea abies* Karst.), Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.), Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* Franco) ve saplı meşe (*Quercus robur* L.), beş farklı toprak yapısı (tehlike sınıfı 4) ve bir beton zemin olmak üzere toplam 6 farklı ortamda teste tabi tutulmuşlardır. Bu ortamlar sırasıyla, normal toprak, gübrelenmiş toprak, torf-toprak karışımı, kabukla malçlanmış toprak, kumlu ve çakıllı toprak ve beton zeminden oluşmaktadır. Çalışmada iki farklı örnek boyutu kullanılmış olup (8x20x200 mm³ ve 25x50x500 mm³) boyut ve hacim arasındaki farklılıklar da incelenmiştir. 4,5 yıl arazide kalan örneklerde toprak ve beton zemin arasında çürüklük oranları bakımından önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Çürümenin en yavaş ilerlediği ortam beton olmuştur. Betonun topraktaki degrade edici mikroorganizmaları barındırmaması bu sonucun çıkmasına katkı sağlamıştır. Betondan sonra en yavaş çürüklük ilerlemesi kum ve çakıllı toprakta gerçekleşmiştir (Brischke vd., 2014).

Toprak altı test örneklerinin toprak içerisinde mevcut bulunan nem ve sıcaklıktan etkilendiği düşünülmektedir. Tez çalışmasında toprak altında kalan 15 cm’lik kısımdaki çürüme ya da mantar degradasyonunun örneğin genelinde birbirine yakın oranlarda olduğu gözlemlenmiştir. Literatürde daha uzun boyutlu (2,5x5x50 cm³) örnekler kullanıldığından odun örneklerinin daha çok yüzeye yakın yerde çürüklük gösterdiği belirtilmektedir. Bu durum, hem topraktaki bozundurucu etmenlerin yüzeye yakın oluşu hem yüzeye yakın yerdeki toprak sıcaklığı hem de oksijenin toprak yüzeyinde daha fazla olması ile açıklanmaktadır (Torres-Andrade vd., 2019).

Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden toprağın derinliğine göre toprak sıcaklığı değerleri temin edilmiştir. Tüm illerde toprağın 5 cm ile 10 cm derinliği arasında sıcaklık ve çürüklük için önemli bir sınır olan 22,2 °C’yi geçen ay sayısı bakımından fark yoktur (Venalainen vd., 2014; MGM, 2019). Trabzon’da test süresi boyunca toprağın ortalama sıcaklığı 10,70 °C’dir ve 22,2 °C’yi geçen ay sayısı 0’dır. Muğla’da test süresi boyunca toprağın ortalama sıcaklığı 15,75 °C olmuştur ve 22,2 °C’yi geçen ay sayısı 12’dir. Çanakkale’de test süresi boyunca toprağın ortalama sıcaklığı 17,70 °C’dir ve 22,2 °C’yi

geçen ay sayısı 12'dir. Elazığ'da test süresi boyunca toprağın ortalama sıcaklığı 17,28 °C olup 22,2 °C'yi geçen ay sayısı 13'tür (MGM, 2019).

Bu veriler ışığında özellikle kayın ve kızılğaç odunlarının Muğla ve Çanakkale deneme alanlarındaki toprak altı LPBD değerlerinin düşük olması sadece ekstraktif maddelerce fakir olmaları değil aynı zamanda gömüldükleri toprakların nem oranı, sıcaklık dereceleri ve sıcaklık süresinin de çürüklüğe katkı yapabileceği ortaya çıkmaktadır.

4.11. Renk Değişim (ΔE^*) Değerleri

Bu çalışmada, toprakla temas halinde bırakılmış odun örneklerinin her bir ağaç türüne bağlı olarak farklı iklim tiplerindeki renk değişimleri ile bir iklim tipine bağlı olarak tüm ağaç türü odunlarında görülen renk değişimleri kıyaslanmıştır.

Bilindiği üzere, renk materyaller için ayırt edici bir özellik olup çeşitli faktörlerin etkisiyle değişim göstermektedir. Odun materyali ile yapılan birçok çalışma sonucunda odun türüne, ortam özelliklerine bağlı olarak çeşitli renk değişimlerinin meydana gelebileceği bildirilmiştir (Özgenç ve Yıldız, 2012; Yıldız vd., 2013; Tomak vd., 2014; Can, 2018).

Özellikle dış uygulamalarda kullanılan odun materyalleri birçok iklim faktörüne maruz kalmakta ve materyallerin renkleri bu faktörlerin etkisi altındayken değişim göstermektedir. Ayrıca, birçok farklı çevresel faktöre bağlı olarak odunun hücre çeper bileşenlerinin (lignin, selüloz, hemiselüloz) ve özellikle de lignin ile selülozun degradasyonunun odunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişime neden olduğu belirtilmiştir (Turkoglu vd., 2015). Yoğun rutubet, UV ışınları, mekanik aşınma ve sıcaklık faktörleri ahşap malzeme için önemli risk unsurlarındandır. Bu etkilerden dolayı ağaç malzemenin renginde, kimyasal ve fiziksel yapısında bir takım değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler ağacın kullanım ömrünü kısaltmakta ve ayrıca bozunan malzemelerin onarım ya da değişim maliyetlerini artırarak önemli ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Fidan vd., 2018).

Odun gelişiminin ilk aşamalarında daha açık, solgun renkte olan ekstraktiflerin zaman içinde odunun ana bileşenlerinin oksidasyonu, polimerizasyonu sonucu koyulaştığı belirtilmiştir. Bilindiği üzere diri odunlar daha açık renkte, öz odunlar ise ayırt edilecek şekilde daha koyu renkte görülmektedir. Diri odun ile öz odun arasında görülen renk farklılığı odunun genel renk farklılığını temsil eden bir örnektir. Odun örneklerinde görülen renk farklılıkları sadece ekstraktiflerdeki renkli pigmentler sebebiyle değil aynı zamanda

çözülebilir polimerler sebebiyledir. Ayrıca YA ve İYA odunlarının yapılarında renkli flavonoid bileşenler mevcuttur (Yazaki, 2015).

Renk değişim değerleri farklı lignin ve hemiselüloz içerikleri sebebiyle odun türlerine göre farklılık göstermektedir. Ayrıca odundaki ekstraktifler, hemiselüloz ve lignin yapılarında kimyasal işlemlere bağlı değişimler meydana gelmektedir (Tomak vd., 2014). Sehlstedt-Persson (2003), odunda oluşan renk değişimlerini genel olarak lignin, hemiselüloz ve ekstraktif madde kaynaklı olduğu bildirmektedir. Ayrıca Bourgois vd., (1991) bu değişimleri odunun yoğunluğuna ve tekstürüne de bağlamaktadır.

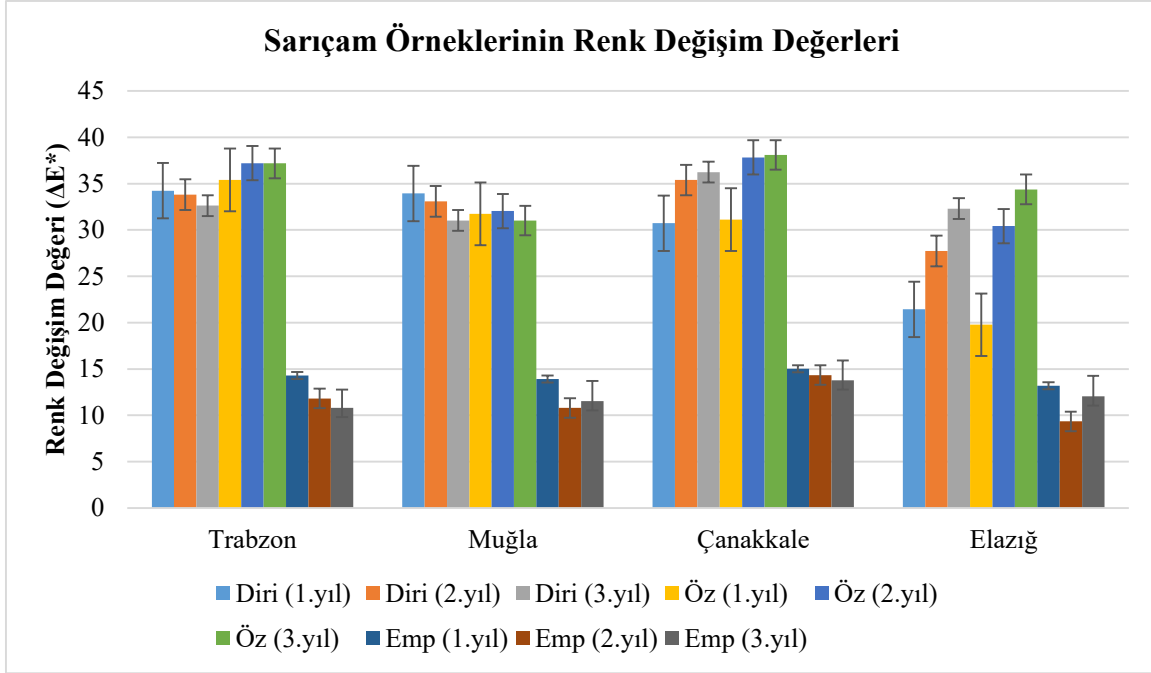
Tomak vd., (2014) çalışmalarında kullandıkları odun türlerinde genel olarak toplam renk değişimlerinin, artan yaşlandırmaya süresine bağlı olarak arttığını bulmuştur.

Çalışma genelinde diğer odun türlerine kıyaslandığında sarıçam örneklerinin daha yüksek renk değişim değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte emprenyeli örneklerin çalışmadaki diri odun ve öz odun örneklerine göre daha az renk değiştirdiği tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada emprenye işleminin odunda renk değişimini azalttığı bildirilmektedir (Çıtak, 2012; Kol vd., 2020).

4.11.1. Aynı Ağaç Türünün Farklı İklimlerdeki Toplam Renk Değişim Değerleri

4.11.1.1. Sarıçam

Sarıçam örneklerinin renk değişim değerleri Şekil 102’de verilmiştir.



Şekil 102. Sarıçam örneklerinin renk değişim değerleri

Sarıçam diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 34,24 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 21,43 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 35,39 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 27,75 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 36,25 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 31,03 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 15,01 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 13,20 ile karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Karma iklim haricindeki diğer iklim tipleri istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 14,33 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 9,34 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 13,78 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim

değeri 10,80 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Renk değişim değeri bakımından Karadeniz iklimi (11,52) ve Karasal iklim (12,06) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sarıçam öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 35,42 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 19,77 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 37,83 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 30,43 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Sarıçam öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 38,11 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 31,01 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

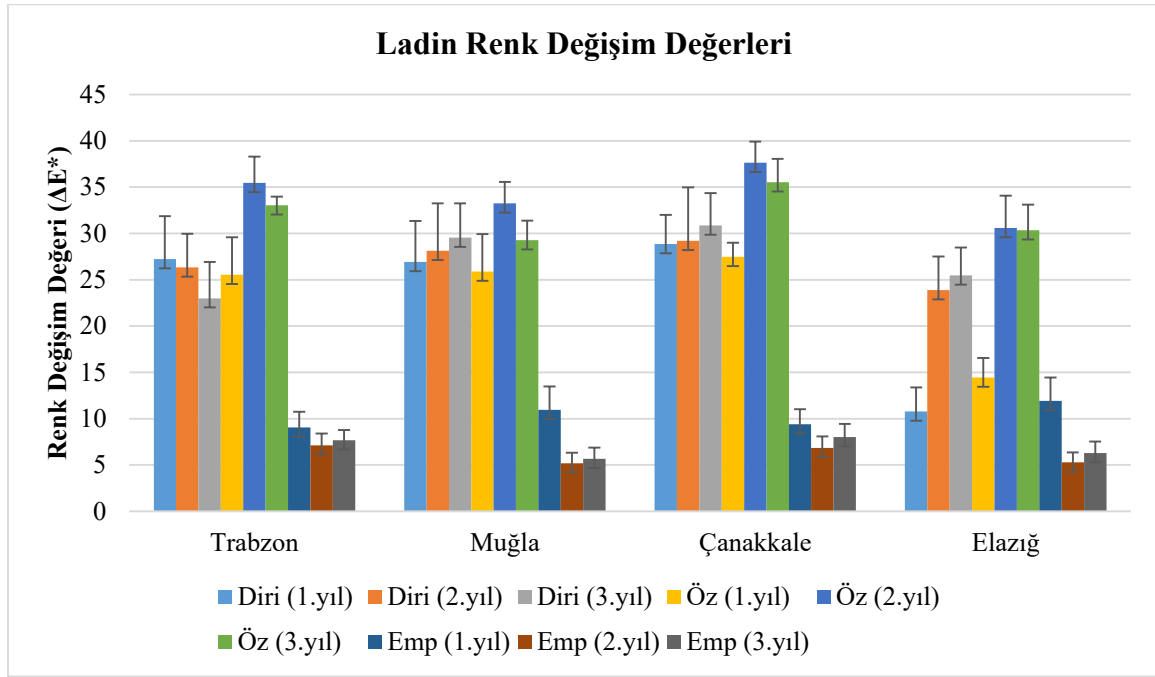
Çalışma genelinde diğer odun türlerine kıyaslandığında sarıçam örneklerinin daha yüksek renk değişim değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Tomak vd., (2014) İYA odunlarında YA odunlarına göre renk değişiminin daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Yine benzer şekilde çalışmalarda bu durumun odun türlerinin kimyasal bileşimleri ve lignin içeriklerinin farklılığına bağlı olarak gerçekleştiği belirtilmiştir (Mitsui, 2004; Deka vd., 2008; Temiz vd., 2006; Srinivas ve Pandey, 2012; Yıldız vd., 2013).

CCB emprenye maddesi ile emprenye işleminden hemen sonra odunda yeşil tonları egemen olmuştur ancak 3 yıllık toprakla temas testi sonrası örnekler daha açık ve soluk bir yeşile dönmüştür. Ayrıca emprenyeli test örnekleri en az renk değişim değerinin elde edildiği grup olmuştur. Tez kapsamında kullanılan CCB emprenye maddesinin içeriğinde bulunan %20-50 arasındaki bakır oranının lignin degradasyonunu azaltıcı bir etkide bulunduğu düşünülmektedir. Can (2018), çalışmasında sarıçam odununu çeşitli emprenye maddeleri ile emprenye edip toplam renk değişimini ölçmüştür. Sonuç olarak en az renk değişimi ACQ (Amonyum Bakır Quat) maddesinde ölçülmüştür. Bilhassa bakır ve krom içeren emprenye maddeleriyle emprenye edilen ahşap malzeme dış ortam koşullarında daha iyi performans vermektedir (Feist, 1984; Williams, 2005). Yapılan bir çalışmada, CCA, ACQ 1900, ACQ 2200, Tanalith E ve Wolmanit CX-8 maddeleri ile emprenye edilen ahşap malzemelerin hızlandırılmış dış ortam testine karşı dayanımları araştırılmıştır. CCA ve ACQ 1900'ün ahşap malzemede renk değişimini engellemekte en etkili madde olduğu tespit edilmiştir (Temiz, 2005). Ayrıca Gralier vd.'ne (2000) göre bakır amin emprenyesi, UV ışığı ve

yağmur etkisiyle yüzeyde oluşan lignin bozunmasını engellediği için renk değişimini de büyük ölçüde azaltmaktadır (Özgenç ve Yıldız, 2012).

4.11.1.2. Ladin

Ladin örneklerinin renk değişim değerleri Şekil 103'te verilmiştir.



Şekil 103. Ladin örneklerinin renk değişim değerleri

Ladin diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 28,87 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 10,78 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 29,20 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 23,88 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 30,87 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 23,00 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 11,92 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük renk değişim değeri 9,05 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 7,13 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 5,17 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

Ladin emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 8,02 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 5,68 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Karasal iklim ile Akdeniz iklimi ayrı bir homojenlik grubunda ve Karadeniz iklimi ile karma iklim ayrı bir homojenlik grubunda yer almaktadır.

Ladin öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 27,49 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 14,46 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 37,65 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 30,57 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Ladin öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 33,04 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 29,27 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür.

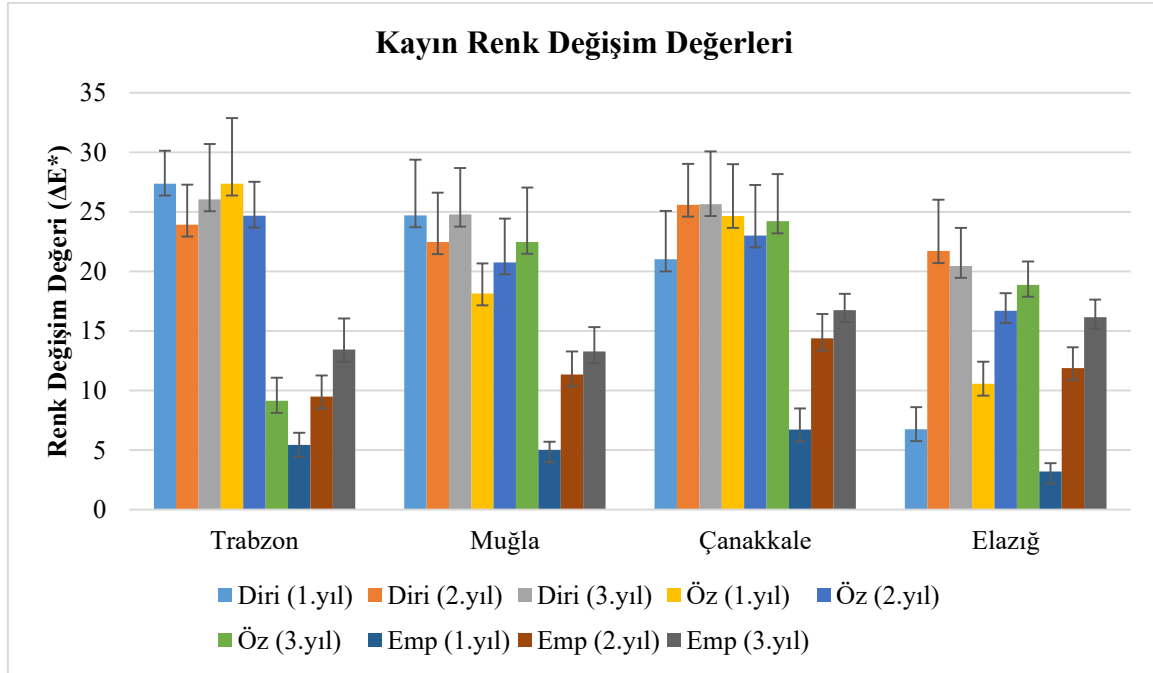
Çalışmada, sarıçam test örneklerinde olduğu gibi ladin öz ve diri odun test örneklerinde de renk değişimi diğer türlere göre yüksek olmuştur. Şahin, (2002) iğne yapraklı ağaç odunlarında meydana gelen renk koyulaşmasının yapraklı ağaçlara göre daha yüksek ve işlem zamanı ile pozitif bir ilişkisi olduğunu bildirmektedir. Aromatik, fenolik, karbonil ve karboksilik gruplarını yapısında çok miktarda bulunduran ligninin, ışınları absorbe etme özelliği, karbonhidratlara göre (hemiselüloz, selüloz) çok daha iyidir. Dolayısıyla lignin, UV ışınları ile daha fazla etkileşime girerek daha fazla reaksiyon verme potansiyeline sahiptir. Bu karmaşık fotokimyasal reaksiyonlar sonucunda polimerik yapısı belli derecede bozunmaya uğrayabilir. İYA ve YA odunlarının yapılarındaki kimyasal bileşenler hem oran hem de içerik olarak farklıdır. İYA genel olarak % 2-10 daha fazla lignine sahiptirler. Ligninin yapısındaki ve oranlarındaki bu farklılıklar İYA ve YA odunlarının fotokimyasal reaksiyonlara karşı farklı hassasiyetlerde etkileşime girebileceklerini göstermektedir. Dolayısıyla İYA ve YA odunlarının maruz kaldığı dış

etkenlerden dolayı renk değişim derecelerinin farklı olması beklenen bir durum olmaktadır. Ayrıca odunun bozunması esnasında yüzeyde oluşan serbest radikaller atmosferdeki oksijenle etkileşime girerek yüzeylerde renk değişimine sebep olabilirler (Şahin, 2002).

