

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

**MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI**

**BORLU BİLEŞİKLERİN ODUNUN BİYOLOJİK DİRENÇ, TUTUŞMA,
HIZLANDIRILMIŞ YAŞLANDIRMA PERFORMANS ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ VE ODUNDAN YIKANMA ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

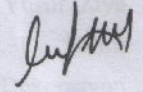
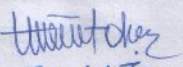
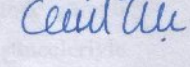
YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHMET TOPGÜL

**EKİM - 2009
MUĞLA**

T.C.
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Doç. Dr. Ergün BAYSAL danışmanlığında Ahmet TOPGÜL tarafından hazırlanan "Borlu Bileşiklerin Odunun Biyolojik Direnç, Tutuşma, Hızlandırılmış Yaşlandırma Performans Özellikleri Üzerine Etkileri ve Odundan Yıkınma Özelliklerinin Belirlenmesi" başlıklı tez 0.4... /..0.9. /..2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.

Başkan	: Doç. Dr. Ergün BAYSAL	İmza	: 
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Hilmi TOKER	İmza	: 
Üye	: Yrd. Doç. Abdullah Cemil İlge	İmza	: 
Üye	:	İmza	:
Üye	:	İmza	:

Ahmet TOPGÜL
MUĞLA - 2009

ÖNSÖZ

Bu çalışma ülkemiz için kullanımları yeni sayılabilecek çinko borat, disodyum oktaborat tetrahidrat ve sodyum pentaborat gibi bazı borlu bileşikler ile yaygın şekilde kullanılan borik asit, boraks ve borik asit-boraks karışımı ile muamele edilen ağaç malzemenin, tutuşma, hızlandırılmış-yaşlandırma, üst yüzey, biyolojik direnç ve yıkanma özelliklerinin belirlenmesi amaçlarına yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü, bu tez çalışmasına finansal destek sağlayarak 'BOREN - 2007 - Ç0123' numaralı projesi olarak desteklediğinden Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü'ne ve borlu bileşiklerin temininde yardımlarını esirgemeyen Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğüne çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışması süresince bana bilgi, tecrübe ve düşünceleriyle yardımcı olan başta danışmanım Doç. Dr. Ergün BAYSAL hocam olmak üzere; bölümümüz öğretim üyesi-dekan vekilimiz Prof. Dr. Yusuf Ziya ERDİL'e, bölüm başkanımız Doç. Dr. Osman GÖKTAŞ'a, Yrd. Doç. Dr. Hilmi TOKER'e, Düzce Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Bölümü hocalarından Yrd. Doç. Cemil İLCE'ye, Muğla Üniversitesi Mantar Araştırma Merkezi'nde görevli Uzm. Ferah YILMAZ'a, Kimya Bölümünde görevli Uzman Dr. Hamdi KARAOĞLU'na ve diğer bütün bilgi, tecrübe ve düşünceleriyle öğrencilerine her zaman yardımcı olmaya çalışan Mobilya Dekorasyon Eğitimi Bölümü hocalarıma, ayrıca LOI tutuşma deneyleri için laboratuvarlarından, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü hocalarından Yrd. Doç. Dr. Aysun CİRELİ ve Arş. Gör. Dr. Bengi KUTLU'ya çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması ve bütün öğrenim hayatım boyunca bana her zaman destek olan aileme yürekten teşekkür ederim.

Ahmet TOPGÜL

MUĞLA - 2009

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
ABSTRACT.....	XIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar/ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Ağaç Malzemenin Üstün Özellikleri.....	2
1.2. Ağaç Malzemenin Olumsuz Özellikleri.....	3
1.2.1. Ağaç malzemenin yanıcı özelliği.....	3
1.2.2. Ağaç malzemenin biyotik (Canlı) faktörler tarafından bozundurulması.....	5
1.2.3. Ağaç malzemenin higroskopik yapısı.....	6
1.2.4. Dış faktörlerin ağaç malzemedede yaptığı bozunma.....	7
1.3. Ağaç Malzemenin Bazı Yüzey Özellikleri.....	14
1.3.1. Renk.....	14
1.3.2. Parlaklık.....	15
1.3.3. Pürüzlülük.....	15
1.3.4. Sertlik.....	18
1.4. Emprenye.....	19
1.4.1. Emprenye maddeleri.....	20
1.4.2. Emprenye maddelerinde aranılan özellikler.....	21
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	23
3. METARYEL ve YÖNTEM.....	28
3.1. METARYEL.....	28
3.1.1. Sarıçam.....	28
3.1.2. Borlu bileşikler.....	31
3.1.3. Kahverengi çürüklük (Esmer çürüklük) mantarı (<i>Postia placenta</i>).....	36
3.2. Yöntem.....	37
3.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması.....	37
3.2.2. Emprenye.....	38

3.2.3. Biyolojik direnç testi (Çürüklük testi).....	40
3.2.4. Sınırlı oksijen indeks testi (Limiting oxygen index test (LOI)).....	43
3.2.5. Hızlandırılmış-yaşlandırma ve üst yüzey testleri.....	45
3.2.6. Yıkanma testi.....	52
3.2.7. Emprenye çözeltilerinin pH ve yoğunluk ölçüm işlemi.....	53
3.2.8. Verilerin değerlendirilmesi.....	55
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	56
4.1. Emprenye Çözeltilerinin pH ve Yoğunluk Değerlerine İlişkin Bulgular.....	56
4.2. Çürüklük Testiyle İlgili Bulgular.....	58
4.3. LOI (Tutuşma) Testiyle İlgili Bulgular.....	63
4.3.1. LOI testi deney örneklerinin retensiyon değerlerine ilişkin bulgular.....	63
4.3.2. LOI testi bulguları.....	64
4.4. Hızlandırılmış Yaşlandırma ve Üstyüzey Testleriyle İlgili Bulgular.....	72
4.4.1. Hızlandırılmış yaşlandırma ve üstyüzey testi deney örneklerinin retensiyon değerlerine ilişkin bulgular.....	72
4.4.2. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen renk değerlerine ilişkin bulgular.....	73
4.4.3. Deney örneklerinin hızlandırılmış-yaşlandırma sonrasında ölçülen renk değerlerine ilişkin bulgular.....	77
4.4.4. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen parlaklık değerlerine ilişkin bulgular.....	80
4.4.5. Deney örneklerinin hızlandırılmış-yaşlandırma sonrasında ölçülen parlaklık değerlerine ilişkin bulgular.....	82
4.4.6. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen pürüzlülük değerlerine ilişkin bulgular.....	83
4.4.7. Deney örneklerinin hızlandırılmış-yaşlandırma sonrasında ölçülen pürüzlülük değerlerine ilişkin bulgular.....	85
4.4.8. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen sertlik değerlerine ilişkin bulgular.....	87
4.4.9. Deney örneklerinin hızlandırılmış-yaşlandırma sonrasında ölçülen sertlik değerlerine ilişkin bulgular.....	89
4.5. Yıkanma Testine İlişkin Bulgular.....	91
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA.....	99
5.1. Öneriler.....	102

KAYNAKLAR.....	104
ÖZGEÇMİŞ.....	111

**BORLU BİLEŞİKLERİN ODUNUN BİYOLOJİK DİRENÇ, TUTUŞMA,
HIZLANDIRILMIŞ - YAŞLANDIRMA PERFORMANS ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ VE ODUNDAN YIKANMA ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Ahmet TOPGÜL

**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

2009

ÖZET

Bu çalışma, borlu bileşiklerle muamele edilen ağaç malzemenin biyolojik direnç, tutuşma, hızlandırılmış yaşlandırma, üst yüzey ve borun odundan yıkanma özelliklerinin belirlenmesi amaçlarına yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, deney örnekleri sarıçam odunundan hazırlanmıştır. Borlu bileşik olarak, borik asit, boraks, borik asit ve boraks karışımı, çinko borat, disodyum oktaborat tetrahidrat ve sodyum pentaborat kullanılmıştır. Testlerden önce deney örnekleri borlu bileşiklerin % 1, % 2 ve % 4'lük sulu çözeltileriyle emprenye edilmiştir. Emprenye işleminden sonra deney örneklerinin biyolojik direnç, tutuşma, hızlandırılmış yaşlandırma, renk, sertlik parlaklık ve pürüzlülük gibi üst yüzey özellikleri ve borun odundan yıkanma özellikleri incelenmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre, borlu bileşiklerle muamele edilen deney örneklerinde çürüklük testi sonucu meydana gelen kütle kaybı değerleri emprenyesiz kontrol örneklerine oranla istatistiksel anlamda daha düşük değerler vermiştir. Genellikle konsantrasyon miktarı arttıkça, kütle kaybı değerlerinde düşüşler gözlemlenmiştir. Tutuşma testi sonuçlarına göre, borlu bileşiklerle emprenye edilen deney örneklerinin LOI (Limiting oxygen index) değerleri muamelesiz (Kontrol)

örneklerine göre daha yüksek değerler vermiştir. Çalışmada borlu bileşiklerle muamele edilen deney örneklerinin sertlik ve parlaklık değerlerinde düşüş, yüzey pürüzlülük değerlerinde ise artış kaydedilmiştir.

Borun odundan yıkanma oranı ilk periyotta yüksek olurken, ileriki yıkanma periyotlarında yıkanan madde (bor) miktarında düşme gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Borlu bileşikler, emprenye, biyolojik direnç, tutuşma, hızlandırılmış yaşlandırma, yüzey karakteristiği, yıkanma testi.

Sayfa adedi : 111

Tez yöneticisi : Doç. Dr. Ergün BAYSAL

**THE EFFECTS OF BORON COMPOUNDS ON DECAY RESISTANCE,
COMBUSTION, ACCELERATED-WEATHERING CHARACTERISTICS OF
WOOD AND DETERMINATION OF BORON LEACHABILITY AFTER
IMPREGNATION**

(M. Sc. Thesis)

Ahmet TOPGÜL

**MUGLA UNIVERSITY
INSTITUTE of SCIENCE and TECHNOLOGY**

2009

ABSTRACT

This study was performed to determine biological resistance, combustion properties, accelerated-weathering properties, surface properties, and leachability of boron after impregnation. Wood specimens were prepared from Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) boric acid, borax, a mixture of boric acid and borax, zinc borate, disodium octaboratehydrate, and sodium pentaborate were used as borates. Before tests, wood specimens were impregnated with aqueous solutions (1 %, 2 %, and 4 %) of borates according to ASTM D 1413–76. Then, biological resistance, combustion, accelerated weathering, some surface properties such as color, glossiness, surface hardness, and surface roughness, and leachability of boron after impregnation were tested.

