

**BAZI İĞNE YAPRAKLI AĞAÇLARA AİT KOZALAK EKSTRAKTİFLERİNİN
SARIÇAM ODUNUNDA EMPRENYE MADDESİ OLARAK KULLANILMASI**

Aykut ERGUT

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
Eylül 2011**

‘Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ait etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.’

Aykut ERGUT

KABUL:

Aykut ERGUT tarafından hazırlanan "BAZI İĞNE YAPRAKLI AĞAÇLARA AİT KOZALAK EKSTRAKTİFLERİNİN SARIÇAM ODUNUNDA EMPRENYE MADDESİ OLARAK KULLANILMASI" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 07/09/2011

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA (BÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER (BÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI (KBÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım. 6/10/2011


Prof. Dr. Ali Naci TANKUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI İĞNE YAPRAKLI AĞAÇLARA AİT KOZALAK EKSTRAKTİFLERİNİN SARIÇAM ODUNUNDA EMPRENYE MADDESİ OLARAK KULLANILMASI

Aykut ERGUT

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA

Eylül 2011, 83 sayfa

İğne yapraklı ağaç türlerinde farklı boyut ve şekillerde, içinde tohumların bulunduğu, bir eksene bağlı, bir veya birden fazla karpelden oluşan organlar kozalak olarak adlandırılmaktadır. Karpeller bazı türlerde odunlaşmış, deri gibi sertleşmiş iken bazı türlerde ise etlidir. Porsuk, andız ve ardıç gibi türlerin kozalakları dışında, ne yazık ki kozalak meyveleri değerlendirilmemektedir. Kullanım alanları daha çok uçucu yağ, şurup, marmelat üretimi, içki destilasyonunda katkı maddesi ve bazı tıbbi preparatların hazırlanması şeklinde olmaktadır.

Bu çalışmada Ülkemizde doğal olarak yetişen; Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies nordmanniana*), Uludağ Göknarı (*Abies bornmüllerriana*), Kazdağı Göknarı (*Abies equi-trojani*), Toros Göknarı (*Abies cilicica*), Doğu Ladini (*Picea orientalis*), Toros Sediri (*Cedrus libani*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Karaçam (*Pinus nigra*), Kızılçam (*Pinus brutia*), Fıstık Çamı (*Pinus pinea*), Halep çamı (*Pinus halepensis*) kozalaklarının doğal koruyucu etkinlikleri araştırılmıştır.

ÖZET (devam ediyor)

Kozalakların, sıcak su çözeltileri hazırlandıktan sonra, sarıçam odununa emprenye edilmiştir. Emprenye edilen sarıçam odunları korunaklı bir arazide boylarının yarısına kadar toprağa çakılmıştır. Kozalak ekstraktifleri ile emprenye edilen sarıçam odunlarının dış şartlar altında dayanım özellikleri araştırılmıştır.

Araziye bırakılan örneklerin statik eğilme direnci ve liflere paralel basınç direnci değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler SPSS istatistik paket programı ile analiz edilmiştir.

Halep çamı kozalağı ile hazırlanan çözelti ile yapılan emprenye işleminde diğer türlere göre en yüksek ağırlık artışı değeri elde edilmiştir. Arazi testi öncesi en yüksek eğilme direnci Doğu Ladini kozalak çözeltisi ile emprenyeli örneklerde meydana gelmiştir. Arazi testi sonucu, toprak üstünde kalan odunların basınç direnci toprak altına nazaran daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Kozalak, odun, koruma, emprenye, mantarlar, ekstraktlar

Bilim Kodu: 502.09.01

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

UTILIZATION OF SOME CONIFEROUS CONE EXTRACTIVES IN THE IMPREGNATION OF SCOTS PINE

Aykut ERGUT

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Industrial Engineering

Thesis Advisor: Assist. Prof. Hüseyin SİVRİKAYA

September 2011, 83 pages

In different dimension and shapes in coniferous tree species, the organs, which are consisted of carpel(s) that dependent on a pindle in which seeds exist, are called cone. In some species carpels are lignified and tough like leather, but in some species carpels are pulpy. Unfortunately, cones and fruits are not evaluated in anyway except cones of yew, cypress and juniper. Uses of cones are volatile oil, syrup, production of marmalade, liquor distillation, additive and preparation of some medical preparats.

In this study, the chemical compositions of Nordmann fir (*Abies nordmanniana*), Uludağ fir (*Abies bornmülleriana*), Kazdağı fir (*Abies equi-trojani*), Cilician fir (*Abies cilicica*), Oriental spruce (*Picea orientalis*), Lebanon cedar (*Cedrus libani*), Scots pine (*Pinus sylvestris*), Black pine (*Pinus nigra*), Turkish pine (*Pinus brutia*), Stone pine (*Pinus pinea*), Aleppo pine (*Pinus halepensis*) which are naturally grown in our country, are explored.

ABSTRACT (continued)

After the hot water solution of cones was prepared, then were treated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). The treated wood samples were buried in to the ground up to half of their length in a safety area. The durability properties of Scots pine treated with cone extractives were investigated with in-ground field test.

The bending strength and compression strength parallel to the fiber were determined after in-ground field test. The obtained data were analyzed by SPSS statistical programme.

The highest weight gain was found in the samples treated with Aleppo cone solution compared to the others. The solution of spruce cone had the maximum bending strength before in-ground field test. As a result of field test, the compression strength of the wood over the ground was higher than those under the ground.

Key Words: Cone, wood, protection, preservation, fungus, extractives

Science Code: 502.09.01

TEŞEKKÜR

Araştırma konusu seçiminde, planlanmasında ve düzenlenmesinde değerli yardım ve katkılarını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA' ya teşekkür ederim.

Mekanik testlerdeki yardımından dolayı Karabük Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI' ya, toprak analizi için Bartın Orman Fakültesi Toprak laboratuvarı çalışanlarına, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü hocaları Yrd. Doç. Dr. İbrahim TÜMEN, Yrd. Doç. Dr. Ayben KILIÇ, Yrd. Doç. Dr. İ. Emrah DÖNMEZ ve İnorganik analizler için Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi den Doç. Dr. Celal DURAN 'a teşekkür ederim teşekkür ederim. Bu çalışma TÜBİTAK 107O352 Nolu projenin bir bölünmüşü olup, bu vesileyle TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazımı sırasında değerli yardım ve önerileri ile araştırmama katkı sağlayan Alper KAYA'ya, deneylerin yapılması, değerlendirilmesi ve yorumlanması sırasında yardımlarını esirgemeyen Enis EKİNCİ 'ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu çalışma sırasında da maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babam Turgut ERGUT 'a, annem Fatma Nevin ERGUT 'a şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 EMPRENYE İŞLEMİ.....	3
1.1.1 Odun Koruyucu Kimyasal Maddeler.....	5
1.1.2 Odun Koruma Amaçlı Arazi Denemeleri.....	6
1.2 ODUNUN DOĞAL KORUNMASI.....	7
1.2.1 Doğal Yolla Odun Korunma.....	8
1.2.2 Biyolojik Odun Koruma.....	8
1.3 TOPRAKLA TEMAS HALİNDE OLAN ODUNUN DAYANIMI.....	8
1.3.1 Bartın İlinin Toprak Özellikleri.....	9
1.4 ODUNUN DOĞAL DAYANIMI.....	10
1.4.1 Ağaç Türü ve Ekstraktif Maddeler.....	11
1.4.1.1 Polifenoller.....	12
1.4.1.2 Terpenoidler.....	12
1.4.1.3 Tropolonlar.....	12
1.4.1.4 Tanen Bileşikleri.....	12
1.4.2 Lignifikasyon.....	12
1.4.3 Büyüme Karakteristikleri.....	12

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

1.4.4 Ağaç Malzemenin Şekli	13
1.4.5 Kullanım Yeri ve Çevre Şartları.....	13
1.4.6 Diğer Etmenler	13
1.4.7 Ağaç Malzemenin Doğal Dayanıklılığına Göre Sınıflandırılması	13
1.4.7.1 Çok Dayanıklı	14
1.4.7.2 Dayanıklı	14
1.4.7.3 Orta Derece Dayanıklı.....	14
1.4.7.4 Az Dayanıklı	14
1.4.7.5 Dayanıksız.....	15
1.5 ODUNU BOZUNDURAN FAKTÖRLER.....	15
1.5.1 Abiyotik Zararlılar.....	15
1.5.1.1 Dış Hava Koşullarına Maruz Kalma (Weathering).....	15
1.5.1.2 Isısal Çözünme	16
1.5.1.3 Kimyasala Çözünme	16
1.5.1.4 Mekanik Aşınma	16
1.5.2 Biyotik Faktörler	17
1.5.2.1 Mantarlar	17
1.6 LİTERATÜR ÖZETİ	20
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD.....	25
2.1 MATERYAL.....	25
2.1.1 Deneylerde Kullanılan Ağaç Malzemenin Özellikleri	26
2.1.1.1 Sarıçam Odununun Anatomik ve Teknolojik Özellikleri	26
2.1.1.2 Sarıçam Odununun Doğal Yayılışı	27
2.1.2 Örnek Ağaç Türlerinin Ülkemizdeki Yayılışı ve Bazı Özellikleri.....	28
2.1.2.1 Göknarlar.....	28
2.1.2.2 Ladinler	30
2.1.2.3 Çamlar	31
2.1.2.4 Toros Sediri (<i>Cedrus libani</i>)	34
2.2 METOD.....	35

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	Sayfa
2.2.1 Emprenye İşlemi İçin Çözelti Hazırlama	35
2.2.2 İnorganik Bileşenlerin Analizi	36
2.2.3 Emprenye İşlemi	38
2.2.4 Örneklerin Araziye Yerleştirilmesi	39
2.2.5 Eğilme Direnci Testi	40
2.2.6 Basınç Direnci	41
2.2.7 Toprak Analizi.....	42
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA.....	43
3.1 ARAZİ DENEMELERİ	43
3.1.1 Çözeltilere Ait pH Değerleri	43
3.1.2 İnorganik Bileşenler	44
3.1.3 Emprenye İşlemi Sonuçları	47
3.1.3.1 Retensiyon Değerleri.....	47
3.1.3.2 Retensiyon Değerlerine İlişkin İstatistiksel Analiz.....	48
3.1.3.3 Ağırlık Artışı (%) Değerlerine İlişkin İstatistiksel Analiz	50
3.1.4 Arazi Testi Sonuçları.....	51
3.1.4.1 Arazi Testi Sonrası Ağırlık Kayıpları	51
3.1.5 Toprak Analizi Sonuçları	53
3.1.6 Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü.....	57
3.1.7 Basınç Direnci'ne Ait İstatistiksel Analizler	59
3.1.7.1 Toprak Altında Kalan Kısımlara Ait Basınç Direnci	59
3.1.7.2 Toprak Üstünde Kalan Kısımlara Ait Basınç Direnci.....	61
3.1.7.3 Gökmar Türü Kozalakları ile Hazırlanan Çözeltilerin Sarıçam Odununda Basınç Direnci Analizi.....	64
3.1.7.4 Çam Türü Kozalakları ile Hazırlanan Çözeltilerin Sarıçam Odununda Basınç Direnci Analizi	68
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	Sayfa
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ	83

ŞEKİLLER DİZİNİ

No	Sayfa
2.1 Sarıçamın Türkiye'deki doğal yayılışı	28
2.2 Doğu Karadeniz Göknarının Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları	29
2.3 Uludağ Göknarının Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları.....	29
2.4 Kazdağı Göknarının Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları	30
2.5 Toros Göknarının Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları	30
2.6 Doğu Ladininin Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları	31
2.7 Kızılçamın Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları	32
2.8 Karaçamın Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları	33
2.9 Sarıçamın Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları	33
2.10 Fıstıkçamının Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları.....	34
2.11 Halep Çamı'nın Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları	34
2.12 Toros Sedirinin Türkiye'deki yayılışı ve kozalakları.....	35
2.13 Doğu Karadeniz Göknarı ve Uludağ Göknarı kozalak çözeltileri	36
2.14 Toros Sediri kozalak çözeltisi	36
2.15 ICP-OES Spektrometre	37
2.16 Emprenye işleminin yapıldığı düzenek	38
2.17 Araziye yerleştirilen deney örnekleri	39
2.18 Toprağa yerleştirilen sarıçam odunu	39
2.19 Universal test aleti	41
2.20 Universal test aleti	42
3.1 Arazi testi örneklerinde meydana gelen % ağırlık kayıpları	52
3.2 Arazi denemelerine ait örnekler	55
3.3 Eğilme dirençlerinde meydana gelen % direnç kayıpları	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Günümüze kadar kullanılmış emprenye maddeleri ve yöntemleri.....	6
1.2 Bartın ili orman ve toprak alanına ait topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	10
1.3 Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları	11
1.4 Biyotik zararlıların ağaç malzemeye arız olma süresi	20
2.1 Deney materyali olarak kullanılan türler ve örnek alınan yerler.....	26
2.2 EN 252 standartlarına göre puanlama	40
3.1 Koruyucu çözeltilere ait pH değerleri	43
3.2 Elementsel analiz için kullanılan kozalak ve meyve türleri.....	45
3.3 ICP-OES ile deney örneklerinde belirlenen eser element miktarları	46
3.4 Emprenye sonucu retansiyon değerleri	47
3.5 Emprenye sonucu ağırlık artışı değerleri	48
3.6 Retansiyon değerlerine ilişkin basit varyans analizi	49
3.7 Retansiyon değerlerine ilişkin Tukey testi	49
3.8 Ağırlık artışı değerlerine ilişkin basit varyans analizi.....	50
3.9 Ağırlık artışı değerlerine ilişkin Tukey testi	51
3.10 Toprak analiz sonuçları	53
3.11 Arazi testi değerlendirilmesi	54
3.12 Örneklere ilişkin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri	57
3.13 Toprak altında kalan kısımlara ait basınç direnci verileri	59
3.14 Toprak altında kalana odunun basınç direncine ait basit varyans analizi	60
3.15 Toprak altında kalan odunun basınç direncine ilişkin Tukey testi.....	61
3.16 Toprak üstünde kalan kısımlara ait basınç direnci verileri	62
3.17 Toprak üstünde kalan odunun basınç direncine ait basit varyans analizi	62
3.18 Toprak üstünde kalan odunun basınç direncine ilişkin Tukey testi	63
3.19 Göknar kozalak çözeltilerinde toprak üstü kısma ait basınç direnci verileri	64
3.20 Göknar kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü kısmı basınç direncine ait basit varyans analizi	65

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.21 Gök nar kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun basınç direncine ait Tukey testi.....	65
3.22 Gök nar kozalak çözeltilerinde toprak altı kısma ait basınç direnci verileri.....	66
3.23 Gök nar kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun toprak altı kısmı basınç direncine ait basit varyans analizi	67
3.24 Gök nar kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun basınç direncine ait Tukey testi.....	67
3.25 Çam kozalak çözeltilerinde toprak altı kısma ait basınç direnci verileri	68
3.26 Çam kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun toprak altı kısmı basınç direncine ait basit varyans analizi	69
3.27 Çam kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun basınç direncine ait Tukey testi.....	69
3.28 Çam kozalak çözeltilerinde toprak altı kısma ait basınç direnci verileri	70
3.29 Çam kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü kısmı basınç direncine ait basit varyans analizi	71
3.30 Çam kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun basınç direncine ait Tukey testi.....	71

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a	: P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark
N	: Azot
N	: Newton
T ₂	: Emprenye sonrası ağırlık
T ₁	: Emprenye öncesi ağırlık
σ _E	: Eğilme direnci
σ _B	: Basınç direnci

KISALTMALAR DİZİNİ

ASTM D	: Standard Test Method of Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods
EN 252	: Testing Durability Of Treated Wood According To EN 252 Interpretation Of Data From Nordic Test Fields
HG	: Homojenlik Grubu
ICP-OES	: İndükif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometri
İ.Ü	: İstanbul Üniversitesi
K.S.Ü	: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
N	: Adet
pH	: Power of Hydrogen
Std.sp.	: Standart sapma
U.K	: United Kingdom
Z.K.Ü	: Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ağaç malzemeyi, biyolojik, fiziksel ve kimyasal faktörlere karşı dayanıklı hale getirilerek kullanım ömrünü uzatmak için, kullanım amacına göre çeşitli kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleri uygulanmaktadır. Ağaç malzemenin uygun bir kimyasal seçilerek ekonomik bir uygulama yöntemi ile emprenye edilmesi ahşabın kullanım yerine göre farklılıklar göstermektedir.

Ekstraktif bileşenler arasında fenolik bileşenler önemli bir yere sahiptir. Fenolik asitler odunun dayanıklılığını olumlu yönde etkilemektedir. Fenolik asitler bu özelliğinden dolayı odunun yapı maddesi olarak kullanılabilme özelliğini arttırmaktadır (Şen vd. 2002).

Bilinen odunsu kozalak tohum oluşturan dişi kozalaktır. Erkek kozalaklar ise polenleri meydana getirmekte olup olgun halde dikkati çeken bir görünümündedir. Kozalaklar geometrik olarak koniye benzemektedir.

Bazı yerel kullanımlar ve birkaç türde uçucu yağ eldesi hariç tutulacak olursa kozalaklardan ciddi düzeyde yaygın bir yararlanma olduğunu söylemek mümkün değildir. Ülkemizde kokulu ardıç ile boylu ardıç türlerinin kozalaklarından yararlanılmaktadır. Bu ağaçların kozalakları toplanarak satışı yapılmakta ve belirli bir ticari önemi bulunmaktadır. Ardıç kozalağı salata ve turşularda baharat olarak ve likör ve cin gibi içkilerin üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Kozalaklardan marmelat hazırlandığı gibi soğuk algınlıklarına karşı kaynatılarak hazırlanan şekerli suyu içilmektedir.

Kozalakların su buharı destilasyonunda oleum juniperi denilen bir uçucu yağ elde edilmektedir (Bozkurt ve Göker 1986). Andız meyvelerinin de idrar sökücü, idrar yolları antiseptiği ve iştah açıcı özellikleri bulunduğu bildirilmiştir (Gaebler 1982).

Andız meyvelerinden hazırlanan pekmez, güçlendirici ve afrodizyak olarak kullanılmaktadır (Baytop 1984).

Ağaç malzeme, uzun yıllardır insanların en temel ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Günümüzde değişen dünya ve yaşam standartları, ağaç malzemenin önemini giderek daha da arttırmıştır. Dünyadaki en önemli hammaddelerden biri olan odunun, endüstride gerçek anlamda kullanılabilmesi, iyi yada kötü özelliklerinin bilinmesi ve yorumlanabilmesinden geçmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

Odun ağırlığına oranla yüksek bir dirence sahip olması; elektrik, ses ve ısı yalıtımına olanak sağlaması; kolay işlenebilir bir yapıya sahip olması; işleme maliyetinin kendisine alternatif maddelerden daha az olması, odunun avantajlı yönlerini oluşturmaktadır. Ayrıca yenilenebilir bir kaynak olması, işlenirken az miktarda enerji gerektirmesi ve çevreyi daha az kirletmesi odunu diğer materyallerden üstün kılan en önemli üç yönüdür. Odun koruma sayesinde bu sıralanan yararlar daha uzun süre devam ettiği gibi, aynı zamanda en büyük sakıncası olan zararlı etmenlerce tahrip edilmesi ve çürütülmesinin de önüne geçilmiş olmaktadır.

Son yıllarda hammadde odun kaynakları, kâğıt-karton, yonga-lif levha endüstrileri tarafından çok fazla miktarda talep görmektedir. Bunun sonucunda, orman kaynaklarını oluşturan ağaçların kesim çağı gelmeden hasat edilmesi söz konusu olmaktadır. Yani bu olayların sonucunda odun fiyatları zamanla artmaktadır. Böylece, hammadde odun maliyeti arttığından onu uzun süre bozunmadan kullanmak çok daha önemli hale gelmektedir. Meydana gelen bu yapı odun korumanın önemini ve değerini bir kat daha arttırmaktadır (Yıldız 2005).

Herhangi bir koruyucu işlem görmemiş doğal haldeki ağaç malzemenin kullanım yerinde mantarlar ve böcekler tarafından tahrip edilerek çürütülmesi sonucunda her yıl büyük maddi kayıplar söz konusu olmaktadır. Çünkü organik bir madde olan odunun çürütülmesi ve böcekler tarafından tahrip edilmesi doğal bir olaydır. Ancak alınacak çeşitli önlemlerle, özellikle kimyasal önlemlerle, ağaç malzemenin uzun yıllar bu zararlılardan korunması mümkün olmaktadır. Günümüzde zararlı organizmalar için zehirli etki yapan emprenye maddeleri kullanılarak, ağaç malzemenin hizmet ömrü uzatılmaktadır (Bozkurt vd. 1993).

Günümüze kadar çok sayıda değişik özellikte emprenye maddesi geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam edilmektedir. Emprenye edilerek korunmuş ağaç malzemenin kullanım

şekli, içerdiği zehirli maddelerden dolayı özellikle toprakla temas eden alanlarda önem kazanmaktadır. Çünkü zararlı organizmalara karşı fazla miktarda toksik özelliği bulunan emprenye maddelerinin bazı durumlarda canlılara ve çevreye etkileri olabilmektedir. Emprenye maddeleri ve emprenye edilerek korunmuş ağaç malzeme ile ilgili artan endişeler, genellikle kullanım yerlerindeki şartlar altında emprenye maddelerinin biyolojik etkilerinin tam olarak bilinmemesinden kaynaklanmaktadır (Kartal vd. 2006).

1.1 EMPRENYE İŞLEMİ

Ağaç malzemenin kullanım yerinde korunmasının gerektiği asırlar önce kabul edilmiş ve çeşitli önlemler alınmıştır. Arkeolojik kazılarda ve batık gemilerde yapılan incelemeler sonucunda, çok eski yıllarda kullanılan ağaç malzemenin kısmen kömürleştirilerek korunması yoluna gidildiği anlaşılmıştır. Örneğin; Efes'teki Diana mabedi kömürleştirilmiş ağaç direkleri üzerine oturtulmuştur.

Eski çağlarda Çin, Mısır, Yunan ve Roma medeniyetlerinde ağaç malzemenin korunması için hayvansal, bitkisel ve mineral yağlarla emprenye edildiği tespit edilmiştir. Eski Romalılar da özellikle zeytinyağı ve sedir yağının odun koruma amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Burma medeniyetinde gemi ve binaların korunması olarak için yağının kullanıldığı tespit edilmiştir. Eski Mısır da ise ağaç malzemeyi kuru tutarak çürümesine engel olduğu ortaya çıkmıştır. Mısır da kullanılan bu yöntemle, mumyaların bulunduğu lahitlerin yapıldığı ağaç malzeme binlerce yıl sağlam olarak kalabilmiştir.

Yunanlılar M.Ö 500 yıllarında binalarda kullanılan ağaç malzemeye delikler açarak içine yağ akıttıkları, akıtılan bu yağın nüfuzu sağlandıktan sonra, taş materyal üzerine yerleştirilip ve kuru olarak muhafaza ederek koruma sağladıkları belirlenmiştir. Romalılar, ağaç malzemenin yapılmış olan kulelerin yanmasına karşı alüminyum levhalar kullanmışlardır. 1600'lü yıllarda ağaç malzemenin emprenyesi için yağlar, tutkallar, reçineler, kauçuk, tuzlar, katran yağları ve çeşitli endüstriyel atıklar ağaç malzemeyi koruma amaçlı olarak denenmiştir (Bozkurt vd. 1993).

1817 yılında İngiliz William Chapman, gemilerde kullanılan ağaç malzemenin kullanım süresini uzatmak için bugün kullanılan birçok emprenye maddesinin bir listesini vermiştir.

Sonraki yıllarda demir üretimi artmıştır ve bu nedenle kullanılan kömürün destilasyonu sonucu fazla miktarda kreozot elde edilmiştir. Bu gelişmenin sonucu olarak demir yollarının gelişmesi, telefon ve telgraf sistemlerinin kurulması, gemi yapımının ilerleme göstermesi ile bu alanlarda ağaç malzemenin travers, tel direği, gemi yapımı, deniz tahkimatı gibi kullanım yerlerinde değerlendirme ihtiyacını arttırmıştır.

1831 yılında Fransız Jean Robert Breant kapalı çelik kazanda basınç altında uygulanan bir empenye metodunun patentini almıştır. Bu metot da önce vakum yapılmakta, daha sonra basınç altında empenye maddesi ağaç malzeme içerisine enjekte edilmektedir.

1832 yılında Almanya'da John Howard Kyan demiryolu traverslerini, üzeri açık taştan yapılmış havuzlar içerisindeki Civa klorür çözeltisine batırma suretiyle yeni bir empenye metodu geliştirmiştir.