Emprenyeli test örneklerinde ise en az değişim ladin odununda görülmüştür. Bu değişimin sebebi retensiyon ve penetrasyon kabiliyetine bağlanacağı gibi İYA'ların farklı yapıda ve miktarlardaki lignin özelliklerine de bağlanabilir. Yapılan bir çalışmada, %10'luk sodyum borat çözeltisi ile emprenye edilen kayın, ladin ve kızılçam örneklerinde en düşük renk değişimi ladin odununda görülmüştür (Söğütü ve Döngel, 2009). Özgenç ve Yıldız, (2012) odun yüzeyinde oluşan bozunmayı önlemek için üst yüzey işlemi öncesi uygulanan odun koruyucu maddelerin astar katmanı olarak değerlendirildiği çalışmadan olumlu sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir. Bununla birlikte mevcut tez çalışmasında herhangi bir üst yüzey işlemi uygulanmasa da emprenye maddesinin koruyucu özelliğinin odunda daha az oranda renk değişimine katkı sağladığı söylenebilir.

4.11.1.3. Kayın

Kayın örneklerinin renk değişim değerleri Şekil 104'de verilmiştir.



Şekil 104. Kayın örneklerinin renk değişim değerleri

Kayın diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 27,37 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 6,77 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kayın diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 25,60 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 21,72 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kayın diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 26,05 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 20,46 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kayın emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 6,73 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 3,20 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Karma iklim haricindeki diğer iklim tipleri istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 14,38 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 9,51 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Renk değişim değeri bakımından Akdeniz iklimi (11,36) ve Karasal iklim (11,89) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kayın emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 16,75 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 13,29 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Karasal iklim ile karma iklim ayrı bir homojenlik grubunda ve Karadeniz iklimi ile Akdeniz iklimi ayrı bir homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kayın öz odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 27,37 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 10,77 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kayın öz odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 24,69 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 16,69 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

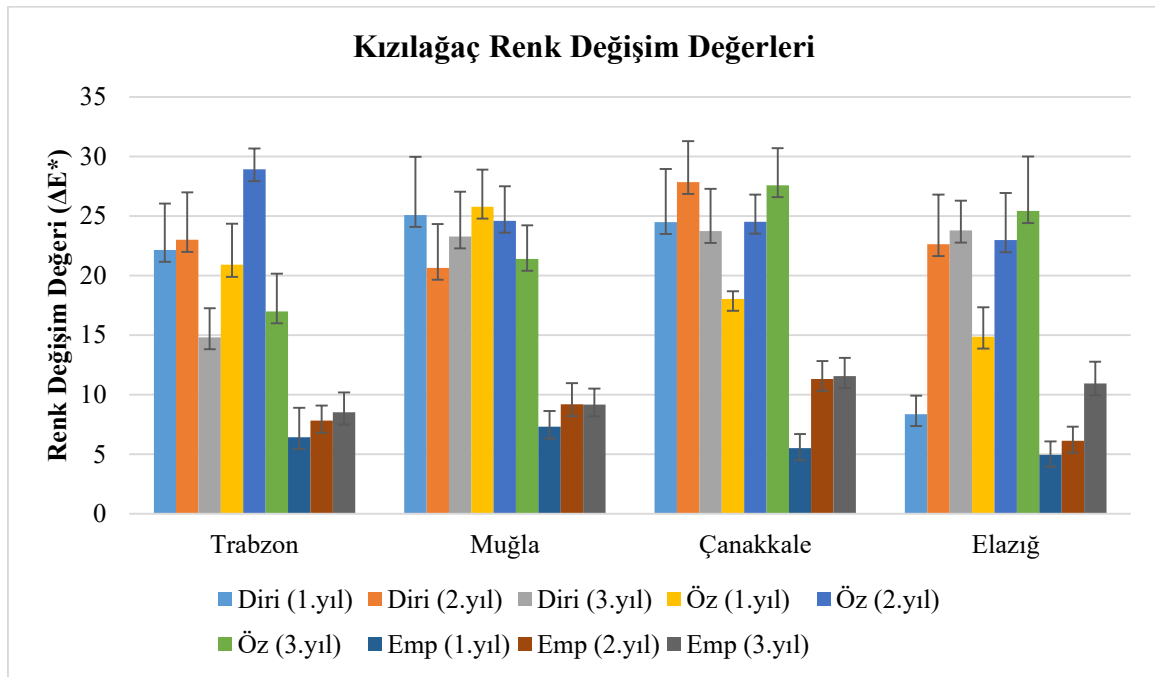
Kayın öz odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 24,22 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük renk değişim değeri 9,14 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Emprenyeli test örnekleri içerisinde en fazla renk değişimi kayın örneklerinde görülmüştür. Emprenye edilen odun örnekleriyle yapılan bir çalışmada, en fazla renk

değişimi sodyum borat çözeltisi ile emprenye edilmiş kayın örneklerinde görülmüştür. Literatüre göre emprenye işlemi ağaç malzemenin rengini bir miktar değiştirmekte ve yüzey pürüzlülüğünü artırmaktadır. Daha az renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü için emprenye öncesi zımparalama işlemi önerilmektedir (Sögütlü ve Döngel, 2009).

4.11.1.4. Kızılağaç

Kızılağaç örneklerinin renk değişim değerleri Şekil 105'te verilmiştir.



Şekil 105. Kızılağaç örneklerinin renk değişim değerleri

Kızılağaç diri odunu 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 25,08 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük renk değişim değeri 8,36 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kızılağaç diri odunu 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 27,85 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 20,65 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Renk değişim değeri bakımından Karadeniz iklimi (23,00) ve Karasal iklim (22,63) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kızılağaç diri odunu 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 23,78 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülürken, en düşük renk değişim değeri 14,81 ile

Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür. Karadeniz iklim haricindeki diğer iklim tipleri istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kızılağaç emprenyeli odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 7,31 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük renk değişim değeri 4,95 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Karasal iklim ile karma iklim ayrı bir homojenlik grubunda ve Karadeniz iklimi ile Akdeniz iklimi ayrı bir homojenlik grubunda yer almaktadır.

Kızılağaç emprenyeli odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 11,31 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 6,13 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kızılağaç emprenyeli odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 11,57 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 8,51 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Kızılağaç öz odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 25,77 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülürken, en düşük renk değişim değeri 14,86 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

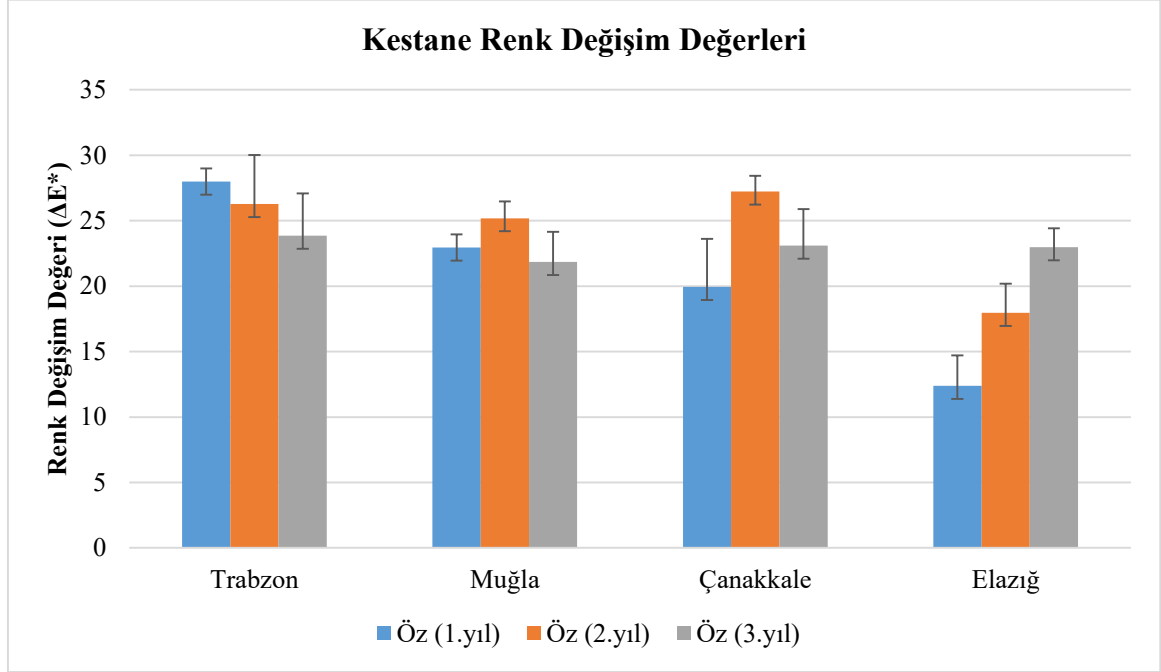
Kızılağaç öz odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 28,93 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 22,97 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür. Renk değişim değeri bakımından Akdeniz iklimi (24,60) ve Karasal iklim (24,52) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

Kızılağaç öz odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 27,58 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 16,99 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülmüştür.

Renk ölçümlerinin teğet kesitte yapıldığı bu çalışmada, Muğla deneme alanı dışındaki kızılağaç diri odunlarının öz odunlara göre daha düşük renk değişim değeri görülmektedir. Yapılan bir çalışmada, ısıtış işlemlere maruz bırakılmış kızılağaç test örneklerinin teğet kesitinde yapılan ölçümlerde diri odunların öz odunlara göre daha düşük renk değişim değeri bildirilmektedir (Balçık ve Özdemir, 2017). Emprenyeli kızılağaç örneklerinde ise kayından daha düşük renk değişim değerleri elde edilmiştir. Söğütlü ve Döngel'in (2009) yaptığı çalışmada en fazla renk değişimi sodyum borat çözeltisi ile emprenye edilmiş kayın örneklerinde görülmüştür.

4.11.1.5. Kestane

Kestane örneklerinin renk değişim değerleri Şekil 106’da verilmiştir.



Şekil 106. Kestane örneklerinin renk değişim değerleri

Kestane öz odun 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 28,00 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 12,38 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kestane öz odun 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 27,23 ile karma iklimde (Çanakkale) görülürken, en düşük renk değişim değeri 17,96 ile Karasal iklimde (Elazığ) görülmüştür.

Kestane öz odun 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 23,81 ile Karadeniz ikliminde (Trabzon) görülürken, en düşük renk değişim değeri 21,86 ile Akdeniz ikliminde (Muğla) görülmüştür. Renk değişim değeri bakımından karma iklimi (23,09) ve Karasal iklim (22,98) istatistik olarak aynı grupta yer almaktadır.

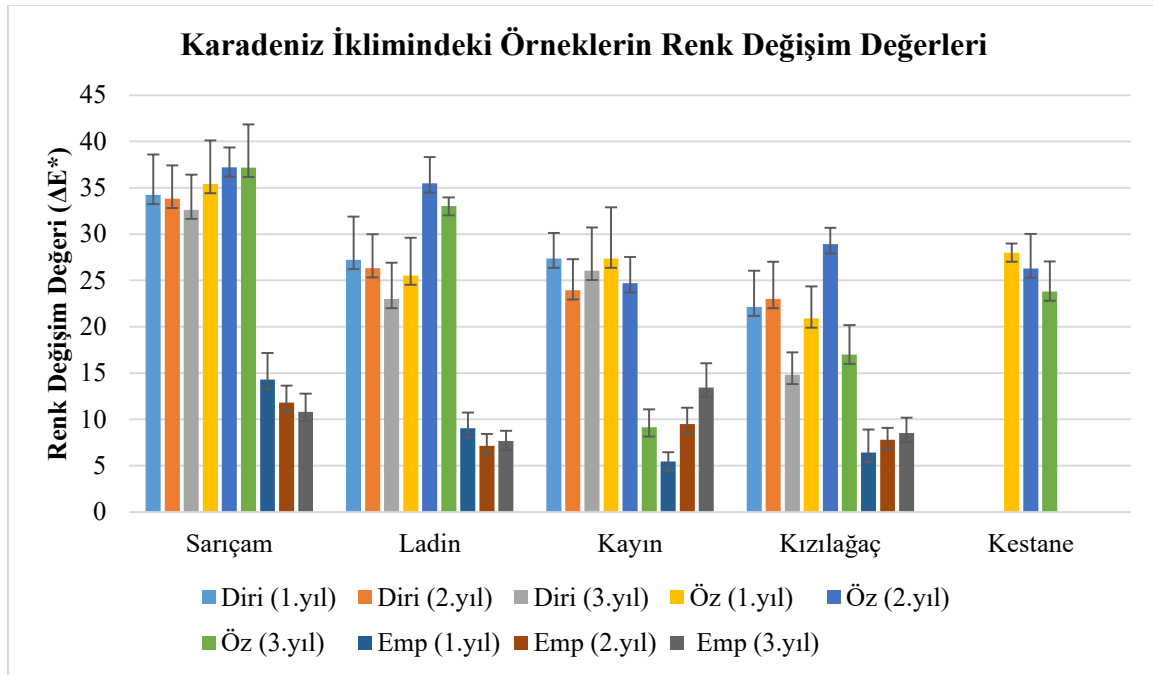
Kestane örnekleri sadece öz odunlar arasında değerlendirildiğinde, İYA odunlarından daha az oranda renk değişim değeri elde edilmiştir. Yapılan bir çalışmada kestane odununun ΔE değeri sarıçam ve meşeden az bulunmuştur (Budakçı ve Karamanoğlu, 2014). Karamanoğlu ve Kaymakçı (2018) açık hava iklim şartlarına bırakılan kestane

odununun maruziyet sonrası artan süre ve sıcaklıkla doğru orantılı olarak renginin koyulaştığını bildirmişlerdir.

4.11.2. Aynı İklim Tipindeki Farklı Ağaç Türlerinden Elde Edilen Test Örneklerinin Renk Değerleri

4.11.2.1. Karadeniz İklimi

Karadeniz iklimindeki örneklerin renk değişim değerleri Şekil 107’de verilmiştir.



Şekil 107. Karadeniz iklimindeki örneklerin renk değişim değerleri

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 35,42 ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 20,90 ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır. Sarıçam öz ve diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır. Emprenyeli örneklerde 1. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 14,30 ile sarıçamda, en düşük renk değişim değeri 5,45 ile kayında görülmüştür.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 37,22 ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 23,00 ile kızılğaç diri odununda hesaplanmıştır.

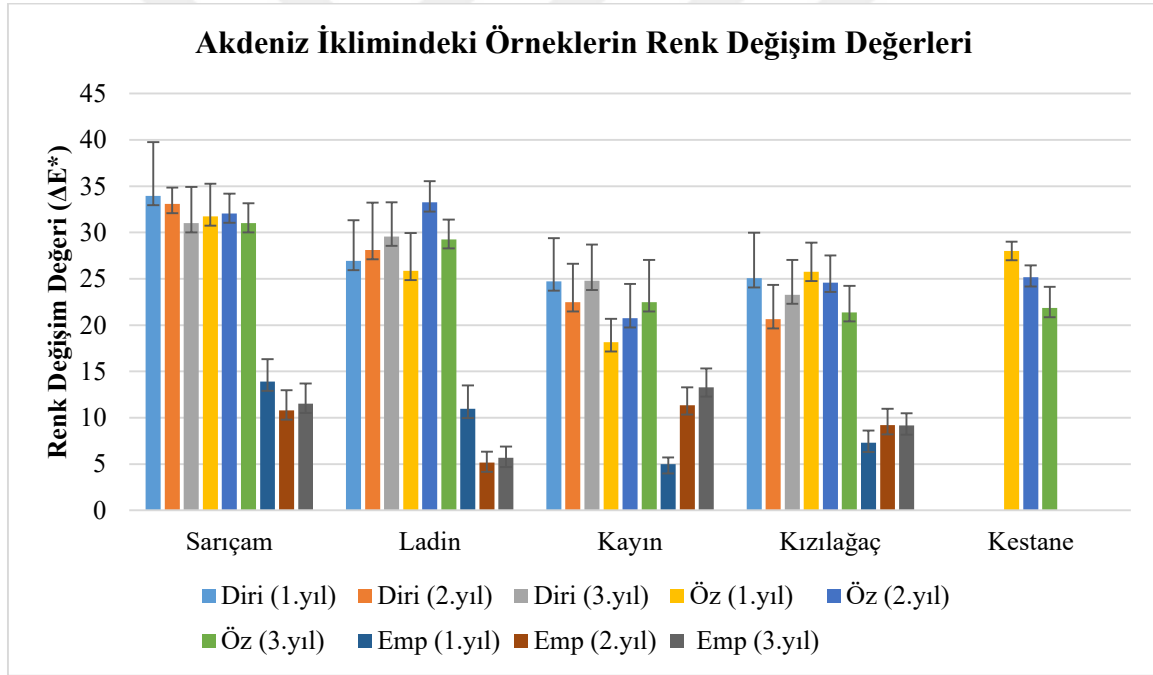
Emprenyeli örneklerde 2. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 11,81 ile sarıçamda, en düşük renk değişim değeri 7,13 ile ladinde görülmüştür.

Karadeniz ikliminin pilot ili olan Trabzon deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 37,19 ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 9,14 ile kayın öz odununda hesaplanmıştır.

Emprenyeli örneklerde 3. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 13,44 ile kayında, en düşük renk değişim değeri 7,67 ile ladinde görülmüştür.

4.11.2.2. Akdeniz İklimi

Akdeniz iklimindeki örneklerin renk değişim değerleri Şekil 108’de verilmiştir.



Şekil 108. Akdeniz iklimindeki örneklerin renk değişim değerleri

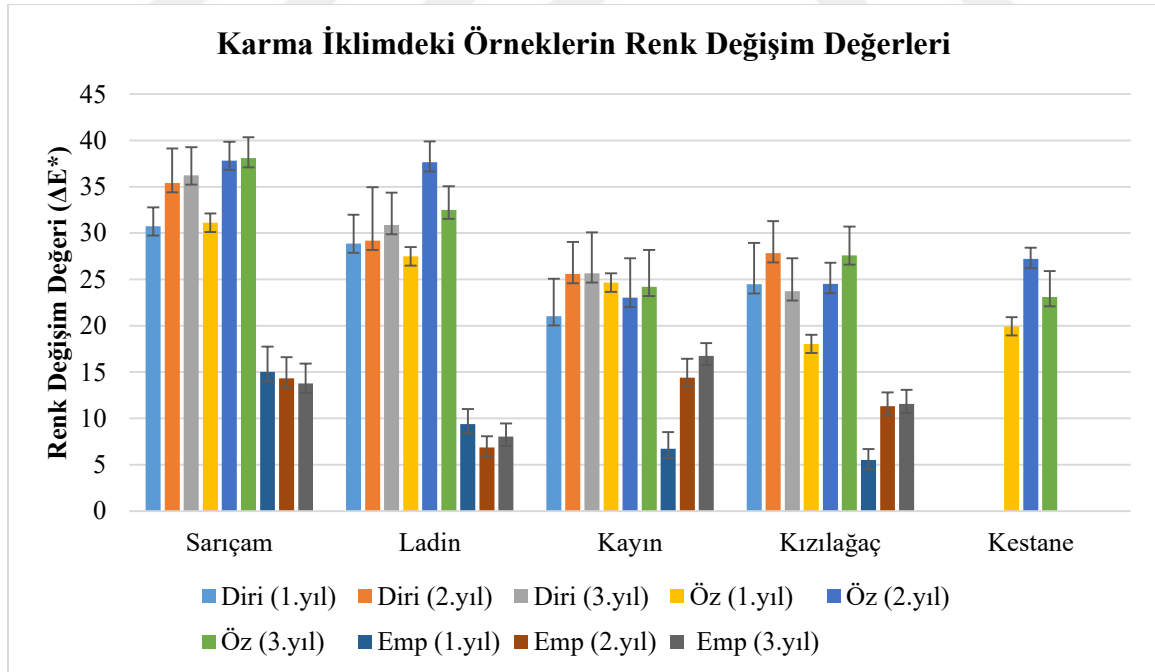
Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 33,95 ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 18,15 ile kayın öz odununda hesaplanmıştır. Emprenyeli örneklerde 1. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 13,90 ile sarıçamda, en düşük renk değişim değeri 5,00 ile kayında görülmüştür.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 33,25 ile ladin öz odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 20,65 ile kızılâğaç diri odununda hesaplanmıştır. Sarıçam diri odunu ve ladin öz odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır. Emprenyeli örneklerde 2. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 11,36 ile kayında, en düşük renk değişim değeri 5,17 ile ladinde görülmüştür.