Decay test results showed that mass loss values of treated wood specimens were lower than untreated wood specimen in significant level. In general, our results showed that the higher concentration levels of borates, the lower mass loss of wood resulted. Limiting oxygen index (LOI) values of treated wood specimens were higher compared to untreated wood specimens. While borate treatment caused decrease

surface hardness and glossiness of wood specimens, it increased surface roughness of wood specimens.

According to leaching test results, In first cycle leaching period, wood readily lost boron content, but it was decreased other cycle leaching periods.

Key words : Boron compounds, impregnation, decay test, accelerated weathering, surface characteristics, leaching test.

The number of the pages : 111

The instructor of the thesis : Associated Professor Ergün BAYSAL

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Fotolitik reaksiyonla lignin yapısında kinon oluşumu (Zhang ve ark., 2000).....	11
Şekil 1.2. Selüloz molekülündeki muhtemel kromoforik grup.....	13
Şekil 1.3. Malzemelerin yüzeyine yapışan bazı cisimler (www.yamasa.com.tr, 2009).....	16
Şekil 1.4. Ra parametresinin şeklen açıklaması.....	16
Şekil 1.5. Rz parametresinin şeklen açıklaması.....	17
Şekil 1.6. Rq parametresinin şeklen açıklaması.....	18
Şekil 3.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i>) ağacının genel görünüşü(www.site.mynet.com, 2009).....	28
Şekil 3.2. Deney çalışmaları kapsamında hazırlanan sarıçam deney örnekleri.....	38
Şekil 3.3. Emprenye işleminde kullanılan emprenye deney düzeneği.....	39
Şekil 3.4. Deney parçalarının kahverengi çürüklük mantarlı besi ortamı olan petri kaplarına yerleştirilmesi.....	40
Şekil 3.5. Kahverengi çürüklük mantarlı besi ortamına yerleştirilen deney örneklerinin inkübatöre koymak için hazır hale getirilmesi.....	41
Şekil 3.6. Kahverengi çürüklük mantarı aşıl原因 örneklerinin inkübatöre konması.....	42
Şekil 3.7. Kahverengi çürüklük mantarının deney (a) ve kontrol (b) örnekleri üzerindeki 6 haftalık gelişimi.....	42
Şekil 3.8. Kahverengi çürüklük mantarının deney (Açık renkli-a) ve kontrol (Koyu renkli -b) örnekleri üzerindeki 12 haftalık gelişimi.....	42
Şekil 3.9. Tutuşma testinde kullanılan oksijen indeks cihazı(a) ve tüpleri(b).....	44
Şekil 3.10. Tutuşma deney örneklerinin referans uzunluklarının işaretlenmesi (a) ve alüminyum folyo ile sarılması (b).....	44
Şekil 3.11. Deney örneklerinin oksijen indeks cihazında tutuşması.....	44
Şekil 3.12. Deney örneklerinin oksijen indeks cihazında tutuşup yanan kısımları.....	45
Şekil 3.13. Deney örneklerinin yaşlandırma makinasına yerleştirilmesi.....	46
Şekil 3.14. Bir deney örneğinin 250 saat yaşlandırma sonrası resmi.....	46
Şekil 3.15. CIELAB – 76 renk sistemi.....	48
Şekil 3.16. Deney örneklerinin X-Rite marka ölçüm cihazında renginin ölçülmesi.....	48
Şekil 3.17. Parlaklık ölçüm cihazı (a) ve deney örneklerinin kalıp yardımıyla	

parlaklığının ölçülmesi (b).....	49
Şekil 3.18. 60° Gloss-metre ölçüm prensibi (Sönmez, 1989).....	50
Şekil 3.19. Deney örneklerinin pürüzlülüğünün ölçülmesi.....	51
Şekil 3.20. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı.....	52
Şekil 3.21. Yıkama deneylerinde kullanılan shake (çalkalayıcı-karıştırıcı) cihazı (a) ve kavonozlarda saf su içerisinde yıkanmaya bırakılmış borlu deney örnekleri(b) verilmiştir.....	53
Şekil 3.22. Emprenye çözeltilerinin hazırlanması.....	54
Şekil 3.23. Emprenyede kullanılan çözeltilerin pH'ının ölçülmesi.....	54
Şekil 3.24. Emprenyede kullanılan çözeltilerin yoğunluğunun ölçülmesi.....	54
Şekil 4.1. Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen pH değerleri.....	57
Şekil 4.2. Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen yoğunluk değerleri.....	57
Şekil 4.3. Sarıçam odunu deney örneklerinin retensiyon değerleri.....	60
Şekil 4.4. Sarıçam deney örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı değerleri.....	60
Şekil 4.5. Sarıçam odunu deney örneklerinin konsantrasyon düzeyinde ağırlık kaybı değerleri.....	62
Şekil 4.6. LOI testi deney örneklerinin retensiyon değerleri.....	64
Şekil 4.7. Deney örneklerinin O ₂ , N ₂ ve LOI değerleri.....	66
Şekil 4.8. Deney örneklerinin alev hali yanma süreleri.....	68
Şekil 4.9. Emprenye maddeleri düzeyinde alev hali yanma süreleri.....	70
Şekil 4.10. Emprenye maddesi konsantrasyonları düzeyinde deney örneklerinin alev hali yanma süreleri.....	71
Şekil 4.11. Hızlandırılmış yaşlandırma ve üstyüzey testi deney örneklerinin retensiyon değerleri.....	73
Şekil 4.12. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen L değerleri.....	75
Şekil 4.13. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen a değerleri.....	75
Şekil 4.14. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen b değerleri.....	76
Şekil 4.15. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen toplam renk değişim değerleri.....	76
Şekil 4.16. Deney örneklerinin 250 saat hızlandırılmış-yaşlandırma sonucu ölçülen toplam renk değişimi değerleri.....	79
Şekil 4.17. Sarıçam odunu deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası pandüllü sertlik değerleri.....	88

Şekil 4.18. Sarıçam odunu deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve sonrası ölçülen pandüllü sertlik değerleri.....	90
Şekil 4.19. Yıkanma testi deney örneklerinin retensiyon değerleri.....	92
Şekil 4.20. BA ile emprenyeli deney örneklerinde 10 döngülük yıkanma testi sonucu yıkanan bor yüzdesi.....	95
Şekil 4.21. BX ile emprenyeli deney örneklerinde 10 döngülük yıkanma testi sonucu yıkanan bor yüzdesi.....	95
Şekil 4.22. BA+BX ile emprenyeli deney örneklerinde 10 döngülük yıkanma testi sonucu yıkanan bor yüzdesi.....	96
Şekil 4.23. DOT ile emprenyeli deney örneklerinde 10 dönülük yıkanma testi sonucu yıkanan bor yüzdesi.....	96
Şekil 4.24. ÇB ile emprenyeli deney örneklerinde 10 dönülük yıkanma testi sonucu yıkanan bor yüzdesi.....	97
Şekil 4.25. SPB ile emprenyeli deney örneklerinde 10 dönülük yıkanma testi sonucu yıkanan bor yüzdesi.....	97

TABLolar / ÇİZELGELER DİZİNİ

Tablo 3.1. Sarıçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt, 1992).	31
Tablo 3.2. Borik asitin kimyasal ve fiziksel özellikleri (www.boren.com.tr, 2009).	32
Tablo 3.3. Boraksın kimyasal özellikleri (www.boren.com.tr, 2009).	33
Tablo 3.4. Disodyum oktaborat tetrahidratın kimyasal ve fiziksel özellikleri (www.etimaden.gov.tr, 2009).	35
Tablo 3.5. Sodyum pentaboratın fiziksel özellikleri (www.etimaden.gov.tr, 2009).	36
Tablo 4.1. Emprenye çözeltilerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen pH ve yoğunluk (d) değerleri.	56
Tablo 4.2. Çürüklük testi deney örneklerinin retensiyon değerleri ve ağırlık kaybı değerleri.	59
Tablo 4.3. Emprenye maddesi ve çözelti konsantrasyonlarının ağırlık kaybına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.	61
Tablo 4.4. Çözelti konsantrasyonu ve ağırlık kaybına ilişkin duncan testi sonucu.	62
Tablo 4.5. Borlu bileşiklerle emprenye edilen sarıçam odunu LOI testi deney örneklerinin emprenye sonrası ölçülen retensiyon değerleri.	62
Tablo 4.6. Borlu bileşiklerle emprenyeli sarıçam deney ve kontrol örneklerinin LOI cihazındaki tutuşma test sonuçları.	65
Tablo 4.7. Borlu bileşiklerle emprenyeli sarıçam deney ve kontrol örneklerinin LOI cihazındaki tutuşma deneyi sonucu oluşan alev hali yanma süreleri.	67
Tablo 4.8. Sarıçam deney örneklerinin emprenye türü ve çözelti konsantrasyonu bazında alev hali yanma süresi çoklu varyans analizi sonuçları.	69
Tablo 4.9. Emprenye maddesi düzeyinde alev hali yanma süresi Duncan testi sonuçları.	69
Tablo 4.10. Emprenye konsantrasyonu düzeyinde alev hali yanma süresi Duncan testi sonuçları.	71
Tablo 4.11. Üst yüzey testi deney örneklerinin retensiyon (tutunma) değerleri.	72
Tablo 4.12. Sarıçam deney örneklerinin emprenye öncesi ve emprenye sonrası ölçülen renk değişim değerleri.	74
Tablo 4.13. Sarıçam deney örneklerinin 250 saat hızlandırılmış- yaşlandırma sonrası ölçülen renk değerleri.	78

Tablo 4.14. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve emprenye sonrası parlaklık ölçümü sonuçları.....	81
Tablo 4.15. Sarıçam deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma sonrası ölçülen parlaklık değerleri.....	82
Tablo 4.16. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve emprenye sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri.....	83
Tablo 4.17. Deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri.....	85
Tablo 4.18. Sarıçam sertlik deney örneklerinin emprenye öncesi ve emprenye sonrası sertlik değerleri.....	87
Tablo 4.19. Deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma sonrası ölçülen sertlik değerleri.....	89
Tablo 4.20. Borlu bileşiklerle emprenye edilen sarıçam yıkanma deney örneklerinin emprenye sonrası hesaplanan retensiyon değerleri.....	91
Tablo 4.21. Bor türü ve çözelti konsantrasyonuna göre bor yıkanma testi sonuçları (ppm).....	93
Tablo 4.22. Bor türü ve çözelti konsantrasyonuna göre yüzde bor yıkanma test sonuçları.....	94

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Tez çalışması kapsamında kullanılan bazı semboller ve kısaltmalar açıklamalarıyla birlikte aşağıda verilmiştir.