1838 yılında İngiliz John Bethell basınç altında empenye maddesi kullanarak ağaç malzemeyi koruyucu pratik bir metot bulmuştur. Bu metot da önce vakum, sonra basınç, işlem sonunda tekrar vakum uygulanmaktadır. Empenye maddesi olarak kreozot kullanılmış, odunsu hücreler tamamen kreozot ile dolduğu için bu metoda, Dolu Hücre metodu adı verilmiştir. Fakat bu metodun gelişmesini engelleyen faktör, ağaç malzemenin empenye maddesini fazla miktarda absorbe etmesi ve empenye işleminin pahalı olmasıdır.

1838 yılında Dr. Auguste Boucherie ilk besi suyunu çıkarma metodunu bulmuş ve empenye maddesi olarak bakır sülfat kullanmıştır.

1902 yılında Wassermann tarafından ilk boş hücre metodu bulunmuştur. Daha sonra Max Rueping, Rueping metodu olarak bilinen yeni pratik bir metot geliştirmiştir. Dört yıl sonra Cuthbert B. Lowry daha az ekipmana ihtiyaç gösteren diğer bir boş hücre metodunun çalışmalarını yapmış ve sonuçlandırmıştır. Bu metodun esası başlangıçta vakum yapılmaması ve empenye işleminin sonunda basınç kaldırıldığında kreozotun hücrelerden dışarı çıkarılması oluşturmaktadır. Böylece sadece hücre çeperinin empenye maddesi ile örtülmesi söz konusu olmuştur.

1906 yılından sonra empenye endüstrisinde kullanılan metotlar; dolu hücre metodu, boş hücre metodu ve diğer bazı gelişmiş metotlar olarak sınıflandırılmaktadır (Bozkurt vd. 1993).

Ahşap malzeme açık alanda kullanılırken zararlı biyotik ve abiyotik etkenlere karşı maruz kalmaktadır. Bu nedenle ahşap malzemenin ömrünü uzatmak amacıyla çeşitli koruma işlemleri uygulanmaktadır. Eski devirlerde ağaç malzemenin, odun katranı ile ya da yüzeyin kömürleştirilmesi ile korunduğuna dair çeşitli bulgular bulunmaktadır. Emprenyeli ağaç malzeme genellikle çitler, telefon direkleri, maden ocakları, binalar, demiryolu traversleri, seralar ve ambalaj sandıklarında kullanılmaktadır. Ayrıca ahşap kütük evlerde, çocuk oyun alanlarında ve parklarda, piknik masalarında, gemi güvertesinde ve rıhtım gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Metal tuzları içeren kimyasal maddeler ile emprenye edilen ahşap malzeme dış hava koşullarında uzun yıllar zarar görmeden sağlam olarak kullanılabilir. Örneğin; bakır krom arsenik (CCA) ile emprenye edilen bir ağaç malzeme açık hava şartlarında 30 yıl, kreozot ile muamele edilen bir travers demiryollarında 25 yıl rahatlıkla kullanılmaktadır.

Ülkelerin hızlı bir şekilde gelişmesi ve büyümesiyle demiryolu traversleri, telefon ve elektrik direkleri ihtiyacı da artmıştır. Bunun sonucu olarak yüksek miktarda emprenyeli ahşap malzemeye ihtiyaç duyulmuştur. Fakat emprenye edilmiş ahşap bazı durumlarda çevreye ve diğer canlılara zarar verebilmektedir. Bu nedenle bazı kuruluşlar emprenyeli ahşabın üretilmesine karşı çıkmaktadır.

Odun koruma alanında son 30 yıldaki araştırmalarda çevreye daha az zararlı, etkinliği daha uzun süreli ve çevresel endişeleri minimuma indirecek emprenye maddeleri ve yöntemlerine önem verilmiştir. Emprenyeli ahşap, insana ve doğaya karşı duyarlı, kullanım süresi uzun ve ekonomik olarak uygun olmalıdır. Bu nedenle yeni kullanılan koruyucular insanlara ve çevreye daha az zararlı olmalıdır (Şen ve Yağın 2009).

1.1.1 Odun Koruyucu Kimyasal Maddeler

Odun koruyucu kimyasal maddeler genel olarak organik esaslı, su esaslı ve yağlı emprenye maddeleri olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Bu emprenye maddelerinin toprak temaslı uygulama yerlerinde, açık hava şartlarında ve su içerisindeki kullanım yerlerinde ağaç malzemeye uygulanması önerilmektedir (Kartal vd. 2006). Suda çözünen emprenye maddeleri inorganik kimyasallar olup, bakır, krom, arsenik, çinko, potasyum, sodyum, bor gibi metal tuzlarıdır.

Ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılan bazı emprenye maddeleri CCA (bakır krom arsenik), CCB (bakır krom bor), ACZA (amonyaklı bakır çinko arsenik), CC (amonyaklı bakır sitrat), ACQ (bakır quat), CBA (bakır azol), CDDC (bakır dimetilditiyokarbamet) gibi kimyasallardır. Suda çözündürülerek uygulanan bu metal tuzları, emprenye işlemi sonucunda odun yapısı ile reaksiyona girerek ya da çökelme ile oduna bağlanarak yıkanmaya karşı dirençli hale getirilmektedir (Şen ve Yağın 2009).

Emprenye endüstrisinde en fazla yağlı emprenye maddeleri kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde kreozot 17. yüzyıldan beri kullanılmaktadır. Günümüze kadar yoğun olarak kullanılmış olan emprenye maddeleri ve sistemleri yıllara göre Çizelge 1.1’de gösterilmektedir:

Çizelge 1.1 Günümüze kadar kullanılmış emprenye maddeleri ve yöntemleri (Şen vd. 2009).

Yıllar	Emprenye sistemi ve metodlar
1681	Kreozot
1838	Kreozot / Bethell Dolu hücre metodu
1902	Kreozot / Rueping Bos hücre metodu
1906	Kreozot / Lowry bos hücre metodu
1928	ACC (Asid bakır kromat)
1931	PCP (Pentaklorofenol)
1933	CCA (Bakır krom arsenik)
1939	ACA (Amonyaklı bakır arsenik)
1950	Bor bileşikleri / Daldırma ve difüzyon metotları
1960	Organik çözücülü emprenye maddeleri / vakum metotları
1980	Alkil amonyum bileşikleri
1990	Arsenik ve krom içermeyen emprenye maddeleri
2000	Doğal maddeler, modifikasyon ve ısıl işlem yöntemleri, krom içermeyen maddeler ve borlu bileşikler

1.1.2 Odun Koruma Amaçlı Arazi Denemeleri

Arazi denemelerinde özel bir çürüklüğe neden olan mantar tipini ayırmak mümkün değildir. Bu nedenle laboratuvar denemelerinden daha az uygulanmakta, ancak sonuçlar pratik şartlara daha yakın olmaktadır. Çünkü denemeler emprenye edilmiş ağaç malzemenin kullanım yerine

oldukça yakın şartlarda gerçekleştirilmekte ve dayanma süresi hakkında oldukça iyi fikir vermektedir.

Mevcut doğal dayanım sınıflandırmaları da, toprakla temas halinde yapılan çalışmalar için geçerli olmaktadır. Çünkü toprakla temasta olan odunun çürümesi toprak üstüne nazaran daha güçlü olmaktadır. (Augusta ve Rapp 2003).

Son yıllarda, emprenye amaçlı flavonoid ve hidrolize tanen esaslı odun koruyucular da geliştirilmiştir. Bunlar, biosid olarak kullanılan bakır gibi metal tuzlarla kompleksler halinde kullanılmaktadır. Fakat bu tür koruyucular toprakla temas halinde uzun süreli kullanımlarda, CCA gibi koruyuculara nazaran çok zayıf kalmaktadırlar (Bruce ve Palfreyman 1998). Doğal ekstraktların mikrobiyal aktiviteleri üzerine geçmişten beri yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Bu durum bitki çeşitliliği açısından zengin olan ülkemiz açısından bir avantajdır. Çam kozalaklarının kimyasal yapılarının daha iyi anlaşılması için yapılan araştırmalar yeni ürünlerin keşfine yol açmaktadır. Tıbbi araştırmacılar antibakteriyel, antiviral ve antitümör özellik gösteren çam kozalaklarından ekstrakte edilen tanen ve ligninle ilişkili bileşikler bulmuştur (Micales vd. 1994). Ayrıca, çam kozalaklarının monoterpen ve diterpenoid reçine asitleri içerdiği bilinmektedir (Kossuth ve Biggs 1981).

Ormanda yerde bulunan kozalakların yıllarca çürümeye karşı direnç gösterdiği bilinmektedir. Çürüklüğe karşı bu direncin kozalıklarda bulunan mantarlara karşı etkili (fungitoxic) ekstraktiflerdenmi ya da lignin içeriği ve rutubet eksikliği gibi diğer faktörler tarafından mı kaynaklandığı bilinmemektedir. Dolayısıyla, bu ekstraktifler üzerine araştırma yapılmalı ve bunlardan elde edilecek yeni doğal odun koruyucu maddeler, çevreye ve canlılara karşı zehirli olduğundan dolayı yasaklanan ya da kullanımı sınırlanan geleneksel kimyasal bileşiklerin yerini almalıdır. Çünkü doğal ürünlerden elde edilecek bileşikler çevreye karşı duyarlı olacak ve tüketiciler tarafından da kabul görecektir.

1.2 ODUNUN DOĞAL KORUNMASI

Kimyasal olmayan yollarla ağaç malzemenin korunması yöntemleri birtakım yazarlara göre üç ana noktada toplanmaktadır. Örneğin; Krusche vd. (1982) doğal odun korumasını, Schutte (1983) biyolojik odun korumasını, Weissenfeld (1983) ise alternatif odun korumasını, Walchli (1984) ise biyolojik-kimyasal odun korumayı birlikte önermektedir.

1.2.1 Doğal Yolla Odun Koruma

Doğal yolla odunun korunması ağaç malzemeyi kimyasal maddelerle muamele etmeden alınacak bütün önlemleri kapsamaktadır. Bu önlemlerin başında ağacın zamanında kesilmesi, kabuğun soyulması ve depolanması gelmektedir.

Çabuk ve özenli bir şekilde ağaç malzemenin kullanım yeri ve koşulları göz önünde tutularak kurutulması odunun doğal korunmasında önemli noktalardan biridir. Fakat gerçekleştirilen bu nlem kuru odun ile beslenen böceklere karşı yeterli bulunmamaktadır.

Rutubetin ağaç malzemede zararlıların gelişmesinde uygun ortam meydana getirmemesi için rutubet sınırlayıcı uygun yapı ve konstrüksiyon önlemleri de doğal koruma önlemleri arasında yer almaktadır. Uygulanan bu önlemler ağaç malzemeden rutubeti uzak tutmak, çabuk iletilmesini, kurumasını sağlamak ve rutubetin yoğunlaşmasını önlemektir.

1.2.2 Biyolojik Odun Koruma

Biyolojik odun koruma biyolojinin konusu ile ilgili önlemlerin belirli canlıların gelişmesini sınırlamak için kullanılması anlamına gelmektedir. Ayrıca organizma kökenli etki maddelerinin kullanılması olarak da anlaşılabilmektedir. Özellikle odun zararlılarının doğal düşmanı olan yırtıcı böcek ve parazitler bu amaçla kullanılmaktadır. Odun zararlılarının üremelerini engelleyen önlemler; suni olarak sterilize edilmiş erkeklerin, orman korumada kabuk böcekler ile mücadelede olduğu gibi seksüel cezp edici maddelerin kullanılması veya odunu tahrip etmeyen mantarların oduna bulaştırılması şeklinde olmaktadır.

Ara sıra odun zararlılarına karşı fiziksel, kimyasal cezp edici maddelerin kullanılması Bioteknik odun koruma olarak da adlandırılmaktadır (Kurtoğlu 1984).

1.3 TOPRAKLA TEMAS HALİNDE OLAN ODUNUN DAYANIMI

Toprakla temas eden yerlerde kullanılan it kazıkları, demiryolu traversleri ve tel direkleri üzerinde gerek mikrobiyal, gerekse fungal çok sayıda çalışma yapılmış olup, bunların çoğu organizmaların teşhisi ve enzimatik kapasiteleri üzerine odaklanmıştır.

Genellikle emprenye edilmemiş odunda, ilk safhalarda çürüklük yapmayan organizmalar baskındır. Üç aydan sonra ise tedrici olarak çürüklük yapan organizmalar etkindir.

Elektrik ve telekomünikasyon kablolarının taşınmasında yoğun şekilde kullanılmakta olan ağaç malzeme, çürüklük yapan organizmalar için gerekli olan oksijen, su ve besin maddelerinin toprakta mevcut olduğu yerlerde, bu organizmalardan olumsuz şekilde etkilenmektedir. Yuvarlak haldeki direklerin dış tabakası kimyasal maddelerle emprenye edilebilen, biyolojik organizmalara karşı hassas olan diri odun kısmından oluşmaktadır. % 1 veya 2 kadar düşük ağırlık kayıplarında dahi direnç özelliklerinde büyük bir azalma meydana geldiği için, emprenye işlemi yapılmayan tel direklerinde, çürüklük meydana gelmesi bir problem olarak bilinmektedir.

Örneğin, emprenye edilmemiş sarıçam direkleri 4-5 yıl hizmet süresine sahip iken, kimyasal koruyucu maddelerle emprenye edilmiş direklerde hizmet süresi 30 yıla ulaşmakta ve kreozot ile emprenyeli direklerde 50-60 yıla kadar ulaşabilmektedir (Rayner ve Boddy 1988).

Yalnızca odun içerisindeki çürüklük türü ve yerleşiminde farklılıklar olmayıp, aynı zamanda bir ülkenin bölgeleri arasında da farklılıklar vardır (Hedley ve Drysdale 1985). Ayrıca, bölgesel farklılıkların oluştuğu ve çürümenin iklim, toprak tipi ve arazi kullanımından etkilendiği vurgulanmıştır.

Wakeling (2000), emprenye maddelerinin başarı derecesinin testin yapıldığı bölgeden önemli ölçüde etkilendiğini, çürüklük çeşidinin ise; bölge, kimyasal madde ve odun türünden etkilendiğini tespit etmiştir. Bölgesel etkilerin sıcaklık, su, toprak türü ve vejetasyon olduğunu ifade ederek, balçıklı toprak ve sıcak yağışlı iklimin şiddetli çürüklüğe neden olduğunu belirtmiştir.

1.3.1 Bartın İlinin Toprak Özellikleri

Toprakta, bitki besin elementleri deposu ve kaynağı olan mikrobiyal biokütle ekosistemde meydana gelen değişimlere oldukça duyarlıdır.

Bartın ilinde yapılan bir çalışmada Bartın ilinin topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.2 Bartın ili orman ve toprak alanına ait topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	Orman	Tarım
Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	0,96(±0,03) ^a	0,99(±0,02) ^a
Gözenek Hacmi(%)	59,70(±1,29) ^a	63,78(±0,77) ^a
Tane Yoğunluğu (g cm ⁻³)	2,51(±0,008) ^a	2,71(±0,007) ^a
Kum (%)	22,25(±1,21) ^a	16,24(±0,66) ^a
Kil (%)	39,20(±4,40) ^a	61,11(±1,14) ^a
Organik Karbon (C _{org}) (%)	4,14(±0,06) ^a	1,19(±0,08) ^a
Toplam Azot (N _{total}) (%)	0,31(±0,006) ^a	0,17(±0,01) ^a
Aktüel pH (H ₂ O)	5,19(±0,12) ^a	7,81(±0,08) ^a
Kireç % (%CaCO ₃)	0,04(±0,03) ^a	5,67(±1,27) ^a
Elektriksel İletkenlik (dS m ⁻¹)	0,08(±0,006) ^a	0,17(±0,007) ^a

Büyük bir kısmı bakteri ve mantarlardan meydana gelen toprak mikrobiyal biokütlesi, 5x10⁻³ µm'den daha büyük bitki kökleri ve toprak hayvanları hariç toprak organik maddesinin yaşayan parçası olarak tanımlanmaktadır (Jenkinson ve Ladd 1981). Bakteriler ve mantarlar hem biokütle hem de metabolik faaliyetler bakımından en yaygın organizmalardır (Parkinson ve Coleman 1991). Toprak mikrobiyal biokütlesi karbon (C) depolaması, enerji akışı, ayrıştırma gibi ekosistem süreçlerini (işlemlerini) düzenleyen çok önemli bir olgudur (Kara ve Bolat 2008).

1.4 ODUNUN DOĞAL DAYANIMI

Ağaç türlerinin doğal dayanıklılığı birçok etmene bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu etmenler: Ağaç türü ve ekstraktif maddeler, lignifikasyon, büyüme karakteristikleri, ağaç malzemenin şekli, ağaç malzemenin kullanım yeri ve çevre şartları, diğer etmenler olarak sıralanabilir (Yıldız 2005).

Biyolojik faktörlere karşı, bazı ağaç türü odunları doğal dayanıklılık göstermektedir. Yapılan laboratuvar denemelerinden elde edilen sonuçlara göre ağaç türü odunları beş sınıfa ayrılmaktadır. Bu ağaç türleri Çizelge 1.3'de verilmektedir (Kartal 1996).

Çizelge 1.3 Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları.

Dayanıklılık Sınıfı	Derecelendirme	Dayanma Süresi (Yıl)	Ağaç Türleri
Dayanaksız	5	5'den az	Kayın, akçaağaç, kavak, huş, ıhlamur, dişbudak, gürgen, ceiba
Az Dayanıklı	4	5-10	Çam, göknar, ladin, karaağaç, kırmızı meşe, okume, obeche
Orta Derecede Dayanıklı	3	10-15	Douglas göknarı, melezi ceviz, Afrika mahunu, keruing, kosipo, meranti, sapele, tiama
Dayanıklı	2	15-20	Ardıç, sedir, al meşe, framire, kotibe, mahun, utile
Çok Dayanıklı	1	25'den fazla	Iroko, azobe, makore, afzelia, paduk, pelesenk

1.4.1 Ağaç Türü ve Ekstraktif Maddeler

Genellikle yoğun ve koyu renkte öz odun bulduran ağaçların odunları daha uzun ömürlü olmaktadır. Ağaç türünde özgül ağırlığı diğerlerine göre daha yüksek olan odun daha fazla dayanabilmektedir.

Öz odunun özgül ağırlığının yüksek olması odunun sağlamlığının belirlenmesinde temel etken olarak bilinmektedir. Odun içerisinde bulunan boyalı maddeler, reçine, eterik yağlar, tanenli maddeler, odun kauçuğu gibi maddelerin yerleşmesi, çamların öz odunu içinde pinosilvin gibi mantarlara karşı zehirli etkileri olan maddeler bulunmaktadır. Ayrıca öz odun maddesi olarak bazı fenollü maddelerin bulunması ağaç türünün sağlamlığını belirlemektedir.

Doğal dayanıklılığın en önemli nedeni, diri odun hücreleri öldüğünde oluşan öz odun içindeki zehirli maddelerin varlığıdır. Öz odunda bulunan ve doğal dayanıklılığı sağlayan ekstraktif maddeler dört temel kimyasal bileşik grubu içerisinde incelenebilir.

1.4.1.1 Polifenoller

Stilbenleri ve flavenoidleri içermektedir. Hemen her ağaç türünde bulunan en yaygın öz odun ekstraktifleri grubunu oluşturmaktadır.

1.4.1.2 Terpenoidler

Bunlar reçine kanalları gibi çeşitli bitki dokularından sentez edilebilir. Bu yüzden reçineli odunlar belli derecede doğal ve sağlam bir dayanıklılığa sahiptir. Reçineli ağaç türleri reçinesiz ağaç türlerine göre daha sağlam bir yapı gösterebilmektedir.

1.4.1.3 Tropolonlar

Boylu mazıda bulunan thujapilisinin çeşitli izomerleri en tipik örnekleridir.

1.4.1.4 Tanen Bileşikleri

Birçok ağaç türünün odununda ve kabuğunda bulunan bileşiklerdir. Meşe türlerinde fazla miktarda bulunmasıyla, meşe ağacının doğal dayanıklılığı diğer bir çok ağaç türüne oranla daha fazladır.

1.4.2 Lignifikasyon

Lignin tipi ve miktarı odundaki çürüme biçimine ve oranına önemli ölçüde etki eder. Örneğin; yumuşak çürüklük bir ağaca nüfuz ettiğinde, lignin miktarında meydana gelen az miktardaki bir azalma çürüklük direncinde önemli miktarda bir düşüşe neden olabilmektedir. Bu nedenle lignin tipi ve miktarı odunun doğal dayanımını önemli ölçüde belirlemektedir (Yıldız 2005).

1.4.3 Büyüme Karakteristikleri

Vejetasyon devresindeki üretilen yaprak ve ibreler mantarlara karşı karbonhidrat bileşiklerini içerdiğinden, bu devrede ağaç mantar zararlılarına karşı daha dayanıklı olacaktır. Bu nedenle, büyümenin olmadığı dönemde yapılan kış kesimlerinde elde edilen odunlar karbonhidrat

bileşiklerini daha az içerecektir. Dolayısıyla mantarlara karşı daha dayanıklı bir yapı ortaya çıkacaktır. Kış kesimlerinin renklenme ve çürüme riskini azalttığı kesin olarak kanıtlanmıştır.

1.4.4 Ağaç Malzemenin Şekli

Odunun uzun süre dayanımını sağlamak üzere yuvarlak haldeki odun örneğinin en iyi seçenek olacağı bilinmektedir. Herhangi bir ahşap kazık sisteminde, eğer dikdörtgen enine kesitli ağaç malzeme kullanımı için zorunlu bir sebep bulunmuyorsa, aynı odun hacmi için kare enine kesitli ağaç malzemenin seçilmesi daha uygun olacaktır.

1.4.5 Kullanım Yeri ve Çevre Şartları

Ağaç malzeme, sıcak ve rutubetli yerlerde, serin ve kuru yerlere göre daha kısa sürede çürümeye başlar. Alçak yerler deniz seviyesinden yüksek olan yerlere göre daha elverişlidir. Güneş ışınlarının etkisine karşı kalın ağaç malzeme tabakası daha iyi koruyucudur.

1.4.6 Diğer Etmenler

Bunların başında özgül ağırlık gelmektedir. Doğal dayanım bakımından değişkenlik göstermektedir. Bunun sonucunda, odunun doğal dayanımı aynı tomruğun değişik kısımlarında bile farklı olabilmektedir.

Bir başka etmen, yaş haldeki odunun ısıtma işlemine maruz bırakılmasıdır. Bu işlem odunun doğal dayanımını azaltmaktadır. Su ve rutubet etkisine açık bırakılan ağaç malzemedede, suda çözünen ekstraktif maddeler odunu terk edeceğinden doğal dayanıklılık azalır. Ayrıca, ağaç malzemenin aşırı asidik ortamlarda bırakılması doğal dayanıklılığı azaltıcı bir etki yapar (Yıldız 2005).

1.4.7 Ağaç Malzemenin Doğal Dayanıklılığına Göre Sınıflandırılması

Diri odun çürümeye karşı hassas bir yapıya sahip olduğundan, odunun dayanıklılık sınıfları öz oduna göre yapılmaktadır. Panshin ve De Zeeuw (1980), Amerikan ağaç türlerini dayanıklı veya çok dayanıklı, orta derece dayanıklı ve az dayanıklı veya dayanıksız olarak sınıflandırmıştır. Berkel (1972), ağaç türlerini dayanma süreleri bakımından, çok dayanıklı,

orta derece dayanıklı ve az dayanıklı olarak sınıflandırmıştır. Selik (1988), mantar çürüklüklerine karşı odunların doğal dayanıklılıklarını, yüksek derece dayanıklı, orta derece dayanıklı ve az dayanıklı ağaç türleri olarak sınıflandırmıştır. ASTM D-2017 (1994), standardında denemeler sonucu elde edilen ağırlık kaybına göre, yüksek dayanıklı, dayanıklı, orta derece dayanıklı, az dayanıklı veya dayanıksız şeklinde bir sınıflandırma yapılmıştır. Findlay (1985), tarafından hazırlanmış şema beş farklı sınıfı kapsamaktadır.

1.4.7.1 Çok Dayanıklı

Toprak ve su ile sürekli olarak temasta olan yerlerde kullanılan ağaç malzemeler. Örnek olarak: tel direkleri, köprülerde kullanılan ağaç malzeme, demir yolu traversleri, deniz direkleri ve çit kazıkları. Bu gruba pelesenk ve tik gibi tropik kökenli ağaçlar girmekte olup doğal dayanım süreleri 25 yıl ve daha fazladır.