Akdeniz ikliminin pilot ili olan Muğla deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 31,03 ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 21,39 ile kızılâğaç öz odununda hesaplanmıştır. Sarıçam diri ve öz odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır. Emprenyeli örneklerde 3. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 13,29 ile kayında, en düşük renk değişim değeri 5,68 ile ladinde görülmüştür.

4.11.2.3. Karma İklim

Karma iklimdeki örneklerin renk değişim değerleri Şekil 109’da verilmiştir.



Şekil 109. Karma iklimdeki örneklerin renk değişim değerleri

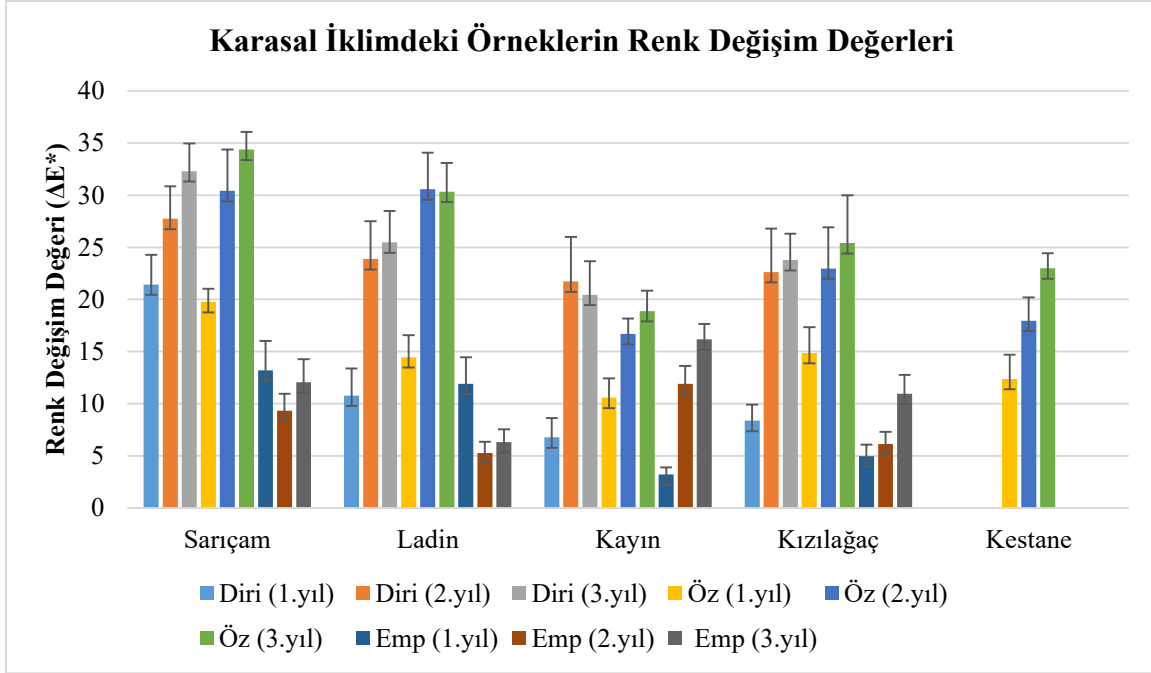
Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 31,13 ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 18,04 ile kızılğaç öz odununda hesaplanmıştır. Emprenyeli örneklerde 1. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 15,01 ile sarıçamda, en düşük renk değişim değeri 5,50 ile kızılğaçta görülmüştür.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 37,83 ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 23,03 ile kayın öz odununda hesaplanmıştır. Sarıçam öz odunu ve ladin öz odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır. Emprenyeli örneklerde 2. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 14,38 ile kayında, en düşük renk değişim değeri 6,86 ile ladinde görülmüştür.

Karma iklimin pilot ili olan Çanakkale deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 38,11 ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 23,09 ile kestane öz odununda hesaplanmıştır. Sarıçam öz ve diri odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır. Emprenyeli örneklerde 3. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 16,75 ile kayında, en düşük renk değişim değeri 8,02 ile ladinde görülmüştür.

4.11.2.4. Karasal İklim

Karasal iklimdeki örneklerin renk değişim değerleri Şekil 110'da verilmiştir.



Şekil 110. Karasal iklimdeki örneklerin renk değişim değerleri

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 1. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 21,43 ile sarıçam diri odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 6,77 ile kayın diri odununda hesaplanmıştır. Emprenyeli örneklerde 1. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 13,20 ile sarıçamda, en düşük renk değişim değeri 3,20 ile kayında görülmüştür.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 2. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 30,57 ile ladin öz odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 16,69 ile kayın öz odununda hesaplanmıştır. Sarıçam öz odunu ve ladin öz odunu aynı homojenlik grubunda yer almaktadır. Emprenyeli örneklerde 2. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 11,89 ile kayında, en düşük renk değişim değeri 5,28 ile ladinde görülmüştür.

Karasal iklimin pilot ili olan Elazığ deneme alanındaki 3. yıl numuneleri dikkate alındığında en yüksek renk değişim değeri 34,38 ile sarıçam öz odununda görülürken, en düşük renk değişim değeri 18,89 ile kayın öz odununda hesaplanmıştır. Emprenyeli örneklerde 3. yıl sonunda en yüksek renk değişim değeri 16,16 ile kayında, en düşük renk değişim değeri 6,30 ile ladinde görülmüştür.

Toprakla temas halde açık alana bırakılan odunların hepsinde kararma ve matlaşma görülmüştür (Delucis vd., 2016). Çalışmanın geneli düşünüldüğünde toplam renk değişimi

değerlendirme kriterine (Barcik vd., 2015) göre örneklerde birbirinden farklı renk oluşumları gözlemlenmiştir (Tablo 107).

Tablo 107. Çalışmadaki odun örneklerinin açık alan testleri sonrası renk değişimleri (Barcik vd., 2015)

Tür	Ağaç	Trabzon	Muğla	Çanakkale	Elazığ
Diri Odun	Sarıçam	32,63	31,03	36,25	32,31
	Ladin	23,00	29,55	30,87	25,48
	Kayın	26,05	24,78	25,66	20,46
	Kızılağaç	14,81	23,29	23,73	23,78
Öz Odun	Sarıçam	37,19	31,01	38,11	34,38
	Ladin	33,04	29,27	32,52	30,34
	Kayın	9,14*	22,49	24,22	18,89
	Kızılağaç	16,99	21,39	27,58	25,42
	Kestane	23,81	21,86	23,09	22,98
Emprenyeli O.	Sarıçam	10,80*	11,52*	13,78	12,06
	Ladin	7,67*	5,68**	8,02*	6,30*
	Kayın	13,44	13,29	16,75	16,16
	Kızılağaç	8,51*	9,16*	11,57*	11,00*

* $6 < \Delta E < 12$ Yüksek Renk Değişimi, ** $3 < \Delta E < 6$ Orta kaliteli bir filtre ile görülebilen renk değişimi

Tablo 107'ye göre en yüksek renk değişim değeri elde edilen odun türü sarıçam öz odunu olmuştur. En düşük renk değişim değeri elde edilen odun türü ise ladin emprenyeli odundur. Diri odunlar ele alındığında ortalama en yüksek renk değişim değeri sarıçam diri odununda, en düşük renk değişim değeri kızılğaç diri odununda görülmüştür. Öz odun örnekleri kendi aralarında mukayese edildiğinde ortalama en yüksek renk değişim değeri sarıçam öz odununda, en düşük renk değişim değeri kayın öz odununda görülmüştür. Emprenyeli test örneklerinde ise ortalama en yüksek renk değişim değeri kayın emprenyeli odununda, en düşük renk değişim değeri ladin emprenyeli odununda görülmüştür.

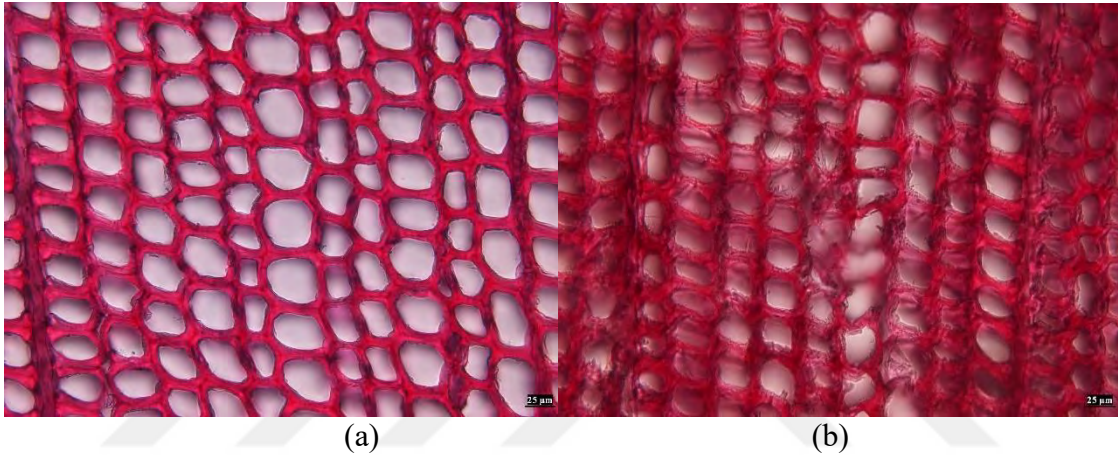
4.12. Anatomik Değişiklikler

Çalışma genelinde gerek gösterdiği dayanım performansı gerek kullanım yaygınlığı ve bulunabilme kolaylığı ile kendini ön plana çıkaran sarıçam odununa ait enine kesitlerden

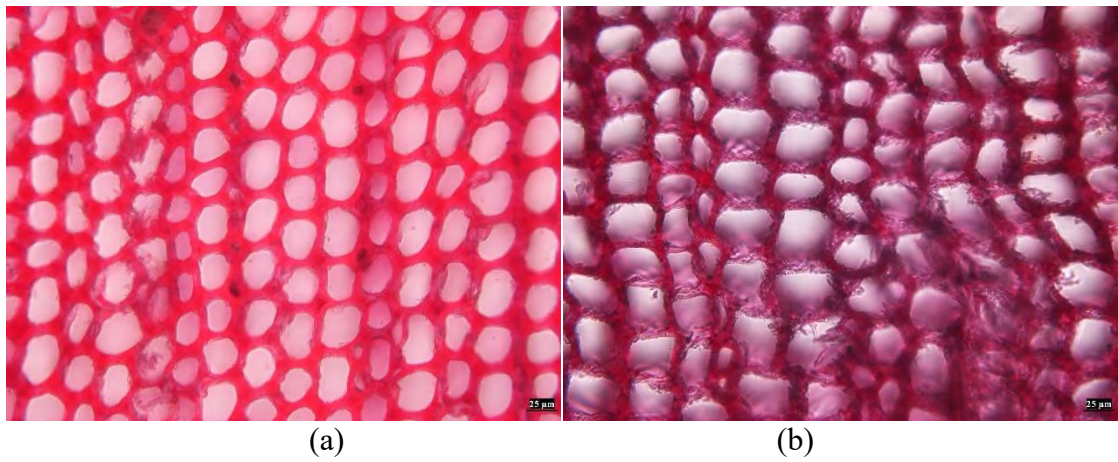
elde edilen preparatlarda anatomik yorumlar yapılmıştır. 3 yıl boyunca toprakla temas halinde kalan örneklerin diri odun, öz odun ve emprenyeli diri odunlarındaki değişimler incelenmiştir.

4.12.1. Sarıçam Diri Odununa Ait Enine Kesit İncelemesi

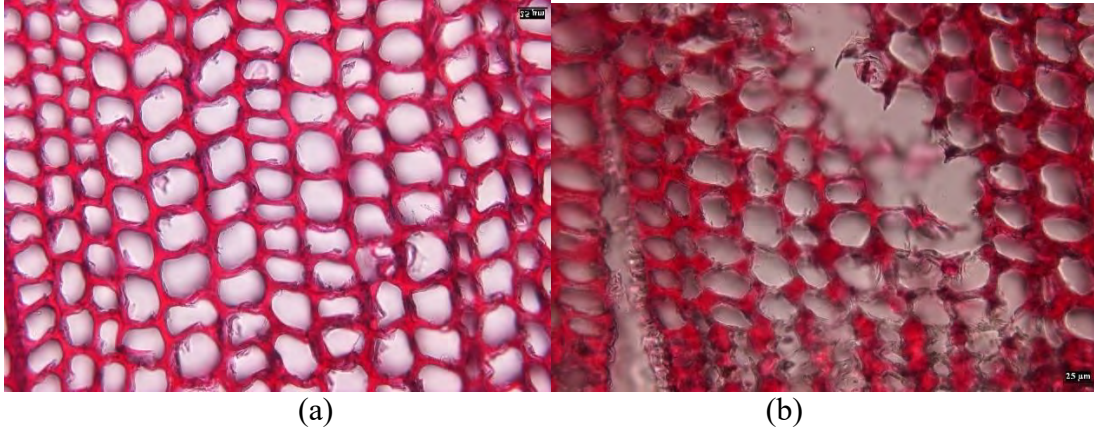
Farklı illerde açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun diri odununa ait kesitler Şekil 111-115 arasında verilmiştir.



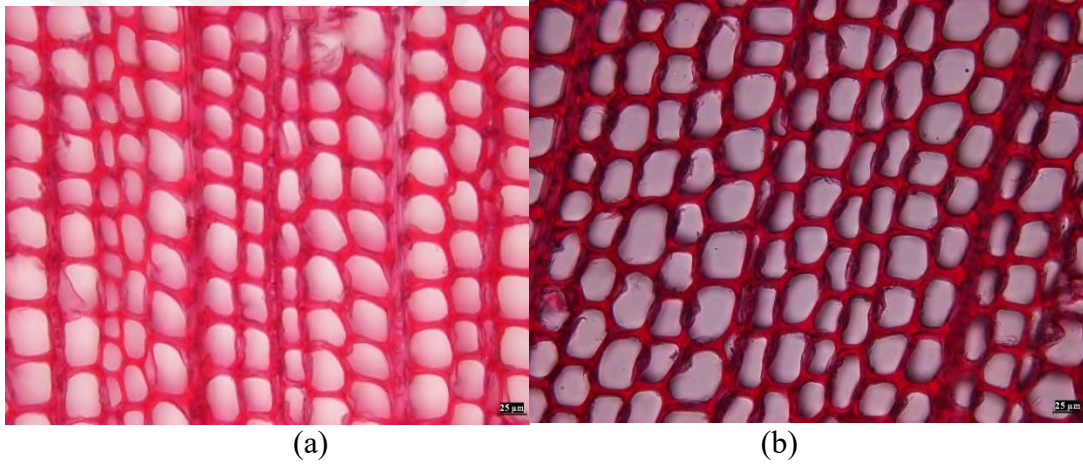
Şekil 111. Trabzon'da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) diri odununa ait kesitler



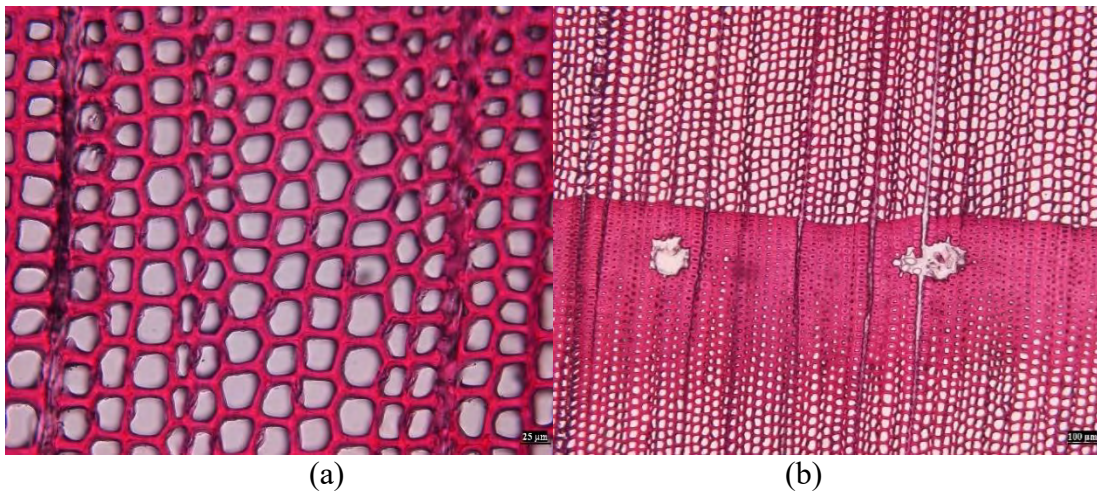
Şekil 112. Muğla'da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) diri odununa ait kesitler



Şekil 113. Çanakkale’de açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) diri odununa ait kesitler



Şekil 114. Elazığ’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) diri odununa ait kesitler



Şekil 115. Sarıçam kontrol diri odununa ait kesitler (a) (25 µm), (b) (100 µm)

Çalışmada 3 yıl boyunca açık alan deneme testlerine maruz bırakılmış sarıçam diri odun örneklerinin toprak üzerinde kalan kısımlarına ait numunelerin enine kesitinde, hiç araziye çıkarılmamış kontrol örneklerine oranla çok fazla değişim olduğu söylenememektedir. Çeşitli boyutlarda mikro fotoğrafları çekilen A1, B1, C1, D1 örneklerinin traheid çeperleri ve reçine kanalları ile E1 örneğinin traheid çeperleri ve reçine kanalları birbirine benzer bulunmuştur. A1, B1, C1, D1 örneklerinin arazide olmasına rağmen toprakla temas etmemesi bu sonucu destekler niteliktedir.

Yapılan bir çalışmada toprakla temas eden odun türlerinde çürüklük yapan mantar faaliyeti araştırılmıştır. En çok mantar faaliyetinin toprakla temas eden toprak yüzeyi kısmında olduğu tespit edilmiştir (Torres-Andrade vd., 2019).

Çalışmada toprak altında kalan diri odun örneklerine bakıldığında A2, B2 ve C2'deki hücre çeperlerinin A1, B1 ve C1'deki hücre çeperlerine ve kontrol örneklerine nazaran yer yer parçalanıp degrade olduğu görülmektedir. Hücre çeperlerinin toprak içerisindeki mikroorganizmalar ve oduna çürüklük yapan mantarlar tarafından parçalanarak çürüklük işleminin başlatıldığı düşünülmektedir. Elde edilen anatomik fotoğraflara göre toprak altı ve toprak üstü performansı arasındaki farkın en az olduğu il Elazığ olarak tespit edilmiştir. Tez kapsamında yapılan mekanik, fiziksel ve renk ölçümlerinden elde edilen sonuçlar da genel olarak bu bulguyu destekler niteliktedir.

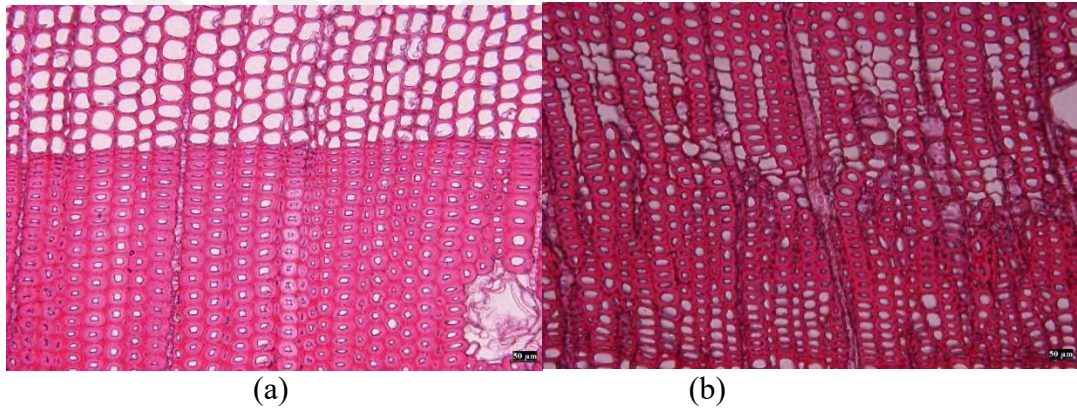
Doğada oduna arız olan mantar türlerinin genellikle *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* ve *Fungi imperfecti* form sınıfına girer mantarlar olduğu bilinmektedir. Bu mantar türlerine ait hüfler oduna tutunduktan sonra önce özışınlarına buradan da diğer dokulara doğru gelişerek ilerlemektedir. Hüflerin ucundan salgılanan enzimler yardımıyla odunun hücre çeperi çözünmekte ve çürüklük yapan mantarlar hücre çeperini parçalayarak odunun degradasyonunu başlatmaktadır (Yıldız, 2000).