α	Anlamlılık Derecesi ($\alpha=0,05$)
A.H.Y.S.	Alev Hali Yanma Süresi
ASTM	American Society for Testing and Materials
BA + BX	Borik Asit + Boraks
BA	Borik Asit
BX	Boraks
cm	Santimetre
ÇB	Çinkoborat
D.Y.B.M. (ppm)	Ppm Düzeyinde Döngüde Yıkanan Bor Miktarı
D.Y.B.Y. (%)	Döngüde Yıkanan Bor Yüzdesi
DOT	Disodyum Oktaborat
E. M.	Emprenye Maddesi
E.Ö.	Emprenye Öncesi
E.S.	Emprenye Sonrası
EN	Avrupa Standardı (European Standards)
g	Gram
HG	Homojenlik Grubu
ISO	International Standard Organization

JIS	Japanese Industrial Standards
Kon.	Çözelti Konsantrasyonu (%)
L, a, b	CIELAB Renk Parametreleri
LOI	Limiting oxygen index
M ₀	Tam Kuru Ağırlık (g)
ml	Mililitre
N ₂	Azot Gazı
Ö.S.	Örnek Sayısı
O ₂	Oksijen Gazı
pH	Sıvıların Asitlik-Bazlık Derecesi
R	Retensiyon (kg/m ³)
R _a	Ortalama Pürüzlülük Parametresi
R _q	Kuadratik Ortalama Pürüzlülük Parametresi
R _z	Maksimum Pürüzlülük Parametresi
SPB	Sodyum Pentaborat
St. Sp.	Standart Sapma
T.Y.B.M. (ppm)	Ppm Düzeyinde Toplam Yıkanan Bor Miktarı
T ₁	Emprenye Öncesi Deney Örneğinin Tam Kuru Ağırlığı (g)
T ₂	Emprenye Sonrası Deney Örneğinin Yaş Ağırlığı (g)
T ₃	Deney Örneğinin Aşılama Öncesi Tam Kuru Ağırlığı (g)

T_4	Deney Örneğinin 12 Hafta Sonrasında Funguslardan Temizlenip, Kurutma Dolabına Konulduktan Sonraki Tam Kuru Ağırlığı (g)
TS	Türk Standardı (Türk Standartları Enstitüsü)
V	Örnek Hacmi (cm ³)
V_0	Tam Kuru Ağırlıktaki Hacim (cm ³)
X	Ortalama
$X^*(\text{ppm})$	Ppm Düzeyinde İlgili (X) Döngüde yıkanan bor miktarı
ΔE	Toplam Renk Değişimi

1. GİRİŞ

Ağaç malzemenin faydalı özellikleri yanında aynı zamanda bazı sakıncalı özellikleri de bulunmaktadır. Bu özelliklerin kullanımda göz önünde tutulması gerekmektedir. Ağaç malzeme doğal halde iken fiziksel, kimyasal ve mekanik tahrip faktörlerine, çürüklük yapan mantarlara, böceklere ve yangına karşı dayanıklı değildir (Berkel, 1972).

Hızla artan ülke ve dünya nüfusuna bağlı olarak ağaç malzeme tüketimi de artmaktadır. Ancak ağaç malzeme kullanımında, değişken atmosferik şartlar altında boyutlarında meydana gelen farklılıklar ile çürüklük, böcek tahribatı, yangın, mekanik darbeler ve diğer zarar verici unsurlara karşı yeterli korumanın sağlanması gerekir (Hafizoğlu ve ark., 1994).

Ağaç malzemenin böcek ve mantarlar etkisiyle bozulması, rutubete bağlı olarak şekil değiştirmesi, yanıcılık ve deforme olma gibi sakıncaları vardır. Bu özellikler kullanım ömrünü sınırlar. Bu sebeple ağaç malzemenin koruyucu kimyasal maddeler ile emprenye edilerek oldukça uzun süre kullanılabilmesi önerilmektedir (Yalınkılıç, 1992).

Odunun korunması, ağacın kesimden son kullanım yerini de içine alan bir süreçte muhtemel zararlı etmenlere karşı önlem alınmasıyla gerçekleşir. Bu önlemler kurutma, uygun depolama ve istifleme gibi teknik önlemlerin yanında kullanım yerine uygun kimyasal maddeler ile emprenye edilmesidir (Winandy ve Morrell, 1990).

Tekniğine uygun koruma ve bu amaçla kullanılan, emprenye ve üst yüzey işlemleri ağaç malzemenin sakıncalı özelliklerinin etkisini en aza indirebilir (Kurtoğlu, 2000).

Genel olarak odunda mikrobiyolojik bozunma odun rutubetinin % 20'nin üstüne çıktığı durumda başlar. Ağaç malzemedeki meydana gelebilecek zararları önlemek ve kullanım ömrünü uzatmak için koruyucu kimyasal maddelerle muamele (emprenye) edilmesi ve ikincil bir işlem olarak iç ve dış koşullara göre korunması ve estetiğinin artırılması önem kazanmaktadır. Kullanım yerinde ulaşacağı denge rutubetine kadar kurutulan ağaç malzemenin boyutlarında önemli bir değişim olmaz (Yalınkılıç, 1993).

Ağaç malzeme, biyolojik fiziksel ve kimyasal faktörlere karşı dayanıklı hale getirilerek kullanım ömrünü uzatmak için, kullanım amacına göre çeşitli kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemlerinden geçirilmektedir. En çok uygulanan koruma yöntemi, ağaç malzemenin kullanım yerine göre uygun bir kimyasal madde seçilerek ekonomik bir uygulama yöntemiyle muamele edilmesidir (Şen, 2001).

1.1. Ağaç Malzemenin Üstün Özellikleri

Gerek masif halde gerekse kompoze ürünlere dönüştürülerek değerlendirilebilen odun, yapısına dıştan fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyokimyasal müdahale olanağı olan ender maddelerdendir. Özgül ağırlığının diğer yapısal materyallere oranla düşük olmasına karşılık, özgül ağırlığına oranla direnci oldukça yüksektir. Alet ve makinelerle kolay işlenir. Isı ve elektriğe karşı yalıtım maddesi olarak kullanılabilirdiği gibi arzu edilen derecede akustik özelliklere de sahiptir (Bozkurt, 1986). Günümüzde ağaç malzemenin 10.000 civarında kullanım yeri bulunduğu bildirilmektedir. Örneğin bina yapımı, mobilya ve dekorasyon işleri, parke, müzik aleti, tel direği, travers olarak masif halde kullanıldığı gibi, kaplama levha, kontrplak, yonga levha, lif levha, kâğıt ve karton üretiminde de kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin bu kadar çok kullanım yeri bulunmasının nedeni, anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşiminden kaynaklanmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997). Ancak, kullanım yerinde ölçü, biçim ve kalite bakımından uygun ağaç malzemenin kullanılması gereklidir (Bozkurt ve Göker, 1986). Bu amaçla, uygun malzeme seçimi, standartların göz önüne alınması, mühendislik, ustalık ve deneyim gibi konuların değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Teknolojik bakımdan çok faydalı özelliklere sahip olan ağaç malzemenin, arzu edilmeyen sakıncalı bir takım özellikleri de bulunmaktadır (Bozkurt ve ark. , 1993).

1.2. Ağaç Malzemenin Olumsuz Özellikleri

1.2.1. Ağaç malzemenin yanıcı özelliği

Ahşap karbon ve hidrojen içeren organik esaslı bir materyal olduğundan yanıcıdır. Kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275 °C' ye çıkarılması gerekmektedir. Bununla birlikte herhangi bir tutuşturucu alev kaynağı varlığında çok daha düşük sıcaklıklarda tutuşarak yanabilmektedir. Yangın hemen her yapıda meydana gelebilecek büyük bir tehlikedir. Hatta yangına karşı en iyi bir şekilde korunmuş olan ahşap yapılarda dahi yangın tehlikesi tamamen ortadan kaldırılamamaktadır. Binalarda yapı şekillerinin yangında önemli etkileri bulunmaktadır. Ağaç yapılar genel olarak üç kategoride toplanırlar (White, 1985).

1. Ağır ve büyük boyutlu ahşap yapılar
2. Orta boyutlu ahşap yapılar
3. Küçük boyutlu hafif ahşap yapılar

Bu yapı sınıflarının içerdiği ahşap elemanların durumuna göre yangının yayılma hızı da değişik olmaktadır. Odunun her ne kadar önemli dezavantajlarından birisi tutuşabilmesi ise de, yanma ancak yanabilen bir materyalin oksijen varlığında yeterli bir ısı etkisinde bırakılması ile gerçekleşir. Oksijen, ısı kaynağı ve yanabilir madde üçlüsünden birinin olmaması durumunda tutuşma olmaz (Kollman ve Cote, 1968).

Bir yapıda yapıyı oluşturan materyallerin yangına dayanıklı olmaları, kazaren çıkmış bir yangını yeterli bir süre izole ederek içerdeki kişilerin dışarıya çıkmalarına, itfaiyenin yetişerek daha ileri zararları önlemesine imkân vermeleri gerekir. Yanmaya karşı direnç, yapının nispeten küçük bölümlere ayrılmış olması durumunda çok daha önem kazanmaktadır. Geniş boşluklarda koridorlar, merdiven sahanlıkları ve çatı aralıklarında alev yayılma hızının engellenmesi önemlidir. Yanmaya karşı en iyi önlemlerden birisi yapıda yeterli kalınlıkta ağaç malzeme kullanmak ve alevin gireceği herhangi bir küçük kusur ve noksanlık (Çatlaklar, keskin kenarlar, sivri uçlar, ayırık ve ince birleştirmeler, ince materyal vb.) bırakmamaktır. Ağaç malzemenin yanabilen bir materyal olduğu bilinmektedir. Yanlış algılanan bir

düşünceyle, ağaç malzeme yerine yapılarda yanıcı olmayan materyallerin kullanılması durumunda yangın emniyetinin sağlanacağı sanılmaktadır. Gerçekte, bilinen en yanmaz yapısal materyal ağır beton bloklar olup, aynı mükemmellikte bir yangın performansı diğer materyallerle sağlanamamaktadır. Bir yapı yangını genellikle yapı içindeki eşyalarla bağlantılıdır. Ağaç malzemenin diğer eşyalara ve yapısal materyallere oranla katkısı ise, gerek boyut, gerekse yer açısından oransal olarak düşüktür. Tümüyle ahşap iskeletli yapılarda bile klasik yapılardakinden sadece 1/3 oranında daha fazla ahşap kullanılmaktadır. Bu yüzden tezyin eşyası ve diğer ev eşyalarından kaynaklanan yangınlarda, yapısal materyallerin yangına direnebilme özelliklerine oranla, ahşabın yanabilirliği sınırlı öneme sahiptir (Yalınkılıç, 1993). Odunun yanabilir olmasına karşın, diğer yapısal materyallere oranla yangına katkısının minimum düzeyde olduğu ve yangının ilk aşamalarında da olsa mükemmel bir direnç özelliği gösterdiği bilinmektedir. Yangının yayılmasına karşı ağaç malzeme yüksek direnç gösterirken, önemli bir tahribat veya direncinde hızlı bir azalma gözlenmemektedir. Karşılaştırma yapılırsa, çelik ergime noktasına ulaştığında aniden çökerken, özellikle çelik kısımları çevreleyen ve demir aksamı içine alan beton meydana gelen gerilim farkından dolayı çatlamakta veya parçalanmaktadır. Beton içindeki demir çubuklar erime noktasına ulaştıklarında yüksek bir gerilme etkisi altında kaldıklarından yapının tümünün çökmesi önlenemez bile büyük ölçüde tahrip olmasına engel olunamamaktadır. Hatta demir ve çelik aksam ergime noktasına ulaşmadan yangının söndürülmesine rağmen, meydana gelen gerilmeler nedeniyle deformasyonların ve ayrılmaların bir süre daha devam ettiği bildirilmektedir (Richardson, 1978).