1.4.7.2 Dayanıklı

Bu gruba toprak ile temas halinde olmayan yapılarda kullanılan ağaç malzemeler girmektedir. Bunlar, gemilerin iskelet, omurga ve güverteleri, fiçı yapımı, pencere eşikleri için uygundur. Bu gruba yerli ağaç malzeme olarak kestane, ak meşe, porsuk ve sedir örnek gösterilebilir. Doğal dayanım süreleri 15-20 yıl arasındadır (Sivrikaya 2008).

1.4.7.3 Orta Derece Dayanıklı

Bu sınıfa giren ağaç malzemelerin toprakla temasta olan yerlerde kullanılabilmesi için emprenye edilmesi gerekmektedir. Kullanım yerleri; binaların dış cephelerinde, çatılarda ve kirişlerde kullanılabilir. Ayrıca, gemi direkleri gibi teknelerin bazı kısımlarında ve taşıtlarda kullanılabilir. Bu gruba yerli ağaç türlerimizden ceviz ve servi dahil olmakta, doğal dayanım süreleri 10–15 yıl arasındadır.

1.4.7.4 Az Dayanıklı

Bu gruba giren ağaç malzemelerin, kullanım yerlerinde rutubet alma riski varsa mutlaka emprenye işlemi yapılması gerekmektedir. Mobilyalarda ve iç bağlantılarda güvenli şekilde kullanılabilirler. Eğer yüksek oranda diri odun içeriyorlarsa, özellikle kuru odun termitlerinin

bulunduğu bölgelerde böcek saldırısına karşı uzun süreli koruma gerektirebilir. Bu gruba yerli ağaç türlerimizden dut, karaağaç, kırmızı meşe, çam, göknar ve ladin girmekte, doğal dayanım süreleri 5-10 yıl arasındadır.

1.4.7.5 Dayanksız

Bu sınıfa giren ağaçlar hızlı şekilde kesilmeli, daha sonra biçilip kurutulmalıdır. Etkili bir şekilde emprenye edilmedikçe yapılarda kullanılmamalıdır. Tornacılıkta, kontrplakta kaplama olarak, çay kutuları, kibrit ve sepet yapımında kullanılabilirler. Bu gruba yerli ağaç türlerimizden akçaağaç, atkestanesi, dişbudak, gürgen, huş, ıhlamur, kavak, kayın, kızılbaş ve söğüt girmekte olup doğal dayanım süreleri 5 yılın altındadır.

Ağaç malzemenin çürümeye karşı dirençteki azalmanın nedeni, ağacın yaşlanmasına bağlı olarak öz odunun iç bölgesinde mevcut olan ekstraktif maddelerdeki enzimatik değişikliklerdir. Ayrıca suda çözünen toksik ekstraktif maddelerin yıkanması gösterilmektedir. Yaşlı ağaçlarda öz odunun dış bölgesinde genç ağaçlara oranla çürüklük direncinin daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, ağaç yaşlandığı için ekstraktiflerin büyük orandaki miktarına bağlanmaktadır (Sivrikaya 2008).

1.5 ODUNU BOZUNDURAN FAKTÖRLER

Odunda zarar meydana getiren ve odunun bozulmasına yani zarar görmesine neden olan ana faktörler abiyotik (biyolojik olmayan) ve biyotik kategorilerde toplanmıştır. Abiyotik zararlılar dış hava koşullarına maruz kalma, ısıl çözünme, kimyasal çözünme ve mekanik aşınma oluşturmaktadır. Biyotik zararlılar ise hayvansal ve bitkisel zararlılar olmak üzere 2 ana başlıkta toplanır.

1.5.1 Abiyotik Zararlılar

1.5.1.1 Dış Hava Koşullarına Maruz Kalma (Weathering)

Ultraviyole ışınlar tarafından oluşturulan fotodegradasyon ve oksidasyon nedeniyle odun yüzeyinde meydana gelen renk değişikliğidir (Yıldız 2000).

Dış hava koşullarına maruz kalan odunda kimyasal değişme, fiziksel değişme ve sağlamlıkta değişme meydana gelmektedir. Dış ortama maruz kalan odunun rengi çok hızlı etkilenir. Genellikle tüm odunların odun ekstraksiyonu ve ligninin parçalanmasından dolayı sarı renkten kahverengiye bir değişim gösterir. Meydana gelen bu renk değişimi sadece yıkanmanın başladığı birkaç ay içerisinde gerçekleşir (Yazıcı 2005).

1.5.1.2 Isısal Çözünme

Isısal çözünme odunun destilasyonu ve yanmasını belirtmektedir.

- A. Düşük sıcaklığa maruz kalma (200°C altı)
- B. Oksijen varlığında yüksek sıcaklığa maruz kalma (200°C üstü)
- C. Yanma

1.5.1.3 Kimyasal Çözünme

Kimyasal çözünme odunun hidrolizi ve oksidasyonunu belirtmektedir.

- A. Kuvvetli asitlerin etkisinde bırakılma
- B. Kuvvetli bazların etkisinde bırakılma
- C. Güçlü okside edici maddelere ve bazı organik çözücülere maruz bırakılma

1.5.1.4 Mekanik Aşınma

Yüzey parçacıklarında meydana gelen kırılma ve erozyon (kayma) meydana gelmesini ifade eder (Yıldız 2000). Işık ve suyun birlikte meydana getirdiği olaylardan dolayı odun yüzeyinin bozunması, gözenekler ya da selülozlar arası çatlaklar mikroskobik ve makroskopik selülozlar arası şekillenmeden dolayı daha koyu bir yüzey meydana gelmektedir. İğne yapraklı ağaçlar, yapraklı ağaçlara nazaran daha hızlı bir şekilde aşınır (Yazıcı 2005).

1.5.2 Biyotik Faktörler

Ağaçların değerini ve direncini düşüren biyotik faktörler hayvansal ve bitkisel olmak üzere iki ana başlıkta toplanmaktadır. Hayvansal zararlılar ile bitkisel zararlıların yaptıkları tahribat karşılaştırıldığında; tropik iklim koşullarında bulunan ağaç türlerinde hayvansal zararlılar, ılıman iklim kuşağında bulunan ağaç türlerinde ise mantar zararlılarının çok daha fazla olduğu görülmektedir. Çünkü ılıman bölgelerde bulunan ortamda mantar sporları her yerde kolaylıkla bulunabilmekte ve uygun rutubet şartları altında kolayca çimlenmektedir. Ayrıca bu bölgelerde mantarlar nüfuz ettiği odunu kısa bir zamanda çürütebildiği halde, diri odun böcekleri hariç diğer böceklerin tahribatı için daha uzun sürelere ihtiyaç bulunmaktadır. Diri odun böcekleri hızlı bir şekilde çoğalmakta, nüfuz ettiği odunu hızlı ve kısa sürede tahrip edebilmektedir (Yıldız 2000).

1.5.2.1 Mantarlar

Odunda, organizmaların faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan değişimler; çürüme, yumuşak çürüklük, renklenme ve bakteriler tarafından yapılan etkiler olarak belirlenmektedir. Önemli sayılan iki tip çürüklük vardır. Bunlardan beyaz çürüklük önce lignini sonra selülozu tahrip eder.

Esmer çürüklükte odunun sadece karbonhidratları tahrip olunur ve lignine dokunulmaz. Geri kalan ligninden dolayı, çürüme çoğalmakta ve hücre çeperini çökertinceye kadar hücrenin şekli değişmez, ancak ilerlemiş çürüme devresinde odun hacminde küçülme olur (Sümer 1986).

Gövdelerinin büyük kısmı diri odundan ibaret olan yapraklı ağaçlarda kesildiklerinden iki veya üç ay sonra, esmer renk değişiklikleri görülmektedir (Sümer 1976). Kesit yüzeylerinden içerilere doğru havaya maruz kalan paraneşim hücrelerinin içerikleri okside olup renk değişimi meydana gelmektedir. Bu safhadan sonra beyaz çürüklüğe sebep olan mantarlar görülür (Selik 1973).

Beyaz Çürüklük

Beyaz çürüklük yapan mantarlar yapraklı ağaçları tercih eder. Odunun çürümesi, okside edici bir enzim olan ligninoz ile ligninin degradasyonu sonucu oluşmakta, selülozun degradasyonu daha sonra başlamaktadır

Beyaz çürüklüğe maruz kalan odun beyazlaşmaktadır. Fakat beyaz çürüklüğe uğrayan odunun yapısında uzun süre değişiklik görülmemektedir. Odunda hacim, kütle, yoğunluk, direnç; özellikle dinamik eğilme direnci ve sertlik kaybolur. En sonunda da odun tamamen bozulur (Bozkurt vd. 1995).

Mikroskopik incelemelerde, bozulmaya uğramış odunlarda lignince zengin olan orta lamelin yok olduğu görülmüştür. Orta lamelin uzaklaştırılmasıyla çürümüş olan odun daha lifli bir görünüm almaktadır. Beyaz çürüklükte, ilk önce lignince zengin olan öz ışını hücreleri ve sonbahar odunu saldırıya uğramaktadır (Rayner ve Body 1998).

Esmer Çürüklük

Esmer çürüklük yapan mantarlar iğne yapraklı ağaçları tercih ederler. Selülozu hidroliz eden selülaz enzimleri, hemiselülozu etkileyen sitaz (zytas) enzimleri ile odunu çürütürler.

Mantarların bulaştığı odun kahverengine dönüşmektedir. Odun ağırlığından, hacminden, yoğunluğundan, direncinden; özellikle dinamik eğilme direnci ile sertliğini kaybetmektedir. Geriye kalan malzeme koyu kırmızı kahverenginde, boyuna ve enine yönde küp şeklinde çatlaklı kömürleşmiş görünümde bir kütle halini almaktadır. Bu kütle hemen hemen ligninden ibaret olup, kolaylıkla ufalanır ve içerisinde mantar hüfleri görülmez (Bozkurt vd. 1995).

Yumuşak Çürüklük

Yumuşak çürüklük mantarları su içi inşaatlarda kullanılan ve devamlı olarak yüksek rutubette bulunan malzemede; örneğin, soğutma kulelerinde, demiryolu traverslerinde, su içinde bulunan direklerde görülmektedir.

Yumuşak çürüklükte başlangıçta özellikle selüloz degradasyona uğramakta, daha sonra lignin tahrip edilmektedir. Lignin degradasyon hızı, çürüklük ilerledikçe artar.

Odun yüzeyi, özellikle yaz odunu siyah kahverengine döner, aynı zamanda da yumuşar ve çatlar. Yumuşak çürüklüğe uğramış oduna sivri uçlu bir alet batırıldığında, kıymıklar kısa lifli olarak kullanılmaktadır. Odunun çürümesi oldukça yavaş gelişir; hacim yoğunluk ve direnç; özellikle eğilme direnci ile dinamik eğilme direnci beyaz çürüklükteki gibi bir azalma gösterir (Bozkurt vd. 1995).

Yumuşak çürüklük yapan mantarlar içerisinde en önemlisi *Chaetomium globosum*'dur. Kayın örneklerinin üç hafta süreyle *Chaetomium globosum* un etkisine bırakılması sonucu; ağırlık kaybında % 7,4, eğilme direncinde ise % 61 oranında ağırlık kaybı meydana gelmiştir

Bakteriler

Mantarların aksine, nötr ve hafif alkali ortamlarda (pH=7-8) iyi gelişmekte, asit ortama karşı genellikle duyarlı olmaktadır. Bakteriler hücre çeperini çok az etkilediğinden veya hiç etkilemediğinden ağaç malzemedeki zararlar önemsiz kabul edilmektedir. Odunlaşmış hücre çeperlerini tahrip edememelerinin nedeni olarak, hücre çeperindeki selüloz gibi esas komponentlerin, bakterilerin gelişmesini engelleyen lignin içerisinde bulunmaları kabul edilmektedir (Bozkurt vd. 1995). Biyotik zararlıların ağaç malzemeye arız olma süresi Çizelge 1.4'de verilmiştir.

Çizelge 1.4 Biyotik zararlıların ağaç malzemeye arız olma süresi.

Ağaç Malzeme Tipi	Biyotik Zararlılar		
	Çürüklük Mantarları	Taze Odun Böcekleri	Kuru Odun Böcekleri
Taze haldeki tomruklar	Birkaç hafta içinde	Birkaç saat içinde	Arız olmaz
Taze haldeki kereste	Birkaç hafta içinde	Kabuk varsa arız olur	Arız olmaz
Depo veya serviste daima kuru kalan malzeme	Arız olmaz	Arız olmaz	Birkaç hafta ile birkaç ay içinde
Kullanma yerindeki ağaç malzeme (rutubet)	Birkaç ay ile birkaç yıl içinde	Arız olmaz	Birkaç hafta ile birkaç ay içinde
Toprakla temastaki kullanma yerindeki malzeme	Birkaç hafta ile birkaç ay içinde	Arız olmaz	Nadiren arız olur

1.6 LİTERATÜR ÖZETİ

Şen vd. (2002), çevresel zararları olmayan bitki ekstraktlarının odun koruyucu özellikleri araştırmışlardır. Deneylelerinde bazı bitki ekstraktiflerinin antifungal etkilerini belirlemek için *Phanerochaete chrysosporium* ME 446 ve *Pleurotus ostreatus* mantarlarını kullanmışlardır. Emprenye maddesi olarak, meşe palamudu, meşe mazısı, sumak yaprakları ve kızılçam kabuklarından elde edilen ekstraktlar ile ayrıca karşılaştırma yapmak için CCA emprenye maddesi kullanmışlardır. Ağaç malzemenin kullanım yerinde uzun süre dayanıklılığı iki faktöre bağlıdır. Bunlar; kullanım sırasında ve sonundaki şartları ve özünde var olan doğal dayanımıdır. Odun, diğer bitkisel dokularla kıyaslandığında mikroorganizmaların neden olduğu bozunmaya karşı daha dirençli olduğu belirlenmektedir. Odun dokuların doğal direnci, başlıca hücre çeperlerine dayanmaktadır. Bununla birlikte, bazı odunların doğal direncinin temel nedeni olarak öz odunlarında mevcut olan toksik maddelerin olduğu belirtilmiştir.

Sivrikaya (2003), çalışmasında diri odun ve öz odunun emprenye edilebilme oranlarını ve ardından çeşitli dayanım özelliklerini belirlemiştir. Bu amacı gerçekleştirmek için, sarıçam (*Pinus sylvestris*), meşe (*Quercus petrae*) ve kestane (*Castanea sativa*) diri ve öz odunlarını kullanmıştır. Emprenye işlemi için, Tanalith-C (CCA) ve kreozot kullanmıştır. Çalışmaların sonucunda emprenyeli örneklerde bir tahribatın görülmediği, kontrol örneklerinde ise sarıçam diri odun örnekleri önemli derecede beyaz çürüklük zararına uğradığı belirlenmiştir.

Çetin vd. (2010), çalışmalarında Doğu Ladini (*Picea orientalis*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris*) öz ve diri odunu örneklerinin çürüklük mantarlarına karşı dayanım testlerini gerçekleştirmiştir. Odun örnekleri farklı sürelerde kahverengi (*Coniophora puteana*) ve beyaz (*Trametes versicolor*) çürüklük mantarlarına maruz kalan odun bloklarında çürüklük mantarlarının meydana getirdiği kimyasal değişimleri incelenmiştir.

Sümer (1986), çalışmasında odun materyalinde çeşitli mantarlar tarafından meydana getirilen çürümenin, daha başlangıç halinde iken tespit edilirse faydalı olacağını söylemektedir. Çalışmasında artım burgusu ile alınan odun kalemleri malt agar besin ortamında geliştirilmiştir. Besin ortamı için % 2'lik malt agar kullanılmıştır. Cam tüpler veya petri kaplarda bu işlemleri laboratuvar ortamında gerçekleştirmiştir.

Var (2009), çalışmasında jeotermal akışkanlardaki potansiyel emprenye maddelerini ve bunların ahşap emprenyesi için uygunluklarını tartışmaktadır. Çalışmasındaki bulgularda, çevre ve kimyasal maddelerle ilgili mevzuatlarla ve geleneksel ahşap emprenye maddeleriyle karşılaştırmıştır. Bunun nedeni olarak, jeotermal akışkanlar, erimiş halde en çok bulunan kimyasallar bakımından suda çözünen emprenye maddeleri sınıfına girmesini göstermektedir. Ahşap malzemenin emprenyesinde ki kullanımları farklı deneme yöntemleriyle araştırmıştır.

Micales vd. (1994), yenilenebilir bir kaynak olan çam kozalaklarının potansiyellerine göre kullanılmadığını belirtmiştir. Dünyanın her yerinde yıllık olarak geniş miktarda kozalak bulunduğu, özellikle çam kozalakları kâğıt endüstrisi için kullanılabileceğini ifade etmektedir. Tohumların serbest kalmasına yardımcı olması için kozalaklar biriktirilir, kurutulur. Bazı fidanlıklar kozalakları saman ya da kuru yaprak örtüsünde öğütür. Fakat kozalaklar için talebin az olduğunu belirtmiştir. Çam kozalakları orman çalışanları için ek gelir kaynağı sağlayabileceğini belirtmiştir.

Haslberger vd. (1991), kayın odunu ekstraktifleri ile muamele edilmiş çam odunlarında ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*) larvalarının gelişmesini araştırmışlardır. Sıcak su ekstraktları ve organosolv hamurlarından elde edilen bazı kısımlar larvaların gelişimi üzerinde önleyici özellik göstermektedir. Çok fazla önleyici özellik gösteren kısımlar özellikle öz odunu ksilani içerdiği saptanmıştır. Bu ekstraktların lignin içerikleri oldukça düşük bulunmuştur.

Nzokou vd. (2002), *Pterocarpus soyauxii* Taab. (Afrika Paduku) odunundan toluen ve etilen ekstartksiyonu ile elde ettiği ekstraktifleri çürümeye karşı dayanıksız olan türleri emprenye etmiştir. Toluene ile paduk ekstraktını seyrelterek kavak odunlarını vakumlu desikatörde emprenye etmiştir. Kahverengi çürüklük mantarları *Poria placenta* ve *Gloeophyllum trabeum*; beyaz çürüklük mantarları *Irpex lacteus* ve *Trametes vesicolor* kullanarak soil-black testleri uygulanmıştır. Kontrol örneklerinde tüm mantar türleri için %100 gelişme oluşurken, Paduk ekstraktlarının kullanıldığı kavak odunlarında dört tür mantarın tümünün büyümelerinde en az %40 azalma tespit edilmiştir.

Vintila (1967), tarafından yapılan çalışmada fiçı yapımında kullanılan Kayın laminatlarının özelliklerinin iyileştirilmesinde doğal tanenler uygulanmıştır. Uygulamada *Coniophora cerebella* ve *Polystictus versicolor* mantarları kullanılmıştır. Benzer testler Meşe ve Kayın laminatları karışık kullanılarak yapılmıştır. Bir başka denemede kayın fiçı levhaları, meşe özodunu, quebracho, kestane, sumak, meşe ve çam kabuklarının ekstraktifleri kullanılarak emprenye edilmiştir. Sonuçlara göre en az ağırlık kaybı meşe kabuğu ekstraktifleri ile muamele edilen örneklerde gerçekleşmiştir.

Dırol vd. (1991), yaptıkları çalışmada, quebracho öz odunundan (*Schinopsis* sp.) elde edilen kondanse tanenler ve kestane öz odunundan (*Castanea sativa* Mill.) elde edilen hidrolize tanenlerin farklı sulu çözeltileri vakum ve basınç altında emprenye edilmiştir. Sekiz örneğe beş farklı yoğunluklarda tanenler uygulanmıştır. Çalışma sonucunda düşük yoğunluklarda kestane taneni *C. versicolor*'a karşı etki göstermemiş, yoğunluğun artması mantara karşı hafif bir dayanım göstermiştir. Buna karşılık quebracho % 4 yoğunlukta bile büyük etki göstermiştir. Yeterli yoğunluklarda uygulandığı *G. trabeum*'a karşı hem kestane hemde Quebracho taneni yüksek koruma sağlamıştır.

Kurtoğlu (1984), çalışmasında kimyasal odun koruma ve yöntemlerine karşı ileri sürülen doğal, biyolojik ve alternatif odun koruma madde ve yöntemlerinin genellikle yeterli etkiyi göstermediğini belirtmiştir. Doğal dayanıklılığı fazla olan odun temininin zor olduğunu ve ağaç malzemenin korunmasının, kimyasal olmayan yollar ile gerçekleştirilemediği takdirde kimyasal odun koruma önlemlerinin kaçınılmaz olduğunu belirtmektedir.

Khan vd. (1996), zamk ağacı (*Acacia nilotica*)'nın öz odunu, kabukları ve tohum kabuklarının gallik asit ve gallik asit metil esteri gibi çeşitli tanenler içerdikleri bilinmektedir. Zamk ağacı

yapraklarından elde edilen aseton-su ekstraktları *Pythium aphanidermatum*'un misel gelişimine karşı antifungal bileşenleri olarak gallik asit ve gallik asidin metil esteri teşhis edilmiştir.

Smith vd. (1989), *Robinia pseudoacacia* (black locust) öz odunlarını hekzan, etil asetat, metanol ve sulu aseton olmak üzere bir dizi çözücü ile ekstraksiyona tabi tuttuktan sonra elde ettiği ekstraktlar ile *Populus grandidentata* (titrek kavak) odunlarını emprenye etmiştir. Kahverengi çürüklük mantarı *Gloeophyllum trabeum* etkisine maruz bıraktığı normalde dayanıksız olan titrek kavak odun örneklerinin ekstraktiflerin etkisiyle yüksek seviyede bir koruyucu etki kazandığını belirtmiştir.

Hutchins (1997), tung ağacından elde edilen ekstraktifleri *Eastern subterranean* (doğu toprak altı termitleri) ve *Reticulitermes flavipes* termitlerine karşı test ederek, potansiyel antitermitik etki gösterdiklerini belirtmiştir. En güçlü antitermitik toksik etkiye sahip odun ekstraktı 48 saat sonra termitlerde toplu ölüme sebep olmuştur. Tung ağacı ekstaktları kullanılarak yapılan etkili termit kontrol metotları; termit zehirleyici, termit itici (veya uzaklaştırıcı), termit çekici, yem zehri, toprakta bariyerli uygulama ve lokal kereste uygulamaları yöntemlerini içermektedir. *Reticulitermes flavipes* torak altı termitlerine karşı yapılan diğer bir çalışmada ise, bu termit türünün *Juniperus virginia* testere talaşı ekstraktlarının karşısında canlılığını sürdüremediği belirlenmiştir.

Olteanu (1997), kestane odunu, Ladin ve Gök nar kabuklarından ekstraksiyonla elde edilen tanen materyalinin odun koruyucu özelliklerini laboratuvar koşullarında test mantarlarıyla araştırmıştır. Sonuçlar, kestane odunu, ladin kabuğu, göknar ladin kabuğu karışımından elde edilen bitkisel ekstraktların düşük yoğunluklarda dahi (% 1-2) mantarlara karşı iyi direnç sağlarken; ladin odunu, kestane kabuğu ve meyvesi, göknar odun ve kabuğundan elde edilen ekstraktların ancak % 3'ün üzerindeki yoğunluklarının (% 4-5) mantarlara karşı etki sağlayabildiğini göstermiştir.

Mori vd. (1997), bitki patojenleri ve odun çürüklük mantarlarına karşı 51 tür yapraklı ağaç odununun kabuklarından elde ettikleri aseton ekstraktlarının antifungal etkilerini araştırmıştır. Genel olarak yapraklı ağaçlara karşı zayıf bir antifungal etki göstermiştir. Manolya (*Magnolia obovata*) türünün çok kuvvetli bir antifungal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Mori daha önce yaptığı çalışmasında 21 tür iğne yapraklı ağaç türü kabuklarından elde ettiği aseton

ekstraktlarının odun çürüme ve bitki hastalıklarına sebep olan birçok mantara karşı antifungal aktivitelerini saptamıştır.

Türkiye'nin Kahramanmaraş bölgesinde yetişen çeşitli ağaçların bazı bölümlerinin antimikrobik aktiviteleri disk difüzyon metodu ile Dığrak vd. (1999) tarafından araştırılmıştır. *Pinus brutia* Ten., *Juniperus oxycedrus* L., *Abies cilicia* Ant., & Kotschy Carr., *Cedrus libani* A. Rich. ve *Pinus nigra* Arn. yapraklarının, reçinelerinin, ağaç kabuklarının, kozalaklarının ve meyvelerinin kloroform, aseton ve metanol ekstraktları hazırlanmış ve test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre antifungal etkiler bütün ekstraktlar için gözlemlenmemiştir. *Juniperus* meyvelerinin aseton ve metanol ekstraktları oldukça dirençli bulunmamıştır.