Çürüklükle artan ağırlık kaybı ve azalan yoğunluk anatomik özelliklerle ilişki içerisinde. Anatomik yapıda meydana gelen bozunmalar odunda yoğunluk ve ağırlık kaybına neden olmaktadır (Dadzie ve Amoah, 2015). Olympus BX50 araştırma mikroskobu altında yapılan incelemelerde toprak altında kalan örneklerin genelinde boyuna reçine kanallarını çevreleyen ince çeperli epitel hücrelerinin bozunmaya uğradığı, ilkbahar odunu traheidlerinde yaz odunu traheidlerine göre daha fazla incelme ve parçalanmanın olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun yıllık halkayı oluşturan bu iki yapı arasındaki yoğunluk farkından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle termit saldırısına uğrayan Çanakkale örneklerinde (C2) boyuna reçine kanallarının diğer toprak altı örneklerine göre daha fazla

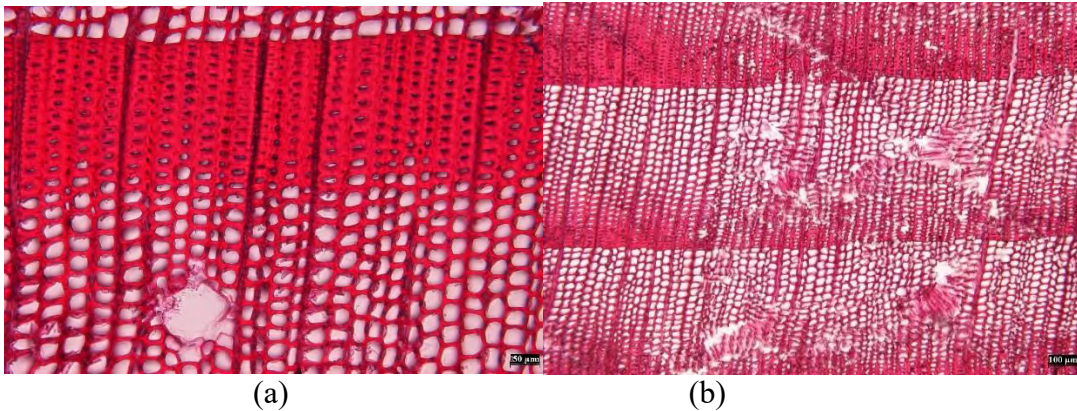
oranda parçalandığı tespit edilmiştir. Enine kesitlerde görülen traheidlerdeki değişiklikler incelendiğinde bozunma lümeninden başlayıp orta lamele kadar tüm tabakalarda artarak devam etmiştir. Bozunmaların genelde yıllık halka sınırlarındaki geçiş zonlarında ve reçine kanalları çevresinde olduğu gözlemlenmiştir. Tuncer (2014), yaptığı bir çalışmada, odunun direnç özelliklerinde bir miktar kayba neden olan ısıtma işleminin anatomik olarak sarıçam odununda yaptığı bozunmaları incelemiştir. Isıtma işlem sonrası odunda bazı reçine kanalları ve ince çeperli ilkbahar odunu traheidlerinin parçalandığını bildirmiştir.

4.12.2. Sarıçam Öz Odununa Ait Enine Kesit İncelemesi

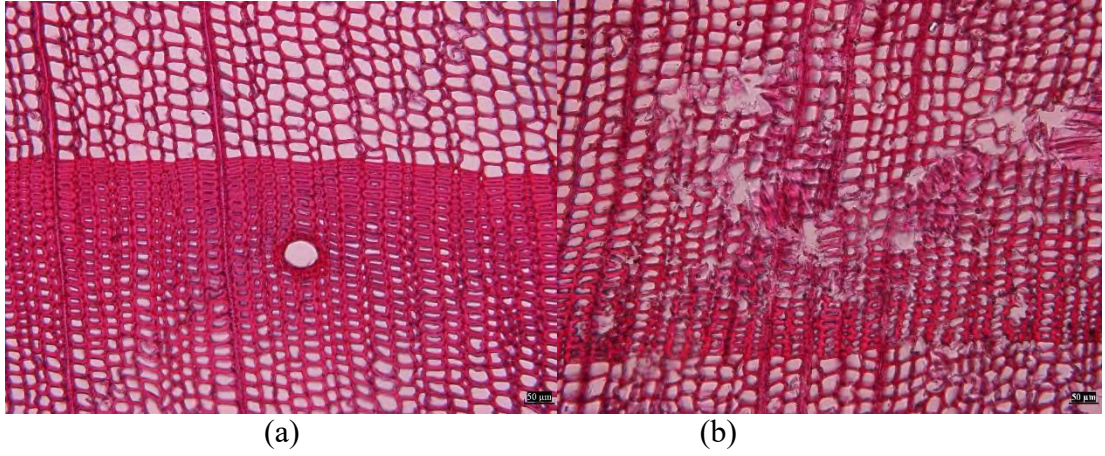
Farklı illerde açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun öz odununa ait kesitler Şekil 115-120 arasında verilmiştir.



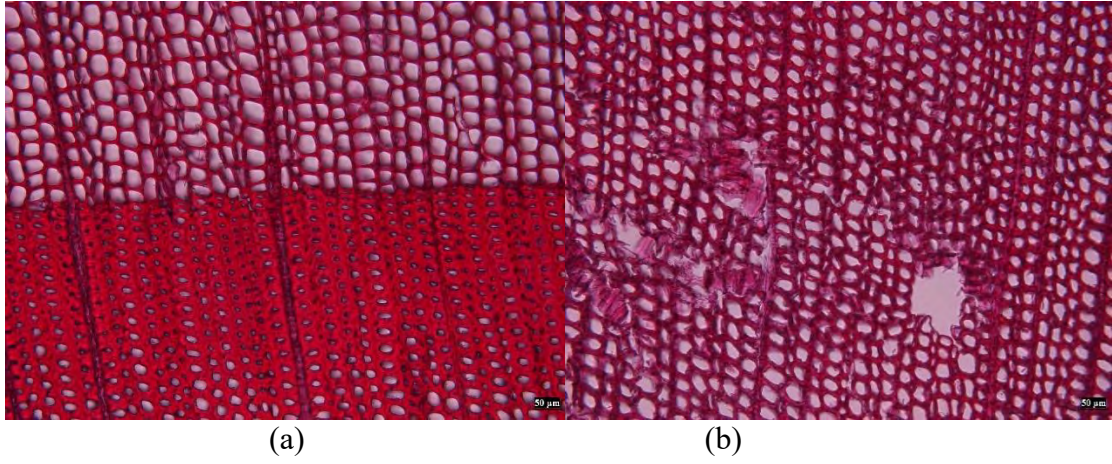
Şekil 116. Trabzon’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) öz odununa ait kesitler



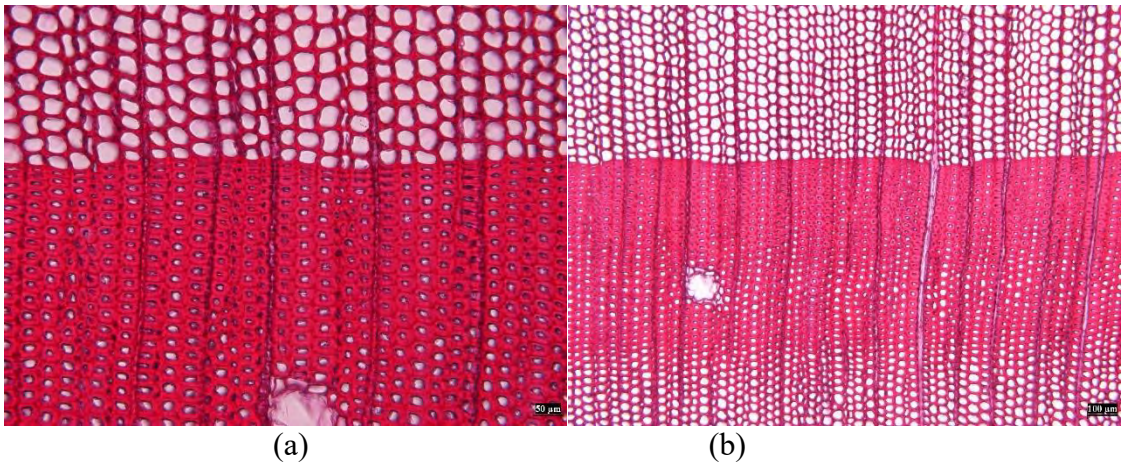
Şekil 117. Muğla’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) öz odununa ait kesitler



Şekil 118. Çanakkale’de açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) öz odununa ait kesitler



Şekil 119. Elazığ’da açık alan testine maruz bırakılan sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) öz odununa ait kesitler



Şekil 120. Sarıçam kontrol öz odununa ait kesitler (a) (50 µm), (b) (100 µm)

Çalışmada 3 yıl boyunca açık alan deneme testlerine maruz bırakılmış sarıçam öz odunu örneklerinin toprak üzerinde kalan kısımlarına ait numunelerin enine kesitinde, hiç araziye çıkarılmamış kontrol örneklerine göre fazla bir değişim tespit edilmemiştir. Çeşitli boyutlarda mikro fotoğrafları çekilen A1, B1, C1, D1 örneklerinin traheid çeperleri ve reçine kanalları ile E1 örneğinin traheid çeperleri ve reçine kanalları birbirine benzer bulunmuştur. A1, B1, C1, D1 örneklerinin arazide olmasına rağmen toprakla temas etmemesi bu sonucu destekler niteliktedir.

Yapılan bir çalışmada toprakla temas eden odun türlerinde çürüklük yapan mantar popülasyonu ve çeşitliliği araştırılmıştır. Odun yüzeyinde en fazla mantar türünün bulunduğu yer hem toprakla hem havayla temas eden orta boğum olmuştur (Jacobs vd. 2019). Mevcut tez çalışmasındaki toprak üstü örnekler bu orta boğumun daha üzerindeki kısımlardan alınmıştır. Toprakla teması olmayan kısımlarda kontrole yakın bir görüntü alınmış olup Şekil 18’de verilmiştir.

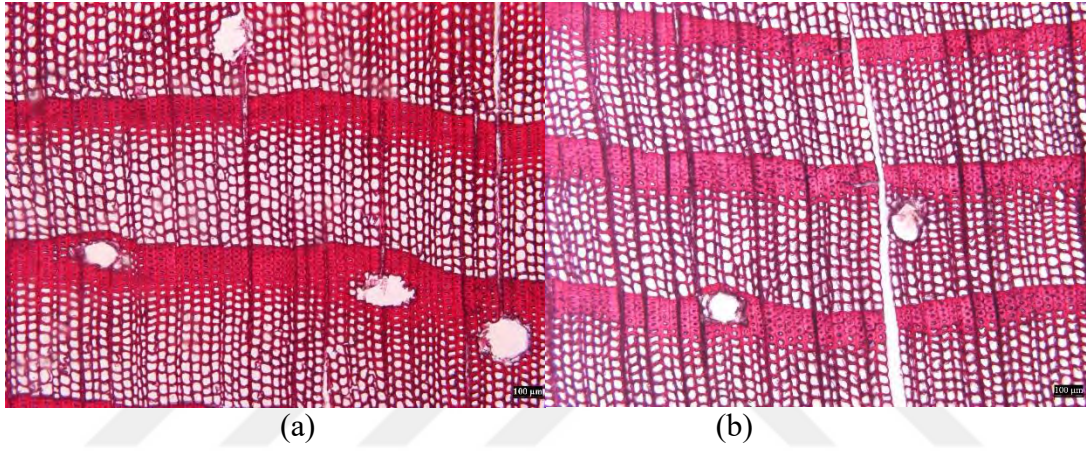
Çalışmada toprak altında kalan öz odun örneklerine bakıldığında A1, B1, C1 ve D1’deki hücre çeperlerinin görüntüsüne ve kontrol örneği kesitine göre bozunmaya uğradıkları söylenebilir. Buradaki bozunma diri odunda meydana gelen bozunmalara benzer olup degradasyon yoğunluğu öz odunda daha azdır. Buna sebep olarak öz odun ve diri odun arasındaki yapısal farklılıklar gösterilebilir. (Gültekin, 2014) göre enine kesitte sarıçam diri odunu ve öz odunu arasındaki anatomik farklılıklar incelendiğinde öz odunu enine kesitinde diri oduna göre daha fazla sayıda reçine kanalı gözlemlenmiştir. Gözlenen bu farklılıkların fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikler üzerinde de etkili olduğu bildirilmektedir. Mevcut tez kapsamında düşünüldüğünde öz odun ve diri odun arasındaki dayanım farkının bu şekilde açıklanabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Öz odununun diri oduna oranla daha dayanıklı olduğunu belirten bir başka çalışmada, doğal dayanıklılığıyla bilinen bazı odun türlerinin öz odunlarından elde edilen ekstraktlar *Pinus caribaea* ve *Antiaris toxicaria* ağacı odunlarının diri odunlarına daldırma yöntemiyle emdirilerek emprenye işlemi sağlanmıştır. Dayanıksız olan bu türlerin yapılan doğal ekstraktlarla muamelesi sonucu dayanımları artırılmıştır. Aynı zamanda ekstraksiyona uğratılan odun örnekleri de aynı teste tabi tutulmuş ve dayanımlarında bir miktar azalma olsa da tamamen degrade olmamışlardır. Bunun sebebi olarak da ekstraksiyon işlemiyle odundan öz odunu ekstraktlarının tamamıyla uzaklaştırılmadığı ve hücre çeperlerinde hala bir miktar koruyucu ekstrakt mevcudiyeti olduğu öne sürülmüştür (Syofuna, 2012).

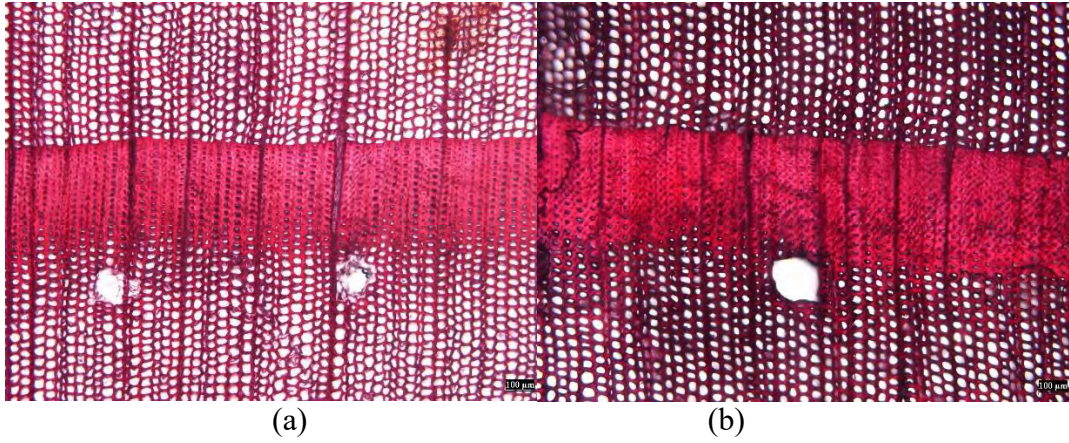
Sarıçam öz odununa ait enine kesit görselleri incelendiğinde Çanakkale ve Muğla'daki toprak altı örneklerinin nispeten daha yoğun degradasyonu söz konusu illerdeki nispeten daha düşük performans değerlerinin bir kanıtı olarak değerlendirilebilir.

4.12.3. Sarıçam Emprenyeli Odununa Ait Enine Kesit İncelemesi

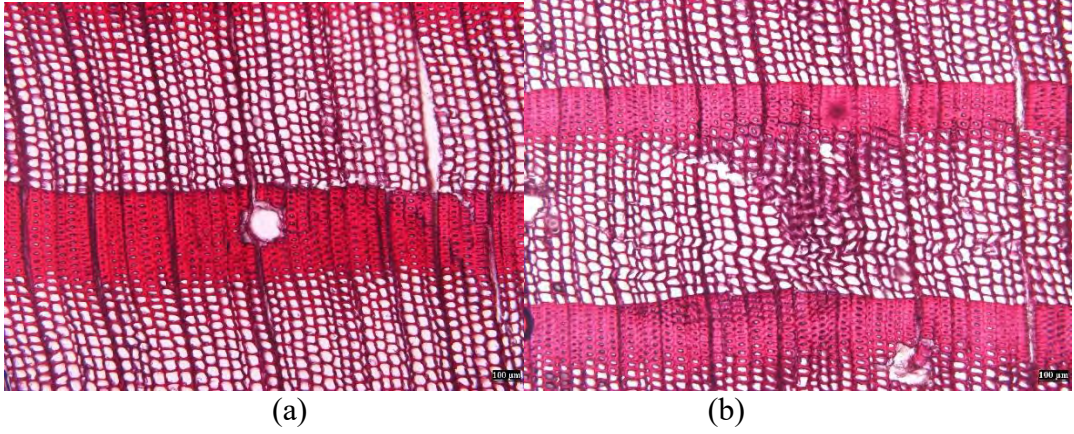
Farklı illerde açık alan testine maruz bırakılan emprenyeli sarıçam odununun odununa ait kesitler Şekil 121-125 arasında verilmiştir.