Ağaç malzeme, yapılarda yapısal malzeme olarak yeterli kalınlıkta masif kullanılması durumunda, yüksek sıcaklık derecelerine ve yangına karşı koyma direnci göstermekte, yüzeyi kömürleştiği halde iç kısımları sağlam kalmakta, taşıma gücünü uzunca süre önemli miktarda koruduğundan söndürme, can ve mal kurtarma faaliyetlerine zaman kazandırmaktadır. Taş ve tuğla gibi yapı materyalleri ise, yüksek sıcaklık derecelerinin etkisi altında ve özellikle yangında kızgın halde üzerine su püskürtüldüğünde çatlamakta ve dayanımını kaybetmektedir (Goldstein, 1973).

Metal iskelet yapıların yangında ani çökmeler göstermesi tehlikesi nedeniyle yangına karşı mücadele ve söndürme işleri ancak yapıların dışından yapılmaktadır.

Metallerle karşılaştırıldığında ağaç malzemenin iç kısımlarda yangın mücadelesi ve can-mal kurtarma şansını artırdığı görülmektedir. Hatta yangın başlangıcında ağaç malzemenin rutubetini kaybetmesine bağlı olarak direnci bir miktar artmakta, yangının söndürülmesinden sonra da bazı ahşap kısımların kömürleşen üst tabaka temizlendikten sonra da kullanılabilirliği bildirilmektedir (Hafizoğlu ve ark., 1994). Ancak bu özelliklerin özellikle yüksek sıcaklıklarda ve küçük boyutlu ahşap malzemelerde yeterli koruma sağlamadığı açıktır.

1.2.2. Ağaç malzemenin biyotik (Canlı) faktörler tarafından bozundurulması

Biyotik faktörler yaşayan canlı organizmalar olup bunların başında; bakteriler, mantarlar, böcekler, termitler, deniz kurtları ve odun arıları gelmektedir. Bunlar ağaç malzemeyi ya doğrudan doğruya besin maddesi olarak kullanırlar ya da onu bozuşturarak kendilerine barınak kurarlar (İlhan, 1999).

Mantar tahribatı yüzeyin su ile ıslanması sonucu oluşur. Mantar tahribatı sonucu tahribatın derecesine göre, ağaç malzemenin anatomik özelliklerinden kimyasal, biyolojik yapısına kadar tüm doğal yapı az yada çok değişime uğrar. Çürüklük mantarı çoğunlukla yeraltı koşullarında, hayvansal zararlılar ise daha çok deniz içi koşullarında, denizel çevrede ise yumuşak çürüklük mantarları ve bakteriler tahribata neden olmaktadır (Peker, 1997).

Odun hammaddesi organik bir madde olduğundan uygun koşullar altında bakteriler, mantarlar, tahripçi böcekler ve oyucu deniz organizmaları gibi biyolojik faktörler tarafından zarara uğratılır. Ancak bazı ağaç türleri diğerlerine göre, bu organizmalar tarafından daha fazla tahribe uğratılmaktadır. Doğada hiçbir ağaç türünün çürümeye karşı bağışıklığı olmamakla beraber bazı ağaç türleri biyotik zararlılara karşı diğerlerinden daha dayanıklıdır. Bununla beraber ağaç malzemenin dayanıklılığı esas itibarıyla kullanım yerindeki şartlara bağlıdır. Örneğin; Mısır piramitlerinde sıcak ve kuru şartlarda bulunan ağaç malzemenin yapılmış lahitler yüzlerce yıl önceden günümüze kadar çürümeden sağlam olarak gelmiştir. Oysaki toprakla temas halinde kullanılan ağaç malzemedede, toprakta sürekli değişen rutubet nedeniyle mikroorganizmaların gelişimi için son derece uygun ortam oluşmakta olup; bu gibi yerlerde kullanılan ağaç malzemenin dayanım özellikleri daha düşük

olmaktadır. Ağaç malzemenin dayanıklılığı, diri odun / özodun oranına da bağlıdır. Genel olarak öz odun içerdiği ekstraktif maddelerden dolayı mantar ve böceklere karşı diri odundan daha dayanıklıdır (Bozkurt ve ark., 1993; Berkel, 1972).

Ağaç malzemenin biyotik faktörlere karşı korunması modern emprenye tekniği yardımı ile uygun metot ve maddenin kullanılmasıyla mümkün olmakta, kalite özellikleri uzun zaman muhafaza edilmek suretiyle kullanım süresi önemli miktarda uzatılabilmektedir (Berkel, 1972).

1.2.3. Ağaç malzemenin higroskopik yapısı

Ağaç malzeme son derece higroskopik bir maddedir. Bağlı nemin yüksek olduğu yerlerde kuru halde iken, bünyesine su almakta, bağlı nemin azalması ile de yaş haldeki odun bünyesinden su kaybetmektedir. Bu su alış verişi ağaç malzemenin boyutlarında değişime neden olmaktadır. Boyutsal değişimler lif yönünde çok az olduğu halde, teğet yönde radyal yönün 1,5-3 katı kadar olabilmektedir. Ağaç malzemenin çeşitli yönlerde farklı çalışması sakıncalı özelliklerinden en önemlisidir. Bu sakınca özellikle parke, uçak ve gemi aksamı, küçük el aletleri, müzik aletleri, mobilya endüstrisi ve ahşap yapılarda kullanılan ağaç malzemede ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca su alma ve verme suretiyle üç değişik yönde farklı genişlemesi, daralması iç gerilmelere sebep olmakta, bunun sonucunda çarpılma, eğilme başlangıçta düzgün olan yüzey, kenar ve profillerin kamburlaşması, çatlama ve ağaç malzemede aralıkların oluşması gibi çeşitli kusurlara yol açmaktadır (Berkel, 1970).

Ağaç malzemenin çalışması ile ilgili meydana gelen sakıncalara karşı çok eski zamandan beri ilgi duyulmuş ve bu sakıncalar önlenmeye çalışılmıştır. Örneğin kullanım yerine uygun ağaç türlerinin seçimi, bazı konstrüksiyonların uygulanması, çeşitli kimyasal maddelerle muamele, kontrplak, kontratabla, yonga ve lif levha gibi malzemeler üretilmesi diğer amaçlar yanında çalışmayı da azaltma çabalarına dayanmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

1.2.4. Dış faktörlerin ağaç malzemede yaptığı bozunma

Ağaç malzemenin işlendikten ve son ürünler haline dönüştürüldükten sonra kullanım yerlerinde kendisi için en sakıncalı sayılabilecek etkenler, dış hava koşulları olarak da nitelendirilen; sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu ve bunların mevsimlere göre değişmesidir (Feist, 1990).

Ahşap malzemeyi bu olumsuz etkilerden kısmen de olsa koruyabilmek için yüzeyleri boya ve verniklerle kaplanmakta böylece ahşap malzemeye hem dış hava koşullarına karşı belli ölçüde dayanıklılık kazandırılırken hem de estetik ve güzel bir görünüm kazandırılması sağlanmış olmaktadır (Yalınkılıç ve ark., 1997).

Dış ortam faktörleri

Oduna dış ortamda zarar veren bir takım etkiler vardır. Dış ortam faktörleri odun yüzeyinde bir takım zararlar verir. Bunlar; nem, yağmur, kar, rutubet, solar radyasyon vb. odun yüzeyinde çok büyük yapısal ve kimyasal değişimler oluştururlar. Aynı zamanda yeni (ileriki) yıllar boyunca yeni hava faktörleri ortaya çıkar ve atmosferik kirlenmeden dolayı da ozon tabakası zayıflar ve zararlı UV ışınları ozon tabakasından dünyaya geçer ve hava kirliliğinin de etkisiyle sülfür dioksit, nitrojen dioksit meydana gelir. Hava faktörleri genel olarak nem, asit tortusu, ışık ve sıcaklık olarak kabul edilir (Williams, 1987).

Rutubet (Nem)

Dış ortama bırakılan odun yüzeyinde değişime sıkça sebep olan ana neden rutubet (nem) dir. Yağmur ve çiğ karşı odun yüzeyi bu maddeyi kapiler hareketle absorbe eder. Odunda su hareketi direkt etkilidir ve bağıl nem absorpsiyonla gittikçe artar. Odunda rutubetin (nem) in yükselmesinden dolayı yüzey ve iç kısmında şiddetli bir şekilde eğrilme ve çatlama meydana gelir (Stalker, 1971; Banks ve Razzague, 1984).

Dış ortama bırakılan odun üzerinde suyun etkisi çok önemlidir. Dış ortama bırakılan sarıçam ve ıhlamur odunlarında 25-65 C°de su iyonlarını kaybederler ve gerilme direnci azalır. 50 C°' den fazla sıcaklıkta odun sertlikleri azalmıştır. İki ay dış ortama bırakılan sarıçam odununda % 10-30 gerilme direnci, % 20-60 oranında sertliğinde azalma olmuştur. İhlamur odununda bu oran büyüktür. % 20-60 gerilme direncinde, % 80' de sertliğinde azalma olur. İlave olarak 18 ay boyunca dış ortama bırakılan sarıçam odununun gerilme direncinde % 60, ıhlamur odununda ise % 80 azalma olmuştur (Banks ve Miller, 1982). Her iki örnek türü de periyodik olarak sertliklerinde oran olarak % 90 azalma olmuştur. Doğal olaylar sonucu fiziksel ve kimyasal yapının bozulmasıyla odunda direnç kaybolur, odun yüzeyinde boya ve diğer koruyucu kaplanmış maddeler odunun bu direnç özelliklerini önemli derecede muhafaza eder (Banks ve Miller, 1982).