İlçim vd. (1997), Türkiye'de doğal olarak yetişen Andız, Ardıç (*Juniperus drupacea*), Karadut (*Morus nigra*) ve Yasemin (*Jasminum fruticans*) den elde edilen ekstraktların anti mikrobiyal etkisi Disk difüzyon metoduna göre 9 tür bakteri ve 2 tür maya üzerinde test edilmiştir. Sonuçlar yasemin ekstraktının mikroorganizmaların gelişmeleri üzerinde önleyici etkisinin olmadığını, Ardıç ve Karadut ekstraktlarının bir bakteri dışında diğer bakterilerin gelişimini farklı oranlarda önlediğini göstermiştir.

Hill vd. (1997), tarafından yapılan çalışmada orman yan ürünlerinin biyolojik aktivitelere sahip oldukları belirlenmektedir. Bitki türlerinden elde edilen bitkisel yan ürünlerin renklenmelere karşı etkileri açık alan denemeleri ile araştırılmıştır. Bitkisel yan ürünler arasında çam yağının en ekonomik olduğu belirlenmiştir. Çam yağı açık alan denemelerinde keresteler üzerinde çok iyi sonuç vermiştir.

Bu tez çalışmasının amacı, sarıçam odununun çeşitli kozalakların çözeltileriyle empenye edilmesi sonucu odun zararlılarına karşı direncini belirlemektir. Ayrıca araziye yerleştirilen sarıçam odunlarının basınç direnci ve eğilme direncinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Sarıçam odunlarının kozalak çözeltileriyle empenye edilmesindeki amaç, doğada kolay bir şekilde bulunan kozalakların odun koruma alanında değerlendirilmesidir. Ayrıca çevreye zararı olmayan alternatif bir empenye maddesi elde edebilmektir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1 MATERYAL

Çalışmada ülkemize özgü doğal iğne yapraklı ağaç türlerimizin kozalakları çalışılmıştır. Yetiştirilen veya plantasyonu yapılan fakat ülkemizin doğal ağaç türleri arasında bulunmayan türler araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Dört göknar türü Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies nordmanniana*), Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana*), Kazdağı Göknarı (*Abies equi-trojani*), Toros Göknarı (*Abies Cilicica*), bir ladin türü Doğu Ladini (*Picea orientalis*), bir sedir türü Toros Sediri (*Cedrus libani*), beş çam türü Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Karaçam (*Pinus nigra*), Kızılçam (*Pinus brutia*), Fıstıkçamı (*Pinus pinea*), Halep çamı (*Pinus halepensis*) araştırma kapsamına alınan türlerdir.

Her tür için olgun fakat henüz açılmamış taze kozalaklar ile birlikte açılmış ve kuru haldeki kozalaklar da toplanarak çalışılmıştır. Örnekler, her tür için en uygun toplama zamanlarında optimum yetiştirme yerlerine gidilerek temin edilmiştir. Kozalakları alınan türler ve örnek alma noktaları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Deneş materyali olarak kullanılan türler ve örnek alınan yerler.

Pinaceae Familyası Türler	Örnek Alma Noktaları
Toros Göknaı	Adana Kozan Bölgesi
Doğu Karadeniz Göknaı	Trabzon Bölgesi
Kazdağı Göknaı	Balıkesir İli Edremit İlçesi
Uludağ Göknaı	Bartın İli Arıt Beldesi Bölgesi
Doğu Ladini	Trabzon Bölgesi
Toros Sediri	Adana Kozan Bölgesi
Sarıçam	Bartın Bölgesi
Karaçam	Bartın Bölgesi
Halep çamı	Muğla Gökova Bölgesi
Fıstıkçamı	Bartın Bölgesi
Kızılçam	İzmir Bölgesi

2.1.1 Deneşlerde Kullanılan Ağaç Malzemenin Özellikleri

2.1.1.1 Sarıçam Odununun Anatomik ve Teknolojik Özellikleri

Sarıçam Odununun Makroskobik Özellikleri

Sarıçamda diri odun geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz renkte olup, enine kesitte gövde yarıçapının yaklaşık üçte birini kapsar. Özodun sınırı belirgin olup, genellikle yuvarlak, bazı ağaçlarda diri odundan daha koyu renkte olup kırmızımsı kahverengidir. Kesildikten uzun süre sonra ağaçlarda renk daha da koyulaşır. Yıllık halkalar içinde, ilkbahar odunu ile yaz odunu sınırları belirgin ise de, bazı ağaçlarda bu geçiş ani değildir. Yaz odunu parlak kahverengidir ve teğet kesitte geniş sarımsı şeritler oluşur.

Sarıçam odunu boyuna ve teğet kesitte parlaktır. Bol miktardaki reçine kanalları genellikle geniş olup enine kesitte ve özellikle yaz odunu tabakası içerisinde açık renkte noktacıklar halinde görülür. Boyuna kesitte ise liflere paralel oyuk çizgicikler oluşturur. Özışınlar zengin ve dardır.

Kabuk ağacın yukarı kısmında ince, kırmızı sarımsı kahverengidir. İnce tabakalar halinde soyulur. Gövdenin aşağıda kalan kısımlarında kabuk daha da kalınlaşır; kül rengimsi gri kahverengi derin yarınları bulunan kalın kabuk pulları halinde görülür.

Sarıçam Odununun Mikroskopik Özellikleri

Sarıçamın kabuğunda skleranşim hücresi bulunmaz. Oldukça belirgin tabakalıdır. Kabuk tabakalarının derinliği içten dışa doğru artar.

Sarıçam odununda yıllık halkanın az bir bölümünü meydana getiren yaz odunu tabakası keskin bir sınırla ayrılmıştır. Yaz odunundan ilkbahar odununa geçiş ise tedricidir. Çok az miktarda ikiz reçine kanalına rastlanmaktadır. Reçine kanalları düzensiz bir biçimde bulunmakta ve en çok yaz odunu tabakasında toplanmıştır.

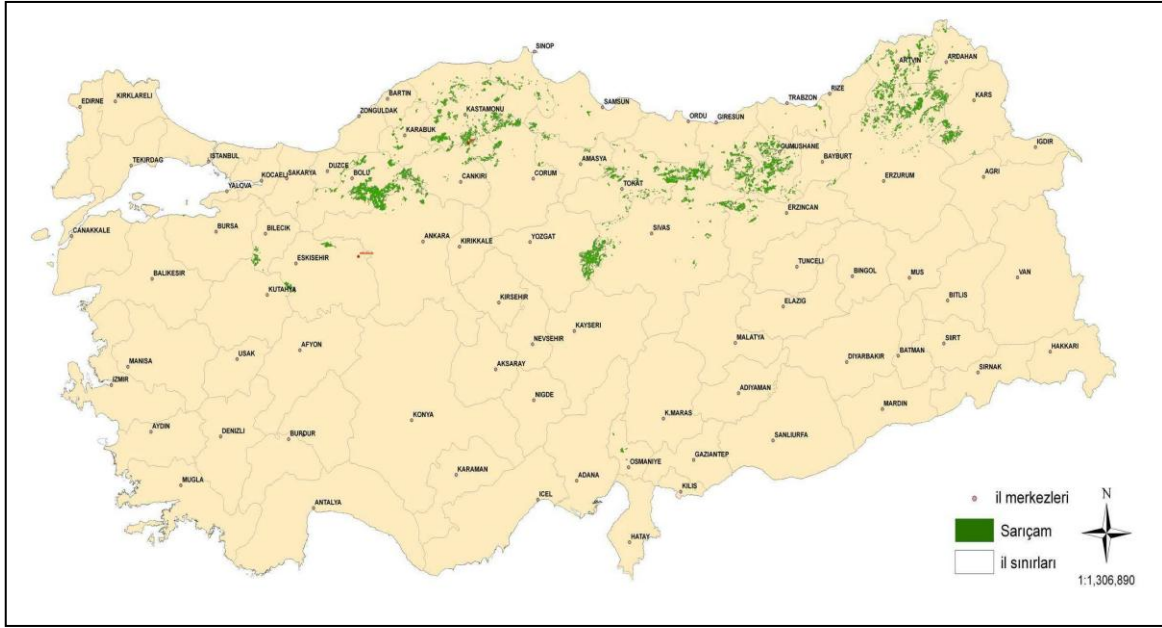
Sarıçam odununun radyal kesitleri ilkbahar odununda daha çok ve büyük, yaz odununda ise daha seyrek ve küçük kenarlı geçit vardır (Giray 1994).

Geçitler traheidlerin içinde tek sıra halinde dizilmiş olup, iç içe girmiş 6 adet daireden ve merkezde içi dolu, koyu renkte por'dan oluşmuştur. Kesit içerisinde kısım kısım özışınları traheidleri odun traheidlerine dik olarak seyretmekte olup, bunların içindeki kenarlı keçitler daha küçüktür.

Sarıçam odunlarındaki paraşim hücreleri birkaç sıra halinde dizilmiştir. Reçine kanalı bulunan özışınlar dışında, diğer özışınlar genellikle tek sıralıdır.

2.1.1.2 Sarıçam Odununun Doğal Yayılışı

Sarıçam mevcut çam türleri içerisinde en geniş yayılışı olan çam türüdür (Şekil 2.1). Yurdumuzda Eskişehir'in Yeşildağ'dan başlayıp doğuya doğru Kuzey Anadolu yüksek kesimlerini kaplayarak Sarıkamış üzerinden Kafkas'lara geçen sarıçam, Karadeniz Bölgesinde Of, Sürmene dolaylarında deniz kıyısına iner. Sarıçamın Türkiye'deki yayılışı genellikle kışları uzun, karlı ve soğuk geçen dağlık alanlarda yaygındır. Nitekim sarıçamın yayılış alanlarında ortalama karlı örtülü günler sayısı genellikle 45 günden daha fazladır. Erzurum-Kars platolarında bu değer 75 güne kadar çıkmaktadır (Atay 1977).



Şekil 2.1 Sarıçamın Türkiye’deki doğal yayılışı (Keleş ve Ayan 2007).

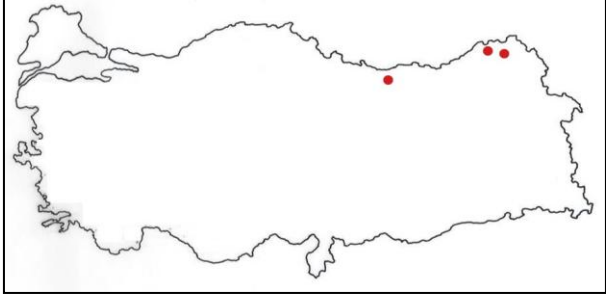
2.1.2 Örnek Ağaç Türlerinin Ülkeimizdeki Yayılışı ve Bazı Özellikleri

2.1.2.1 Göknarlar

Ülkemizin en yaygın türleri arasında bulunmaktadır. Göknarlarda kozalaklar dik durmakta, olgunlaşınca kozalak pulları dağılarak ağaç üzerinde kozalak ekseni kalmaktadır.

Doğu Karadeniz Göknaarı (*Abies nordmanniana*)

Kuzeydoğu Anadolu’nun dağlık yörelerinde bulunur (Şekil 2.2). Ortalama 15-18 cm uzunluğunda ve 5 cm çapındaki silindirik kozalaklar uca doğru daralmakta olgun halde kırmızı-kahverengi bir görünüm almaktadır. Kozalak pulları 3-4 cm genişliğinde, üçgenimsidir. Dış pullar iç pullardan daha uzundur. Kozalağın üzeri fazla reçinelidir. Kozalaklar dal üzerinde dik dururlar ve kozalak pulları döküldüğünde geriye ince bir eksen kalır.



a

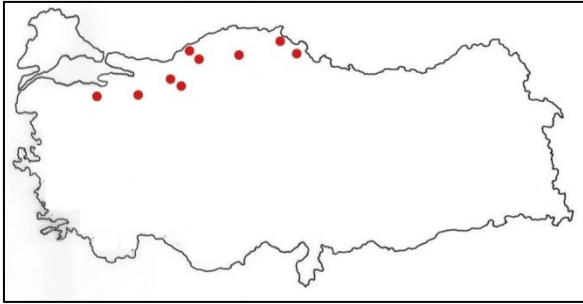


b

Şekil 2.2 Doğu Karadeniz Gökarnının Türkiye'deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

Uludağ Gökarnı (*Abies bornmüllerriana*)

Batı Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yayılmıştır (Şekil 2.3). Kozalak yapısı Doğu Karadeniz gökarnına benzer.



a

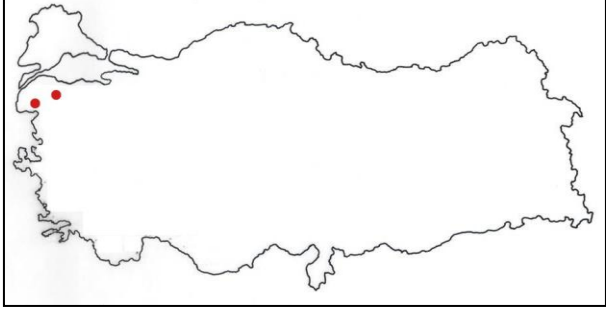


b

Şekil 2.3 Uludağ Gökarnının Türkiye'deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

Kazdağı Gökarnı (*Abies equi-trojani*)

Kazdağı dolaylarında yetişmektedir (Şekil 2.4). 15-20 cm uzunluğundaki kozalaklar özellikleri bakımından öncekilere benzemektedir. Kazdağı Gökarnının kozalak dış pulları Toros Gökarnının aksine, iç puldan daha uzun ve ucu sivri vaziyette aşağı doğru kıvrıktır. Gökarnlarda bol tohum yılları 2-3 yıl aralarla oluşur. Toros Gökarnının 2 yılda bir, Kazdağı Gökarnının 3 yılda bir bol kozalak tuttuğu tespit edilmiştir (Bozkuş ve Çoban 2009).



a

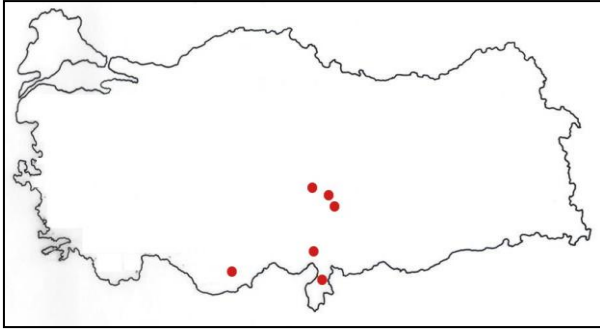


b

Şekil 2.4 Kazdağı Gökarnarınm Türkiye'deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

Toros Gökarnarı (*Abies cilicica*)

Toros dağlarında yüksek kesimlerde bulunmaktadır (Şekil 2.5). 15-20 cm uzunluk ve 6 cm çapları ile doğal gökarnar türlerimizin en büyük kozalaklarına sahiptir. Özellikleri diğer türlere benzemektedir (Yaltırık 1993).



a



b

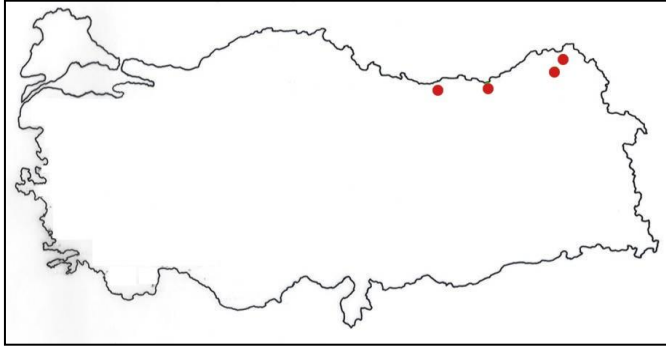
Şekil 2.5 Toros Türkiye'deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

2.1.2.2 Ladinler

Uzaktan bakıldığında göknara benzese de piramide benzer tepesi ve sarkık dalları ile ondan ayırt edilebilir. Boyu 40-50 m ye kadar ulaşabilir. İğne yaprakları kısa, sivri uçlu ve kesitli dört köşedir. Olgunlaşmış kozalağın pulları dağılmaz.

Doğu Ladini (*Picea orientalis*)

Doğu Ladini, Doğu Karadeniz sahil dağlarında yayılmıştır (Şekil 2.6). Yeşil-morumsu renkli, iç pulların uzun bir eksen üzerinde aşırı olarak kiremitvari dizilmesi ile oluşan dışi kozalak döllenmeden sonra aşağıya sarkar ve pulları dağılmaz. Dış pul çok küçük olduğundan görülmez. Kozalak 9 cm. uzunluğunda, önceleri bazı ağaçlarda yeşil bazılarında ise koyu kırmızı renkte olup olgun kozalaklar açık kiremit renginde, oval ya da silindirik yapıda pulların kenarları düzdür (Anşin ve Özkan 1993).



a



b

Şekil 2.6 Doğu Ladininin Türkiye’deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

2.1.2.3 Çamlar

Çamlar ülkemizde en fazla yayılışa sahip olan ağaç cinsidir. Çamlarda kozalak pulları sıkıca kapalı olup olgunlaşınca açılmaktadır. Bu pullar sonradan dağılmayıp kozalağın üzerinde kalır. Kozalak iki ya da üç yılda olgunlaşır. Önceleri etli olan pullar sonradan odunlaşmakta, uç kısımda kalkan veya Apofiz denilen bir kısım belirginleşmektedir. Apofizin iki ve üç iğne yapraklı çamlarda ortada, beş iğne yapraklı çamlarda uçta bulunan bir göbeği vardır. Bu göbek yassı, çıkık veya diken gibi bir mukro ile sonuçlanır. Karpellerin bu şekilde kabarıklığı çam kozalakları için karakteristik olup bu özellik yardımıyla türler birbirinden kolayca ayrılabilirler.

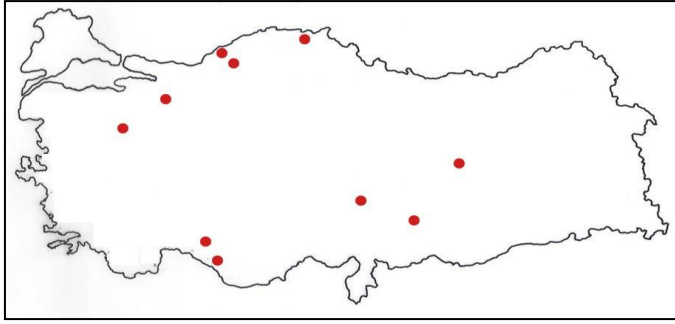
Kızılçam (*Pinus brutia*)

En geniş yayılışını ülkemizde yapan ve Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde büyük ormanlar oluşturan Kızılçam kozalakları 6-11 cm boyunda, parlak açık kahverengi ve topaç

şeklindeir. Sapı kısa veya sapsız olup sürgünlerde 2-6 adedi bir arada bulunur. Apofiz yan pervazlı, göbek büyük ve ie doğru basıktır (Şekil 2.7).

Ortalama hava kurusu kozalak ağırlığı 40,7 gramdır. Kozalak uzunluğu, genişliği ve ağırlığında denizden yükseklik arttıa bir azalma görülmektedir. Kızılçam yayılışı, yetişme alanları ve kullanım yerlerinin çeşitliliği itibariyle Türkiye için önemli bir türüdür.

Kızılçam kozalağının şekillenmesi erken yaşlarda başlar. 4-7 yaşından itibaren Kızılçamda normal gelişmiş kozalaklara rastlanmaktadır. Kızılçam her sene bol kozalak vermektedir (Şefik 1965).



a

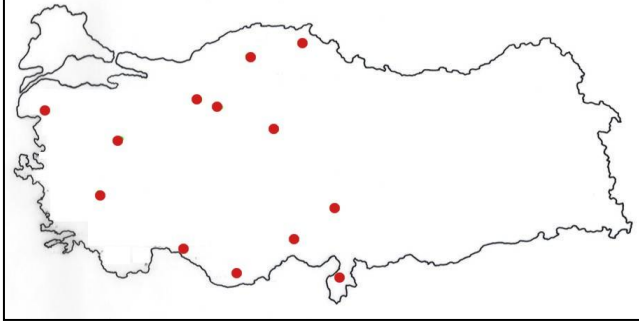


b

Şekil 2.7 Kızılçamın Türkiye’deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

Karaçam (*Pinus nigra*)

Ülkemizde geniş bir yayılışa sahip olan Karaçam Kuzey Anadolu dağlarının güneye bakan yamaçlarında, Batı Anadolu, Güney Anadolu’nun kuzeye bakan yamaçlarında yetişmektedir (Şekil 2.8). Kozalakları 5-8 cm boyunda simetrik ve sapsızdır. Apofiz ıkık göbeği koyu renklidir. U kısımlardaki pulların çoğunun göbeğinde küçük bir diken bulunur. Olgun kozalak sarımsı-kahverengi ve parlaktır. Bu türün oluşturduğu saf ve karışık ormanların 1,4 milyon hektarı verimli, 0,8 milyon hektarı ise kendisinden beklenen ekonomik, sosyal ve özellikle kolektif-kültürel yararları sağlayamayan bozuk ormanlardır (Deligöz ve Gezer 2005).



a

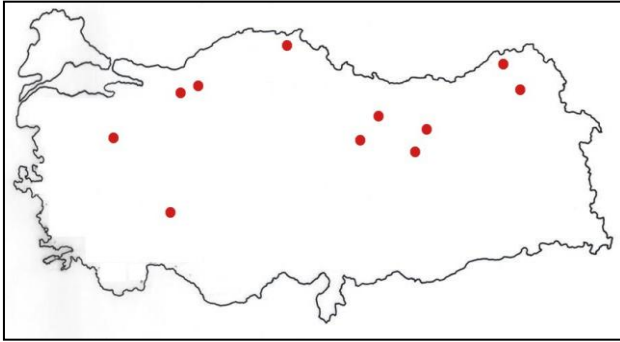


b

Şekil 2.8 Karaçamın Türkiye’deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

Sarıçam (*Pinus sylvestris*)

Çam türleri içinde Dünya’da en geniş yayılışa sahip olan Sarıçamın Kuzey Anadolu’daki yayılışı Bursa, Eskişehir ve Kütahya dolaylarına kadar uzanır. Orta Anadolu da Akdağmadeni ile Kayseri-Pınarbaşı dolaylarında yer alır (Şekil 2.9). Kozalakları 3-6 cm uzunlukta olur. Kozalakların dip tarafı çarpık, boz mat renkli ya da koyu sarıdır. Göbek ortada, küçük ve parlak açık kahverengidir. Üzerinde batıcı bir diken bulunmaz. Saplı olup aşağıya sarkık durumdadırlar.



a



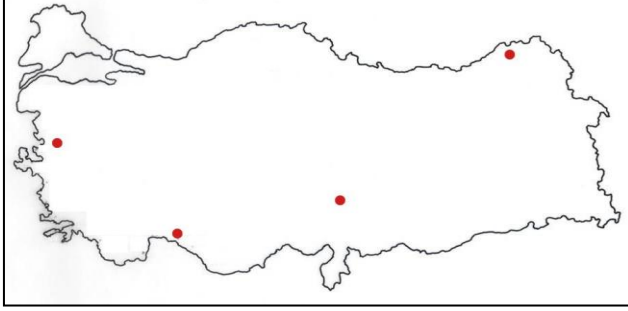
b

Şekil 2.9 Sarıçamın Türkiye’deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

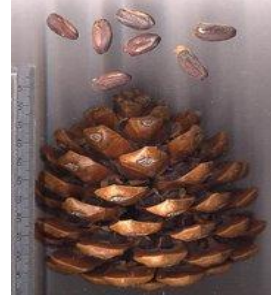
Fıstık Çamı (*Pinus pinea*)

Batı Anadolu’da Bergama, Kozak, Aydın ve Muğla dolaylarında meşcereler oluşturur. Antalya Manavgat sahillerinde, Gemlik Körfezinde, Maraş civarında Önsan köyünde, Trabzon Kalenema deresinde, Çoruh vadisinde Naşviye köyünde de lokal yetiştirme yerleri vardır (Şekil 2.10). Üçüncü yılda olgunlaşan 10-15 cm uzunluğunda ve 10 cm ye kadar

genişlikte olan kozalak ovoidal veya küreseldir. 5-6 adet radyal pervazi vardır. Gri-beyaz renkte, göbek büyük ve dört köşelidir.



a

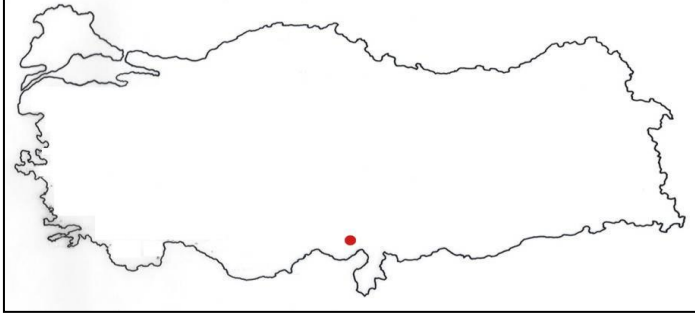


b

Şekil 2.10 Fıstıkçamının Türkiye'deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

Halep Çamı (*Pinus halepensis*)

Halep çamı'nın iki lokal yetiştirme yeri bulunmaktadır. Birincisi Kadirli'nin Kızıyusuflu köyü civarı, ikincisi ise Milas-Bodrum arasındadır (Şekil 2.11). 8-18 cm uzunluğundaki kozalakları uzun ve koniktir. Uzun ve kalın bir sapı olup kozalak uçları aşağıya bakmaktadır (Yaltırık 1993).



a



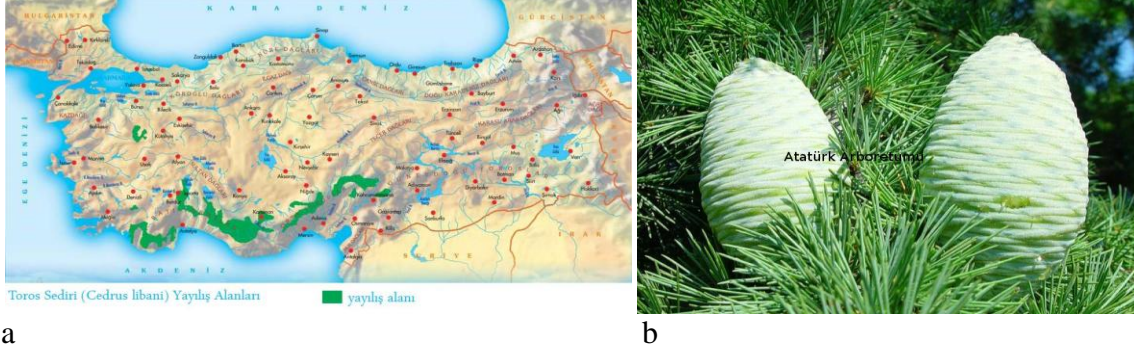
b

Şekil 2.11 Halep çamı'nın Türkiye'deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

2.1.2.4 Toros Sediri (*Cedrus libani*)

Kozalakları; koni, silindirik, fiçî gibi farklı şekiller göstermekle beraber genel olarak, uç kısmı dip kısmından daha ince ve en geniş yeri dibe yakın olan bir fiçiyi andırır. Kozalak uçları da kesik çökük, kesik düz, kesik sivri ve sivri şekiller gösterir. Olgun kozalak gri kahverengine

kadar değişen renklere sahiptir (Odabaşı 1967). Toros Sedirini yayılış şekli Şekil 2.12’de gösterilmiştir.