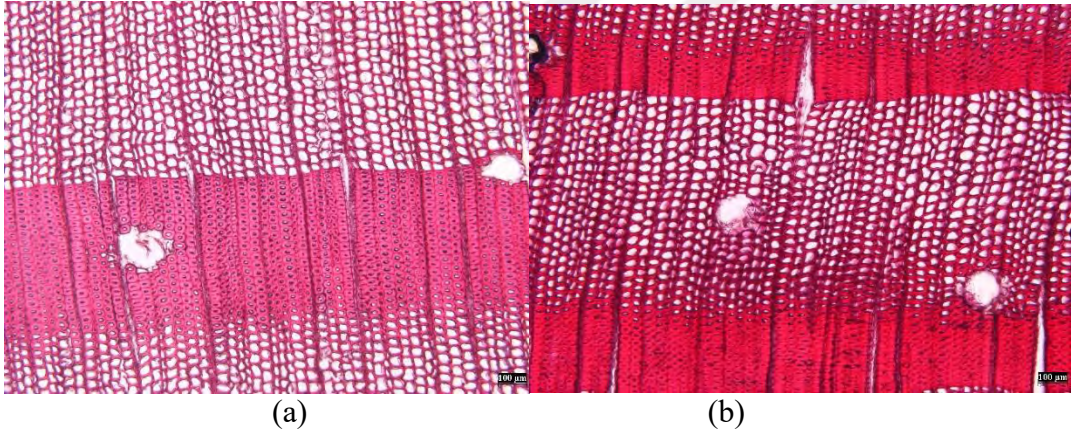
Şekil 121. Trabzon'da açık alan testine maruz bırakılan emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) odununa ait kesitler



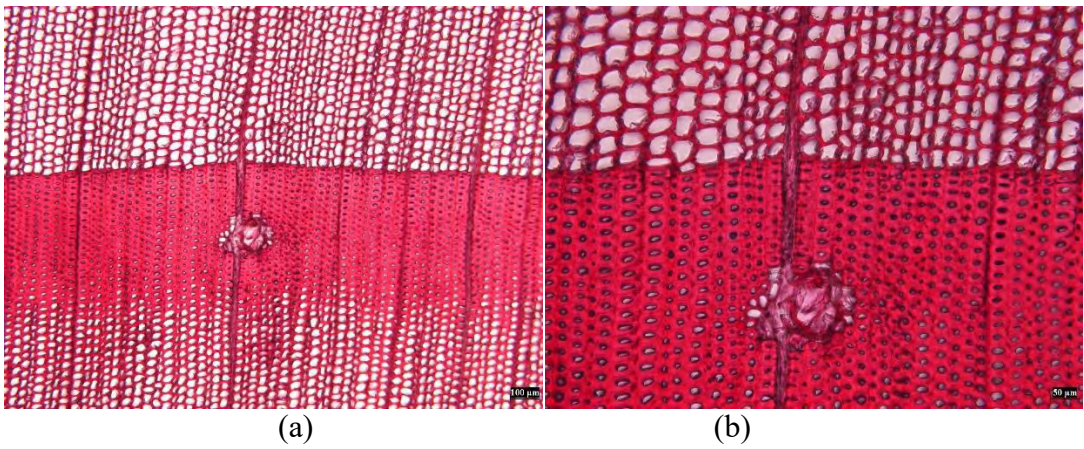
Şekil 122. Muğla'da açık alan testine maruz bırakılan emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) odununa ait kesitler



Şekil 123. Çanakkale’de açık alan testine maruz bırakılan emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) odununa ait kesitler



Şekil 124. Elazığ’da açık alan testine maruz bırakılan emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü (a) ve toprak altı (b) odununa ait kesitler



Şekil 125. Emprenyeli sarıçam kontrol odununa ait kesitler (a) (100 µm), (b) (50 µm)

Çalışmada 3 yıl boyunca açık alan deneme testlerine maruz bırakılmış sarıçam emprenyeli odunu örneklerinin toprak üzerinde ve toprak altında kalan kısımlarına ait numunelerin enine kesitinde, hiç araziye çıkarılmamış kontrol örneklerine göre herhangi bir değişim tespit edilememiştir. Çeşitli boyutlarda mikro fotoğrafları çekilen A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 ve D2 örneklerinin traheid çeperleri ve reçine kanalları ile E1 örneğinin traheid çeperleri ve reçine kanalları birbirine benzer bulunmuştur. A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 ve D2 örneklerinin arazide olup A2, B2, C2 ve D2 örneklerinin toprakla temas etmesine rağmen herhangi bir bozulma olmaması başarılı bir emprenye işlemi ile açıklanabilir. Yapılan emprenye işlemi ile topraktaki mikroorganizmalar ve odunda çürüklük yapan mantara karşı koruma sağlandığı söylenebilir. Panov ve Terziev, (2015) bir emprenye maddesinin sadece hidrofobik olmasının yeterli olmadığını, özellikle toprakla temas halinde topraktaki çürüklük yapan mantar ve mikroorganizmalara karşı da zehirleyici etki göstermesi gerektiğini bildirmektedir. Mevcut emprenyeli sarıçam örneklerinin arazide her türlü iklimsel olaylara rağmen emprenye maddesi tarafından korunmaya devam ettiği söylenebilir. Emprenye maddesinin, örneklerin arazide tatbik edilmesinden sonraki ilk yıllarında bir miktar yıkandığı tahmin edilmekle birlikte kalan kısmın bu bağlamda koruyuculuğunu devam ettirdiği düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR

“Bazı Ağaç Türü Odunlarının Farklı Coğrafik Bölgelerdeki Doğal Dayanıklılığının Açık Alan Denemeleri ile Belirlenmesi” adlı bu tez çalışmasında, sarıçam, ladin, kayın, kızılğış ve kestane odunlarının öz odun, diri odun ve emprenyeli diri odunları, Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ illerinde 3 yıl boyunca 4. tehlike sınıfında toprakla temas halinde bekletilmiş olup ilgili deneme alanlarından yıl yıl alınan numunelerde, görsel çürüklük derecelendirmesi, ağırlık kaybı, yoğunluk, eğilme ve elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci, renk değişim değerleri ve sarıçam odununun anatomik özellikleri incelenmiştir. Ayrıca test süresince odunda oluşan anatomik değişiklikler sarıçam odunu özelinde incelenmiş ve çekilen mikro fotoğraflarla bu değişim irdelenmiştir. Yapılan çalışmalara ait sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Görsel Çürüklük Derecelendirmesine Ait Sonuçlar

- 1) Ağaç türüne göre bakıldığında genel olarak en düşük görsel çürüklük derecelendirmesi Elazığ’da, en yüksek görsel çürüklük derecelendirmesi ise Çanakkale, Muğla ve Trabzon’da görülmüştür. Ayrıca öz odun örnekleri, diri odunlara göre daha iyi sonuçlar vermiştir.
- 2) İklim türüne göre bakıldığında genel olarak sarıçam ve ladin test örneklerinde daha düşük görsel çürüklük derecelendirmesi görülmüştür. Kızılğış ve kayın örneklerinin görsel çürüklük derecelendirmesi tüm iklim tiplerinde yüksek bulunmuştur.
- 3) Emprenyeli tüm örneklerde görsel çürüklük derecelendirmesi “0” bulunmuştur.

- Ağırlık Kaybı Değerlerine Ait Sonuçlar

- 1) Ağaç türüne göre bakıldığında genel olarak en düşük ağırlık kaybı Elazığ’da, en yüksek ağırlık kaybı ise Çanakkale, Muğla ve Trabzon’da görülmüştür. Ayrıca öz odun örneklerinde, diri odunlara göre daha az ağırlık kaybı yaşanmıştır.
- 2) İklim türüne göre bakıldığında genel olarak sarıçam ve ladin test örneklerinde daha düşük ağırlık kaybı görülmüştür. Kestane odununa ait ağırlık kaybı nispeten daha yüksektir. Kızılğış ve kayın örneklerinin ağırlık kaybı tüm iklim tiplerinde yüksek bulunmuştur.
- 3) Emprenyeli örneklerdeki ağırlık kayıplarının emprenye maddesinin uzaklaşmasından/yıkanmasından kaynaklığı düşünülmektedir.

- Yoğunluk Değerlerine Ait Sonuçlar

- 1) Ağaç türüne göre bakıldığında genel olarak en yüksek yoğunluk değerleri Elazığ'da, en düşük yoğunluk değerleri ise Çanakkale başta olmak üzere Muğla ve Trabzon'da görülmüştür.
- 2) İklim türüne göre bakıldığında genel olarak sarıçam, ladin ve kestane odunu test örneklerinde kayın ve kızılğaca göre daha yüksek yoğunluk değerleri elde edilmiştir. Deneme alanlarında sadece Elazığ'da tüm odun türlerinde düşük yoğunluk kaybı gözlemlenmiştir.
- 3) Emprenyeli örneklerin yoğunluk değerleri diğer test numunelerine göre daha yüksek bulunmuştur.

- Eğilme Direnci Değerlerine Ait Sonuçlar

- 1) Ağaç türüne göre bakıldığında, en yüksek eğilme direnci değerleri Elazığ'da, en düşük eğilme direnci değerleri ise Trabzon başta olmak üzere Muğla ve Çanakkale'de görülmüştür. Özellikle sarıçam, ladin ve kestane diri odun türlerinin Çanakkale'de termit saldırısına uğraması öz odunları ön plana çıkarmaktadır. Çalışma genelinde öz odun ve diri odun direnç değerlerinde zaman zaman farklılıklar görülmektedir.
- 2) İklim türüne göre bakıldığında genel olarak sarıçam, ladin ve kestane odunu test örneklerinde kayın ve kızılğaca göre daha yüksek eğilme direnci değerleri elde edilmiştir. Elazığ'da görülen eğilme direnç değerleri diğer illere göre çok daha yüksek olmakla birlikte sarıçam, kestane ve ladin odunları dikkat çekmektedir. Kayın ve kızılğaç numunelerinden elde edilen eğilme direnç değerleri daha düşüktür. Kayın ve kızılğaç odunları arasında ise kayın odununun daha düşük eğilme direnci değerine sahip olduğu görülmüştür.
- 3) Emprenyeli örneklerin eğilme direnci değerleri emprenyeli kontrol örneklerine yakın bulunmuştur.

- Elastikiyet Modülü Değerlerine Ait Sonuçlar

- 1) Ağaç türüne göre bakıldığında genel olarak en yüksek elastikiyet modülü değerleri Elazığ'da, en düşük elastikiyet modülü değerleri ise Trabzon ve Çanakkale'de görülmüştür. Öz odun ve diri odun arasındaki ilişki eğilme direnci sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

2) İklim türüne göre bakıldığında genel olarak sarıçam, ladin ve kestane odunu test örneklerinde kayın ve kızılğaç göre daha yüksek elastikiyet modülü değerleri elde edilmiştir. Elazığ'da görülen elastikiyet modülü değerleri diğer illere göre çok daha yüksek olmakla birlikte kızılğaç, kestane ve ladin odunlarının elastikiyet modülü değerleri de dikkat çekici bulunmuştur. Kayın numunelerinden elde edilen elastikiyet modülü değerleri diğer ağaç türlerine oranla daha düşüktür.

3) Emprenyeli örneklerin elastikiyet modülü değerleri emprenyeli kontrol örneklerine yakın bulunmuştur.

- Liflere Paralel Basınç Direnci Değerlerine Ait Sonuçlar (Toprak üstü)

1) Ağaç türüne göre bakıldığında genel olarak en yüksek basınç direnci değerleri Elazığ'da, en düşük basınç direnci değerleri ise Trabzon ve Çanakkale'de görülmüştür. Öz odun ve diri odun örnekleri arasında basınç direnci farklılıkları tespit edilmiştir.

2) İklim türüne göre bakıldığında genel olarak en düşük basınç direnci kızılğaç odununda görülmüştür. Diğer odun türlerinden elde edilen basınç direnci değerleri birbirine yakın olmakla birlikte kestane ve sarıçam odununun bir adım önde olduğu söylenebilmektedir.

3) Emprenyeli örneklerin basınç direnç değerleri irdelendiğinde en düşük basınç direnci kızılğaç odununda, en yüksek basınç direnci sarıçam odununda bulunmuştur.

- Liflere Paralel Basınç Direnci Değerlerine Ait Sonuçlar (Toprak altı)

1) Ağaç türüne göre bakıldığında genel olarak en yüksek basınç direnci değerleri Elazığ'da, en düşük basınç direnci değerleri ise Trabzon ve Çanakkale'de görülmüştür. Öz odunu ve diri odunu arasında basınç direnci farklılıkları tespit edilmiştir.

2) İklim türüne göre bakıldığında genel olarak en düşük basınç direnci kızılğaç ve kayın odununda, en yüksek basınç direnci kestane, sarıçam ve ladin odununda görülmüştür.

3) Emprenyeli örneklerin basınç direnç değerleri genel olarak birbirlerine yakın, diri ve öz odunlara göre yüksek olup emprenyeli kontrol örneklerine göre bir miktar düşüktür.

- Renk Değişim Değerlerine Ait Sonuçlar

1) En yüksek renk değişimin yaşandığı yer Çanakkale olup renk değişiminin en çok görüldüğü odun türü ise sarıçamdır.

- 2) Çalışmadaki iğne yapraklı türlerde öz odunu daha fazla renk değiştirirken yapraklı türlerde bu değişim daha az oranda görülmüştür. En düşük renk değişimi ise emprenyeli örneklerde gözlenmiştir.



6. ÖNERİLER

“Bazı Ağaç Türü Odunlarının Farklı Coğrafik Bölgelerdeki Doğal Dayanıklılığının Açık Alan Denemeleri ile Belirlenmesi” adlı bu tez çalışmasında, sarıçam, ladin, kayın, kızılğaç ve kestane odunlarının öz odun, diri odun ve emprenyeli diri odunları, Trabzon, Muğla, Çanakkale ve Elazığ illerinde 3 yıl boyunca 4. tehlike sınıfında toprakla temas halinde bekletilmiş olup ilgili deneme alanlarından yıl yıl alınan numunelerde, görsel çürüklük derecelendirmesi, ağırlık kaybı, yoğunluk, eğilme ve elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci, renk değişim değerleri incelenmiştir. Ayrıca test süresince odunda oluşan anatomik değişiklikler sarıçam odunu özelinde incelenmiş ve çekilen mikro fotoğraflarla meydana gelen değişimler irdelenmiştir.

Bilindiği gibi ahşap malzeme, diğer yapı malzemeleri ile kıyaslandığında ekolojik, sağlıklı, estetik ve doğal olması gibi farklı bir çok yönüyle ön plana çıkmaktadır. Ancak, doğal ve canlı bir malzeme olduğu için sürekli mantar ve böcek, yangın, rutubet gibi biyotik ve abiyotik tehditlerin yıkımlandırıcı etkisine maruz kalmaktadır. Dolayısıyla ahşabın dış ortam koşullarına bırakılmadan önce emprenye edilmesi gerekir. Bu süreçte kuşkusuzdur ki hangi odun türünün, hangi şartlarda ne kadar sürede bozunduğunu bilmek daha etkili bir emprenye modeli tercih etmede avantaj sağlar. Öte yandan kamuoyunda bazı türlerin hiç emprenye edilmeden de kullanılabileceği düşüncesi yaygındır. Özellikle gıda maddesi veya içecek saklanması gereken ahşap fiçilerde, doğal görünüm gerektiren özel mimari tasarımlarda emprenyeli türlerden çok doğal dayanımı yüksek türlerin tercihi söz konusudur. Dolayısıyla burada, kullanım yerine ve amacına özgü bir koruma yaklaşımı, üzerinde durulması gereken asıl husustur. Böyle bir bilinçlenme ile gereksiz emprenye maddesi kullanımının, zaman, para, işgücü kaybının ve çevre kirliliğinin önüne geçileceği düşünülmektedir. İlaveten emprenye işleminin zaruri olduğu durumlarda doğru kimyasal maddeyi ve uygun yöntemi seçerken kendi ülkemize özgü coğrafya, iklim, toprak, odun türü vb. özelliklerinin olası etkilerini göz ardı etmemek gerekmektedir.

Bu tez çalışmasının; ülkemiz iklim tipinin odun hammaddesi üzerindeki olumlu/olumsuz etkilerini bilme ve koruma yöntemlerini bu bilimsel gerçeklere dayandırarak uygulama ve hatta gerekmiyorsa da hiçbir koruma metodu uygulamama seçeneklerini mesleki uygulayıcılara, akademik camiaya, ilgili kamu kurum ve kuruluşlarına hatırlatması açısından önemli bir misyonu yerine getirdiği düşünülmektedir. Bu bağlamda

çalışmanın diğer bölgelerimizi de kapsayacak şekilde farklı iklim tiplerinde, farklı ağaç türleriyle genişletilerek uygulanması, ülke genelinde yorumlanması ve gerekiyorsa mevcut metodolojilerin yeniden yapılandırılması doğru bir yaklaşım olacaktır.

Ahşabın dış ortam koşullarında bozunması iklimsel parametreler ile yakından ilişkilidir. Bu yüzden, iklim endeksi değerlerinin ve bozundurma faktörlerinin iller bazında bilinmesi dış hava ortamında kullanılan ağaç malzemenin kullanım ömrünün arttırılması için gereklidir.

Türkiye’de emprenyeli ahşap kullanım oranı oldukça düşüktür. Emprenye işlemi, tarihçe olarak Cumhuriyet öncesine dayansa da günümüze dek istenilen ivme yakalanamamıştır. 2000’li yıllarda 29 adet olan işletme sayısı 2007’de 73 olarak bilinmektedir. Ancak emprenye işletmeleri tam kapasite çalışmamaktadır ve bunun sebebi de talep yetersizliği ile açıklanmaktadır. Akademik çalışmalarla kamuoyuna gereken bilinç verilmeye çalışılsa da konu üreticiler ve tüketiciler tarafından hala net olarak kavranamamıştır. Bunun yanında yasal bir zorunluluk olmamasının emprenye endüstrisinin gelişimini yavaşlattığı, üzerinde durulması gereken bir başka konudur. Bu nedenle özellikle bozunma riskinin fazla olduğu dış ortam koşullarında, toprak temaslı kullanımlarda ahşap malzemenin emprenyeli bir şekilde kullanımının yasal olarak zorunlu hale getirilmesi, bu konuda karar mercilerinin ve yasa düzenleyicilerinin ikna edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu sayede milli servetimiz olan orman varlığımızın üzerindeki baskıların azalacağı, odunun hizmet ömrünün uzayacağı, odun ithalat oranının düşürülüp dış ticaret açığının azalmasına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Araştırılması gereken bir diğer konu da farklı iklimlerin yaşandığı ülkemizde iklime ve kullanılan tehlike sınıfına göre uygun retensiyon miktarlarının belirlenebilmesidir. Çürüklük riski daha az olan bölgelerde daha az retensiyon kullanılarak gereksiz emprenye maddesi kullanımının önüne geçilmiş olunabilir. Böylelikle ülke genelinde ağaç türüne göre optimum retensiyon oranları belirlenebilir. Ayrıca bölgelere göre odunlara arız olan mantar türlerinin belirlenerek çürüklük riski haritası oluşturulması bilime ve pratik uygulamalara büyük katkılar sunabilir.

Dünya üzerinde çok sayıda odun türü olup birçoğu farklı iklimlerde yetiştirilip farklı iklimlerde kullanılmaktadır. Orman ürünleri endüstrisine hizmet eden bu yapı malzemesinin kullanım yerine göre seçilip uygun şartlarda muamele edilmesi malzeme ömrü için oldukça elzemdir. Bu konuda dünyada AWP, ASTM ve EN gibi çeşitli standartlar bulunmaktadır. Ancak hali hazırda kullanılan odun hammaddesi standartlarının tüm dünya için geçerli

olması beklenemez. Bir başka deyişle farklı ekolojik ve iklimsel karakterlere sahip ülkeler tarafından geliştirilen yabancı standartların kendi ülke gerçeklerimizle ve yerli ağaç türlerimizle tam olarak uyuşması her durumda mümkün olmaz. Kaldı ki odun çok farklı kullanım alanlarında değerlendirilmekte ve bu alanlar tehlike sınıflarına göre de çeşitlendirilip sınıflandırılmaktadır. Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de çok farklı iklim tipleri ve toprak yapıları, yanı sıra birbirinden farklı tehlike sınıfları mevcuttur. Toprakla temas halinde bırakılan odun hammaddesinin dayanımını ölçmek için iklimsel parametreler ve toprağın bazı özelliklerinin bilinmesi odun dayanımının belirlenmesi açısından büyük önem taşır. Dolayısıyla uygulanacak emprenye yöntemleri ve emprenye maddesi konsantrasyonlarının her ülkenin kendi çeşitliliğini kapsayacak kadar geniş bir o kadar da spesifik çözümler sunması gerekir. Bu çalışmanın söz konusu boşluğu kısmen kapatacak yaklaşımlarıyla standardizasyon çalışmalarına bir nevi altlık görevi görmekte olduğu düşünülmekte ve standardizasyon konusunda yapılacak daha ileri çalışmalarda tezden çıkarılan sonuçların göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

Çalışmadan elde edilen en önemli sonuçlardan biri emprenye işleminin gerekliliğidir. Tehlike sınıfının gerektirdiği retensiyona göre yapılan emprenye işlemi sonrası emprenyeli örneklerin tamamı tüm iklim tiplerinde oldukça iyi bir dayanım göstermiştir. Ahşap malzemenin toprakla temas halinde kullanılması planlanan uygulamalarda mutlak suretle uygun emprenye maddesi ile ve uygun retensiyonda emprenye edilmesi gerekmektedir. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda ahşap malzeme, daha farklı emprenye maddeleriyle emprenye edilerek aradaki performans farklılıkları ortaya koyulabilir. Ayrıca çevresel kaygıların giderek arttığı günümüzde çevreye zararı olmayan ya da bu zararın belirlenen limitlerin altında kaldığı emprenye maddeleriyle de emprenye işlemi yapıp sonuçların irdelenmesi önerilebilir. Önemi gün geçtikçe artan ve önemli bir fungusit olan borun çalışmada yıkandığı tahmin edilmektedir. Boru fikse eden kimyasallar ile yapılacak olan açık alan denemelerinin değerli sonuçlar ortaya koyacağı düşünülmektedir.