Odunda çalışma ve beraberlerinde getirdiği etkiler ile çarpılma, çatlama ve ıslanabilirliği sağlayan benzeri kusurlar rutubet miktarındaki değişikliklerle oluşur. Odunda bu gibi değişiklikler her zaman odunun değişik atmosferik şartlara karşı etkili koruma ve rutubeti engelleyici etkisi bulunmamasından kaynaklanır. Rutubet tesiriyle odun diğer yabancı tesirlere karşı etki altında bulunmaktadır (Banks ve Miller, 1982).

Asit depolama

Bravery ve ark. (1981), yaz aylarında odundaki hava tesiri üzerindeki kesin faktörün, güneşin radyasyon şiddetinin etkisi olduğunu göstermiştir. Hâlbuki kış aylarında sülfürdioksit oranlı hava etkisine maruz yüzey üzerinde artmıştır. Williams (1987), değişik odunlar üzerinde yapmış olduğu çalışmalarda *Ksenon* cihazını kullanarak asidin yüzey erozyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Test örnekleri periyodik aralıklarla *kxenon* cihazında farklı pH derecelerinde sülfürik asit ve nitrik asit ile muameleye tabi tutmuştur. Kontrol grubu ile yapılan karşılaştırmalarda pH = 3'de asit ile muamele görenlerde erozyon % 10, pH = 3,5'de % 4 ve pH = 4 ile muamele edilenlerde erozyon görülmemiştir.

Işık etkisi

Dış ortama bırakılan odunda fotokimyasal bozunma, güneş ışığının da etkisiyle odun yüzeyinde hızlıca meydana gelir. Dış ortama bırakılmış odunda başlangıçta renk değişimi sarımsı ve kahverengi iken gittikçe kül rengine dönüşür. Bu renk değişimleri odun yüzeyindeki hücrelerin lignin yapılarının bozulmasıyla olur (Hon, 1983; Derbyshire ve Miller 1981; Miller, 1980). Yüzeyde değişim tam manasıyla çok ilginçtir. Odunda bu değişim 0,05 – 2,5 mm derinlikte de meydana gelir. Odunda kimyasal değişim güneş ışınlarının özellikle UV ışınlarının etkisiyle olur ve özellikle lignin yapısının tahribata uğramasıyla da sonuç olarak renk değişimi olur (Miller, 1980; Raczkowski, 1980).

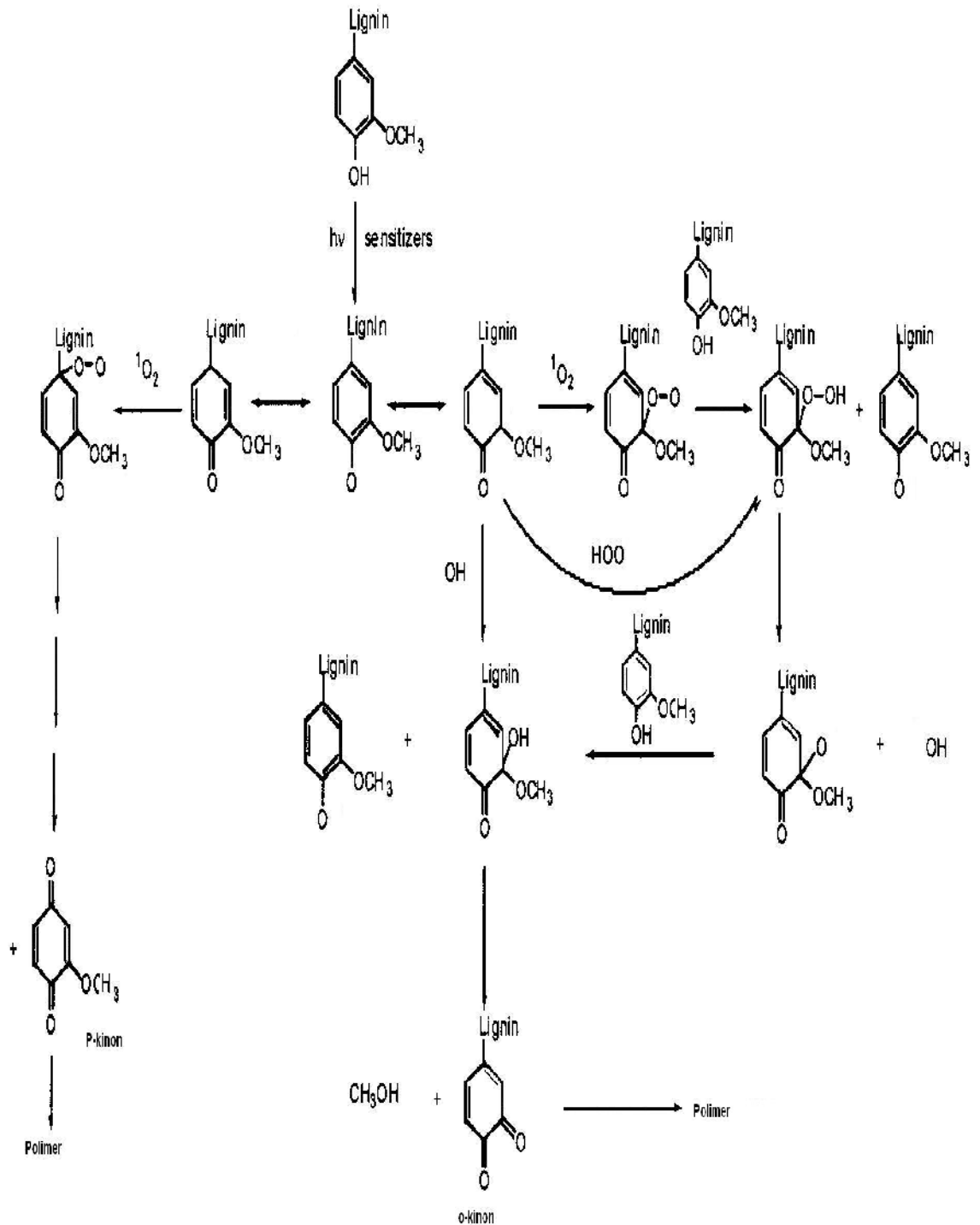
Odunda direnç azalmasıyla ışık arasındaki ilişki; ışık, ligninin polimerizasyon yapısını ve hücre duvarlarını oluşturan bileşenlerin bozunmasına sebep olur. Sonuç olarak odunun mikro yapısı bozunur. Dış ortamda iki önemli faktör güneş ışığı ve su farklı zamanlarda çok büyük etkiler meydana getirirler. Odunun bozunması dış ortamdaki iklimik şartlarla ilgili ve önemlidir. Örneğin dış ortamda odun, ışık etkisine maruz kalırken diğer yandan yüksek nemin, yağmur, çığ, ıslanma ve diğer iklimik şartlar içindedir. Bir araya gelmiş elementlerin hareketi farklı yollarla bozunma yapar, ışık bozunmayı hızlandırır, buda odunu etkiler (Raczkowski, 1980).

Işık etkisi ile ağaç malzeme meydana gelen fiziksel değişimler

Ağaç malzeme yüzeyinde ışık etkisiyle koyulaşma oluşmakta ve bunların etkisiyle makroskopik ve mikroskopik açıklıklar ve çatlaklar oluşmaktadır. Ağaç malzeme yüzeyine yakın kısımlarda hücre çeperi bağlarının dayanımı azalır ve bunun sonucunda bozunum gerçekleşir. Dış hava koşullarının (Weathering) etkisi devam ettiği takdirde bozunmaya uğramış kısımlar yağmur suları tarafından yıkanmakta ve yüzey erozyonu devam etmektedir. İğne yapraklı ağaçlar, yapraklı ağaçlara göre daha hızlı bozunuma uğramaktadır. Dış ortam etkisine bırakılan ağaç malzeme yüzeyindeki ilk değişiklik ağaç malzemenin sararmasıdır. Bekletme süresine bağlı olarak, sararan ağaç malzeme yüzeyi daha sonra ağarmakta ve sonuçta

esmer renge dönüşmektedir. Ağaç malzemedeki renk değişikliği; 300 ile 400 nm dalga boyundaki ultraviyole ışığını absorbe edebilen lignindeki kromoforik grupların modifikasyonu sonucu oluşmaktadır. 396 nm'den daha düşük dalga boyları ağaç malzemenin sararmasında, daha uzun dalga boyları ise ağaç malzemenin ağarmasında etkili olmaktadır. Lignin tarafından ultraviyole ışığının absorplanması, serbest radikal oluşumuna sebep olmaktadır. Bu radikaller, ligninin ve selülozun oksijen varlığında depolimerizasyonuna neden olarak hidroksil karbonil, karboksil ve fenoksi radikali gibi oksitlenmiş radikallerin oluşumuna sebep olmaktadır. Fenoksil radikali ise, hem monomerik hem de oligomerik yapılarıdaki orto ve/veya para kinonların oluşumuna yol açmaktadır (Şekil 1.1). Ağaç malzemedeki oluşan renk değişiminin ise, yüzeylerde bulunan kinonlardan kaynaklandığı belirtilmektedir (Grelier ve ark., 2000; Pastore ve ark., 2004).

Bununla birlikte; ağaç malzemenin ışık ile bozunum olayı o kadar yavaş gelişir ki, ağaç malzeme yüzeyi 100 yılda 6.4 mm bozunuma maruz kalmaktadır. Ağaç malzemedeki yüzey erozyonu, ağaç malzemenin özgül ağırlığına ve hücre çeperi kalınlığına bağlıdır ve genel olarak yüksek özgül ağırlıktaki ağaç malzemedeki bozunma daha yavaştır. Dış ortam etkisiyle oluşan bu bozulmalar uygun işlemler ile durdurulabilir veya azaltılabilir (Feist ve Hon, 1984).



Şekil 1.1. Fotolitik reaksiyonla lignin yapısında kinon oluşumu (Zhang ve ark., 2000)

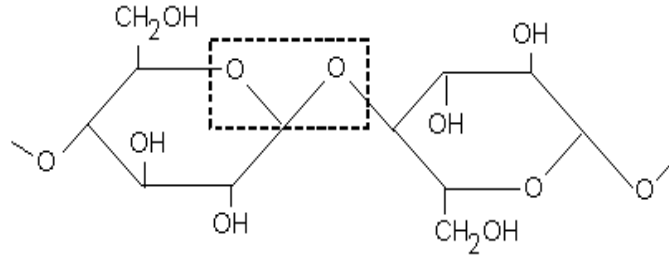
Işık etkisi ile ağaç malzemedeki meydana gelen kimyasal değişimler

Tüm odun bileşenleri, UV ışığının etkisine maruz kalabilmektedir. Ağaç malzemenin UV ışığını absorplama etkisi incelendiğinde ligninin % 80-90, karbonhidratların % 5-20 ve ekstraktiflerin % 2 oranında UV ışığını absorplama kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Ağaç malzemenin ultraviole bozunumu, serbest radikallerin oluşumu ve fenolik hidroksillerin oksidasyonu ile başlamakta ve bunun sonucunda ağaç malzemedeki metoksil ve lignin içeriğinde bir düşme, karboksil ve asidite oranında da bir yükseliş meydana gelmektedir (Liu, 1997; Fenkel ve Wegener, 1984; Feist ve Hon, 1984; Muller ve ark., 2003).