Şekil 2.12 Toros Sedirinin Türkiye’deki yayılışı (a) ve kozalakları (b).

2.2 METOD

2.2.1 Emprenye İşlemi İçin Çözelti Hazırlama

Kullanılan iğne yapraklı ağaçlara ait kozalakların açık arazide biyolojik organizmalara karşı etkinliğini belirlemek için arazi denemeleri gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmasında doğal koruyucu çözelti hazırlamak için: *Abies cilicica* (Toros göknarı), *Abies nordmanniana* (Doğu Karadeniz göknarı), *Abies equi-trojani* (Kazdağı göknarı), *Abies bornmülleriana* (Uludağ göknarı), *Picea orientalis* (Doğu ladini), *Cedrus libani* (Toros sediri), *Pinus sylvestris* (Sarıçam), *Pinus nigra* (Karaçam), *Pinus brutia* (Kızılçam), *Pinus halepensis* (Halep çamı), *Pinus pinea* (Fıstıkçamı) kozalakları seçilmiştir.

Bu amaçla, hava kuru haldeki kozalaklar değirmende öğütüldükten sonra sıcak su ile kaynatılıp süzöldükten sonra % 0.5 konsantrasyonda çözeltiler hazırlanmıştır. Şekil 2.13’de Doğu Karadeniz Göknarı ve Uludağ Göknarı kozalaklarından elde edilen çözeltiler verilmiştir.



Şekil 2.13 Doğu Karadeniz Gökmarı ve Uludağ Gökmarı kozalak çözeltileri.

Şekil 2.14'de Toros Sediri kozalaklarından elde edilen çözelti gösterilmiştir.



Şekil 2.14 Toros Sediri kozalak çözeltisi.

2.2.2 İnorganik Bileşenlerin Analizi

Numunelerin çözünürleştirilmesinde MILESTONE Methods D Mikrodalga Kapalı Kap Yüksek Basıncılı Çözünürleştirme Ünitesi kullanılmıştır. Öğütülmüş odun numunelerinden 0,5 g civarında 1 mg hassasiyetinde analitik terazide tartıldıktan sonra numuneler 10 mL hacimli Teflon kaplara konulup üzerlerine 6,0 mL derişik HNO_3 ve 2,0 mL % 30'luk H_2O_2 ilave

edilmiştir. Teflon kapların kapakları sızdırmaz şekilde kapatıldıktan sonra kaplar rotorla birlikte mikrodalga cihazına yerleştirilmiştir. Mikrodalga ayarları; 35 bar basınç altında, sırasıyla 6 dakika 250 W, 6 dakika 400 W, 6 dakika 650 W, 6 dakika 250 W magnetron gücü uygulamalarıyla çözünürleştirme sağlanmış ve 3 dakika havalandırma yapılmıştır. Daha sonra çözünür hale gelmiş numune çözeltileri gerektiğinde süzülerek ölçülü balonlara alınmış, son hacimleri 25 ml ye deiyonize suyla tamamlanmıştır. Paralel olarak bir de numunesiz tanık çözelti hazırlanmıştır.

Daha sonra 25 element içeren karışık standarttan seyreltilerek 4 adet kalibrasyon çözeltileri hazırlanmıştır. Analizler, SPECTRO GENESIS Marka İndükif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometri (ICP-OES) ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.15). Önce cihazın plazması yakılıp 20 dk beklendikten sonra argon gaz akışları optimize edilmiş daha sonra tanık çözelti ile cihazın sıfır ayarı yapıp kalibrasyon çözeltileri okutularak kalibrasyon grafikleri elde edilmiştir. Her bir elementin en yüksek emisyon şiddeti alınacak şekilde dalga boyu kayma ayarları yapıldıktan sonra ölçümde cihazın önerdiği primer dalga boyları kullanılarak numuneler okutulmuş elde edilen emisyon şiddetlerine karşılık numune çözeltilerinin derişimleri belirlenmiştir ($\mu\text{g/L}$). Daha sonra önceden kütlesi bilinen numunelerdeki analit miktarları hesaplanarak sonuçlar ppm ($\mu\text{g/g}$ veya mg/kg) olarak verilmiştir.



Şekil 2.15 ICP-OES Spektrometre.

2.2.3 Emprenye İşlemi

Arazi denemelerinde test materyali olarak geçirgenliği yüksek, kolay emprenye edilen Sarıçam (*Pinus sylvestris*) odunu seçilmiştir. Sarıçam örnekleri budaksız düzgün örneklerden 2x2x30 cm boyutlarında seçilmiştir. Her emprenye çözeltisi için 10 ar adet sarıçam odunu kullanılmıştır. Örnekler emprenye kazanına konularak 30 dk. 600 mmHg vakum işlemine maruz bırakılmıştır (Şekil 2.16). Daha sonra vakum etkisiyle hazırlanan çözeltiler kazana sevk edilerek 1 saat süreyle difüzyon işlemine bırakılmıştır.



Şekil 2.16 Emprenye işleminin yapıldığı düzenek.

Emprenye işleminden sonra örnekler kazandan dışarı alınmış fazla miktardaki, sıvı çözelti odunların yüzeyinden bir bezle silinmiştir. Örnekler hassas terazide tartılarak Retansiyon ve % ağırlık artışları Eşitlik 2.1'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{Retansiyon (kg/m}^3\text{)} = \frac{G \times C}{V} \times 10$$

G: T₂-T₁ emprenyeden önce ve sonraki ağırlık farkı (g) (2.1)
C: çözelti konsantrasyonu (0.5)
V: örnek hacmi (cm³)

$$\% \text{ Ağırlık artışı} = \frac{(T_2 - T_1)}{T_1} \times 100$$

2.2.4 Örneklerin Araziye Yerleştirilmesi

Kozalak ekstraktifleriyle emprenye edilmiş olan odun örnekleri kontrol örnekleriyle birlikte Şekil 2.17’de görüldüğü gibi boylarının yarısına kadar toprağın içine gömülmüştür (Şekil 2.18). Örnekler arazide 17 ay kalmıştır. Arazi denemesi, Bartın- Amasra karayolunun yaklaşık 5. kilometresinde bulunan korunaklı bir arazide gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.17 Araziye yerleştirilen deney örnekleri.

Basınç direnci için alınan 3cm lik örnek		
TOPRAK ÜSTÜ	Sarıçam	15 cm
TOPRAK ALTI	Odunu	15cm
Basınç direnci için alınan 3cm lik örnek		

Şekil 2.18 Toprağa yerleştirilen sarıçam odunu.

Araziye yerleştirilen örnekler EN 252 standartlarına göre puanlandırılmıştır. EN 252 standartlarına göre puanlama Çizelge 2.2’ de verilmiştir.

Çizelge 2.2 EN 252 standartlarına göre puanlama.

Değerlendirme Sınıfı		Durumun Tanımı
0	Saldırı yok	Örneklerde fark edilebilir bir değişim yok.
1	Zayıf derecede saldırı	Fark edilebilir fakat sınırlı yoğunlukta ve dağılımda bir değişim. Dıştan görölen renk değişiklikleri veya yüzeysel degradasyon. Odunun yumuşması en yaygın belirti görünür derinlik 1 mm.
2	Orta derecede saldırı	Gözle görünür belirtilere göre meydana gelen orta derecede değişiklikler. Değişiklikler odunun yumuşmasını (toprak üstü ve altında) 2-3 mm derinlikteki gösterir.
3	şiddetli saldırı	şiddetli değişimler: Odunda geniş bir yüzeyde 3-5 mm derinlikte çürüklük (örneğin yumuşak çürüklük ya da toprak üstü veya altında örnek yüzeyindeki diğer çürüklükler) ya da daha sınırlı bir yüzeyde 10-15 mm derinlikte yumuşama örneğin birkaç mm ² alanda beyaz çürüklük.
4	Yıkıcı tahribat	Arazide örneğin kırılır hale gelmesi.

2.2.5 Eğilme Direnci Testi

Çalışma kapsamında Kozalak çözeltileriyle emprenyeli odun örnekleri ve kontrol örnekleri üzerinde arazi testi öncesi ve sonrası eğilme direnci testi yapılmış ve eğilmede elastikiyet modülü bulunmuştur. Eğilme direnci testi, Zwick marka Universal test aletiyle mesnet açıklığı 24 cm ye ayarlanarak odun örneklerinin radyal yüzeylerine yük uygulanmak suretiyle yapılmıştır. Örnekler TS 2474 standartlarına uygun olarak hazırlanmıştır (şekil 2.19).

Eğilme direnci Eşitlik 2.2'ye göre hesaplanmıştır.

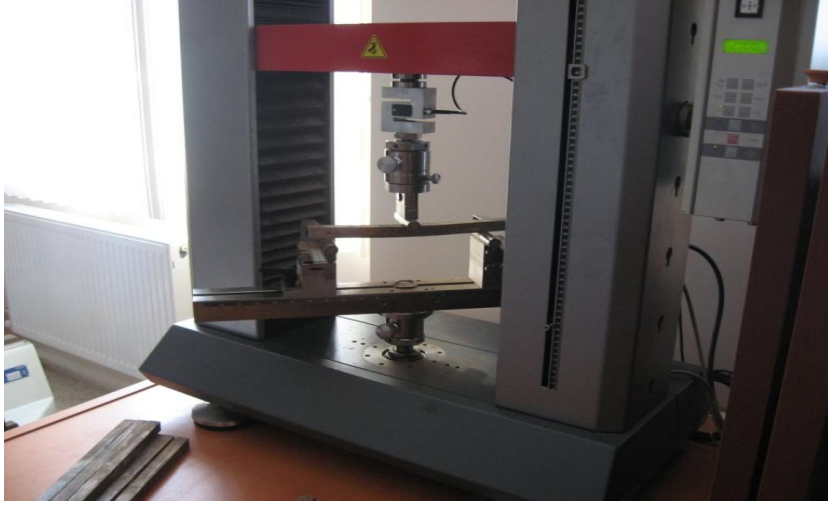
$$\sigma_E = \frac{1,5 P_{\max} L}{bh^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.2)$$

P_{\max} = maksimum yük (N)

L = Dayanak açıklığı (mm)

b = Örneğin genişliği (mm)

h = Örneğin yüksekliği (mm)



Şekil 2.19 Universal test aleti.

2.2.6 Basınç Direnci

Çalışma kapsamında Kozalak çözeltileriyle emprenyeli odun örnekleri ve kontrol örnekleri üzerinde arazi testi öncesi ve sonrası liflere paralel basınç direnci testi yapılmıştır (Şekil 2.20). Basınç direnci testi, Zwick marka Universal test aletiyle yapılmıştır. 2x2x3 cm boylarında hazırlanan örneklere liflere paralel yönde basınç uygulayarak belirlenmiştir. Örnekler TS 2595 standartlarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Basınç direnci Eşitlik 2.3'e göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_B = \frac{P_{\max}}{b.d} \quad (\text{N} / \text{mm}^2) \quad (2.3)$$

P_{\max} = maksimum yük (N)

b = Örneğin genişliği (mm)

d = örneğin kalınlığı (mm)



Şekil 2.20 Universal test aleti.

2.2.7 Toprak Analizi

Deney örneklerinin yerleştirildiği araziden alınan toprak örnekleri Bartın Orman Fakültesi Toprak laboratuvarında analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde test alanından 20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde kum, kil, toz, pH, organik karbon ve toplam azot oranları tespit edilmiştir.

BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 ARAZİ DENEMELERİ

3.1.1 Çözeltilere Ait pH Değerleri

Arazi denemelerinde kullanılan koruyucu çözeltilere ait pH değerleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Koruyucu çözeltilere ait pH değerleri.

Çözelti	pH
Toros Göknaarı	5,08
Doğu Karadeniz Göknaarı	7,01
Kazdağı Göknaarı	5,04
Uludağ Göknaarı	5,02
Doğu Ladini	5,62
Toros Sediri	6,81
Sarıçam	6,18
Karaçam	5,08
Kızılçam	4,84
Halep çamı	5,64
Fıstıkçamı	5,73

Hazırlanan çözeltilerde en yüksek pH değeri 7,01 ile Doğu Karadeniz Göknaarı çözeltisinde bulunurken, en düşük pH değeri 4,84 ile Karaçam çözeltisinde tespit edilmiştir. Bu farklı sonuçların kozalak türlerinin kimyasal yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.1.2 İnorganik Bileşenler

ICP-OES ile kozalak örneklerinde tespit edilen eser element miktarları Çizelge 3.3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; Berilyum miktarının tüm kozalak türlerinde 0,1 mg/kg in altında olduğu, kadmiyum un (Cd) en yüksek Doğu Karadeniz Gök narı türü kozalak çözeltilisinde bulunduğu görülmektedir. Arsenik miktarı (As) türlerde 0,3 mg/kg in altında çıkmıştır. Hg elementi çoğu çözeltide 0,1 mg/kg seviyesinin altında çıkmıştır. Krom (Cr) Toros Sediri örneğinde diğer türlere oranla oldukça yüksek çıkmıştır (11,7 mg/kg). Nikel (Ni) Halep çamı çözeltilisinde 12,2 mg/kg bulunmuştur. Birkaç türün dışında Se 0,4 mg/kg in, Sb ise 0,5 mg/kg in altında tespit edilmiştir. Ba türlere göre değişken sonuç vermiştir, Karaçam kozalak çözeltilisinde maksimum değer (119,4 mg/kg) çıkmıştır. Kobalt (Co) genellikle 0,05 in altında çıkarken en yüksek değer (0,57 mg/kg) Toros Sediri kozalak çözeltilisinde çıkmıştır.

Bakır (Cu) diğer elementlerle kıyaslandığında yüksek değerlerde bulunmuştur. Uludağ Gök narı kozalak çözeltilisinde Cu değeri 21,7 mg/kg bulunmuştur.

Alüminyum (Al) türlere göre yüksek bir oran gösterirken, en fazla Sarıçam kozalak çözeltilisinde (840,8 mg/kg) çıkmıştır. Demir (Fe) elementi de Al gibi yüksek değerler vermesine karşın en fazla Sarıçam (420,4 mg/kg) ve Karaçam (400,7 mg/kg) kozalakları çözeltilisinde bulunmuştur.

Na, K, Ca ve Mg nin yüzdesel olarak sonuçlarına bakıldığında Na, tüm türlerde % 0,2 nin altında bulunmuştur. Potasyum (K) genelde % 1-2 arası sonuçlar verirken Ca, % 0,1 ile 0,3 arası değerler göstermiştir. Mg ise % 0,1 ile 0,2 arası sonuçlar vermiştir.

Elementel analiz yapılan kozalak ve meyvelerin listesi Çizelge 3.2' de verilmektedir.

Çizelge 3.2 Elementel analiz için kullanılan kozalak ve meyve türleri.

Örnek No	Kozalak Türü
1	Uludağ Göknarı
2	Doğu Karadeniz Göknarı
3	Kazdağı Göknarı
4	Toros Göknarı
5	Sarıçam
6	Karaçam
7	Fıstıkçamı
8	Halepçamı
9	Kızılçam
10	Doğu Ladini
11	Toros Sediri

Çizelge 3.3’de deney örneklerinde belirlenen eser element miktarları görülmektedir.

Çizelge 3.3 ICP-OES¹ ile deney örneklerinde belirlenen eser element miktarları² (mg/kg).

	Be	Cd	As	Hg	Cr	Pb	Ni	Se	Sb	Ba	Co	Cu	Mo	Al	Fe	V	Na (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
1	<0,1 ³	0,28	<0,3	<0,1	0,75	9,3	6,45	<0,4	<0,5	8,9	<0,05	21,7	0,15	309,2	68,5	<0,1	0,007	2,328	0,112	0,239
2	<0,1	0,57	<0,3	<0,1	5,7	1,9	11,9	<0,4	<0,5	54,3	0,20	14,7	<0,05	1106	1605	<0,1	0,059	2,118	0,118	0,205
3	<0,1	0,33	<0,3	0,3	0,83	1,8	10,4	<0,4	<0,5	<0,8	0,06	14,3	<0,05	1059	104,5	<0,1	0,007	1,691	0,252	0,181
4	<0,1	0,17	<0,3	<0,1	0,56	3,6	1,12	<0,4	<0,5	4,9	0,09	16,5	0,14	65,8	80,5	<0,1	0,006	2,421	0,085	0,241
5	<0,1	0,19	<0,3	<0,1	1,52	<0,1	3,72	<0,4	<0,5	33,9	0,21	5,88	<0,05	840,8	420,4	<0,1	0,009	0,298	0,217	0,092
6	<0,1	0,27	<0,3	<0,1	1,47	2,1	8,10	<0,4	<0,5	119,4	<0,05	10,3	<0,05	472,0	400,7	<0,1	0,035	0,293	0,175	0,130
7	<0,1	0,47	<0,3	<0,1	0,20	<0,1	6,07	<0,4	<0,5	52,3	<0,05	4,73	0,28	180,4	44,1	<0,1	0,030	0,647	0,323	0,081
8	<0,1	0,20	<0,3	<0,1	0,65	2,4	12,2	<0,4	<0,5	47,5	<0,05	7,63	0,48	168,5	118	<0,1	0,034	0,126	0,098	0,115
9	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	1,47	1,0	2,57	<0,4	<0,5	<0,8	<0,05	4,70	<0,05	100,2	104,5	<0,1	0,007	0,712	0,156	0,111
10	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	0,56	<0,1	3,28	<0,4	<0,5	7,1	0,06	10,7	<0,05	188,4	192,6	<0,1	0,006	1,118	0,219	0,145
11	<0,1	0,16	<0,3	<0,1	11,7	2,2	0,59	<0,4	<0,5	<0,8	0,57	7,92	<0,05	389,7	100,9	<0,1	0,003	1,225	0,215	0,202

¹ SPECTRO GENESIS (Yatay Plazma)

² öğütülmüş 105 ± 3 °C'da kurutulmuş, yaklaşık 0,25 g ve 0,1 mg duyarlıkta tartılmış odun örneklerinin eser element içerikleridir.

³ < İşaretinin sağındaki değerler elementin tayin sınırır.

Tabloda simge halinde verilen elementlerin açık isimleri aşağıda verilmektedir.

Be: Berilyum	Pb: Kurşun	Co: Kobalt	V: Vanadyum	Cd: Kadmiyum	Ni: Nikel	Mg: Mağnez
Cu: Bakır	Na: Sodyum	As: Arsenik	Se: Selenyum	Mo: Molibden	K: Potasyum	Fe: Demir
Hg: Civa	Sb: Antimon	Al: Alüminyum	Ca: Kalsiyum	Cr: Krom	Ba: Baryum	

3.1.3 Emprenye İşlemi Sonuçları

3.1.3.1 Retensiyon Değerleri

Yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen retensiyon değerleri Çizelge 3.4’de, ağırlık artışına ilişkin ortalama değerler ise Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Emprenye sonucu retensiyon değerleri (kg/m³).

Çözelti	Retensiyon (kg/m ³)			
	Ort.	St.sp.	Max.	Min.
Toros Göknarı	0,5	0,3	0,9	0,2
Doğu Karadeniz Göknarı	0,7	0,3	1,1	0,2
Kazdağı Göknarı	0,9	0,4	1,9	0,4
Uludağ Göknarı	0,9	0,3	1,3	0,2
Doğu Ladini	0,8	0,6	2,1	0,2
Toros Sediri	0,5	0,2	0,8	0,2
Sarıçam	0,9	0,5	1,7	0,2
Karaçam	0,5	0,4	1,0	0,2
Kızılçam	0,6	0,3	1,0	0,2
Halep çamı	1,3	1,0	3,0	0,2
Fıstıkçamı	1,0	0,6	1,7	0,3

Çizelge 3.4’e göre emprenye sonucunda retensiyon değerlerinde en yüksek ortalama 1,3 kg/m³ ile Halep çamı kozalak çözeltisi olurken, en düşük değer 0,5 kg/m³ ile Toros Sediri kozalak çözeltisi olmuştur. Aynı tabloda emprenye sonucunda retensiyon değerlerinde en yüksek standart sapma değeri 1,0 kg/m³ ile yine Halep çamı kozalak çözeltisi, en düşük standart sapma değeri ise 0,2 kg/m³ ile yine Toros Sediri çözeltisinde bulunmuştur.

Tüm çözeltiler arasında emprenye sonucunda retensiyon miktarlarında maksimum değer 3,0 kg/m³ ile Halep çamı çözeltisi olurken, minimum değer ise 0,2 kg/m³ ile Karaçam ve Sarıçam çözeltisi olmuştur. Maksimum değerler arasında en düşük değer 0,8 kg/m³ ile Toros Sediri çözeltisi olurken, minimum değerler arasında en yüksek değer 0,4 kg/m³ ile Kazdağı Göknarı çözeltisi olmuştur.

Çizelge 3.5 Emprenye sonucu ağırlık artışı değerleri (%).

Çözelti	(%) Ağırlık Artışı			
	Ort.	St.sp.	Max.	Min.
Toros Göknarı	18,6	10,2	30,0	6,5
Doğu Karadeniz Göknarı	35,0	16,4	57,9	8,8
Kazdağı Göknarı	38,0	14,2	65,3	14,7
Uludağ Göknarı	31,8	11,8	47,0	7,1
Doğu Ladini	28,4	18,3	66,6	6,1
Toros Sediri	15,9	7,0	28,2	4,9
Sarıçam	33,3	16,0	57,3	4,9
Karaçam	17,7	12,3	35,7	5,4
Kızılçam	22,5	9,7	37,1	7,1
Halep çamı	46,8	35,0	106,1	5,8
Fıstıkçamı	31,4	15,1	47,8	9,2

Çizelge 3.5'e göre emprenye sonucu ağırlık artışı değerlerinde yüzde olarak en yüksek ortalama değer %46,8 ile Halep çamı çözeltisi olurken, emprenye sonucu ağırlık artışı değerlerinde yüzde olarak en düşük ortalama değer %15,9 ile Toros Sediri çözeltisi olmuştur. Emprenye sonucu ağırlık artışı değerlerinde en yüksek standart sapma değeri %35,0 ile Halep çamı çözeltisi olurken, en düşük standart sapma değeri %7,0 Toros Sediri çözeltisi olmuştur. Tüm çözeltiler arasında emprenye sonucu ağırlık artışı değerlerinde maksimum değer %106,1 ile Halep çamı çözeltisi olurken, en düşük değer %4,9 ile Toros Sediri çözeltisi olmuştur. Maksimum değerler arasında en düşük değer %28,2 ile Toros Sediri çözeltisi olurken, minimum değerler arasında en yüksek değer %14,7 ile Kazdağı Göknarı çözeltisi olmuştur.