Emprenyenin yapılamadığı ya da yapılmasının istenmediği durumlarda mümkün mertebe öz odunu kullanımı tavsiye edilmektedir. Bu tavsiye daha çok iğne yapraklı ağaç odununun kullanıldığı uygulamalarda geçerli olmaktadır. Zira çalışma genelinde kayın ve kızılğış odunlarının diri ve öz odunları arasında dayanım olarak belirgin bir farklılık tespit edilememiştir. Ülkemizde nemli yapıya sahip ılıman iklim kuşağında yer alan uygulayıcılar ya da tüketiciler toprakla temas halinde kullanmak durumunda kaldıkları ahşap yapılarda sarıçam odununu tercih edebilirler. Elde edilen sonuçlara göre kayın ve kızılğış odunu kısa

sürede bozunmakta ve tavsiye edilmemektedir. Her ne kadar aralarında bir miktar dayanım farkı olsa da sarıçam odununun temin edilemediği durumlarda ladin odunu ikame olarak kullanılabilir. Ilıman özellik göstermeyen ve ülkenin iç kısımlarında görülen karasal iklimde çalışmadaki odun türlerinin emprenyesiz bir şekilde bir müddet kullanılabileceği ön görülmektedir. Ancak, bu durumun uzun süreli kullanım süreçlerinde geçerli olamayacağı da açıktır. Ayrıca, ülkemizde varlığı giderek artan termit zararlısı, Çanakkale ilindeki deneme alanında sarıçam, ladin ve kestane odunlarına arız olmuştur. Termitler, son yıllarda İzmir ve Mersin gibi liman kentlerinde görülmeye başlanmıştır ve mücadelesi için özellikle ithalat noktalarında orman ürünleri inspektörleri tarafından gerekli denetlemelerin titizlikle yapılması gerekmektedir. Ülkemizde var olmadığı bilinen termit zararlısının bu çalışma ile varlığının tespiti yapılmış olup ilgili karantina hükümlerinin acilen yerine getirilmesi önerilmektedir. Ayrıca Çanakkale iline bağlı Biga ilçesinde uluslararası düzeyde termit çalışmalarının yapılabileceği kontrollü bir deneme alanı projelendirilerek bu alanda çok sayıda çalışmanın yapılması teşvik edilmelidir.

Yapılan analizler sonucunda çalışmada kullanılan iğne yapraklı ağaç türlerinin yapraklı ağaç türlerine göre daha iyi dayanım gösterdiğinden bahsedilebilir. İğne yapraklı ağaçlardaki ekstraktif madde oranı ve çeşitliliği bu duruma sebep olabilir. Öz odun ve diri odun arasındaki dayanım ilk yıllarda kendini gösterse de test süresi uzadıkça öz odunu ekstraktiflerinin yıkanarak uzaklaşması öz odun ve diri odun arasındaki dayanım farkının kapanmasına sebep olmaktadır. İklim bazında düşünüldüğünde odunu degrade eden mantar, böcek ve çeşitli mikroorganizmaların istediği sıcaklık ve rutubet şartlarının, Karadeniz, Akdeniz ve karma iklimde sağlandığı düşünülebilir. Bu iklim tiplerindeki kayın ve kızılğaç gibi dayanıksız odun türlerinden elde edilen test örneklerinde çürüklük şiddetli bir biçimde ortaya çıkmıştır. Çalışmada az dayanıklı sınıfta yer alan sarıçam ve ladin odunu test örnekleri bu iklim tiplerinde daha iyi dayanım göstermişlerdir. Diğer iklim tiplerine nazaran daha kuru bir iklim olarak bilinen karasal iklimde tüm odun türleri dayanıksız sınıfta ve toprakla temas halinde olmalarına rağmen daha az çürüklüğe uğramıştır. Diğer yandan, bazı emprenyesiz odun türlerinin ise hiç degrade olmadan 3 yıl boyunca toprakta kaldığı gözlemlenmiştir. Elazığ ili, Türkiye’de görülen karasal iklim tiplerinin (İç Anadolu Tipi Karasal İklim, Doğu Anadolu Tipi Karasal İklim ve Güneydoğu Anadolu Tipi Karasal İklim) hepsinden etkilenen bir bölgede olduğundan tüm karasal iklim tipleri için referans alınabilir bir konumdadır. Bilindiği gibi emprenyeye konu olan ağaç malzemeler; tel direk, travers gibi genellikle uzun süre kullanımda kalacak malzemelerdir. Ancak bahçe çitleri, maden direği, peyzaj kerestesi

gibi daha kısa süreli kullanım yerleri de söz konusu olabilmektedir. Elazığ ilinde elde edilen veriler ışığında Türkiye'nin önemli bir bölümünde görülen karasal iklimde kullanılacak ahşap malzemenin, yukarıda örneklendirilen kullanım yerleri de göz önünde bulundurulmak suretiyle kısa vadede emprenye edilmesine gerek olmayıp uzun vadede ise ılıman bölgelere nazaran daha düşük konsantrasyonlarda ya da düşük retensiyon değerlerinde emprenye edilmesi tavsiye edilebilir. Böylelikle emprenye maddesi, zaman, para ve iş gücünden tasarruf edilebileceği gibi çevre kirliliğinin azaltılmasına da katkı sağlanabilir.

Çalışmayla toprakla temas halinde açık alanda bırakılan örneklerin kalan dayanımlarının belirlenmesinde görsel çürüklük derecelendirmesinin önemi ortaya çıkmıştır. Görsel çürüklük puanlaması sonrasında elde edilen veriler ağırlık kaybı, yoğunluk, eğilme direnci ve elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci gibi analizlerin sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Farklı ağaç türlerinde ve daha fazla pilot il seçilerek ülke genelinde çalışma devam ettirilmelidir. Literatürde de sıklıkla görüldüğü gibi odun dayanımının belirleneceği çalışmalarda görsel çürüklük derecelendirmesi, ağırlık kaybı ve elastikiyet modülü değerlerinin belirlenmesi odun dayanımını ortaya çıkarmada yeterli analizler olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmada yapılan mekanik testler sonucu, dış ortamda kullanılacak emprenyesiz ahşap uygulamalarında direnç istenen yerlerde iğne yapraklı ağaç odunlarının tercih edilmesi önerilmektedir. Uygun emprenye işlemi ile birlikte çalışmadaki tüm odun türleri bu tip uygulamalarda kullanılabilir. Toprakla temas testlerinde test örnekleri, standartlara uyularak yarıya kadar çakılmaktadır. Ancak yağmur, fırtına ve erozyon gibi doğa olayları sonrasında odun yarıdan daha fazla ya da yarıdan daha az toprak içerisinde kalabilmekte bu durum da odun dayanımında -bilhassa eğilme direnci ve elastikiyet modülünde- farklı sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir. Böyle durumlarda tahribatsız muayene yöntemleri kullanılarak odunun daha çok hangi kısmı toprak yüzeyinde kalırsa o kısımdan ölçülerek daha net direnç değerlerinin hesaplanacağı düşünülmektedir. Bir müddet ilgili tehlike sınıfında bekletilmiş test örneklerinde çekme, makaslama, şok ve vida tutma direnci gibi diğer mekanik testlerin de yapılması tavsiye edilmektedir.

Renk değişikliğinin önemli olduğu ve daha çok estetik değerlerin ön planda olduğu uygulamalarda kayın odunu diğer türlere göre çok daha az renk değiştirdiğinden tavsiye edilebilir. Ancak uygulamaların iğne yapraklı odun türleri ile yapılması isteniyorsa emprenye işlemi gerekmektedir. Çalışmada emprenyeli ürünlerde renk değişimi düşük bulunmuştur. Ancak emprenye işleminin ilave bir maliyet getireceği de göz önünde

bulundurulmalıdır. Emprenyeli veya emprenyesiz örneklerde farklı üst yüzey işlemleri uygulanarak yeni çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Mevcut çalışma toprak temaslı ve toprak temassız olacak şekilde, 3 yıl ile sınırlandırılmıştır. Ancak daha uzun süreli, üzeri sundurmalı yani kısmen kapalı (yanları açık) alan çalışmaları ile mevcut parametreler çeşitlendirilebilir.

Çalışma sonrası tüm örneklerde selüloz, hemiselüloz ve lignin tayini için XRD analizi, emprenyeli örneklerde bakır, krom bor miktarını belirlemek için ICP analizi ve odun bileşenlerindeki bozunmaların durumunu tespit etmek amacıyla FTIR analizi yapılması tavsiye edilmektedir. Böylece deneme alanlarından alınıp mekanik teste tabi tutulan örneklerdeki değer kayıplarının nedeni daha net ortaya konulabilir.

Bu çalışma, Doğu Karadeniz bölgesinde Trabzon ili çevresinde doğal olarak yetişen ağaç türleri ile yapılmıştır. Bu tip çalışmaların diğer coğrafik bölgelerde yetişen ağaç türleri ile de yapılması tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte sadece toprakla temas halinde olan 4. tehlike sınıfında değil tüm tehlike sınıflarında denenmelidir. Özellikle üç tarafı denizlerle çevrili ve irili ufaklı sayısız göl ve akarsuya ev sahipliği yapan ülkemizde 5. tehlike sınıfında çalışmaların yapılması odun koruma sektörü açısından oldukça değerli olacaktır. Ayrıca yapılacak olan tez ve bilimsel çalışmalarda açık alan denemeleri ile birlikte laboratuvar şartlarında da benzer çalışmanın başlatılması ve doğal ile yapay ortam arasındaki farklılıkların karşılaştırılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Acheampong, J. B., Kwaku, A. ve Achana, E. W., 2019. Comparative Evaluation of Moisture Content and Natural Durability within Two *Borassus Aethipoum* Mart. against Termites, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 06, 02.
- Akgül, T., Aydin, F. ve Apay, A., 2017. Nano CCB ile Emprenye Edilmiş Çam Ahşabın Mekanik Dayanımının İncelenmesi, 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, September, Baku-Azerbaijan, Bildiriler Kitabı, 1199-1209.
- Akıllıoğlu, A. ve Direnç, N., 2002. Toprak Bitki Sulama Suyu Turba Analizleri, T.C. Orman Bakanlığı, İzmir Orman Toprak Laboratuvarı Yayınları, Yayın No: 165.
- Akyüz, M. 1998. Kızılağacın Odun Özellikleri ve Kullanım Özellikleri, Orman Fakültesi, Orman Mülkiyet Sorunları Sempozyumu, Ekim, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 6-8.
- Alfredsen, G., Brischke, C., Meyer-Veltrup, L., Humar, M. ve Flæte, P.-O., 2017. The Effect of Different Test Methods On Durability Classification On Modified Wood, Pro Ligno, 13,4, 290-297.
- Ali, A. C., Júnior, E. U., Råberg, U. ve Terziev, N., 2011. Comparative Natural Durability of Five Wood Species From Mozambique, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 65, 6, 768-776.
- Amusant, N., Nigg, M., Thibaut, B. ve Beauchêne, J., 2014. Diversity of Decay Resistance Strategies of Durable Tropical Woods Species: *Bocoa prouacensis* Aublet, *Vouacapoua americana* Aublet, *Inga alba* (Sw.) Wild, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 94, 103-108.
- Anonim, 1985. Kayın, El Kitabı Dizisi:1, Muhtelif Yayınlar Serisi:42, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Anonymous, 1972. Laboratory Tests of Natural Decay Resistance of Timber. Princes Risborough Laboratory, Timberlab pap. 50.
- Anşin, R., 1988. Tohumlu Bitkiler I. Cilt, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Genel yay. No. 122, Trabzon.
- Anşin, R., Okatan, A. ve Özkan, Z. C. 1994. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Önemli Yan Ürün Veren Odunsu ve Otsu Bitkileri, 173.
- Anşin, R. ve Özkan, Z. C., 1997. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Genel Yayın No: 167, Orman Fakültesi Yayın No: 19, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.

- Arango, R. A., Green III, F., Hintz, K., Lebow, P. K. ve Miller, R. B., 2006. Natural Durability of Tropical and Native Woods Against Termite Damage by *Reticulitermes flavipes* (Kollar), International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 57, 3, 146-150.
- Araujo, J. B. S. ve Paes, J. B., 2018b. Natural Wood Resistance of *Mimosa caesalpinifolia* in Field Testing, Floresta e Ambiente, 25, 2, 1-6.
- Archer, K. ve Cui, F. 1997. Evaluating the Performance of Preservative/Water Repellent Emulsion Systems, International Research Group on Wood Preservation.
- Arganaskvili, L. N., 1988. Rational Utilization of Resonance Wood, Lesnoe-Khozyaistvo, 10, 54-55.
- As, N., Koç, H., Doğu, D., Atik, C., Aksu, B. ve Erdinler, S., 2001. Türkiye'de Yetişen Endüstriyel Öneme Sahip Ağaçların Anatomik, Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 51, 1, 71-88.
- ASTM D-1758/06, 2006. Standard Test Method of Evaluating Wood Preservatives by Field Tests with Stakes, ASTM International, West Conshohocken, United States.
- ASTM D-2017/81, 1994. Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods.
- Ataç, Y., 2009. Bazı Yapraklı ve İğne Yapraklı Ağaçların Öz ve Diri Odunlarının Kağıt Özellikleri Yönünden İncelenmesi, Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Atalay, İ., 1992. Genel Fiziki Coğrafya, Ege Üniversitesi Basımevi.
- Atalay, İ., 1997. Türkiye Coğrafyası, Ege Üniversitesi Basımevi.
- Ateşalp, M., 1977. Aşırı kireçlemenin Doğu Karadeniz Bölgesi Asit Topraklarının Makro ve Mikro Besin Maddeleri Kapsamlarına ve Verimlerine Etkisi, Köy işleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müd. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No;72, Rapor Yayın No;8.
- AWPA E7-93, 1993. Standard Method of Evaluating Wood Preservatives by Field Tests with Stakes, The American Wood Protection Association.
- Bal, B. C. ve Bektaş, İ., 2018. Odunun Yoğunluğu ile Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 1, 2, 51-61.
- Balcı, A., 2012. Türkiye'nin Coğrafi Konum Özelliklerini Tasvire Dayalı Etkinliklerle Öğretmeye Yönelik Nitel Bir Araştırma, Marmara Coğrafya Dergisi, 26, 215-258.

- Balçık, Ö. ve Özdemir, T., 2017. Gökmar ve Kızılağaç Odunlarında Ağartma Maddelerinin Yüzey Pürüzlülük ve Renk Değişimi Üzerine Etkisi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6, 3, 1214-1222.
- Barčík, Š., Gašparík, M. ve Razumov, E. Y., 2015. Effect of Thermal Modification on The Colour Changes of Oak Wood, Wood Research, 60, 3, 385-396.
- Barnes, H., 1985. Effect of Steaming Temperature and CCA Retention on Mechanical Properties of Southern Pine, Forest Products Journal, 35, 6, 31-32.
- Bech-Andersen, J. 1987. Production, Function and Neutralization of Oxalic Acid Produced By the Dry Rot Fungus and Other Brown Rot Fungi, International Research Group on Wood Preservation 18th Annual Meeting, Stockholm, Sweden.
- Bektaş, İ., Gültekin, G., Ahmet, T. ve Kılıç-Ak, A., 2018. Odun Türünün Dinamik Eğilme Direnci Üzerine Etkisi, El-Cezeri Journal of Science Engineering, 5, 2, 576-581.
- Benfratello, S., Di Stefano, C., Ferro, V. ve Palizzolo, L., 2017. Testing Mechanical Characteristics of Chestnut Stakes Used in Bed Sills For Stream Restoration, Journal of Agricultural Engineering, 48, 3, 161-166.
- Berkel, A., 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi-Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, Sermet Matbaası, İstanbul.
- Bieker, D. ve Rust, S., 2010. Non-destructive Estimation of Sapwood and Heartwood Width in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). Silva Fennica, 44, 2.
- 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.
- Blanchette, R. A., Nilsson, T., Daniel, G. ve Abad, A., 1990, Biological Degradation of Wood, ACS Publications.
- Blankenhorn, P. R., Silsbee, M. R., Blankenhorn, B. D., DiCola, M. ve Kessler, K., 1999. Temperature and Moisture Effects on Selected Properties of Wood Fiber-Cement Composites, Cement and Concrete Research, 29, 737-741.
- Bourgois, J., Janin, G. ve Guyonnet, R., 1991. Measuring colour: A Method of Studying and Optimising the Chemical Transformations of Thermally-Treated Wood, Holzforschung, 45,5, 377-382.
- Bozkurt, A. ve Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi.
- Bozkurt, A., Göker, Y. ve Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

- Bozkurt, A. Y., Göker, Y. ve Erdin, N., 2000. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No: 4263, O.F. Yayın No: 466, İstanbul.
- Bozkurt, A. Y. ve Kurtoğlu, A., 1982. Türkiye'de Binalarda Kullanılan Ağaç Malzemenin Çürümesi ile İlgili İklim Endeksleri İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 32, 2, 92-99.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi,, 3445, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları.
- Bozlar, T. 2016. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) Plantasyon Alanlarında Farklı Şiddetlerdeki İlk Aralamaların Odunun Anatomik Özellikleri Üzerine Etkisi, Orman Genel Müdürlüğü Projesi.
- Brischke, C. ve Meyer-Veltrup, L., 2017. Durability of Wood in Ground Contact – Effects of Specimen Size, Pro Ligno, 13, 2, 3-9.
- Brischke, C., Meyer, L. ve Olberding, S., 2014. Durability of Wood Exposed in Ground–Comparative Field Trials With Different Soil Substrates, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 86, 108-114.
- Budakçı, M. ve Karamanoğlu, M., 2014. Açık Hava Koşullarının Odunun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkileri, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14, 1, 37-47.
- Can, A., 2018. Su İtici Maddeler ile Kombine Edilmiş Bazı Emprenye Maddelerinin Performansının İncelenmesi, Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Can, A., Palanti, S., Sivrikaya, H., Hazer, B. ve Stefanı, F., 2019. Physical, Biological and Chemical Characterisation of Wood Treated with Silver Nanoparticles, Cellulose, 26, 8, 5075-5084.
- Carey, J., Savory, J., Mendes, F. ve Bravery, A., 1984. Loss of Resistance to Decay of Scots Pine Heartwood in A Biologically Active Environment, Applied Biochemistry Biotechnology, 9, 4, 343-344.
- Catto, A. L., Montagna, L. S., Almeida, S. H., Silveira, R. M. ve Santana, R. M., 2016. Wood Plastic Composites Weathering: Effects of Compatibilization on Biodegradation in Soil and Fungal Decay, International Biodeterioration Biodegradation—Life of Science, 109, 11-22.
- CEN ENV 807, 2001. Wood Preservatives - Determination of the Effectiveness Against Soft Rotting Micro-Fungi and Other Soil Inhabiting Micro-Organisms, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- CEN TS 15083-2, 2005. Durability of Wood and Wood-based Products. In: Determination of the Natural Durability of Solid Wood Against Wood-Destroying Fungi, Test Methods, Soft-Rotting Micro-Fungi, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.

- Colín-Urieta, S., Carrillo-Parra, A., Rutiaga-Quñones, J. G., López-Albarrán, P., Gabriel-Parra, R. ve Ngangyo-Heya, M., 2018. Natural Durability of Seven Tropical Timber Species in Ground Contact at Three Sites in México, Journal of Tropical Forest Science, 75-81.
- Cookson, L., 2012. Preservation of Eucalypt Paling Fences, A Test of Sub-Standard Treatments, International Wood Products Journal, 3, 2, 83-88.
- Cooper, P., 1991a. Cation Exchange Adsorption of Copper on Wood, Wood Protection, 1, 1, 9-14.
- Cooper, P., 1991b. Leaching of CCA from Treated Wood: pH effects, Forest Products Journal, 41, 1, 30-32.
- Cornelius, M. L. ve Osbrink, W. L., 2015. Natural Resistance of Exotic Wood Species to The Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae), International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 101, 8-11.
- Çepel, N., 1963. Toprak Sistematiğinin Esasları ve Bu Hususta Rol Oynayan Faktörler, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 90-103.
- Çepel, N., 1988. Toprak İlmi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Çetin, N. S., Birinci, E. ve Özmen, N. 2010. Doğu Ladini (*Picea orientalis*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris*) Öz ve Diri Odunlarının Kahverengi (*Coniophora puteana*) ve Beyaz (*Trametes versicolor*) Çürüklük Mantarlarına Karşı Dayanımının Araştırılması, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Mayıs, Artvin, Bildiriler Kitabı, 1639-1648.
- Çıtak, O., 2012. Boraks ve Borik Asit ile Emprenye Edilmiş ve Isıl İşleme Tabi Tutulmuş Kayın Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Dadzie, P. K. ve Amoah, M., 2015. Density, Some Anatomical Properties and Natural Durability of Stem And Branch Wood of Two Tropical Hardwood Species for Ground Applications, European Journal of Wood and Wood Products, 73, 6, 759-773.
- Deka, M., Humar, M., Rep, G., Kričej, B., Šentjurc, M. ve Petrič, M., 2008. Effects of UV Light Irradiation on Colour Stability of Thermally Modified, Copper Ethanolamine Treated and Non-Modified Wood: EPR and DRIFT Spectroscopic Studies, Wood Science Technology, 42, 1, 5-20.
- Delucis, R., Cademartori, P. H. G., Missio, A. L. ve Gatto, D. A., 2016. Decay Resistance of Four Fast-Growing Eucalypts Wood Exposed to Three Types of Fields, Maderas. Ciencia y Tecnología, 18, 1, 33-42.