Ağaç malzemenin foto oksidasyonu ve delignifikasyonunun belirlenmesi için yaygın olarak UV-Vis ve Infrared spektrum kullanılmaktadır (Liu ve ark., 1994; Grelier ve ark., 2000; Pandey ve Pittman, 2002; Pastore ve ark., 2004). Ultraviole etkisine bırakılan ağaç malzemenin FTIR spektrum sonuçlarında karbonil gruplarında fazlalaşma görülürken, ligninin absorpsiyon piklerinde kademeli olarak azalma meydana gelmektedir. Karbonil gruplarının yükseliş göstermesi, selüloz ve ligninin oksidasyonu sonucu meydana gelirken, lignin içeriğindeki düşüşün sebebi ise; ligninin ultraviole etkisi ile bozunumu ve çözülebilir bozunma ürünlerinin yağmur etkisi ile ağaç malzeme yüzeyinden uzaklaşması olarak gösterilmektedir (Feist ve Hon, 1984).

Ultraviole ışık etkisine bırakılan selülozun bozunumu ile ağırlık kaybı, α -selüloz içeriği ve polimerizasyon derecesinde azalmalar görülür. Yapılan bir çalışmada, 185 ve 253.7 nm arasındaki dalga boylarında ultraviole etkisine bırakılan selülozun da bozunuma uğradığı tespit edilmiştir. Bu değerden daha düşük dalga boylarında, hidrolitik zincir soyulmasıyla aldehit gruplarının ortaya çıktığı, daha yüksek dalga boylarında ise; oksijen katılmasıyla bozunuma neden olan peroksit gruplarının oluştuğu belirlenmiştir. Ultraviole ışık etkisine bırakılmış selülozun çözünebilir bozunma ürünleri incelendiğinde; glukoz, sellobioz, sellotrioz, ksiloz, ksilo-oligomer, arabinoz ve 3- β -D-glukosiz-D-arabinoz gibi bileşiklerden oluştuğu tespit edilmiştir (Fenkel ve Wegener, 1984). Selülozun uçucu bozunma ürünleri ise; asetaldehit, propinaldehit, metil formia, aseton, metanol, etanol, metan ve etandır. Selülozun ışık bozunumunda karbon-oksijen, karbon-karbon bağlarının ayrılması

için 340-390 kJ/mol bir enerjiye gereksinim duyulmaktadır. Bu enerji seviyesi, 340 ve daha düşük ultraviyole ışığının dalga boylarında (350 kJ/mol) sağlanabilmektedir. Bu dalga boylarında selüloz ve diğer polisakkaritlerde meydana gelen ışık degradasyonunun ve absorpsiyonunun belirlenmesi kolay değildir. Çünkü selüloz 200-400 nm dalga boyu aralığında belirgin absorpsiyon göstermemektedir. Absorpsiyonun meydana geldiği kromoforlar, hidroksil, karbonil, karbonil grupları veya glukoz birimlerindeki C1'de ki asetal grupları olarak kabul görmektedir (Şekil 1.2) (Fenkel ve Wegener, 1984).



Şekil 1.2. Selüloz molekülündeki muhtemel kromoforik grup

Diğer faktörler

Isı, su ve UV ışığı gibi etkili hava olayları faktörü olmasada; sıcaklık artışı fotokimyasal ve oksidatif reaksiyonları artırır. Absorbe edilen suyun donma ve çatlaması da çatlama olayına etkide bulunabilmektedir. Rüzgâr, kum ve çamur gibi elementlerin neden olduğu aşınma ve mekanik olaylar yüzey degradasyonunu önemli ölçüde etkileyebilmektedirler. Kum gibi küçük parçalar yüzey çatlaklarına neden olabilmektedir ve odunun şişme ve çekmesi esnasında bu parçalarla temas lifleri zayıflayabilmektedir. Rüzgârla birlikte bu tip katı parçalar (Kum, çamur vb.) degradasyona neden olmaktadır (Milles ve Elliot, 1981).

1.3. Ağaç Malzemenin Bazı Yüzey Özellikleri

1.3.1. Renk

Renk, dışarıdan doğrudan doğruya göze çarpan ve odun teşhisinde yardımcı olan, estetik ve dekoratif değer bakımından önemli bulunan bir özelliktir (Berkel, 1970).

Odunun rengi, bir ağaç malzeme içinde bile farklı olabilmektedir. Yani ağaç türleri arasında renk farkı bulunabildiği gibi, aynı tür içinde de değişik renkler söz konusudur. Renk lif yapısı ve görünüş özellikleri ile birlikte ağaç malzemenin dekoratif bakımdan kalitesini yükseltmektedir (Bozkurt, 1992).

Odunda renk değişiklikleri güneş ışınları, hava, kimyasal maddeler, su ve su buharı gibi maddelerin etkisi ile olur. Mantarların etkisi ile meydana gelen renk değişimleri veya çürüklük sonunda odun tabii rengini değiştirerek kül rengi, mavi, kahve rengi ile siyah renkler yer alır. Yüksek dağlarda ultraviyole ışınları ile odunun rengi kahverengimsi bir hal alır. Genel olarak kuru odun daha açık, ıslak odun ise daha koyu renktedir (Berkel, 1970).

Rengi çok iyi bir şekilde belirtmek ancak spektrofotometre yardımı ile olabilmektedir. Bu alet herhangi bir yönden yansıyan ışık miktarını kaydederek belli bir spektrumdaki rengi verebilmektedir. Ancak spektrofotometrik renk tayininin pratik yönü bulunmamaktadır (Bozkurt, 1992).

Odunun rengi ağaç türleri ile ilgili olarak beyazımsı renkten siyah renge kadar çok çeşitlidir. Bunları aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür (Bozkurt, 1992).

Beyazımsı : Akçaağaç, Kavak, Huş, Gökmar

Sarı : Şimşir, Limba, Avodire, Abachi, Movingui

Sarımsı kahverengi : Meşe, Kestane, Carya

Kırmızı : Padouk

Kırmızımsı kahverengi : Çam, Melez, Douglas köknarı, Cedrela, Kiraz

Morumsu kahverengi : Karaceviz

Kahverengi : Ceviz, Bubinga

Yeşil : Lale ağacı, Yalancı Akasya

Siyah : Abanoz (Diospyros ebenum)

1.3.2. Parlaklık

Parlaklık, malzeme yüzeyine gelen ışınların yansıma özelliğidir (Örs ve Keskin, 2001).

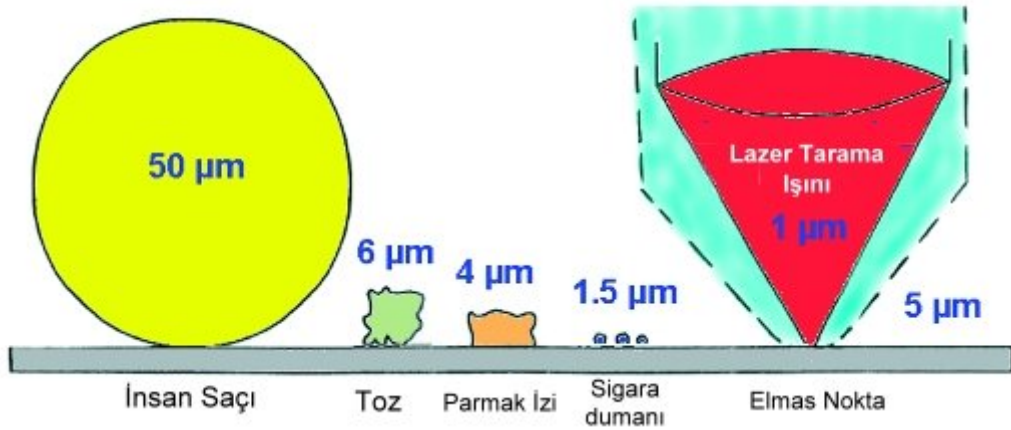
Parlaklık yüzeye gelen ışığın açısı ve yüzeydeki hücre tipine bağlı olarak değişir. Genellikle radyal yüzeyler, teğet yüzeylerden daha fazla ışığı yansıtırlar. Çünkü bu yüzeyde özışını levhacıkları bulunmaktadır. Öz odunda diri odundan daha parlaktır. Yabancı maddeler buna sebep olmaktadır (Bozkurt, 1992).

Ağaç malzemedeki en parlak yüzey özışınlarının levha veya parlak aynalar halinde görüldüğü radyal kesittir. Odun yıllık halkalara teğet yönde daha az parlak olup, enine kesitte parlaklık göstermez. Titrek kavak, elma ve armut öz ışınları parlak olmayıp mattır. Kesitlerinde en fazla parlaklığı sitka ladini (*Picea sitkaensis*) ve kokarağaç (*Ailanthus glandulosa*) verir. Daha az parlak olan ağaçlar kayın, meşe, akçaağaç, dişbudak ve ıhlamurdur. Gürgen (*Carpinus betulus*), armut (*Pirus communis*) ve abanoz (*Diospyros*) mat odunludur (Bozkurt, 1992).

1.3.3. Pürüzlülük

Pürüzlülük, üretim işlemleri sonucunda malzeme yüzeyinde meydana gelen şekil ve dalgalanma hataları dışında, çok küçük ve periyodik olarak tekrarlanan düzensizlikler olarak tarif edilmektedir (Hjort ve Hortog, 1958).

Pürüzlülük ölçümleri μm boyutlarında yapıldığından dolayı en doğru ölçüm için; ölçümü yapılacak örneklerin yüzeyinin Şekil 1.3'teki gibi bazı dış etkilerden korunmasına azami derecede özen gösterilmelidir (www.yamasa.com.tr, 2009). Şekil 1.3'te bazı dış etkiler (cisimler) ve pürüzlülük değerleri verilmiştir.