3.1.3.2 Retensiyon Değerlerine İlişkin İstatistiksel Analiz

Sarıçam odunu üzerinde çeşitli ağaç kozalak çözeltilerinin emprenye sonrası retensiyon üzerindeki etkisinin bulunabilmesi amacıyla basit varyans analizi yapılmıştır. Retensiyona etki eden, ağaç kozalak çözeltileri tek bir faktör olması nedeniyle basit varyans analizi uygulanmıştır. Yapılan analize ait değerler aşağıdaki Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6 Retensiyon değerlerine ilişkin basit varyans analizi.

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-Değeri (P<%0,05)
Gruplar arası	6,467	10	0,647	2,724	,005
Gruplar içi	23,502	99	0,237		
Toplam	29,969	109			

Yapılan analiz sonucu ağaç kozalak çözeltilerinin retensiyon üzerinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yani sarıçam odununda retensiyon üzerinde çeşitli ağaç türleri kozalaklarından elde edilen çözeltilerinin bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucu hangi çözeltilerin odunda retensiyon üzerinde farklı bir etki yaptığının belirlenmesi amacıyla Tukey testi yapılmıştır. Tukey testi yapılarak farklı grupların tespiti Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7 Retensiyon değerlerine ilişkin Tukey testi.

Çözelti	Hata aralığı (0,05)	
	Ortalama Değer	HG
Toros Sediri	0,5	A
Karaçam	0,5	A
Toros Göknarı	0,5	A
Kızılcıam	0,6	A
Doğu Karadeniz Göknarı	0,7	AB
Doğu Ladini	0,8	AB
Uludağ Göknarı	0,9	AB
Sarıçam	0,9	AB
Kazdağı Göknarı	0,9	AB
Fıstıkçamı	1,0	AB
Halep çamı	1,3	B

Çizelgede 3.7’de görüldüğü gibi retensiyona etki eden çözeltiler üç grup halinde sınıflandırılmıştır. Kozalak çözeltilerinden en düşük retensiyon değeri Toros Sediri çözeltisiyle, en yüksek ağırlık artışı Halep çamı çözeltisiyle elde edilmiştir.

Toros Sediri, Karaçam, Toros Göknarı, Kızılçam aynı homojenik grupta iken, Doğu Karadeniz Göknarı, Doğu Ladini, Uludağ Göknarı, Sarıçam, Kazdağı Göknarı, Fıstıkçamı farklı homojenik grupta yer almıştır (Çizelgede 3.7).

3.1.3.3 Ağırlık Artışı (%) Değerlerine İlişkin İstatistiksel Analiz

Kozalak çözeltilerinin ağırlık artışı üzerindeki etkisini gösteren basit varyans analizi aşağıdaki tabloda görülmektedir. Yapılan analiz sonucu elde edilen bulgular Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Ağırlık artışı değerlerine ilişkin basit varyans analizi.

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-Değeri (P<%0,05)
Gruplar arası	9171,401	10	917,140	3,312	,001
Gruplar içi	27414,105	99	276,910		
Toplam	36585,506	109			

Yapılan analiz sonucu kozalak çözeltilerinin ağırlık artışı üzerinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yani sarıçam odunu ağırlık artışı üzerinde çeşitli ağaç türleri kozalaklarından elde edilen çözeltilerinin bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucu hangi çözeltilerin odun ağırlık artışı üzerinde farklı bir etki yaptığının belirlenmesi amacıyla Tukey testi yapılmıştır. Tukey testi yapılarak gruplar arasındaki farklılık belirlenmiştir (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9 Ağırlık artışı değerlerine ilişkin Tukey testi.

Çözelti	Hata aralığı (0,05)	
	Ortalama Değer	HG
Toros Sediri	15,9	A
Karaçam	17,7	A
Toros Göknarı	18,6	A
Kızılcıcam	22,5	AB
Doğu Ladini	28,4	AB
Fıstıkçamı	31,4	AB
Uludağ Göknarı	31,8	AB
Sarıçam	33,3	AB
Doğu Karadeniz Göknarı	35,0	AB
Kazdağı Göknarı	38,0	AB
Halep çamı	46,8	B

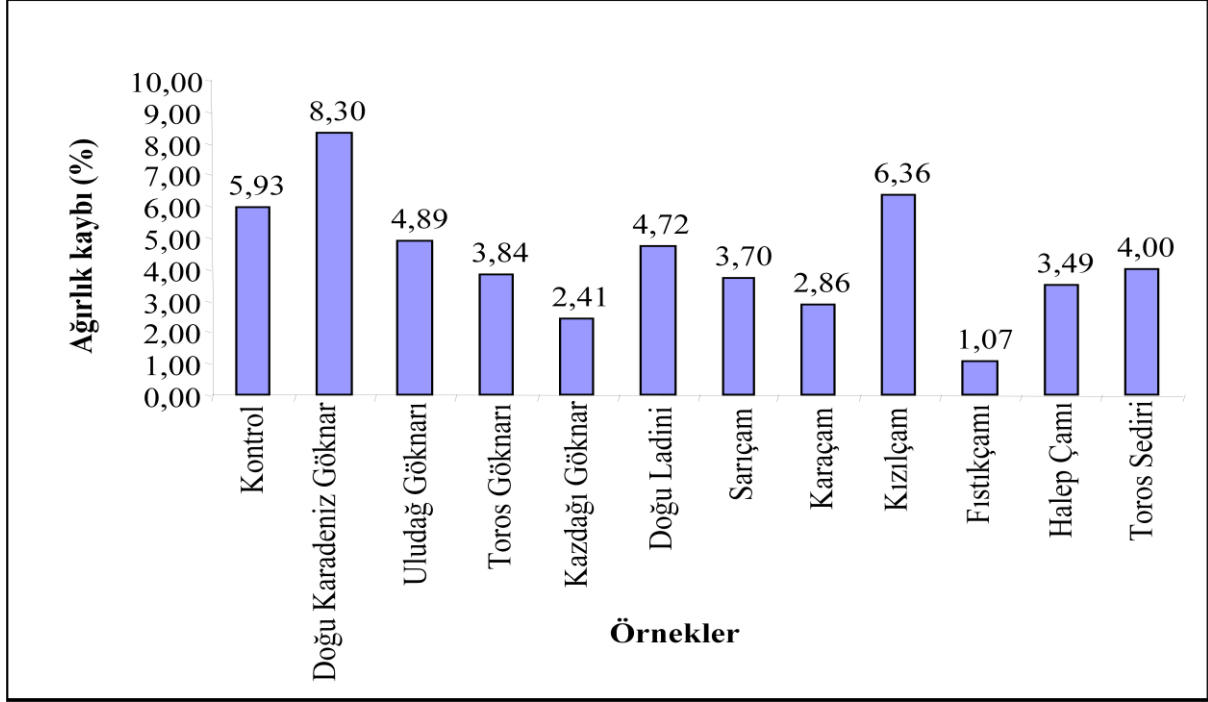
Çizelge 3.9'da görüldüğü gibi ağırlık artışına etki eden çözeltiler üç farklı homojenik grup meydana getirmiştir. Kozalak çözeltilerinden en düşük ağırlık artışı değeri Toros Sediri çözeltisiyle, en yüksek ağırlık artışı Halep çamı çözeltisiyle elde edilmiştir.

Toros Sediri, Karaçam, Toros Göknarı aynı homojenik grup iken, Kızılcıcam, Doğu Ladini, Fıstıkçamı, Uludağ Göknarı, Sarıçam, Doğu Karadeniz Göknarı, Kazdağı Göknarı, farklı homojenik grupta yer almıştır (Çizelge 3.9).

3.1.4 Arazi Testi Sonuçları

3.1.4.1 Arazi Testi Sonrası Ağırlık Kayıpları

Arazi testi sonrası örneklerde ağırlık kayıplarını belirlemek için, öncelikle örnekler hava kurusu hale getirildikten sonra örnekler üzerindeki toprak kalıntıları temizlendi. Daha sonra dijital terazide tartılan örneklerin ağırlıkları kaydedildi. Arazi testi öncesi hava kurusu haldeki örnek ağırlıkları ile test sonrası örnek ağırlıkları arasındaki fark hesaplanarak ağırlık kayıpları ortaya çıkarıldı. Test öncesi ve test sonrası odun örneklerinde meydana gelen % ağırlık kaybı hesaplanarak Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Arazi testi örneklerinde meydana gelen % ağırlık kayıpları.

Şekil 3.1'e baktığımızda en fazla ağırlık kaybı Doğu Karadeniz Göknaarı çözeltisi ile emprenyeli örneklerde görülmüştür (% 8,30). Bu sonuç EN 252 standardına göre tahribat derecelerinin sınıflandırıldığı Çizelge 3.11 ile uyumludur. Bu çizelgede orta derecede tahribat ile 2,4 puan almıştır. Bunu % 6,36 ile Kızılcım ve % 5,93 ile kontrol örnekleri izlemiştir.

En düşük ağırlık kaybı ise % 1,07 ile Fıstıkçamı çözeltisinde ve % 2,41 ile Kazdağı Göknaarı kozalak ekstraktifleriyle çözelti Sarıçam odunu örneklerinde görülmüştür. Tahribat derecesine göre yapılan değerlendirmede Fıstıkçamı 1,0 puan ile Kazdağı Göknaarı ise 1,4 ile hafif tahribatlı gruplarda yer almışlardır.

Genel olarak ağırlık kayıplarına baktığımızda, sarıçam kontrol örneklerinde en fazla kayıp olması beklenirken Kazdağı Göknaarı kozalakları ile emprenyeli örneklerde çıkmıştır. Bu durum bu çözeltide mantar ve diğer mikroorganizmalar için gerekli olan bazı şeker ve nişasta gibi besin maddelerinin bu ağaç türü kozalaklarında yeterli miktarda ya da fazla olduğundan kaynaklanabilir.

En az tahribat puanı verilen Sarıçam (0,2) ve Toros Sediri (0,4) çözeltileriyle emprenyeli örneklerde en az ağırlık azalması beklenirken % 3,70 ve % 4 gibi kayıplar ortaya çıkmıştır.

Burada dikkate alınacak bir faktörde şudur; arazi testi yapılan örneklerde tam hassas bir şekilde ağırlık kaybını tespit etmek güç olmaktadır.

Uzun bir süre toprağa çakılı halde bırakılan odun örneklerinin gözeneklerine kadar toprak partikülleri yerleşmektedir. Bu da odun örneğinin ağırlığını etkilemektedir. Fırçalama ile kaba partiküller odundan uzaklaştırılabilmektedir, fakat tamamen temizlenememektedir.

3.1.5 Toprak Analizi Sonuçları

Örneklerin arazi testi boyunca bulunduğu toprak özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 3.10'da görülmektedir.

Çizelge 3.10 Toprak analiz sonuçları.

Tekstür	% 81,4 kum % 6,1 toz % 12,5 kil	Tür: kumlu balçık
pH	5,94	Hafif asit karakterli
Organik karbon (C)	1,62	
Toplam azot (N)	0,12	

Toprak analiz sonucuna göre; deney alanında mevcut olan toprak türü kumlu balçık çıkmıştır. Hafif asit karakterli, kireçsiz ve tuzsuz bulunmuştur. Organik karbon değeri üst toprak için düşüktür. Organik madde ve toplam azot içeriğinin düşük olması mikrobiyal canlıların sayı ve tür itibariyle az olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Arazi testine tabi tutulmuş kozalak çözeltileriyle empenyeli sarıçam odunları çürüklük yönünden EN 252 standardına göre değerlendirilmiştir. EN 252 standardına göre yapılan değerlendirme de elde edilen sonuç Çizelge 3.11'de görülmektedir.

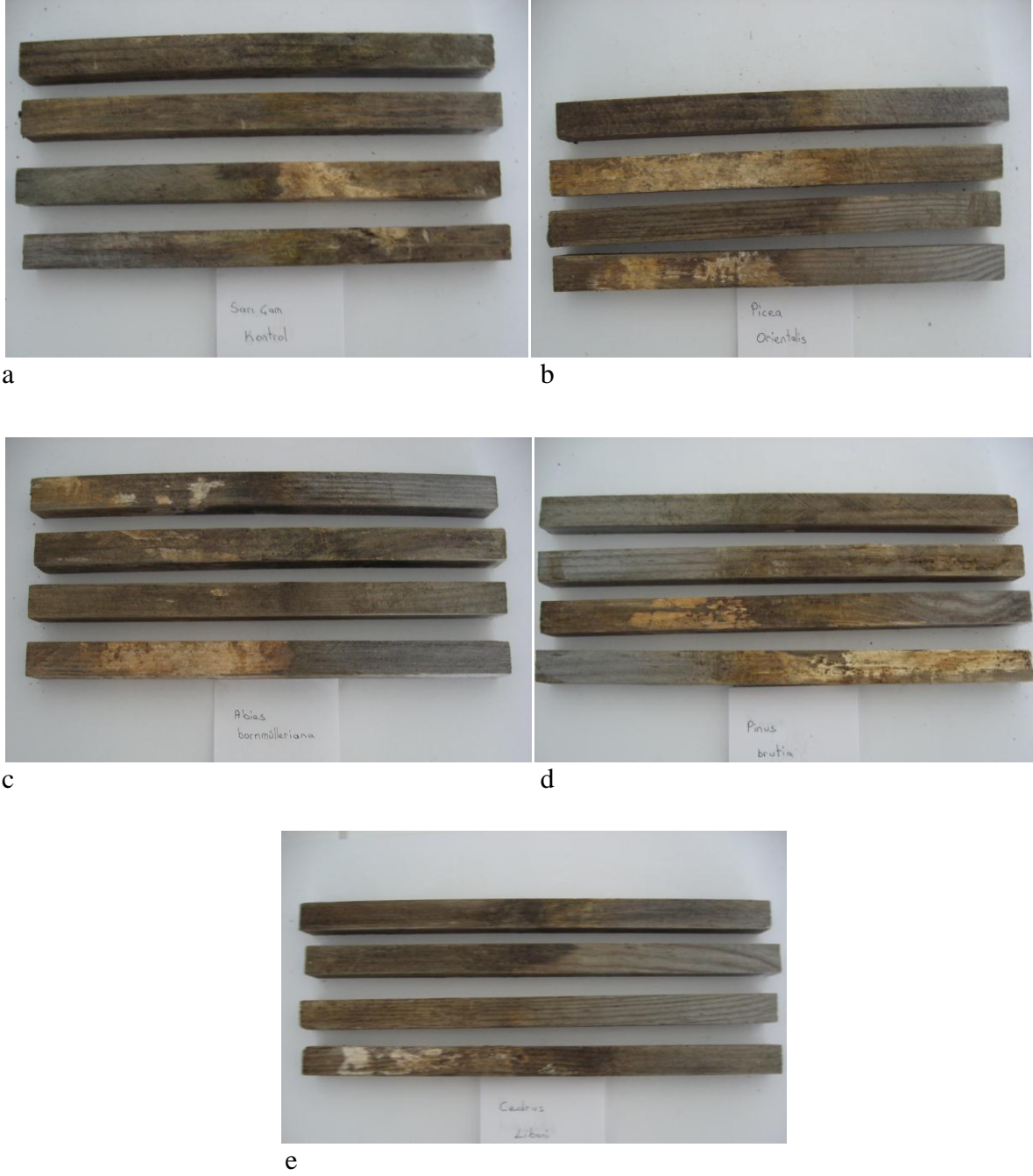
Çizelge 3.11 Arazi testi değerlendirilmesi.

Çözeltili türü	Ortalama puan	Değerlendirme
Sarıçam Kontrol	2,2	Orta derece tahribat
Toros Göknarı	1,5	Hafif tahribat
Doğu Karadeniz Göknarı	2,4	Orta derece tahribat
Kazdağı Göknarı	1,4	Hafif tahribat
Uludağ Göknarı	1,1	Hafif tahribat
Doğu Ladini	1,5	Hafif tahribat
Toros Sediri	0,4	Tahribat yok denecek kadar az
Sarıçam	0,2	Tahribat yok denecek kadar az
Karaçam	0,9	Tahribat yok denecek kadar az
Kızılçam	1,2	Hafif tahribat
Halep çamı	0,8	Tahribat yok denecek kadar az
Fıstıkçamı	1,0	Hafif tahribat

Çizelge 3.11’de tahribat derecelerinin puanlarına bakıldığında; sarıçam kontrol örneklerinde orta derecede tahribat meydana geldiği görülmektedir. Toros Sediri, Sarıçam, Karaçam ve Halep çamı kozalaklarından hazırlanan çözeltilerin biyolojik organizmalara karşı önemli bir koruma sağladığı görülmektedir.

Bu çizelgeye göre en yüksek tahribat Doğu Karadeniz Göknarı örneğinde meydana gelmiştir. En düşük tahribat ise Sarıçam kozalak çözeltisiyle empenye edilen örnek olmuştur. Sarıçam örneğini sırasıyla: Toros Sediri, Halep çamı, Karaçam, Fıstıkçamı, Uludağ Göknarı, Kızılçam, Kazdağı Göknarı, Doğu Ladini, Toros Göknarı, Sarıçam kontrol takip etmektedir.

Arazi denemeleri sonrası bazı örneklere ait resimler Şekil 3.2’de görülmektedir. Resimlerde odun örnekleri üzerinde meydana gelen renk değişiklikleri ve hüf yapısından beyaz çürüklük mantarları tarafından degradasyona uğratıldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 3.2 Arazi denemelerine ait örnekler (a) Sarıçam kontrol (b) Doğu ladini kozalak çözeltisi ile empenyeli sarıçam örnekleri (c) Uludağ göknarı kozalak çözeltisi ile empenyeli sarıçam örnekleri (d) Kızılcım kozalak çözeltisi ile empenyeli sarıçam örnekleri (e) Toros sediri kozalak çözeltisi ile empenyeli sarıçam örnekleri.

Kozalaklar üzerine yapılan araştırmalar; bunların sıcak su çözeltilerinin dış ortamlarda etkinliklerini araştırmaktan ziyade, kozalaklardan kimyasal yollarla elde edilen ekstraktların laboratuvar ortamında bakterilerden mantarlara kadar çeşitli mikroorganizmalara karşı aktivitelerini incelemeye yönelik yapılmaktadır.

Bu kapsamda özellikle biyoaktif olarak reçine asitlerinin doğal formlarının yeni uygulamaları ve bunların türevleri önemli ölçüde araştırılmaktadır. Çünkü reçine asitleri, bakterilerden mantarlara kadar çeşitli organizmalara karşı anti mikrobiyal etki göstermektedir (Savluchinske-Feio vd. 2006).

Ünaldı ve Toroğlu (2009) özellikle karaçam (*Pinus nigra ssp. Pallasiana var. Pyramidata*) ekstraktlarının güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, karaçam (*Pinus nigra* Arnold) kozalaklarından ekstrakte edilen diterpen isopimaric asid in antibiyotiklere karşı dayanıklı olan bakterilere (*S. aureus*) etkili olduğu bulunmuştur (Smith vd. 2005). *Taxodium distichum* kozalaklarının hekzan ekstraktından elde edilen abietan türü 8 farklı diterpenin toprak altı termitlerine karşı etkileri araştırılmış ve 6,7 dehidroroyleanone ile taxodione termisidal etki, 14-deoxycoleon U ile xanthoperol beslenmeye karşı etki göstermiştir (Kusumoto vd. 2009). Dört farklı çam türünün kozalaklarının dietil eter ekstraktlarının CO₂ fraksiyonu küf, renk ve odun çürüklük mantarlarının gelişimini engellediği Micales vd. (1994) tarafından belirtilmiştir.

Bu açıdan bakıldığında yaptığımız araştırma bu yönüyle diğer araştırmalara göre farklılık göstermektedir. Fakat şüphesiz sıcak su ile kozalak ekstraktifleri yeterince ayrıştırılamamaktadır, dolayısıyla etkili olabilecek bir ayrıştırma yöntemiyle birlikte kozalıklardan elde edilecek ekstraktifler daha etkili sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Bu da çevreyle dost yeni koruyucu ürünlerin ortaya çıkması açısından önemli bir durumdur. Çünkü, endüstrinin gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan ve günümüze dek kullanılan CCA (bakır, krom, arsenik) , kreozot ve pentaklorofenol gibi odun koruyucu maddelerden insan sağlığı ve çevre üzerindeki kaygılar yüzünden terk edilme yoluna gidilmiştir. Özellikle bunlar içerisinde uzun yıllardan beri ağaç malzemelerin emprenye edilmesinde kullanılan CCA formülasyonunda bulunan bakır, krom ve arseniğin çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri belirlendiğinden ABD Çevre Koruma Kurumu EPA (Environmental Protection Agency) 12 Şubat 2002 tarihinde önemli bir karar almıştır. Bu kararla; çocuk oyun alanlarında, park, bahçe ve piknik alanlarında kullanılan CCA ile emprenyeli peyzaj kerestelerinin ve evlerde kullanılan yine CCA ile emprenyeli ağaç malzemelerin 31 Aralık 2003 tarihinden itibaren kullanılmasını yasaklamıştır. Bununla birlikte CCA ile emprenye ile edilmiş telefon ve elektrik direkleri, demiryolu traversleri ve köprü elemanlarının kullanılmasına devam edilecektir.

3.1.6 Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü

Kozalak çözeltileriyle emprenyeli ve kontrol örnekleri üzerinde arazi testi öncesi ve sonrası yapılan eğilme direnci testi ve eğilmede elastikiyet modülü sonuçları Çizelge 3.12’de görülmektedir.

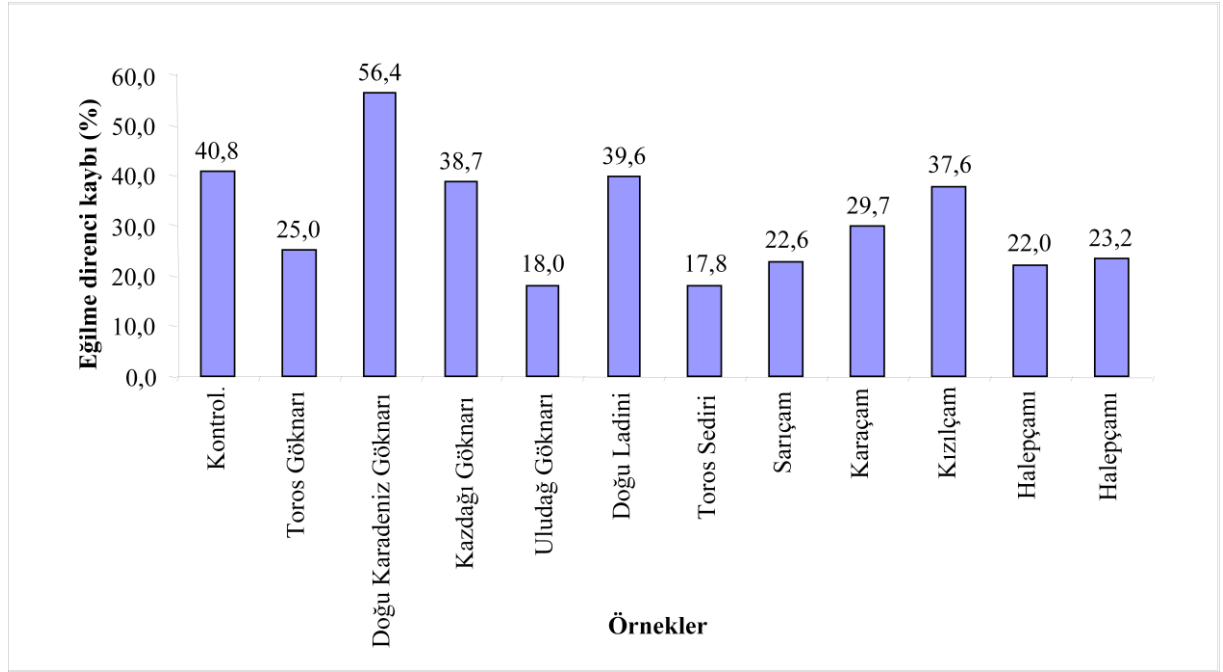
Çizelge 3.12 Örneklere ilişkin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri.