- Delucis, R. A. ve Gatto, D. A., 2017. Flexural Properties of Four Fast-Growing Eucalypts Woods Deteriorated by Three Different Field Tests, Acta Scientiarum. Technology, 39, 1, 39-44.
- DIN-52-186, 1978. Prüfung von Holz, Biegeversuch (Testing of Wood, Bending Test).
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H. ve Şenol, S., 1987. Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması, 7, Çukurova Üniversitesi Yayınları Ders Kitabı.
- Dizman Tomak, E., Ustaomer, D., Yıldız, S. ve Pesman, E., 2014. Changes in Surface and Mechanical Properties of Heat Treated Wood During Natural Weathering, Measurement, 53, 30-39.
- Dündar, T., 2005. Sarıçamda Değişik Silvikültürel Müdahalelerin Odunun Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Edlund, M.-L. ve Nilsson, T., 1998. Testing The Durability of Wood, Materials Structures, 31, 9, 641-647.
- Ekinci, H., 1990. Türkiye Genel Toprak Haritasının Toprak Taksonomisine Göre Düzenlenebilme Olanaklarının Tekirdağ Bölgesi Örneğinde Araştırılması, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- EN 113, 1996. Wood preservatives – Test Method for Determining The Protective Effectiveness Against Wood Destroying Basidiomycetes – Determination of Toxic Values. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 252, 1989. Field Test Method for Determining the Relative Protective Effectiveness of a Wood Preservative in Ground Contact. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 335, 1992. Durability of Wood and Wood-based Products – Use Classes: Definitions, Application to Solid Wood and Wood-based Products.
- EN 350-1, 1994. Durability of Wood and Wood Based Products - Natural Durability of Solid Wood - Part 1, Guide to the Principles of Testing and Classification of the Natural Durability of Wood.
- EN 350-2, 1994. Durability of Wood and Wood Based Products - Natural Durability of Solid Wood - Part 2, Guide to the Natural Durability and Treatability of Selected Wood Species of Importance in Europe.
- ENV-807, 2001. Wood preservatives. Determination of The Effectiveness Against Soft Rotting Micro-Fungi and Other Soil Inhabiting Micro-Organisms, European Committee for Standardization Brussels, Belgium.
- Ergene, A., 1982. Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:586, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:267.

- Erten, A. P. ve Sözen, M. R., 1995. Karakavak (*Populus nigra* 56/52) ve Melezkavak (*Populus euroamericana* I.214) Odununun Çeşitli Yöntemlerle Emprenyesi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 27-50.
- Evans, P., 2003. Emerging Technologies in Wood Protection, Forest Products Journal, 53,1, 14.
- Eyüboğlu, A. K., Atasoy, H. ve Küçük, M., 1995. Saf DoğU Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Meşçerelerinin Doğal Yolla Gençleştirilmesi Üzerine Çalışmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No:248.
- Feist, W. C., 1984. British Wood Preservers Association Annual Convention, Weathering interactions on treated and untreated wood surfaces: 13-22.
- Feist, W. C., 1990. Outdoor Wood Weathering and Protection, ACS Publications.
- Fengel, D. ve Wegener, G., 1984. Wood: Chemistry, Ultrastructure. Reactions, 613.
- Fidan, M. S., Ertas, M., Kaya, S. ve Karademir, A., 2018. Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Etkisine Maruz Bırakılan Kayın ve Ladin Odunlarının Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Ölçümü Üzerine Etkileri, İklim Değişikliği ve Çevre, 4, 2, 1-9.
- Findlay, D., 1985. Preservation of Timber in The Tropic, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk. Publishers Boston.
- Findlay, G., 2013. Preservation of Timber in the Tropics, 17, Springer Science & Business Media.
- Flæte, P., Evans, F. ve Alfredsen, G., 2009. Natural Durability of Different Wood Species: Results After Five Years Testing in Ground Contact, The Nordic-Baltic Network in Wood Material Science Engineering, Forest Landscape Working Papers, 43, 65-70.
- Fortin, Y. ve Poliquin, J., 1976. Natural Durability and Preservation of One Hundred Tropical African Woods, IDRC, Ottawa, ON, CA.
- França, T. S. F. A., França, F. J. N., Arango, R. A., Woodward, B. M. ve Arantes, M. D. C., 2016. Natural Resistance Of Plantation Grown African Mahogany (*Khaya ivorensis* and *Khaya senegalensis*) from Brazil to Wood-Rot Fungi and Subterranean Termites, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 107, 88-91.
- Frey-Wyssling, A., Grieshaber, E. ve Mühlethaler, K., 1963. Origin of Spherosomes in Plant Cells, Journal of Ultrastructure Research, 8, 5-6, 506-516.
- GB/T 1992. Test Method for, Natural Durability of Wood. In, Method for Field Testing of Natural Durability of Wood., National Standard of The People's Republic of China, GB/T-13942.2.

- Gençay, E., 2010. Açık Hava Koşullarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kestane (*Castanea sativa* mill.) odunlarının kimyasal yapısında meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Gerhards, C. C., 2007. Effect of Moisture Content and Temperature on The Mechanical Properties of Wood: An Analysis of Immediate Effects, Wood Fiber Science, 14, 1, 4-36.
- Gezer, E. D., 2003. Kullanım Süresini Tamamlamış Emprenyeli Ağaç Malzemelerin Yeniden Değerlendirilmesi Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gezer, E. D., Yıldız, Ü. C., Temiz, A. ve Yıldız, S., 2011. Impregnation of Wood Composites, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 4, 1, 1-7.
- Gezer, E. D., Yıldız, Ü. C., Temiz, A., Yıldız, S. ve Dizman, E., 2004. CCA (bakır, krom, arsenik) Emprenye Maddesinin Yıkanma Mekanizması, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1-2, 9-17.
- Gezer, E. D., Yüksek., T. ve Yıldız., Ü. C., 2011. CCA (Bakır, Krom, Arsenik) Elementlerinin Toprakta Hareketleri, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 5, 2, 102-112.
- Goodell, B., Nicholas, D. D. ve Schultz, T. P., 2003. Wood Deterioration and Preservation: Advances in Our Changing World, ACS Publications.
- Grabner, M., Müller, U., Gierlinger, N. ve Wimmer, R., 2005. Effects of Heartwood Extractives on Mechanical Properties of Larch, Iawa Journal, 26, 2, 211-220.
- Gralier, S., Castellan, A. ve Kamdem, D. P., 2000. Photoprotection of Copper-Amine Treated Pine, Wood Fiber Sci., 32, 2, 196-202.
- Gray, S. M. ve Dickinson, D. J. 1982. CCA Modifications and Their Effect on Soft Rot in Hardwoods, International Research Group on Wood Preservation, Doc No IRGAVP/3201.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları, İstanbul, İ.Ü. Orman Fak. Yay, No:201.
- Güller, B., Genç, M. ve Güller, A., 2010. Aralama Müdahalelerinin Odun Özellikleri Üzerine Etkisi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Mayıs, Bildiriler Kitabı, Cilt 5, 1762-1771.
- Gültekin, G., 2014. Bazı Yapraklı ve İğne Yapraklı Ağaçların Diri ve Öz Odunlarının Kimyasal, Morfolojik, Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

- Gündüz, G., 2007. Ahşap Korumada Rutubet İzoterm Eğrileri Haritasının Hazırlanması, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 9, 11, 26-33.
- Gündüz, G. ve Vurdu, H., 1995. Ahşap Korumada Rutubet İzoterm Eğrileri Haritasının Hazırlanması, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 399, 88.
- Gürsu, İ., 1967. Meryemana Araştırma Ormanının Kızılağaçlarının Teknolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, 23.
- Hadi, Y., Rahayu, I. ve Dami, S., 2015. Termite Resistance of Jabon Wood Impregnated with Methyl Methacrylate, Journal of Tropical Forest Science, 25-29.
- Hafizoğlu, H., 1982. Orman Ürünler Kimyası, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:52, Trabzon.
- Hedley, M. 1992. Relative Performance Of Copper-Chrome-Boron (CCB) and Copper-Chrome-Arsenate (CCA) In Ground Contact, International Research Group on Wood Preservation.
- Henningsson, B., 1985. The Preservative Treated Utility Pole in Service Research and Experiences in Sweden: Proceedings Third Annual Meeting 1982.
- Highley, T. L., 1999. Biodeterioration of Wood. Wood Handbook: Wood as An Engineering Material, 113, 13.1-13.16, Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General technical report FPL GTR.
- Hillis, W., 1972. Formation and Properties of Some Wood Extractives, Phytochemistry, 11,4, 1207-1218.
- Homan, W. J. ve Militz, H. 1993. Applications of The Shower Test Part B Results From CC and CCB Treated Wood Influence of Fixation Process, International Research Group on Wood Preservation, Document No JRG/WP 93-500010.
- Huş, S., 1977. Ağaç Malzeme Tutkalları, İ. Ü., Orman Fakültesi Yayını, No: 242, İstanbul.
- ISO 7724-2, 1984. Paints and Varnishes-Colorimetry- Part 2: Color Measurement, ISO Standart.
- İlter, E., Saraçbaşı, A., Balkız, Ö. D., Erten, A. P. ve Sözen, M. R., 2010. Çeşitli Emprenye Maddeleri İle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemenin Açık Hava Testleri İle Dayanıklılık Sürelerinin Tespiti, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten No:290, Çevre ve Orman Bakanlığı, Yayın No:403.
- Ives, E., 2001. A Guide to Wood Microtomy: Making Quality Microslides of Wood Sections, Ernie Ives.
- Jacobs, K., Plaschkies, K., Scheiding, W., Weiß, B., Melcher, E., Conti, E., Fojutowski, A. ve Le Bayon, I., 2019. Natural Durability of Important European Wood Species

- Against Wood Decay Fungi. Part 2: Field Tests and Fungal Community, International Biodeterioration Biodegradation—Life of Science, 137, 118-126.
- Jebrane, M., Pockrandt, M. ve Terziev, N., 2014. Natural Durability of Selected Larch and Scots Pine Heartwoods In Laboratory and Field Tests, International Biodeterioration Biodegradation—Life of Science, 91, 88-96.
- Kacar, B., 1996. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri (Chemical Analysis of Plant And Soil): III. Toprak Analizleri, Ankara Ün., Ziraat Fak., Ziraat Fak., Eğitim. Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, 3.
- Kadir, R., 2017. Toxic Effects of Three Selected Malaysian Timbers Plant Extracts Against Subterranean Termites, Maderas. Ciencia y tecnologia, 19, 4, 417-432.
- Kadir, R., Ali, N. M., Soit, Z. ve Khamaruddin, Z., 2014. Anti-termite Potential of Heartwood and Bark Extract and Chemical Compounds Isolated from *Madhuca utilis* Ridl. HJ Lam and *Neobalanocarpus heimii* King PS Ashton, Holzforschung, 68, 6, 713-720.
- 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.
- Kakaras, I., Papadopoulos, A. ve Goroyias, G. 2004. Performance of Fence Posts Treated with CCB and Creosote After 18 Years Exposure in Greece, 2. Uluslararası Bor Sempozyumu, Eylül, Eskişehir, Bildiriler Kitabı, 373-376.
- Karamanoğlu, M. ve Kaymakçı, A., 2018. Higrotermal Yaşlandırma İşleminin Isıl İşlem Görmüş Kestane Odununun Renk ve Sertlik Özellikleri Üzerine Etkisi, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 1,1, 31-37.
- Karaöz, Ö., 1989. Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin Analiz Yöntemleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, 39, 3, 64-82.
- Kartal, S., 2014. Günümüzde Kullanımı Önem Kazanan Emprenye Maddeleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 42, 3-4, 147-154.
- Kartal, N., Engür, O., Köse, O. ve Köse, C., 2005. Emprenye Maddeleri ve Emprenye Edilmiş Ağaç Malzeme ile İlgili Çevre Problemleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 56, 1, 17-23.
- Kayacık, H., 1967. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, Angiospermae, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 1189, 106, İstanbul.
- Kayacık, H., 1981. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği II. Cilt (Angiospermae), İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 287, İstanbul.

- Kerimoğlu, Ö., 2019. Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Odununda Yıkanma İşleminin Bazı Fiziksel, Kimyasal, Mekanik ve Dayanım Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kırcı, H., 2009. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notu, Trabzon.
- King, B., Smith, G. M., Baecker, A. A. W. ve Bruce, A., 1981. Wood Nitrogen Control of Toxicity of Copper Chrome Arsenic Preservatives. Material und Organismen, 16,105-118.
- King, B., Mowe, G., Bruce, A. ve Smith, G. M., 1983. Studies of Nitrogen Economy During Microbialdecomposition of Wood in Soil and The Implications for Wood Preservation. In Biodeterioration, 5, 44-53.
- Kirker, G., Blodgett, A., Arango, R., Lebow, P. ve Clausen, C., 2013. The Role of Extractives in Naturally Durable Wood Species, International Biodeterioration Biodegradation—Life of Science, 82, 53-58.
- Kleindienst, Q., Besserer, A., Antoine, M.-L., Perrin, C., Bocquet, J.-F. ve Bléron, L., 2017. Predicting the Beech Wood Decay and Strength Loss In-Ground, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 123, 96-105.
- Klinka, K., Lavkulich, L., Wang, Q. ve Feller, M., 1995. Influence of Decaying Wood on Chemical Properties of Forest Floors and Surface Mineral Soils: A Pilot Study, Annales Des Sciences Forestières, 52, 6, 523-533.
- Knapic, S., Santos, J., Santos, J. ve Pereira, H., 2018. Natural Durability Assessment of Thermo-Modified Young Wood of Eucalyptus, Maderas. Ciencia y tecnología, 20, 3, 489-498.
- Koch, A. P. ve Sheard, L. 1991. An Evaluation of CCA, CCB and CCP Preservatives Using A “Sandwich Test”.
- Koch, P., 1972. Utilization of The Southern Pines, US Southern Forest Experiment Station.
- Kol, H. Ş., Vaydoğan, K. G., Keskin, S. A. ve Çıtak, O. https://www.researchgate.net/profile/Sema_Aysal/publication/323398500_Investigation_of_some_physical_and_mechanical_properties_of_heat_treated_Beech_wood_impregnated_with_boric_acid_and_borax_in_different_treatment_temperatures/links/5a94024345851535bcd98aed/Investigation-of-some-physical-and-mechanical-properties-of-heat-treated-Beech-wood-impregnated-with-boric-acid-and-borax-in-different-treatment-temperatures.pdf. 15/01/2020.
- Korusan, <http://www.korusan.com.tr/product/detail/ccb-grubu/e9837767>. 15/10/2019.
- Koski, A., 2008. Applicability of Crude Tall Oil for Wood Protection, University of Oulu.

- Larsson-Brelid, P., Brischke, C., Rapp, A., Hansson, M., Westin, M., Jermer, J. ve Pilgård, A., 2011. Methods of Field Data Evaluation-Time Versus Reliability, 42nd Annual Meeting of The International Research Group on Wood Protection, May, Queenstown, New Zealand.
- Lebow, S. ve Clausen, C., 2009. Challenges in Accelerated Testing of Durable Wood Products, Wood and Fiber Product Seminar, September, Finland, *Bildiriler Kitabı*, 128-136.
- Lebow, S. T., Arango, R. A., Lebow, P. K., Kirker, G. T., Mankowski, M. E. ve Halverson, S. A., 2018. Northeastern United States Species Treated with Copper-Based Preservatives: Durability in Mississippi Stake Tests, *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 20, 3, 359-368.
- Machek, L., Militz, H. ve Sierra-Alvarez, R., 2001. The Use of An Acoustic Technique to Assess Wood Decay in Laboratory Soil-Bed Tests, *Wood Science Technology*, 34, 6, 467-472.
- Magalhães, W. L. E., Mattos, B. D. ve Missio, A. L., 2012. Field Testing of CCA-treated Brazilian Spotted Gum, *International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science*, 74, 124-128.
- Maistrello, L., Martini, L., Macías-Pavon, I., Bortolini, S. ve Marchettini, N., 2011. Evaluation of Polyphenols-Rich Natural Compounds as Treatments to Prevent Attacks by Subterranean and Drywood Termites: Preliminary Results, *Journal of Entomological Acarological Research*, 43, 2, 261-267.
- Malakani, M., Khademieslam, H., Hosseinihashemi, S. K. ve Zeinaly, F., 2014. Influence of Fungal Decay on Chemi-Mechanical Properties of Beech Wood (*Fagus orientalis*), *Cellul. Chem. Technol.*, 48, 1-2, 97-103.
- Mankowski, M. E., Lebow, S., Kirker, G. ve Gjovik, L., 2017. Long Term Durability of Solid Heartwood Stakes Treated With ACA or CCA, One Hundred Thirteenth Annual Meeting of The American Wood Protection Association, April, Las Vegas, Nevada, *Proceedings Book*, 257-270.
- Marquez, A., Castro, F., Ramirez, E., Gómez, L., Toro, M., E., ve Velásquez, J., 2008. Natural Durability of Hardwood Species in Contact with The Ground (Resistencia Natural de La Madera de Especies Forestales Latifoliadas en Contacto Con El Suelo), *Copérnico Revista Arbitrada Interdisciplinaria*, 4, 8, 9-15.
- Mattos, B. D., Cademartori, P. H. G., Lourençon, T. V., Gatto, D. A. ve Magalhães, W. L. E., 2014. Biodeterioration of Wood from Two Fast-Growing Eucalypts Exposed to Field Test, *International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science*, 93, 210-215.
- Mattsson, J., Flyen, A.-C. ve Nunez, M., 2010. Wood-decaying Fungi in Protected Buildings and Structures on Svalbard, *Agarica*, 29, 5, 14.

- Meerts, P., 2002. Mineral Nutrient Concentrations in Sapwood and Heartwood: A Literature Review, Annals of Forest Science, 59, 7, 713-722.
- Merev, N., 2003. Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel Yayın No:210, Fakülte Yayın No: 32.
- Metsä-Kortelainen, S. ve Viitanen, H., 2010. Effect of Fungal Exposure on The Strength of Thermally Modified Norway Spruce and Scots Pine, Wood Material Science Engineering, 5, 1, 13-23.
- Meyer-Veltrup, L., Brischke, C., Alfredsen, G., Humar, M., Flæte, P.-O., Isaksson, T., Brelid, P. L., Westin, M. ve Jermer, J., 2017. The Combined Effect of Wetting Ability and Durability on Outdoor Performance of Wood: Development and Verification of A New Prediction Approach, Wood Science Technology, 51, 3, 615-637.
- Meyer, L., Brischke, C., Melcher, E., Brandt, K., Lenz, M.-T. ve Soetbeer, A., 2014. Durability of English Oak (*Quercus robur* L.) Comparison of Decay Progress and Resistance Under Various Laboratory and Field Conditions, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 86, 79-85.
- MGM, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler>. 21/07/2019.
- Mitsui, K., 2004. Changes in The Properties of Light-Irradiated Wood With Heat Treatment, Holz als Roh-und Werkstoff, 62, 1, 23-30.
- Mol, T., 1985. Kabuklu Tomruk Üretimi Üzerine Bazı Düşünceler, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 35, 2, 63-68.
- Moya, R. ve Berrocal, A., 2015. Evaluation of Biodeterioration and The Dynamic Modulus of Elasticity of Wood in Ten Fast-Growing Tropical Species in Costa Rica Exposed to Field Testing, Wood Research, 60, 3, 359-374.
- Nanko, H. ve Côté, W. A., 1980. Bark Structure of Hardwoods Grown on Southern Pine Sites, 2, Syracuse University Press.
- Ncube, E., Chungu, D., Kamdem, D. P. ve Musawa, K., 2012. Use of A Short Span Field Test to Evaluate Termite Resistance of *Eucalyptus grandis* and *Bobgunnia madagascariensis* in A Tropical Environment, BioResources, 7, 3, 4098-4108.
- Nelson, N. D. ve Heather, W. A., 1972. Wood Color, Basic Density, and Decay Resistance in Heartwood of Fast-Grown *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, Holzforschung-International Journal of the Biology, Chemistry, Physics Technology of Wood, 26, 2, 54-60.
- Ngee, P.-S., Tashiro, A., Yoshimura, T., Jaal, Z. ve Lee, C.-Y., 2004. Wood Preference of Selected Malaysian Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae, Termitidae), Sociobiology, 43, 3, 535-550.