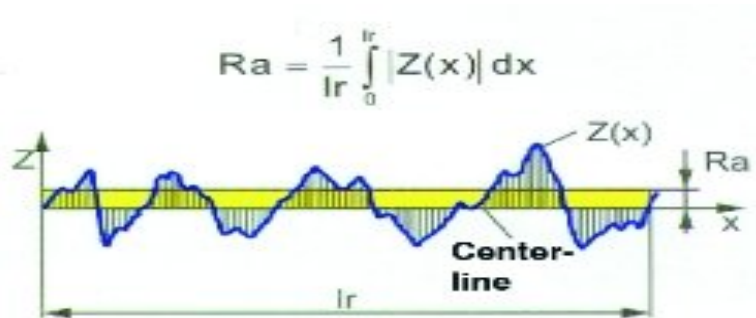


Şekil 1.3. Malzemelerin yüzeyine yapışan bazı cisimler (www.yamasa.com.tr, 2009)

Pürüzlülük parametreleri

Aritmetik ortalama pürüzlülük, Ra (CLA, AA)

TS 6956 DIN EN ISO 4287'ye göre Ra, yüzey pürüzlülük profiline karşılık gelen y koordinatlarının mutlak değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Ra aynı zamanda yüzey pürüzlülüğünün y-koordinatlarının merkez hattında ortalama aritmetik sapmasını tanımlar (Şekil 1.4).

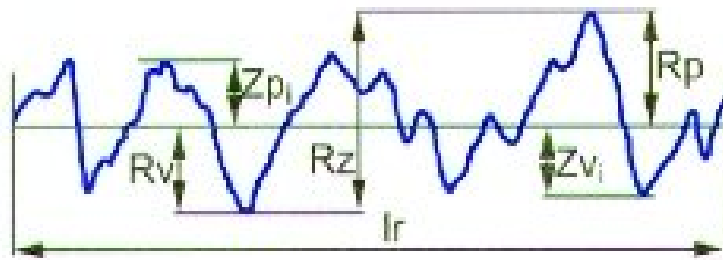


Şekil 1.4. Ra parametresinin şeklen açıklaması

- Ra'nın küçük bir önemi vardır. Profil çıkıntı ve boşluk kesitleri ile ilgili olarak hassasiyet göstermez.
- Ra ölçme bölümü I_r 'ye karşılık gelir,
- Ra biraz istatistiksel bir değerdir,
- Tek giderler hesaba katılmaz,
- USA ve Avrupa da yaygındır,
- Tarihsel olarak, ölçülebilen ilk parametredir (www.yamasa.com.tr, 2009).

Maksimum pürüzlülük derinliği, R_z (CLA, AA)

TS 6956 DIN EN ISO 4287'ye göre yüzey pürüzlülük profilinin verilen ölçü bölümündeki en geniş profil tepesi R_p 'nin yüksekliğine ve en derin profil koyağı R_v derinliğine dayanan değerdir. R_z veya yüzey pürüzlülük profilinin en yüksek ve en düşük noktaları arasındaki dikey mesafe, yüzey pürüzlülüğüne karşılık gelen y-koordinat aralıklarının ölçülmesine yol teşkil eder (Şekil 1.5). Çünkü kural olarak, R_z , beş ölçü bölümü I_r 'nin maksimum pürüzlülük derinliğine dayanan aritmetik ortalaması olarak hesaplanır, bu parametre ortalama pürüzlülüğü ifade eder. R_p düzleme derinliğini ifade eder.



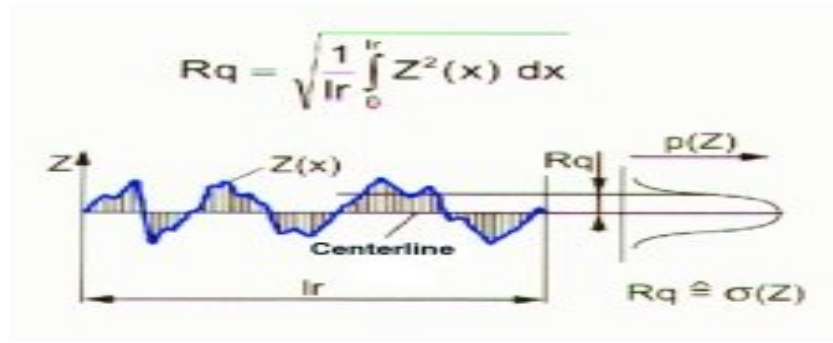
Şekil 1.5. R_z parametresinin şeklen açıklaması

- R_z ölçme bölümü I_r ye karşılık gelir,
- R_z beş ölçme bölümü I_r 'nin ortalamasını verir,
- Sadece giderlerin beşincisi hesaba katılır,

- Rz sıkıştırma veya temaslı alıştırmanın yanı sıra yatak veya sürgülü yüzeyleri ölçmek için kullanılabilir (www.yamasa.com.tr, 2009).

Kuadratik ortalama pürüzlülük, Rq (RMS)

TS 6956 DIN EN ISO 4287'ye göre Rq, yüzey pürüzlülük profiline karşılık gelen y-koordinatlarının kuadratik ortalama değeridir (Şekil 1.6). Rq veya yüzey profilinin y-koordinatlarının merkez hattından ortalama kuadratik sapması, profilin ordinatlarından standart sapmayı ifade ettiği için Ra'dan istatistiksel olarak daha önemlidir.



Şekil 1.6. Rq parametresinin şeklen açıklaması

- Rq ölçme bölümü l_r 'ye karşılık gelir,
- Rq'nun istatistiksel değeri Ra'dan daha büyüktür,
- Rq verilen alana dağıtılmış profil çıkıntılarındaki ve boşluklardaki standart sapmayı ifade ettiği için, yüzey profili hakkında istatistik olarak önemli bilgi sağlar (www.yamasa.com.tr, 2009).

1.3.4. Sertlik

Sertlik, bir cisim içerisine girmeye çalışan daha sert bir cisme karşı gösterilen karşı koymadır. Sertlik statik ve dinamik olmak üzere iki çeşittir. *Statik sertlik*,

yavaş yavaş artan bir basınç ile odun içerisine giren sert bir cisme karşı gösterilen karşı koyma; *Dinamik sertlik*, şok şeklinde tesir eden ve odunun içerisine girmek isteyen sert bir cisme karşı koymadır. Her iki sertlik de ağaç türüne, özgül ağırlığa, odun yapısına (Yıllık halka genişliği, yaz odunu iştirak oranı), ağaçtan alındığı yer, kesit yönü ve odun rutubetine göre değişmektedir (Berkel, 1970).

1.4. Emprenye

Mantarlar, böcekler ve deniz organizmaları şayet herhangi zehirli bir madde ile emprenye edilmemişse oduna arz olarak odunun kullanış değerinin önemli ölçüde azalmasına sebebiyet verirler. Bunun yanında özellikle yangın da adunun kullanış değerinin düşmesine yol açmaktadır. Bazı emprenye metodları vardırki kafi derecede koruyucu değildir. Bununla birlikte bazıları ise önemli derecede dayanıklılığın artmasını sağlarlar. Ancak heriki durumdada odunun kullanılış süresi artmaktadır. Emprenye maddelerinin yeteri kadar mantar ve böcekler için zehirli etkiye sahip olması yanında bunların oduna nüfuz derinliği ile odun tarafından absorbe edilen miktarda önemlidir. Sadece nüfuz kabiliyeti ve derinliği değil, aynı zamanda zehirli maddenin konsantrasyonu zehirlilik etkisi bakımından yeterli olmalıdır. Emprenye edilen maddenin odun içinde yeknesak bir şekilde dağılmış olmasıda diğer faktörler kadar gereklidir. Pratikte bu üç faktörü ölçmek ve emprenyenin etki derecesi hakkında fikir sahibi olmak sorunun esasını teşkil etmektedir (Bozkurt, 1986).

Emprenye, anizotrop bir malzeme olan ağaç malzemenin çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlere karşı korunması amacıyla çeşitli yöntemler kullanılarak yapılan işlemlerdir. Emprenye gerek iç ortam gerekse dış ortam şartlarında önemli kullanım alanına sahiptir. Emprenye işlemini etkileyen faktörler, ağaç malzeme özellikleri, emprenye yöntemi, sıvıların akış yolları, geçit aspirasyonu, geçit yapısı vb.'dir (Bozkurt ve ark., 1993; Berkel, 1972).

Emprenye işlemi günümüzde daha ziyade biyotik zararlılara karşı (mantar, böcek, deniz zararlıları, bakteriler vb.) kullanılmaktadır. Bununla birlikte ağaç malzeme yüzeyinin çeşitli kimyasal emprenye maddeleri kullanılarak UV ışığının bozucu etkilerine karşı koruyucu özellik gösterdiğine ilişkin birçok araştırma

sonuçları bulunmaktadır (Yalınkılıç ve ark., 1999 a; Feist, 1979; Feist ve Williams; 1991; Black ve Mraz, 1974).

Ağaç malzemedede ışık karşısında görülen sararma, grileşme, kahverengi renk oluşumu vb. renk bozulmalarının temel sebebi, ağaç malzemenin UV absorpsiyonu altında hücre çeperinin temel bileşenlerinden ligninin kimyasal yapısının değişmesi olduğu bildirilmektedir (Sönmez, 2002). Günümüzde, ağaç malzemenin UV absorpsiyonu altında ligninin yıkımını önlemek amacı ile birçok kimyasal empenye maddesi kullanılmakla birlikte, özellikle bakır içerikli empenye maddelerinin bozunumu engellemekte daha etkili olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Feist, 1979; Yalınkılıç ve ark., 1999 a; Feist ve Williams, 1991).

1.4.1. Emprenye maddeleri

Yağlı empenye maddeleri

Yağlı empenye maddeleri ıslak mekânlarda kullanılacak ağaç malzemedede suyun hareketini yavaşlatarak mantarların gelişmesini engeller. Ancak yüzeyler yağlı olduğu için ağaç malzemeye boya ve cila sürülemez (Örs ve ark., 2001; TS 344, 1981).

Yağlı empenye maddeleri kömür katranı destilasyonu ve kimyasal toksinlerin çözündürülmesiyle elde edilir. Başlıca yağlı empenye maddeleri; kreozot, karbolineum, maden kömürü katranı, linyit kömürü katranı, odun katranı ve katran yağıdır. En eski ve en yaygın olarak kullanılan yağlı empenye maddesi, kreozottur. Bunun yanında, uçucu maddeler içermesi ve kötü bir kokuya sahip olduğundan kapalı yerlerde kullanılmazlar. Aynı zamanda sıcaklık etkisiyle dışarı sızma yaparlar (Şen, 2001).