Örnek	Arazi Testi Öncesi		Arazi Testi Sonrası	
	Eğilme direnci (N/mm ²)	Elastikiyet modülü (MoE) (N/mm ²)	Eğilme direnci (N/mm ²)	Elastikiyet modülü (MoE) (N/mm ²)
Sarıçam Kontrol	92,6	8479,9	54,8	4664,4
Toros Göknarı	83,8	7473,0	62,9	6800,8
Doğu Karadeniz Göknarı	97,1	8547,1	42,4	3772,6
Kazdağı Göknarı	92,8	6267,6	56,9	5439,4
Uludağ Göknarı	83,1	7537,5	68,1	6811,9
Doğu Ladini	99,5	8885,6	60,1	6299,2
Toros Sediri	88,5	7158,9	72,7	7517,7
Sarıçam	85,0	8582,5	65,8	7270,6
Karaçam	93,3	6506,0	65,6	6815,3
Kızılçam	94,0	8371,8	58,7	6028,7
Halep çamı	83,1	7219,4	64,8	6412,6
Fıstıkçamı	89,5	7669,4	68,7	7662,6

Çizelge 3.12’de görüldüğü üzere, arazi testi öncesi en yüksek eğilme direnci Doğu Ladini çözeltisi ile elde edilmiştir (99,5 N/mm²). En düşük ise Halep çamı (83,1 N/mm²), Uludağ Göknarı (83,1 N/mm²), çözeltileri ile elde edilmiştir. Elastikiyet modülü ise yine en yüksek Doğu Ladini (8885,6 N/mm²) çözeltisi ile en düşük ise Kazdağı Göknarı (6267,6 N/mm²) ile elde edilmiştir.

Arazi testi sonrası en yüksek eğilme direnci Toros Sediri ($72,7 \text{ N/mm}^2$) çözültisi ile en düşük direnci ise Doğu Karadeniz Gökarnı ($42,4 \text{ N/mm}^2$) vermiştir. Fıstıkçamı ($7662,6 \text{ N/mm}^2$) en yüksek elastikiyet modülünü, Doğu Karadeniz Gökarnı ($3772,6 \text{ N/mm}^2$) en düşük elastikiyet modülü değerini vermiştir.

Eğilme dirençlerinde meydana gelen kayıplar arazi testi öncesi ve sonrası olmak üzere % olarak hesaplanmış ve Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.3 Eğilme dirençlerinde meydana gelen % direnç kayıpları.

Şekil 3.3’de görüldüğü üzere; arazi testi sonrası en fazla direnç kaybı Doğu Karadeniz Gökarnı çözültisi ile empenyeli odun örneklerinde ortaya çıkmıştır (% 56,4). Bu çözültinin arazi testi öncesi eğilme direnci ($97,15 \text{ N/mm}^2$) yüksek olmasına karşın, arazi testi sonrası eğilme direnci en düşük ($42,37 \text{ N/mm}^2$) çıkmıştır. Bu sonuç, bu örneklerin arazide mevcut mikroorganizmalardan daha çok etkilendiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Nitekim Çizelge 3.11’de bu fikri doğrulamaktadır. Bu tabloda EN 252 standardına göre yapılan kıyaslamada en fazla tahribat puanı 2,4 ile (orta derece tahribat) bu örnekler için ortaya çıkmıştır.

Örneklerde en düşük eğilme direnci kaybı ise Uludağ Gökarnı çözültisi ile elde edilmiştir (% 18). Bu çözültinin arazi testi öncesi eğilme direnç değeri $83,09 \text{ N/mm}^2$ iken bu değer arazi testi sonrası $68,13 \text{ N/mm}^2$ olarak ortaya çıkmıştır.

Şekil 3.3'e göre eğilme dirençlerinde meydana gelen % direnç kayıpları en fazla %56,4 ile Doğu Karadeniz Göknaarı, en az ise %17,8 ile Toros Sediri çözeltileri olmuştur.

3.1.7 Basınç Direnci'ne Ait İstatistiksel Analizler

3.1.7.1 Toprak Altında Kalan Kısımlara Ait Basınç Direnci

Toprak altında kalan kısımların basınç direncine ait değerler Çizelge 3.13'de verilmiştir.

Çizelge 3.13 Toprak altında kalan kısımlara ait basınç direnci verileri.

Çözeltiler	Basınç direnci (N/mm ²)			
	Ort.	St. Sp.	Max.	Min.
Uludağ Göknaarı	49,7	5,8	56,2	39,0
Toros Göknaarı	37,7	3,9	44,3	32,3
Kazdağı Göknaarı	40,4	9,2	50,8	29,7
Doğu Karadeniz Göknaarı	25,2	4,3	30,9	18,8
Toros Sediri	51,4	3,2	55,9	47,0
Doğu Ladini	43,8	11,0	55,9	27,8
Kızılçam	37,8	11,4	53,00	25,4
Halep çamı	36,2	11,7	55,9	24,7
Karaçam	45,4	10,8	55,9	28,7
Fıstıkçamı	49,5	11,3	59,5	30,9
Sarıçam Odunu (Kontrol)	49,9	6,8	54,2	33,3
Sarıçam	50,0	2,7	53,4	44,7

Çizelge 3.13'e göre en yüksek ortalama 50,0 N/mm² ile Sarıçam çözeltilerinde, en düşük ortalama ise 25,2 N/mm² ile Doğu Karadeniz Göknaarı çözeltilerinde çıkmıştır. En yüksek Standart sapma değeri 11,7 ile Halep çamı, en düşük Standart sapma değeri ise 2,7 ile Sarıçam çözeltilerinde çıkmıştır. Tüm çözeltiler arasında maksimum değer 59,5 N/mm² ile Fıstıkçamı çözeltileri çıkmıştır. Tüm çözeltiler arasında minimum değer ise 18,8 N/mm² ile Doğu Karadeniz Göknaarı çözeltilerinde çıkmıştır.

Kozalaklarla emprenye edilmiş ağaç malzemelerin, toprak altında kalan kısımlarına ait basit varyans analizi Çizelge 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.14 Toprak altında kalana odunun basınç direncine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri (P<%0,05)
Gruplar Arası	11	5065,260	460,478	6,35	,000
Gruplar İçi	80	5797,142	72,464		
Toplam	91	10862,402			

Yapılan analiz sonucu, kozalak çözeltileri ile emprenye edilen sarıçam odununun toprak altında kalan ağaç malzemenin basınç direnci üzerinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yani sarıçam odununda basınç direnci üzerinde çeşitli ağaç türleri kozalaklarından elde edilen çözeltilerinin bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucu hangi çözeltilerin odunun toprak altında kalan kısmında basınç direnci üzerinde farklı bir etki yaptığının belirlenmesi amacıyla Tukey testi yapılmıştır. Tukey testi sonuçları Çizelge 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.15’de görüldüğü gibi basınç direncine etki eden çözeltiler beş grup meydana getirmiştir. Doğu Karadeniz Gökarnı kendi içinde bir grup, Halep çamı kendi içinde bir grup, Toros Gökarnı, Kızılçam kendi içinde homojenik grup oluşturmuştur. Kazdağı Gökarnı, Doğu Ladini, Karaçam, Fıstıkçanı, Uludağ Gökarnı, Sarıçam kontrol, Sarıçam farklı bir homojenik grup oluşturmuştur. Toros Sediri de kendi içinde homojenik grup oluşturmaktadır.

Çizelge 3.15 Toprak altında kalan odunun basınç direncine ilişkin Tukey testi.

Çözültü	Hata Aralığı (0,05)	
	Ortalama Değer	HG
Doğu Karadeniz Göknarı	25,2	A
Halep çamı	36,2	AB
Toros Göknarı	37,7	ABC
Kızılcıcam	37,8	ABC
Kazdağı Göknarı	40,4	BC
Doğu Ladini	43,8	BC
Karaçam	45,4	BC
Fıstıkçamı	49,5	BC
Uludağ Göknarı	49,7	BC
Sarıçam Odunu (Kontrol)	49,9	BC
Sarıçam	50,0	BC
Toros Sediri	51,4	C

3.1.7.2 Toprak Üstünde Kalan Kısımlara Ait Basınç Direnci

Toprak üstünde kalan kısımların basınç direnci'ne ait değerler Çizelge 3.16'da verilmiştir.

Çizelge 3.16'ya göre en yüksek basınç direnci ortalaması 52,2 N/mm² ile Sarıçam kontrol kozalak çözeltisinde, en düşük ortalama 35,0 ile Doğu Karadeniz Göknarı kozalak çözeltisinde çıkmıştır. Ayrıca bu çizelgeye göre en yüksek Standart sapma 12,4 ile Fıstıkçamı kozalak çözeltisi, en düşük Standart sapma değeri ise 2,4 ile Toros Sediri kozalak çözeltisi olmuştur. Tüm türler arasında maksimum basınç direnci değeri 64,3 N/mm² ile Fıstıkçamı kozalak çözeltisi olurken, minimum değer ise 30,0 N/mm² ile Halep çamı kozalak çözeltisi olmuştur.

Çizelge 3.16 Toprak üstünde kalan kısımlara ait basınç direnci verileri.

Çözelti	Basınç direnci (N/mm ²)			
	Ort.	St. Sp.	Max.	Min.
Uludağ Göknarı	51,9	7,4	58,1	38,9
Toros Göknarı	49,4	6,0	59,1	37,9
Kazdağı Göknarı	42,3	8,2	51,0	31,4
Doğu Karadeniz Göknarı	35,0	2,5	38,8	30,8
Toros Sediri	51,5	2,4	54,9	46,8
Doğu Ladini	49,1	10,6	58,4	33,2
Kızılcım	40,0	8,4	52,3	30,5
Halep çamı	40,7	9,6	56,0	30,0
Karaçam	50,7	7,2	55,1	34,0
Fıstıkçamı	50,9	12,4	64,3	32,2
Sarıçam Odunu (Kontrol)	52,2	7,0	57,1	35,0
Sarıçam	48,0	5,9	55,8	39,9

Kozalaklarla empenye edilmiş ağaç malzemelerin, toprak üstünde kalan kısımlarına ait basit varyans analizi Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17 Toprak üstünde kalan odunun basınç direncine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri (P<%0,05)
Gruplar Arası	11	2735,525	248,684	4,002	,000
Gruplar İçi	81	5033,270	62,139		
Toplam	92	7768,795			

Yapılan analiz sonucu, kozalak çözeltileri ile empenye edilen sarıçam odununun toprak üstünde kalan ağaç malzemenin basınç direnci üzerinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yani sarıçam odununda basınç direnci üzerinde çeşitli ağaç türleri kozalaklarından elde edilen çözeltilerinin bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucu hangi çözeltilerin odunun toprak üstünde kalan kısmında basınç direnci üzerinde farklı bir etki yaptığının belirlenmesi amacıyla Tukey testi yapılmıştır. Tukey testi yapılarak farklı grupların tespiti Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.18 Toprak üstünde kalan odunun basınç direncine ilişkin Tukey testi.

Çözelti	Hata Aralığı (0,05)	
	Ortalama Değer	HG
Doğu Karadeniz Göknarı	35,0	A
Kızılçam	40,0	AB
Halep çamı	40,7	AB
Kazdağı Göknarı	42,3	AB
Sarıçam	48,0	AB
Doğu Ladini	49,1	B
Toros Göknarı	49,4	B
Karaçam	50,7	B
Fıstıkçamı	50,9	B
Toros Sediri	51,5	B
Uludağ Göknarı	51,9	B
Sarıçam Odunu (Kontrol)	52,2	B

Çizelge 3.18’de görüldüğü gibi basınç direncine etki eden çözeltiler üç grup meydana getirmiştir. Kozalak çözeltilerinden en düşük basınç direnci değeri Doğu Karadeniz Göknarı çözeltisiyle, en yüksek basınç direnci Sarıçam kontrol çözeltisiyle elde edilmiştir.

Kızılçam, Halep çamı, Kazdağı Göknarı, Karaçam kozalak çözeltileri ile emprenye edilen Sarıçam odunları aynı homojenik grupta iken, Doğu Ladini, Toros Göknarı, Karaçam, Fıstıkçamı, Toros Sediri, Uludağ Göknarı, Sarıçam kontrol kozalakları ile emprenye edilen Sarıçam odunu farklı bir homojenik grupta yer almıştır. Doğu Karadeniz Göknarı kozalakları ile emprenye edilen Sarıçam odunu kendi içinde homojenik grup oluşturmuştur (Çizelge 3.18).

3.1.7.3 Gök nar Türü Kozalakları ile Hazırlanan Çözeltilerin Sarıçam Odununda Basınç Direnci Analizi

Gök nar Türü Kozalakları ile Hazırlanan Çözeltilerin Sarıçam Odununda Toprak Üstünde Kalan Kısımına Ait Basınç Direnci Analizi

Gök nar türleriyle elde edilen çözeltilerin toprak üstünde kalan kısmından elde edilen öreklerde belirlenen basınç değerlerine ait değerler Çizelge 3.19’da verilmiştir.

Çizelge 3.19 Gök nar kozalak çözeltilerinde toprak üstü kısma ait basınç direnci verileri.

Çözelti	Basınç Direnci (N/mm ²)			
	Ort.	St. Sp.	Max.	Min.
Uludağ Gök narı	51,6	7,5	58,1	38,9
Toros Gök narı	49,4	6,0	59,1	37,9
Kazdağı Gök narı	42,3	8,2	51,0	31,4
Doğu Karadeniz Gök narı	35,0	2,5	38,8	30,8

Çizelge 3.19’a göre en yüksek ortalama 51,6 N/mm² ile Uludağ Gök narı kozalak çözeltisi, en düşük ortalama ise 35,0 N/mm² ile Doğu Karadeniz Gök narı kozalak çözeltisi olmuştur. En düşük Standart sapma değeri 2,5 ile Doğu Karadeniz Gök narı, en yüksek Standart sapma değeri Kazdağı Gök narı kozalak çözeltisi oluşturmuştur. Tüm gök nar türleri maksimum basınç direnci değeri 59,1 N/mm² ile Toros Gök narı kozalak çözeltisi, minimum basınç direnci değeri ise 30,8 N/mm² ile yine Doğu Karadeniz Gök narı kozalak çözeltisi olmuştur.

Gök nar türlerinin kozalaklarıyla empenye edilmiş ağaç malzemelerin, toprak üstünde kalan kısımlarına ait basit varyans analizi Çizelge 3.20’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucu, gök nar kozalakları çözeltileri ile empenye edilen sarıçam odununun toprak üstünde kalan ağaç malzemedeki basınç direnci üzerinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yani sarıçam odununda basınç direnci üzerinde gök nar türleri kozalaklarından elde edilen çözeltilerinin bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Çizelge 3.20 Gökmar kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü kısmı basınç direncine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri (P<%0,05)
Gruplar Arası	3	1216,649	405,550	9,793	,000
Gruplar İçi	25	1035,254	41,410		
Toplam	28	2251,903			

Yapılan varyans analizi sonucu hangi Gökmar çözeltilisinin odunun toprak üstünde kalan kısmında basınç direnci üzerinde farklı bir etki yaptığının belirlenmesi amacıyla Tukey testi yapılmıştır. Tukey testi yapılarak farklı grupların tespiti Çizelge 3.21’de verilmiştir.

Çizelge 3.21 Gökmar kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun basınç direncine ait Tukey testi.

Çözelti	Hata Aralığı (0,05)	
	Ortalama Değer	HG
Doğu Karadeniz Gökmarı	35,0	A
Kazdağı Gökmarı	42,3	AB
Toros Gökmarı	49,4	B
Uludağ Gökmarı	51,6	B

Çizelge 3.21’de görüldüğü gibi basınç direncine etki eden gökmar çözeltileri üç homojenik grup meydana getirmiştir. Gökmar çözeltilerinden en düşük basınç direnci değeri Doğu Karadeniz Gökmarı kozalak çözeltilisiyle, en yüksek basınç direnci Uludağ Gökmarı kozalak çözeltilisiyle elde edilmiştir.

Toros Gökmarı ve Uludağ Gökmarı kozalak çözeltileri aynı homojenik grupta bulunurken, Doğu Karadeniz Gökmarı farklı homojenik grubu ve Kazdağı Gökmarı kozalak çözeltilisi de farklı homojenik grubu oluşturmaktadır (Çizelge 3.21).

Göknar Türü Kozalakları ile Hazırlanan Çözeltilerin Sarıçam Odununda Toprak Altında Kalan Kısımına Ait Basınç Direnci Analizi

Göknar türleriyle elde edilen çözeltilerin toprak altında kalan kısmından elde edilen örneklerde belirlenen basınç direnci değerlerine ait değerler Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3.22 Göknar kozalak çözeltilerinde toprak altı kısma ait basınç direnci verileri.

Çözelti	Basınç Direnci (N/mm ²)			
	Ort.	St. Sp.	Max.	Min.
Uludağ Göknarı	49,7	6,0	56,2	39,0
Toros Göknarı	37,7	3,9	44,3	32,6
Kazdağı Göknarı	40,4	9,2	50,8	29,7
Doğu Karadeniz Göknarı	25,2	4,3	30,9	18,8

Çizelge 3.22’ye göre en yüksek basınç direnci ortalaması 49,7 N/mm² ile Uludağ Göknarı kozalak çözeltisi, en düşük basınç direnci ortalaması ise 25,2 N/mm² Doğu Karadeniz Göknarı kozalak çözeltisi oluşturmaktadır. Ayrıca en yüksek Standart sapma değeri 9,2 ile Kazdağı Göknarı kozalak çözeltisi, en düşük Standart sapma değeri ise 4,3 ile Doğu Karadeniz Göknarı kozalak çözeltisi olmuştur. Tüm göknar türleri arasında maksimum basınç direnci değeri 56,2 N/mm² ile Uludağ Göknarı kozalak çözeltisi olurken, minimum basınç direnci değeri 18,8 N/mm² ile Doğu Karadeniz Göknarı kozalak çözeltisi olmuştur.

Göknar türlerinin kozalaklarıyla emprenye edilmiş sarıçam odununun, toprak altında kalan kısımlarına ait basit varyans analizi Çizelge 3.23’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucu, göknar kozalakları çözeltileri ile emprenye edilen sarıçam odununun toprak altında kalan ağaç malzemedeki basınç direnci üzerinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yani sarıçam odununda basınç direnci üzerinde göknar türleri kozalaklarından elde edilen çözeltilerinin bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Çizelge 3.23 Gökmar kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun toprak altı kısmı basınç direncine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri (P<%0,05)
Gruplar Arası	3	2146,851	715,617	18,895	,000
Gruplar İçi	25	946,831	37,873		
Toplam	28	3093,682			

Yapılan varyans analizi sonucu hangi Gökmar çözeltilerinin odunun toprak altında kalan kısmında basınç direnci üzerinde farklı bir etki yaptığının belirlenmesi amacıyla Tukey testi yapılmıştır. Tukey testi yapılarak farklı grupların tespiti Çizelge 3.24'de verilmiştir.

Çizelge 3.24 Gökmar kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun basınç direncine ait Tukey testi.

Çözelti	Hata Aralığı (0,05)	
	Ortalama Değer	HG
Doğu Karadeniz Gökmarı	25,2	A
Toros Gökmarı	37,7	B
Kazdağı Gökmarı	40,4	B
Uludağ Gökmarı	49,7	C

Çizelge 3.24'de görüldüğü gibi basınç direncine etki eden gökmar çözeltileri üç homojenik grup meydana getirmiştir. Gökmar çözeltilerinden en düşük basınç direnci değeri Doğu Karadeniz Gökmarı kozalak çözeltilisiyle, en yüksek basınç direnci Uludağ Gökmarı kozalak çözeltilisiyle elde edilmiştir.

Toros Gökmarı ve Kazdağı Gökmarı kozalak çözeltileri aynı homojenik grupta bulunurken, Doğu Karadeniz Gökmarı farklı homojenik grubu ve Uludağ Gökmarı farklı homojenik grubunu oluşturmuştur (Çizelge 3.24).

3.1.7.4 Çam Türü Kozalakları ile Hazırlanan Çözeltilerin Sarıçam Odununda Basınç Direnci Analizi

Çam Türü Kozalakları ile Hazırlanan Çözeltilerin Sarıçam Odununda Toprak Altında Kalan Kısımına Ait Basınç Direnci Analizi

Çam türleriyle elde edilen çözeltilerin toprak altında kalan kısmından elde edilen örneklerde belirlenen basınç direnci değerlerine ait değerler Çizelge 3.25’de verilmiştir.

Çizelge 3.25 Çam kozalak çözeltilerinde toprak altı kısma ait basınç direnci verileri.

Çözelti	Basınç Direnci (N/mm ²)			
	Ort.	St. Sp.	Max.	Min.
Kızılcıam	37,8	11,4	53,0	25,4
Halep çamı	36,2	11,7	52,9	24,7
Karaçam	45,5	10,9	55,9	28,7
Fıstıkçamı	49,5	11,3	59,5	30,9
Sarıçam	50,4	3,0	53,4	44,7

Çizelge 3.25’e göre en yüksek basınç direnci ortalaması 50,4 N/mm² ile Sarıçam kozalak çözeltisi, en düşük basınç direnci ortalaması 37,8 N/mm² ile Halep çamı kozalak çözeltisi oluşturmuştur. En yüksek Standart sapma değeri 11,7 ile Halep çamı kozalak çözeltisi, en düşük Standart sapma değeri 3,0 ile Sarıçam kozalak çözeltisi oluşturmaktadır. Tüm çam çözeltileri arasında maksimum basınç direnci değeri 59,5 N/mm² ile Fıstıkçamı kozalak çözeltisi, minimum basınç direnci değeri ise 24,7 N/mm² ile Halep çamı kozalak çözeltisi oluşturmaktadır.

Çam türlerinin kozalaklarıyla emprenye edilmiş ağaç malzemelerin, toprak altında kalan kısımlarına ait basit varyans analizi Çizelge 3.26’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucu, çam kozalakları çözeltileri ile emprenye edilen sarıçam odununun toprak altında kalan ağaç malzemedeki basınç direnci üzerinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yani sarıçam odununda basınç direnci üzerinde çam türleri kozalaklarından elde edilen çözeltilerinin bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Çizelge 3.26 Çam kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun toprak altı kısmı basınç direncine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri (P<%0,05)
Gruplar Arası	4	1343,584	335,896	3,138	,027
Gruplar İçi	34	3638,980	107,029		
Toplam	38	4982,564			

Yapılan varyans analizi sonucu hangi çam çözeltilerinin odunun toprak altında kalan kısmında basınç direnci üzerinde farklı bir etki yaptığının belirlenmesi amacıyla Tukey testi yapılmıştır. Tukey testi yapılarak farklı grupların tespiti Çizelge 3.27’de verilmiştir.

Çizelge 3.27 Çam kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun basınç direncine ait Tukey testi.

Çözelti	Hata Aralığı (0,05)	
	Ortalama Değer	HG
Halep çamı	36,2	A
Kızılçam	37,8	A
Karaçam	45,5	A
Fıstıkçamı	49,5	A
Sarıçam	50,4	A

Çizelge 3.27’de görüldüğü gibi basınç direncine etki eden çam çözeltileri bir homojenik grup meydana getirmiştir. Çam çözeltilerinden en düşük basınç direnci değeri Halep çamı kozalak çözeltisi, en yüksek basınç direnci Sarıçam kozalak çözeltisi ile elde edilmiştir.

Halep çamı, Kızılçam, Karaçam, Fıstıkçamı ve Sarıçam aynı homojenik grupta bulunduğu görülmektedir (Çizelge 3.27).

Çam Türü Kozalakları ile Hazırlanan Çözeltilerin Sarıçam Odununda Toprak Üstünde Kalan Kısımına Ait Basınç Direnci Analizi

Çam türleriyle elde edilen çözeltilerin toprak üstünde kalan kısmından elde edilen örneklerde belirlenen basınç değerlerine ait değerler Çizelge 3.28’de verilmiştir.

Çizelge 3.28 Çam kozalak çözeltilerinde toprak altı kısma ait basınç direnci verileri.

Çözelti	Basınç Direnci (N/mm ²)			
	Ort.	St. Sp.	Max.	Min.
Kızılçam	40,0	8,4	52,3	30,5
Halep çamı	40,7	9,6	56,0	30,0
Karaçam	50,7	7,2	55,1	34,0
Fıstıkçamı	50,9	12,4	64,3	32,2
Sarıçam	48,1	5,9	55,8	39,9

Çizelge 3.28’e göre en yüksek basınç direnci ortalaması 50,9 N/mm² ile Fıstıkçamı kozalak çözeltisi, en düşük basınç direnci ortalaması ise 40,0 N/mm² ile Kızılçam kozalak çözeltisi olmuştur. En yüksek Standart sapma değeri 12,4 ile Fıstıkçamı kozalak çözeltisi, en düşük Standart sapma değeri 5,9 ile Sarıçam kozalak çözeltisi olmuştur. Tüm çam çözeltileri arasında maksimum basınç direnci değeri 64,3 N/mm² ile Fıstıkçamı kozalak çözeltisi, minimum basınç direnci değeri 30,0 N/mm² ile yine Halep çamı kozalak çözeltisi vermiştir.