- Nicholas, D. D., 1982. Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments: Volume 1: Degradation and Protection of Wood, Syracuse University Press.
- Nicholas, D. D., 2018. Comparative Field Performance of Oilborne Pentachlorophenol Versus The Substituted Isothiazolone DCOI as Wood Preservatives, International Wood Products Journal, 9, 4, 171-175.
- Normand, D., 1972. Manuel D'identification des Bois Commerciaux: Généralités, Centre Technique Forestier Tropical.
- NWPC, 2001. Wood Preservatives Approved by The NWPC, Nordic Wood Preservation Council, Ntr 63, Uppsala, Sweden.
- Ofori, J., 1985. Preservation of Timber in The Tropics, The Durability and Preservation of West African Timbers, Springer, 193-203.
- OGM, 2016. Ormanlarımızda Yayılış Gösteren Asli Ağaç Türleri, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Oğuz, H., 2008. Toprak Bilgisi Ders Notu, Gümüşhane Üniversitesi.
- Olorunfemi, I., Fasinmirin, J. ve Ojo, A., 2016. Modeling Cation Exchange Capacity and Soil Water Holding Capacity from Basic Soil Properties, Eurasian Journal of Soil Science, 5, 4, 266-274.
- Ona, T., Sonoda, T., Ito, K., Shibata, M., Kato, T. ve Ootake, Y., 1997. Non-destructive Determination of Wood Constituents by Fourier Transform Raman Spectroscopy, Journal of Wood Chemistry Technology, 17, 4, 399-417.
- Öktem, E., 2001. Sarıçam Odununun Özellikleri ve Kullanım Yerleri, Sarıçam El Kitabı Dizisi: 7, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi, 67, 251-272.
- Örs, Y., 1986. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları.
- Örs, Y. ve Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Örs. Y., Atar, M., Keskin, H. ve Çolakoğlu, M., 2005. Borlu Bileşiklerle Emprenye Etmenin Bazı Ağaç Malzemelerin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri, I. Ulusal Bor Çalıştayı, Nisan, Ankara, Bildiriler Kitabı, 75 - 81.
- Özgenç, Ö., 2014. Doğu Karadeniz Bölgesi Yayla Evlerinde Kullanılan Ahşap Malzemenin Dış Hava Koşullarına Karşı Dayanımının Arttırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özgenç, Ö. ve Yıldız, Ü., 2012. Induline SW 900 Su Bazlı Emprenye Maddesi Uygulanan Odunun Hızlandırılmış Dış Ortam Testine Olan Dayanımı, KSU Mühendislik Bil. Der. Özel sayı, 56-61.

- Özkan, O. E., 2018. Odunda Yanmayı Geciktirici Emprenye Maddelerinin Dış Ortam Dayanımları, Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Öztürk, M., 2015. Ökse Otu (*Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman)' nun Sarıçam (*Pinus sylvestris*)'ın Büyüme ve Artımı Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Palanti, S., Feci, E. ve Torniai, A. M., 2011. Comparison Based on Field Tests of Three Low-Environmental-Impact Wood Treatments, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 65, 3, 547-552.
- Pandey, K. K., Hughes, M. ve Vourinen, T., 2010. Dimensional Stability, UV Resistance and Static Mechanical Properties of Scots Pine Chemically Modified With Alkylene Epoxides, BioResources, 5, 2, 598-615.
- Panov, D. ve Terziev, N., 2015. Durability of Epoxi-Oil Modified and Alkoxysilane Treated Wood in Field Testing, BioResources, 10, 2, 2479-2491.
- Plaschkies, K., Jacobs, K., Scheiding, W. ve Melcher, E., 2014. Investigations on Natural Durability of Important European Wood Species Against Wood Decay Fungi. Part 1: Laboratory Tests, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 90, 52-56.
- Plant Dergisi, <https://www.plantdergisi.com/prof-dr-ilcin-aslanboga/kirkagac-bakir-anit-zeytin-agaci-orneginde-zeytin-agaclarinin-yaslarinin-belirlenmesi-amacina-yo.html>. 15/01/2017.
- Råberg, U., Terziev, N. ve Daniel, G., 2014. Impact of Soil Transfer Between Test Fields on Fungal Diversity and Wood Durability, International Wood Products Journal, 5, 2, 83-91.
- Rahman, A. ve Chattopadhyay, G., 2007. Soil Factors Behind Inground Decay of Timber Poles: Testing and Interpretation of Results, IEEE Transactions on Power Delivery, 22, 3, 1897-1903.
- Rahman, M. R., Hamdan, S. ve Islam, M. S., 2010. Mechanical and Biological Performance of Sodium Metaperiodate-Impregnated Plasticized Wood (PW), BioResources, 5, 2, 1022-1035.
- Rao, B. S., 1976. Variation in Resistance to Decay of *Aesculus hippocastanum* L. against *Polyporus versicolor*. J. Indian Acad. Wood Sci., 7, 1, 10-13.
- Rayner, A. D. ve Boddy, L., 1988. Fungal Decomposition of Wood. Its Biology and Ecology, John Wiley & Sons Ltd.
- Read, D., 2003. Report on Copper, Chromium and Arsenic (CCA) Treated Timber, ERMA New Zealand.

- Richardson, B. A., 2002. Wood Preservation, Routledge.
- Ross, R. J. 2010. Wood Handbook: Wood as An Engineering Material, 190, 509.
- Rowell, R. M., 1987. Treatments That Enhance Physical Properties of Wood, Forest Products Laboratory.
- Rowell, R. M., 1990. Materials Science of Lignocellulosics, MRS Online Proceedings Library Archive, 197.
- Rowell, R. M., Youngquist, J. A. ve Montrey, H., 1988. Chemical Modification: Adding Value Through New FPL Composite Processing Technology, Forest Products Journal, 38, 67-70.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri., İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın, 222.
- Saitta, A., Bernicchia, A., Gorjón, S., Altobelli, E., Granito, V., Losi, C., Lunghini, D., Maggi, O., Medardi, G. ve Padovan, F., 2011. Biodiversity of Wood-Decay Fungi in Italy, Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 145, 4, 958-968.
- Saraçoğlu, N., 1988. Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Gaertn. subsp. *barbata* (CA Mey) Yalt.) Gövde Hacim ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 41, 1.
- Saranpää, P. ve Höll, W., 1989. Soluble Carbohydrates of *Pinus sylvestris* L. Sapwood and Heartwood, Trees, 3, 3, 138-143.
- Scheffer, T. C., 1966. Natural Resistance of Wood to Microbial Deterioration, Annual Review of Phytopathology, 4, 1, 147-168.
- Scheffer, T. C., 1971. A Climate Index for Estimating Potential for Decay in Wood Structures Above Ground, Forest Products Journal, 21, 10.
- Scheffer, T. C. ve Morrell, J. J., 1998. Natural Durability of Wood: A Worldwide Checklist of Species, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
- Schmidt, O., 2006. Wood and Tree Fungi, Springer.
- Sehlstedt-Persson, M., 2003. Colour Responses to Heat-Treatment of Extractives and Sap From Pine and Spruce, International IUFRO Wood Drying Conference, August, Brasov-Romania, Proceedings Book, 459-464.
- Selamat, S., Said, Z. ve Ahmad, F., 1993. Effectiveness of Copper-Chrome-Boron as Wood Preservative, Journal of Tropical Forest Science, 98-115.

- Selik, M., 1988. Odun Patolojisi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3511, Orman Fakültesi Yayın No: 392, İstanbul.
- Sensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, U. ve Balta, I. 2008. Türkiye İklimi, Turkish State Meteorological Service, Ankara.
- Sivrikaya, H., 2003. Diri ve Öz Odunun Emprenye Edilebilirliği ve Dayanım Özellikleri, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Sivrikaya, H., 2008. Odunda Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10, 13, 66-70.
- Söğütlü, C. ve Döngel, N., 2009. Emprenye İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimine Etkisi, Politeknik Dergisi, 12, 3.
- Srinivas, K. ve Pandey, K. K., 2012. Photodegradation of Thermally Modified Wood, Journal of Photochemistry Photobiology B: Biology, 117, 140-145.
- Stephan, I., Goller, S. ve Rudolph, D., 2000. Improvements of Monitoring The Effects of Soil Organisms on Wood in Ground Contact, Holz als Roh-und Werkstoff, 58, 1-2, 115-119.
- Syofuna, A., Banana, A. Y. ve Nakabonge, G., 2012. Efficiency of Natural Wood Extractives as Wood Preservatives Against Termite Attack, Maderas. Ciencia y Tecnología, 14, 2, 155-163.
- Şahin, H., 2002. Odun ve Selülozda Meydana Gelen Renk Değişimleri Üzerine Araştırmalar, Türkiye Ormancılık Dergisi, 3, 2, 57-70.
- 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.
- Şen, S. ve Yalçın, M. 2010. Türkiye Denizlerinde Bazı Tropik ve Yerli Ağaç Türlerinde Oluşan Tahribatin İncelenmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Mayıs, Artvin, 1631-1638.
- Tamblyn, N. ve Levy, C., 1981. Field and Marine Tests in Papua New Guinea. III. Decay Resistance of Stakes Treated With Preservatives, Journal of the Institute of Wood Science. 9, 2, 55-61.
- Taşçıoğlu, C., 2004. CCA (Bakır/Krom/Arsenik) Emprenye Maddesinin Kullanımdan Kalkması ve Alternatif Odun Koruma Maddeleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 54, 2, 97-106.
- Taştan, K., 2009. Odun Koruma Alanında Türkiye İklim Endeksi Değerlerinden Faydalanma, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Taylor, A. M., Gartner, B. L. ve Morrell, J. J., 2002. Heartwood Formation and Natural Durability-A Review, Wood and Fiber Science, 34, 4, 587-611.
- T. C. Resmi Gazete, 28131 Sayılı Bitki Karantinası Yönetmeliği, 03.12.2011.
- Tekpetey, S. L., Essien, C., Appiah-Kubi, E., Opuni-Frimpong, E. ve Korang, J., 2016. Evaluation of The Chemical Composition and Natural Durability of Natural and Plantation Grown African Mahogany *Khaya ivorensis* A. Chev. in Ghana, Journal of the Indian Academy of Wood Science, 13, 2, 152-155.
- Temiz, A., 2005. Benzetilmiş Dış Hava Koşullarının Emprenyeli Ağaç Malzemeye Etkileri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Temiz, A., Terziev, N., Jacobsen, B. ve Eikenes, M., 2006. Weathering, Water Absorption, and Durability of Silicon, Acetylated, and Heat-Treated Wood, Journal of Applied Polymer Science, 102, 5, 4506-4513.
- Temiz, A., Yıldız, C. Ü., Gezer, E. D., Yıldız, S. ve Dizman, E., 2004. CCA'nın Kızılağaç Odununun Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1-2, 18-23.
- Thaler, N., Lesar, B. ve Humar, M., 2013. Performance of Copper-Ethanolamine-Impregnated Scots Pine Wood During Exposure to Terrestrial Microorganisms, BioResources, 8, 3, 3299-3308.
- Thaler, N., Žlahtič, M. ve Humar, M., 2014. Performance of Recent and Old Sweet Chestnut (*Castanea sativa*) Wood, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 94, 141-145.
- Tillott, R. ve Coggins, C., 1981. Non-Arsenical Water-Borne Preservatives: A Review of Performance and Properties, Record of The Annual British Wood Preserving Association Convention, July, Cambridge, Proceedings Book, 32-48.
- Tomak, E. ve Gonultas, O., 2018. The Wood Preservative Potentials of Valonia, Chestnut, Tara and Sulphited Oak Tannins, Journal of Wood Chemistry Technology, 38, 3, 183-197.
- Tomak, E. D., Hughes, M., Yildiz, U. C. ve Viitanen, H., 2011. The Combined Effects of Boron and Oil Heat Treatment on Beech and Scots Pine Wood Properties. Part 1: Boron Leaching, Thermogravimetric Analysis, and Chemical Composition, Journal of Materials Science, 46, 3, 598-607.
- Tomak, E. D., Ustaomer, D., Yildiz, S. ve Pesman, E., 2014. Changes in Surface and Mechanical Properties of Heat Treated Wood During Natural Weathering, Measurement, 53, 30-39.
- Topaloğlu, E., 2013. Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odun Özellikleri Üzerine Bazı Yetiştirme Ortamı Koşullarının Etkisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Topaloğlu, E., Ay, N. ve Altun, L., 2014. Ekolojik Faktörlerin Odun Özelliklerine Etkisi, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 10, 1, 84-96.
- Torres-Andrade, P., Morrell, J. J., Cappellazzi, J. ve Stone, J. K., 2019. Culture-Based Identification to Examine Spatiotemporal Patterns of Fungal Communities Colonizing Wood in Ground Contact, Mycologia, 111, 5, 703-718.
- TS 56-1/EN 12465, 2004. Havaî Hatlar için Ağaç Tel Direkleri - Dayanıklılık Özellikleri.
- TS 56-2/EN 12479, 2004. Havaî Hatlar için Ağaç Tel Direkleri - Ölçüler - Ölçme Metotları ve Müsaade Edilen Sapmalar.
- TS 788-1/EN 599-1/DIN 68 800-3, 1997. Ahşap ve Ahşap Esaslı Malzemelerin Dayanıklılığı-Ahşap Koruyucu Emprenye Maddelerinin Biyolojik Deneylerle Tespit Edilen Performansı-Bölüm 1: Tehlike Sınıflarına Göre Özellikler.
- TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler.
- TS 2472, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2474, 1977. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2478, 1978. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2595, 1977. Odunun Liilere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tsoumis, G., 1991. Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization, 115, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Tuncer, F. D., 2014. Isıl İşlemin Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununun Anatomik Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uysal, B. ve Kurt, Ş. 2005. Yanmayı Geciktirici Bor İçerikli Emprenye Maddelerinin Ahşap Malzemenin Yapışma Direncine Etkisi, I. Ulusal Bor Çalıştayı, Nisan, Ankara, Bildiriler Kitabı, 43.
- URL-1, <http://www.iklim-degisikligi.com/iklim-degisikligi-haritalari.html>. 04/07/2020.
- Vainio-Kaila, T., Kyyhkynen, A., Rautkari, L. ve Siitonen, A., 2015. Antibacterial Effects of Extracts of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* against *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, and *Streptococcus pneumoniae*, BioResources, 10, 4, 7763-7771.

- Van Acker, J., Stevens, M., Carey, J., Sierra-Alvarez, R., Militz, H., Le Bayon, I., Kleist, G. ve Peek, R. D., 2003. Biological Durability of Wood in Relation to End-Use, Holz als Roh-und Werkstoff, 61, 1, 35-45.
- Venäläinen, M., Partanen, H. ve Harju, A., 2014. The Strength Loss of Scots Pine Timber in An Accelerated Soil Contact Test, International Biodeterioration Biodegradation-Life of Science, 86, 150-152.
- Wakeling, R. N. 1991. A Comparison of Soft Rot, White Rot and Brown Rot in CCA, CCP, CCF, CCB, TCMTB and Benzalkonium Chloride Treated *Pinus radiata* IUFRO Stakes, After 9-15 Years Exposure at Five Test Sites in New Zealand, International Research Group on Wood Preservation, Stockholm, IRG Document No: IRG/WP/1485.
- Walker, J. C., 2006. Primary Wood Processing: Principles and Practice, Springer Science & Business Media.
- Williams, R. S., 1999. Water Repellents and Water-Repellent Preservatives for Wood, 109, Forest Products Laboratory.
- Williams, R. S., 2005. Weathering of Wood, Handbook of Wood Chemistry Wood Composites, 7, 139-185.
- Winandy, J. E., 1995. Effects of Waterborne Preservative Treatment on Mechanical Properties: A Review, 91st Annual Meeting of American Wood Preservers' Association, May, New York, Proceedings Book, 21-24.
- Winandy, J. E. ve McDonald, K. A., 1993. Material Selection and Preservative Treatments for Outdoor Wood Structures, Wood Design Focus, 4, 3, 8-13.
- Witomski, P., Olek, W. ve Bonarski, J. T., 2016. Changes in Strength of Scots Pine Wood (*Pinus sylvestris* L.) Decayed by Brown Rot (*Coniophora puteana*) and White Rot (*Trametes versicolor*), Construction Building Materials, 102, 162-166.
- Yalınkılıç, M. K., 1990. Odun Zararlıları, I. Bölüm (Bitkisel Odun Zararlıları), K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Notları No:39, 258, Trabzon.
- Yalınkılıç, M. K., Baysal, E., Demirci, Z. ve Peker, H., 1996. Sarıçam, Kayın, Ladin ve Kızılağaç Odunlarının Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilebilme Özellikleri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2, 2, 147-156.
- Yaltırık, F., 1970. Yeni Bir Alnus (Kızılağaç) Alttürü ve Türkiye'nin Alnus Türlerine Toplu Bakış, Türk Biyoloji Dergisi, 20, 1-4, 115-121.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji Ders Kitabı (*Angiospermae* Bölüm 1), İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 3767, İstanbul.

- Yaltırık, F. ve Efe, A., 1994. Dendroloji Ders Kitabı. (*Gymnospermae-Angiospermae*), İ.Ü. Yayınları, No: 4265.
- Yazıcı, H., 2005. Açık Hava Koşullarının Odun Dayanımına Etkisi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7, 8, 72-79.
- Yıldız, S., Tomak, E. D., Yıldız, U. C. ve Ustaomer, D., 2013. Effect of Artificial Weathering on The Properties of Heat Treated Wood, Polymer Degradation Stability, 98, 8, 1419-1427.
- Yildiz, S., Yildiz, U. C. ve Tomak, E. D., 2011. The Effects of Natural Weathering on The Properties of Heat-Treated Alder Wood, BioResources, 6, 3, 2504-2521.
- Yıldız, S., Yılmaz, A. ve Kılıç, C., 2017. Utilization of Pasteurisation Liquid Obtained from Chestnut (*Castanea sativa*) Sawdust as Wood Preservative, Mugla Journal of Science Technology, 3, 1, 16-19.
- Yıldız, Ü. C., 1988. Çeşitli Ağaç Türlerinde Su Alımının ve Çalışmanın Azaltılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız, Ü. C., 2000. Odun Koruma Ders Notları (Basılmamış), Trabzon.
- Yılğör, N., 1999. Sıcaklığın Odunun Kimyasal Bileşenleri Üzerine Etkileri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 49, 1-2-3-4, 77-82.
- Yılmaz, M., 1996. Artvin-Rize Yöresindeki Kızılağaç Orman Ekosistemlerinin Verimliliği ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Zabel, R. A. ve Morrell, J. J., 2012. Wood Microbiology: Decay and Its Prevention, Academic Press.
- Zeleniuc, O., Enescu, L. ve Prună, M., 2003. Researches Concerning The Chemical Preservation of Wood Used in Conditions of Hazard Class 4. Anale I.C.A.S., 46.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Kocaeli/İzmit'te doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İzmit'te tamamladı. 2003 yılında KTÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2008 yılında mezun oldu. 2008-2011 yılları arasında KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2011 yılında Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Trabzon Zirai Karantina Müdürlüğü'ne Orman Endüstri Mühendisi olarak atandı. Aynı kurumda orman ürünleri inspektörü olarak çalışırken istifa edip 2012 yılında Orman Genel Müdürlüğü Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsünde Orman Endüstri Yüksek Mühendisi olarak işe başladı. 2013 yılında Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'ndan C sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlığını aldı. 2015 yılında KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Bilim Dalında doktora programına başladı. 2019 yılında Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Sosyoloji Bölümünden mezun oldu. Halen Ormancılık Araştırma Enstitüsünde Odun ve Odun Dışı Orman Ürünleri Başmühendisliğinde görev yapmaktadır. Evli ve bir kız çocuğu babası olan Ceyhun KILIÇ, iyi derecede İngilizce bilmektedir.

Bu tez çalışması aynı zamanda Orman Genel Müdürlüğü 03.7706/2015-2020 no'lu projesidir. Proje, Orman Genel Müdürlüğü, Dış İlişkiler Eğitim ve Araştırma Daire Başkanlığı, Araştırma İhtisas Gruplarına sunulana kadar herhangi bir yayın çalışması yapılmamıştır.