Çam türlerinin kozalaklarıyla empenye edilmiş ağaç malzemelerin, toprak üstünde kalan kısımlarına ait basit varyans analizi Çizelge 3.29’da verilmiştir. Yapılan analiz sonucu, çam kozalakları çözeltileri ile empenye edilen sarıçam odununun toprak üstünde kalan ağaç malzemedeki basınç direnci üzerinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yani sarıçam odununda basınç direnci üzerinde çam türleri kozalaklarından elde edilen çözeltilerinin bir etkisi olduğu bulunmuştur

Çizelge 3.29 Çam kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun toprak üstü kısmı basınç direncine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P-Değeri (P<%0,05)
Gruplar Arası	4	911,288	227,822	2,813	,040
Gruplar İçi	35	2834,514	80,986		
Toplam	39	3745,803			

Yapılan varyans analizi sonucu hangi çam çözeltilerinin odunun toprak üstünde kalan kısmında basınç direnci üzerinde farklı bir etki yaptığının belirlenmesi amacıyla Tukey testi yapılmıştır. Tukey testi yapılarak farklı grupların tespiti Çizelge 3.30'da verilmiştir.

Çizelge 3.30 Çam kozalak çözeltileriyle emprenyeli sarıçam odununun basınç direncine ait Tukey testi.

Çözelti	Hata Aralığı (0,05)	
	Ortalama Değer	HG
Kızılçam	40,0	A
Halep çamı	40,7	A
Sarıçam	48,0	A
Karaçam	50,7	A
Fıstıkçamı	50,9	A

Çizelge 3.30'da görüldüğü gibi basınç direncine etki eden çam çözeltileri bir homojenik grup meydana getirmiştir. Çam çözeltilerinden en düşük basınç direnci değeri Kızılçam kozalak çözeltisiyle, en yüksek basınç direnci Fıstıkçamı kozalak çözeltisiyle elde edilmiştir.

Kızılçam, Halep çamı, Sarıçam, Karaçam ve Fıstıkçamı kozalak çözeltileri aynı homojenik grupta bulunmuştur (Çizelge 3.30).

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ahşap koruma açısından bakıldığında, arazi testi sonrası önemli bir çürüklük özelliği görülmemektedir. Bu durum toprağın yapısı fiziksel ve biyolojik özellikleri ile yakından ilişkilidir. Çürüme üzerine, sıcaklık, su, toprak türü, bölgesel ve iklim farklılıklarının önemli etkisi vardır. Balçıklı toprak ile birlikte sıcak yağışlı iklimin şiddetli çürüklüğe neden olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, ileriki araştırmalarda farklı toprak türleri ve farklı bölge seçenekleri göz önüne alınmalıdır. Aynı bölgede farklı bir arazide yapılan araştırmada kontrol örnekleri bir yıl içerisinde hızlı bir çürümeye maruz kalırken, CCA ve kreozot ile emprenyeli örneklerde herhangi bir çürüklük zararı tespit edilmemiştir (Sivrikaya, 2003). Çalışmanın yapıldığı alanda toprak türü killi balçık ve toplam azot oranı % 0.36 bulunmuştur. Azot oranı yüksekliği çürüklük artışıyla doğru orantılı bir faktördür. Bu tür çalışmaların daha hızlı şekilde gerçekleştirilmesi ve sonuçların karşılaştırılması açısından laboratuvar ortamında çürüklük testleri de (soil- block culture) gerçekleştirilebilir. Diğer taraftan, farklı mevsim ve dönemlerde de ekstraktiflerin biyosid etkinlikleri üzerine araştırma yapılabilir. Çünkü dört farklı mevsimdeki iklim ve yağış özellikleri de farklılık göstereceğinden topraktaki biyoçeşitliliğin de bu faktörlerden etkileneceği dikkate alınmalıdır.

Yapılan çalışmada, mevcut kozalakların sıcak su da çözünürlüklerinin düşük olduğu görülmektedir. Etkili kimyasal çözücülerle yeni formülasyonlar üzerinde araştırmalar yapılmalıdır. Organik çözücüler olarak metanol, etanol, toluen, benzen, diklorometan ve aseton gibi maddelerle kozalak ekstraktiflerinin çözünürlükleri üzerine geniş şekilde araştırmalar yapılmalıdır. Bu aşamada hemiselüloz gibi besin maddeleri çözeltiden uzaklaştırılmalıdır. Yeni formülasyon denemelerinde aktif kozalak ekstraktiflerinin odunda fiksasyonunun sağlanabilmesi için ilave katkı maddeleri üzerinde de araştırmalar yapılmalıdır. Bunların yanında, kozalak ekstraktiflerinin bireysel kullanımları yanında, birbirleriyle belirli oranlarda karıştırılarak kombine olarak etkinliklerinin ortaya çıkarılması da ayrı bir araştırma konusu olarak ele alınabilir.

Ayrıca, bu ekstraktiflerin laboratuvar ortamında mantar, böcek ve termitlere karşı etkinliği araştırılmalıdır. Mantar testleri için standartlarda belirtilen türlerin denenmesi bu ekstraktiflerin endüstriyel empenye maddeleri ile kıyaslanması açısından önemli sonuçlar verecektir. Bu tür testlerde, beyaz çürüklük mantarı olarak *Trametes versicolor*, esmer çürüklük mantarları olarak *Coniophora puteana*, *Gloeophyllum trabeum* ve *Postia placenta* yaygın kullanılan odun çürüklük mantar türleridir. Bununla birlikte bazı koruyucu maddeler mantarlara karşı tolerans gösterirken böceklere karşı dirençli olamamaktadır. Bu bakımdan, özellikle endüstriyel odun türlerinde yaygın görülen mobilya böceği (*Anobium punctatum*) ve ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*) türleri üzerinde kozalak ekstraktiflerinin denenmesi insektisid özelliklerinin ortaya konulması açısından faydalı olacaktır.

Kozalak çözeltileriyle empenye edilen sarıçam odununda arazi denemeleri sonrası yapılan eğilme direnci ve elastikiyet modülüne göre; en yüksek eğilme direncini Toros Sediri çözeltisi, en düşük eğilme direncini ise Doğu Karadeniz Göknarı kozalak çözeltisi vermiştir. En yüksek elastikiyet modülü Fıstıkçamı kozalak çözeltisi, en düşük elastikiyet modülü ise Doğu Karadeniz Göknarı çözeltileriyle empenye edilen sarıçam odunu vermiştir.

Sarıçam odununun kozalak çözeltileriyle empenyesi ile arazi testleri yapıldıktan sonra uygulanan basınç direncine göre, toprak altında kalan kısımlarda 7 türde (Toros Göknarı, Doğu Karadeniz Göknarı, Doğu Ladini, Kızılcıam, Halep çamı, Karaçam, Kazdağı Göknarı) basınç direnci sarıçam kontrol örneğine göre daha düşük çıkmıştır. Toprak altında kalan kısımlarda en yüksek basınç direnci değeri Sarıçam çözeltisinde çıkmıştır. Bu sonuca en yakın olan değerler Fıstıkçamı, Toros Sediri, Uludağ Göknarı çözelti örneklerinde ortaya çıkmıştır.

Sarıçam odununu göknar türlerinin kozalaklarıyla empenyesi sonucu, yapılan testlerle toprak üstünde kalan kısmın odunun basınç direncinin üzerine etkisinin olduğu bulunmuştur. Toprak üstünde kalan kısımlarda basınç direnci verileri hepsinde sarıçam kontrol örneğine göre daha düşük çıkmıştır. Göknar kozalakları çözeltisi sonucu toprak üstünde kalan kısımlarda en yüksek basınç direnci Uludağ Göknarı, en düşük basınç direnci değeri ise Doğu Karadeniz Göknarı çözeltisi ile bulunmuştur. Göknar kozalakları çözeltisi sonucu toprak altında kalan kısımlarda en yüksek basınç direnci Uludağ Göknarı, en düşük basınç direnci değeri ise Doğu Karadeniz Göknarı çözeltisi ile ortaya çıkmıştır. Göknar kozalaklarıyla empenye edilen sarıçam odununda toprak üstünde kalan kısmın, toprak altında kalan kısma göre basınç direncinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çam türlerinin kozalaklarıyla emprenye edilen sarıçam odunu, toprak üstünde kalan kısımlarında yapılan testlere göre, ağaç malzemenin basınç direnci üzerinde bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Çam kozalaklarıyla emprenye edilen sarıçam odununda toprak üstünde kalan kısımlarda en yüksek basınç direnci Fıstıkçamı, en düşük basınç direnci ise Kızılcım kozalak çözeltisi ile elde edilmiştir.

Çam kozalaklarıyla emprenye edilen sarıçam odunu, toprak altında kalan kısımlarında yapılan testlere göre, ağaç malzemenin basınç direnci üzerinde bir etkisini olduğu belirlenmiştir. Toprak altında kalan kısımlarda birbirleriyle olan ilişkilerini belirlemek için yapılan Tukey testine göre tek bir grup meydana getirdiği belirlenmiştir. Çam kozalaklarıyla emprenye edilen sarıçam odununda toprak altında kalan kısımlarda en yüksek basınç direnci Sarıçam kozalak çözeltisi, en düşük basınç direnci ise Halep çamı kozalak çözeltisi ile olmuştur. Çam kozalaklarıyla emprenye edilen sarıçam odununda toprak üstünde kalan kısmın, toprak altında kalan kısma göre basınç direncinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Kozalak örneklerinde element miktarları belirlenirken ICP-OES kullanılmıştır. Bu sonuçlara göre Berilyum elementi miktarı tüm kozalak türlerinde 0,1 mg/kg'ın altında olduğu belirlenmiştir. Cd elementi en yüksek Doğu Karadeniz Göknaı çözeltisinde çıkmıştır. As elementi bütün kozalak çözeltilerinde düşük değerde çıkmıştır. Hg elementi *Abies equi trojani* çözeltisi hariç tüm türlerde <0,1 değerinde çıkmıştır. Cr elementinde ise en yüksek Toros Sediri, en düşük Fıstıkçamı çözeltilerinde çıkmıştır. Pb elementi en yüksek Uludağ Göknaı çözeltisinde çıkmıştır. Ni elementi Halep çamı çözeltisinde, Se ve Sb elementi bütün çözeltilerde aynı şekilde düşük değerde çıkmıştır. Ba elementi Karaçam çözeltisinde, Co elementi Toros Sediri çözeltisinde, Cu elementi Uludağ Göknaı çözeltisinde, Mo elementi Halep çamı çözeltisinde, Al elementi Sarıçam çözeltisinde, Fe elementi Doğu Karadeniz Göknaı çözeltisinde yüksek çıkmıştır. V elementi ise tüm çözeltilerde düşük değerde çıkmıştır.

Kozalak çözeltileriyle emprenye edilen sarıçam odunlarında yapılan testlere göre en düşük ağırlık artışı Toros Sediri çözeltisinde olmuştur. En yüksek ağırlık artışı ise Halep çamı çözeltisi ile emprenye edilen sarıçam odunu olmuştur. Arazi denemelerinde ise en düşük ağırlık kaybının Fıstıkçamı, en fazla ağırlık kaybı ise Doğu Karadeniz Göknaı çözeltisiyle emprenye edilen sarıçam örneklerinde görülmüştür.

Çalışma sonucunda, emprenyeli örneklerde arazi testi sonrası EN 252 standardına göre çok az ya da hafif tahribat ortaya çıkmıştır. Buna karşılık, sarıçam kontrol örneklerinde yüksek tahribat beklenmesine karşın, orta dereceli tahribat görülmesi ilginç bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada kullanılan arazinin dışında başka bir alanda yapılacak denemeler farklı sonuçlar ortaya çıkarabilir. Çünkü toprağın fiziksel özellikleri, toprakta mevcut azot oranı ve mikrobiyal biyoçeşitlilik ağaç malzemenin dayanımı üzerine en önemli faktörlerdir.

KAYNAKLAR

- Anşin R ve Özkan C** (1993) *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta), Odunsu Taksonlar*. K.T.Ü Orman Fakültesi, Yayın No: 167,19, Trabzon, 512 s.
- Augusta U ve Rapp A O** (2003) The natural durability of wood in different use classes. IRG/WP/03-10457 34th Annual Meeting, Brisbane-Australia, s. 1-16.
- Atalay İ** (1977) *Türkiye’de Çam Türlerinde Tohum Transfer Tejiyonlaması*. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 1, 47 s.
- Baytop T** (1984) *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi*. İ.Ü Eczacılık Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3255, 40, İstanbul, 284 s.
- Berkel A** (1972) *Ağaç Malzeme Teknolojisi, Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 1745/183, Sermet Matbaası, İstanbul, 386 s.
- Bozkurt A Y ve Göker Y** (1986) *Orman Ürünlerinden Faydalanma Ders Kitabı*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3402-379, İstanbul, 432 s.
- Bozkurt A Y, Göker Y ve Erdin N** (1993) *Emprenye Tekniği*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul. Yayın No: 3449, Fakülte Yayın No: 425, İstanbul, 429 s.
- Bozkurt A Y, Erdin N ve Ünligil H** (1995) *Odun Patolojisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3878, Fakülte Yayın No: 432 ISBN 975-404-403-1, İstanbul, 350 s.
- Bozkurt A Y ve Erdin N** (2000) *Odun Anatomisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3878, Fakülte Yayın No: 466, ISBN 975-404-592-5, İstanbul, 346 s.
- Bozkuş H F ve Çoban S** (2006) Kazdağı Göknaarı (*Abies equi-trojani Aschers et Sinten*) ile Toros Göknaarı (*Abies cilicica Carr.*)’nın bazı ekolojik ve silvikültürel özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Kazdağları 2. Ulusal Sempozyumu*, s. 25-30.
- Bruce A ve Palfreyman J W** (1998) *Forest Products Biotechnology*. Taylor & Francis Ltd. ISBN 0-7484-0415-5, London, pp. 326.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Çetin S N, 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*, Cilt: IV, s. 1639-1648.
- Deligöz A ve Gezer A** (2005) Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nın tohum meşcereleri, klonal tohum bahçeleri ve plantasyonlarında kozalak ve tohum özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1: 1-16.
- Dıġrak M, İlçim A ve Alma H K** (1999) Antimicrobial activities of several parts of *Pinus brutia*, *Juniperus oxycedrus*, *Abies cilicia*, *Cedrus libani* and *Pinus nigra*. *Phytotherapy Research*, 13: 584-587.
- Dirol D ve Scaleart A** (1991) Improvement of wood decay resistance by tannin impregnation. IRG/WP/2380, 22nd Annual Meeting, Japan, pp. 1-13.
- EN 252** Testing durability of treated wood according to EN 252 Interpretation of data from Nordic test fields. Nt Techn Report 591, Approved 2006-03, ISSN 0283-7234.
- Findlay W P K** (1985) *Preservation of Timber In The Tropics*. Martinus Nijhoof /DR W. Junk Publishers, ISBN: 90-247-3112-7 Dordrecht, Netherlands, 273 pp.
- Gaebler H** (1982) *Arzneipflanzen in Medizin und Pharmazie*. Verlag Müller und Steinicke, München, 96 pp.
- Giray N** (1994) *Sarıçamın Genel Özellikleri*. 7. Ormancılık araştırma enstitüsü yayınları muhtelif yayınlar, Serisi:67 ISBN:975-7829-17-X.
- Haslberger H ve Fengel D** (1991) Larvae development of the house longhorn beetle in pinewood treated with different beechwood extracts. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 49: 229-234.
- Hedley M E ve Drysdale J A** (1985) Decay of preservative treated softwood posts used in horticulture in New Zealand. I. A national survey to assess incidence and severity of decay. *Material und Organismen*, 20: 35-51.
- Hill R A, Holland P T, Rohitha B H, Parker S, Cooney J ve Kreber B** (1997) Use of natural products in sapstain control. *New Zealand Forest Research Institute, FRI Bulletin*, No: 204, Rotorua, New Zealand, pp. 39-42

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Hutchins R A** (1997) Evaluation of the natural antitermitic properties of aleurites fordii (tung tree) extracts. *Journal of the Mississippi Academy of Science*, 42 (3): 165-172.
- İlçim A, Dığrak M ve Bağcı M** (1997) *Juniperus drupacea* lab. *Morus nigra* ve *Jasminum rutcans*'nin antimikrobiyal etkisi. *Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi*, Kırıkkale, s. 116-121.
- Jenkinson D S ve Ladd J N** (1981) *Microbial Biomass in Soil Measurement and Turnover*. In: Paul EA, Ladds JN (eds), *Soil Biochemistry* 5, Marcel Dekker, New York, 500 pp.
- Kara Ö ve Bolat İ** (2008) Bartın ili orman ve tarım topraklarının mikrobiyal biyokütle Karbon (C_{mic}) ve Azot (N_{mic}) içerikleri. *Ekoloji*, 18: 32-40.
- Kartal S N** (1996) Günümüzde kullanımı önem kazanan emprenye maddeleri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, 42 (3-4): 20-27.
- Kartal S N, Engür M O ve Köse C** (2006) Emprenye maddeleri ve emprenye edilmiş ağaç malzeme ile ilgili çevre problemleri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 56: 17-23.
- Keleş H ve Ayan S** (2007) Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'da farklı tohum kaynaklarının kozalak özelliklerine etkisi. Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, *DOA Dergisi*, 12: 1-40.
- Khan A J, Zouba A A ve Seapy D G** (1986) Antifungal activity from leaves of acacia nilotica against *Pythium aphanidermatum*. *Agricultural Science*, Sultan Qaboos University, College of Agriculture, Yayın No: 130895, pp. 7-11.
- Kossuth S V ve Biggs R H** (1981). Role of apophysis and outer scale tissue in pine cone opening. *Forest Science*, 27: 828-836.
- Kurtoğlu A** (1984) *Ağaç Malzemenin Kimyasal Olmayan Yolla Korunması Olanakları*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 2567, Fakülte Yayın No: 221 ISBN 875-302-201-2, İstanbul, 200 s.
- Kusumoto N, Ashitani T, Hayasaka Y, Murayama T, Ogiyama K ve Takahashi K** (2009) Antitermitic activities of abietane-type diterpenes from taxodium distichum cones. *Journal Chem Ecology*, 35(6): pp. 35-42.
- Kruche P M, Althaus D ve Gabriel J** (1982) *Ökologisches Bauen*. Weisbaden, Berlin; Bauverlag, 360 pp.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Micales J A, Han J S, Davis J L ve Young R A** (1994) Chemical composition and fungitoxic activities of pine cone extractives. In: Llewellyn, G.C., Dashek, W.V.; O'Rear, C.E., eds. Biodeterioration research 4: Mycotoxins, wood decay, plant stress, biocorrosion, and general biodeterioration: *Proceedings of 4th meeting of the Pan American Biodeterioration Society*; 1991 August 20–25; as an electronic symposium. New York: Plenum Press, pp. 317-332.
- Mori M, Aoyama M, Doi S, Kanetoshi A ve Hayashi T** (1997) Antifungal activity of bark of deciduous trees. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 55: 130-132.
- Nzokou P ve Kamdem D P** (2002) Evaluation of extractives from African Padauk (*Pterocarpus soyauxii* Taub.) for protection of non decay resistant species. IRG/WP 02-10419, Biology, Section 1, 33rd *Annual Meeting*, U.K, 22 pp.
- Odabaşı T** (1967) *Lübnan Sediri (Cedrus libani Loud.) nin Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar*. İ.Ü yayınları, 174 s.
- Olteanu M** (1997) *Research on Wood Preservation by Tanning Materials Extracted From Chestnut. Spruce and Fir Trees*, Revista Padurilor, NR: 4., Romania, 112 pp.
- Panshin A J ve De Zeeuw C** (1980) *Textbook of Wood Technology*. Yayın: 14, McGraw-Hill Book, New York, 722 pp.
- Parkinson D ve Coleman D C** (1991) Microbial communities, activity and biomass. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34: 3-33.
- Rayner A D M ve Boddy L** (1988) *Fungal Decomposition of Wood Its Biology and Ecology*. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-10310-1, Chichester, 587 pp.
- Savluchinske-Feio S, Curto M J M, Gigante B ve Roseiro J C** (2006) Antimicrobial activity of resin acid derivatives. *Microbial Biotechnology*, 72: 430-436.
- Schutte W** (1983) *Holzschutz biologisch – konstruktiv oder chemisch*. Gesundes Bauen und Wohnen H, 150 pp.
- Selik M** (1973) *Bitkisel Odun Zararlıları*, İ.Ü Orman Endüstri Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Selik M** (1988) *Odun Patolojisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 3511/377, Taş Matbaası, İstanbul, 136 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Sivrikaya H** (2003) Diri ve Öz Odunun Emprenye Edilebilirliği ve Dayanım Özellikleri. Doktora Tezi, Z.K.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 179 s.
- Sivrikaya H** (2008) Odunun doğal dayanımını etkileyen faktörler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13: 66-70.
- Smith A L, Campbell C L, Walker D B ve Hanover J V** (1989) Extracts from black locust as wood preservatives. Extraction of decay resistance from Black Locust heartwood. *Holzforshung*, 43(5): 293-296.
- Smith E, Williamson E, Zloh M ve Gibbons S** (2005) Isopimaric acid from *Pinus nigra* shows activity against multidrug-resistant and EMRSA strains of *Staphylococcus aureus*. *Phytotherapy Research*, 19: 538-542.
- Sümer S** (1976) Belgrad ormanındaki ağaçlarda çürüklük doğuran önemli mantarlar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, İ.Ü. Yayın No: 2339, O.F. Yayın No:244, 80 s.
- Sümer S** (1986) Başlangıç halindeki odun çürümesinin tespiti için bir yöntem. *İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, 35(3): 37-41.
- Şefik Y** (1965) *Kızılçam Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar*. T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 420: 1-94.
- Şen S, Hafizoğlu H ve Dıġrak M** (2002) Bazı bitkisel ekstraktların fungusit olarak odun koruyucu etkilerinin araştırılması. *K.S.Ü Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5: 99-111.
- Şen S ve Yalçın M** (2009) Hizmet ömrünü tamamlamış emprenyeli ağaç malzemenin çevresel tehditleri ve geri dönüşüm prosesleri. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 4: 1-16.
- Ünalı Ü E ve Toroġlu S** (2009) Studies on antimicrobial activity of pyramidal black pine (*Pinus nigra* ssp. *Pallasiana* var. *pyramidata*). An endemic plant close to become extinct. *Journal of Environmental Biology*, 30 (2): 197-204.
- Var A A** (2009) Jeotermal akışkanlarda potansiyel emprenye maddelerinin miktarı ve bunların ahşap emprenye işlemine uygunluğu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 1: 184-197.
- Vintila E** (1967) Increasing the natural durability of wood impregnation with natural tannins. *Industrial Lake Erie Millennium Network*, 18(7): 256-261.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Wakeling R** (2000) Effect of test site, preservative and wood species on decay type. IRG/WP 00-30248. 31st Annual Meeting Kona, Hawaii 14-19 May, pp. 1-21.
- Walchli Q** (1984) Warum chemisch – biologischer. *Holzschutz Internationaller Holzmarkt* 22: 5-10.
- Weissenfeld P** (1983) *Holzschutz ohne Gift*. Grebenstein Eko-Buchverlag, 250 pp.
- Yaltırık F** (1993) *Dendroloji Ders Kitabı. I. Gymnospermae (Açık Tohumlular)* (2. Baskı). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3443, 386 s.
- Yazıcı H** (2005) Açık hava koşullarının odun dayanımına etkisi. *Z.K.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, 7 (8): 72-79.
- Yıldız Ü C** (2000) *Odun Zararlıları Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Ana Bilim Dalı, Trabzon.
- Yıldız Ü C** (2005) *Odun Koruma Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Ana Bilim Dalı, Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ

Aykut Ergut, 1987 yılında Muğla'nın Milas ilçesinde doğdu. 1993 yılın Ankara'ya taşındı. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da tamamladı. Ankara Kılıçaslan Lisesi'nden 2005 yılında mezun oldu. Aynı yıl Z.K.Ü Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. Bölümden 2009 yılında başarıyla mezun oldu. Aynı yıl Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : 100. Yıl Omorfo Mah.
424. Sok. No: 220/6
BALGAT/ANKARA

Tel : (312) 285 54 75

Cep Tel : (544) 867 41 75

E-posta : aykutergut@hotmail.com