Organik çözücülü empenye maddeleri

Bu empenye maddeleri petrol destilasyonu ürünleri olarak elde edilen organik çözücülerde çözülmüş fungusit ve insektisit özellikteki aktif kimyasal maddeden

ibarettir (Şen, 2001). Başlıcaları; pentaklorofenol (PCP), metal naftanetler, bakır naftanet, bakır-8 kinolinolat, çinko naftanetler, organik kalay bileşikleri, organik civa bileşikleri, kloronaftalenler, klorobenzenler, klorlu hidrokarbonlar, sentetik pretroidlerdir. Doğal olarak suda çözünmediklerinden ağaç malzemedeki uzun süreli koruma sağlarlar. Ağaç malzemenin empenye yapılmasından sonra boyama ve tutkallama işlemleri yapılabilmektedir. En önemli sakıncası ağaç malzemenin empenyesinden sonra içerisindeki uçucu çözümlerden dolayı tutuşma tehlikesinin olmasıdır (Bozkurt ve ark., 1993).

Suda çözünen empenye maddeleri

Çok çeşitli olan suda çözünen empenye maddelerinin en önemlileri, bakır/krom/arsenik (CCA), asit/bakır/kromat (ACC), amonyaklı bakır arsenik (ACA), amonyaklı bakır çinko arsenik (ACZA), bakır/krom/bor (CCB), kromlu çinko klorür (CZC), fluor/krom/arsenik/fenol (FCAP), bor bileşikleri (borik asit, disodyum oktaborat tetrahidrat), pentaklorofenol/amonyak/solvent (PAS) tipi empenye maddeleridir (Bozkurt ve ark., 1993).

1.4.2. Emprenye maddelerinde aranılan özellikler

Bütün empenye maddelerinin, ağaç malzemedeki yüzey gerilimini azaltıcı olması, derine nüfuz etmesi ve ağaç liflerine tutunucu olmasının yanında aşağıdaki özellikleri de bulundurması gerekir.

Zehirlilik : Mantar, böcek ve deniz hayvanlarına karşı yeter derecede zehirli olmalıdır. Zehirlilik derecesi en önemli faktör olup diğerlerinden ayrı düşünülmelidir.

Devamlılık : Emprenye maddesi zehirlilik etkisini bir çok yıl devam ettirmelidir. Yağmur ve deniz sularında kolayca yıkanır ve zehirlilik etkisi kalmaz ve ağaç malzeme çürütülür.

Nüfuz Kabiliyeti : Kimyasal maddeler yüzeyde olduğu kadar odunun derinliklerinede nüfuz edebilmelidir. Şayet emprenye maddesinin viskozitesi çok yüksekse veya diğer özellikleri dolayısıyla iyi bir şekilde oduna nüfuz etmesse zehirlilik ve devamlılığının değeri yoktur.

Metallere Etki Yapmamalı : Tesiste kullanılan metal kısımlar etkilenmemelidir. Aksi takdirde bazı emprenye maddelerinde olduğu gibi madeni kısımlar etkilenmekte ve ciddi şekilde mukavemetlerinin azalmasına sebebiyet verilmektedir.

Odunu Tahrip Etmemeli : Benzer şekilde kullanılan koruyucu kimyasal maddelerin gerekli konsantrasyonları karbonhidratlar veya lignine tesir ederse odunun mukavemeti azalacaktır.

İnsanlar İçin Zararlı Olmamalı : Emprenye maddeleri emprenye esnasında, taşımada insanlar için sakıncalı olmamalı ve kullanılış yerinde sağlık için ciddi zararlar meydana getirmemelidir.

Fiyat : Emprenye maddeleri çok pahalı olmak süretiyle büyük emprenye masraflarına sebebiyet vermemelidir. Yeterli miktarda bulunabilmeli ve fiyatı ticari kullanımı engellememelidir.

Yanmaya Dayanıklı Olmalı : Emprenye maddesi yanıcı olmamalı veya odunun yanmasını kolaylaştırmamalıdır. Bazı emprenye maddeleri kafi derecede zehirlidir ve aynı zamanda yanmayı geciktirmektedir (Bozkurt, 1986).

Yıkanma özelliği: Emprenye maddeleri zamanla suda çözünerek ağaç malzemedden uzaklaşır. Bu durum, ağaçmalzeme içerisindeki emprenye miktarının ve ağaç malzeme dayanımının azalmasına neden olur. Emprenye maddelerinin performans değerlerinden biri olan yıkanabilirlik, zehirlilik derecesinden sonra emprenye maddesi için ikinci önemli noktadır. Yıkanmaya direnci yüksek olan bir madde, ağaç malzeme içerisinde uzun süre kalarak kullanım ömrünün artmasını sağlar. Emprenye maddesinin etkisi, emprenye yönteminin etkisi ve çevresel faktörlerin etkisi emprenye maddesinin yıkanılabilirliğini etkileyen önemli unsurlardır (Kılıç, 1998).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Borlu bileşiklerin, ağaç malzemenin biyolojik direnç ve tutuşma-yanma özellikleri üzerine etkisi ile ilgili, literatürde çalışmalar mevcut olmakla birlikte; çalışmaların çoğunluğu özellikle de ülkemizde, borik asit ve boraks gibi borlu bileşikler üzerinde yoğunlaşmıştır. Tez çalışmasında ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılan borik asit ve boraks'ın yanı sıra, kullanımları ülkemiz için yeni sayılabilecek bazı borlu bileşikler (sodyum pentaborat, çinkoborat, disodyum oktaborat tetrahidrat) tez kapsamında denenmiştir. Bunun yanında, tezde kullanılacak borlu bileşiklerin odunun hızlandırılmış-yaşlandırma performans özelliklerine etkisi ve yıkanma özellikleri ile ilgili olarak yapılan çalışmalar sınırlı düzeydedir. Bundan dolayı, gerçekleştirilen tez çalışmasıyla bu alanlardaki literatür boşluğu da doldurulmuş olacaktır. Aşağıda borlu bileşiklerin ağaç malzemenin biyolojik direnç, tutuşma-yanma, üst yüzey ve hızlandırılmış-yaşlandırma performans özellikleri üzerine etkisi ve borun odundan yıkanma özelliklerine ilişkin bazı literatür çalışmaları verilmiştir:

Toker (2007), borlu bileşiklerden borik asit, boraks ve sodyum perborat'ın çeşitli konsantrasyon düzeyinde sulu çözeltileriyle muamele ettiği deney örneklerinde, tam kuru yoğunluk değerlerinin, emprenyesiz (Kontrol) örneğine kıyasla daha yüksek değerler verdiğini bildirmiştir.

Baysal ve ark. (2006), Borlu bileşiklerle muamele edilen ağaç malzemedede, higroskopisite seviyelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, borlu bileşiklerden borik asit (BA), boraks (BX) ve borik asit boraks karışımının % 1, % 2, % 3, % 4, % 5, % 6'lık sulu çözeltileri kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, borik asit boraks karışımının % 1'lik sulu çözeltisi ile emprenye edilen sarıçam odunu deney örneklerinde en düşük higroskopisite değeri elde edilmiştir. Higroskopisiteyi en fazla arttıran madde olarak da borik asit boraks karışımının % 6'lık sulu çözeltisi olduğu tespit edilmiştir.

Baysal (2003), doğal sepi maddeleri ile işlem görmüş sarıçam odununun yanma özelliklerini inceledikleri ASTM 160-50 standartlarına göre gerçekleştirilen çalışmalarında; çalışma sonuçlarına göre, doğal sepi maddelerinin yanma parametreleri (Sıcaklık ölçümleri, yıkılma süresi, ışık yoğunluğu ve örnek kütle

kaybı oranları) üzerine olumsuz etkide bulunduğu sonucuna varmışlardır. Doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odununun yanma özellikleri kontrol örneklerine benzer yada kötü düzeyde gerçekleştiği bildirmişlerdir. Bununla birlikte, doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odununun yanma ile ilgili bazı özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde iyileşme sağlandığını bildirmişlerdir.

Ozaki (1999), furfiril alkol ve çeşitli borlu bileşiklerle muamele ettiği Sugi odunundan hazırlanmış olduğu deney örneklerinin LOI değerlerinin incelemiştir. Test sonuçlarına göre, borlu bileşiklerle empenye edilen deney örneklerinin, muamelesiz kontrol örneklerine oranla tutuşabilmesi için daha fazla oranda oksijene gereksinim duyduklarını bildirmiştir.

Temiz ve ark. (2008), ASTM D 1413-88 esaslarına göre sarıçam ve kızılğaç (*Alnus glutinosa L.*) odunundan hazırlanarak borlu bileşiklerden borik asit, boraks ve ikisinin karışımı ile empenye edilen deney örneklerinin tutuşma ve yangına karşı direnç özelliklerinin araştırılması için yaptıkları çalışmalarında en az kütle kaybının her iki ağaç türündede % 5 borik asit ve boraks (karışımı (1:1) çözeltisiyle empenye edilen deney örneklerinde gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca % 5'lik boraks çözeltisinin alev hali yanma süresi bakımından en etkili işlem olduğunu bildirmişlerdir.

Lee ve ark. (1989), çeşitli yangın geciktirici kimyasallar ile empenye ettikleri, *meranti plywood* örneklerini ASTM D 2863-77 standardına göre LOI (limiting oxygen index) testine tabi tutmuşlardır. Deney sonuçlarına göre, diammonium phosphate ile empenye edilen deney örneklerinde 43.4 ile en yüksek LOI değerini elde etmişlerdir. Araştırmacıların elde ettikleri bu verilere göre, düşük oksijen indeksi seviyesinde tutuşabilen materyallerin yanmaya karşı direncinin az olduğu buna karşılık yüksek oksijen indeksinde tutuşan materyallerin yanmaya karşı direncinin daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Özkaya ve ark. (2007), potasyum karbonat, boraks ve wolmanit gibi üç kimyasal maddenin OSB (Oriented strandbord) odununun yanma karakteristikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için yaptıkları çalışmalarında DIN 4102 standartlarına uygun toplam 56 deney örneği hazırlayarak, bu deney örneklerini daldırma metoduyla potasyum karbonat, boraks ve wolmanit kimyasallarıyla muamele etmişlerdir.

Muamele edilen deney örneklerindeki yanma testlerine tabi tutmuşlardır. Testler sonucu yaptıkları istatistiksel analize göre, kullanılan kimyasallar içerisinde potasyum karbonatla muamele edilen örneklerin geç tutuşma süreleri ve kısa alev hali yanma periyotları dolayısıyla OSB (Oriented strandbord) odununun yanma karakteristiğinin geliştirilmesi (İyileştirilmesi) için en uygun madde olduğu sonucuna varmışlardır.

Malony (1977), ağaç malzeme ve kompozit malzemeleri yangından korumak için kullanılacak en uygun kimyasal maddelerin; borik asit, amonyum fosfat ve borat, amonyum sülfat, çinko klorik, fosforik asit ve sodyum borat olduğunu bildirmiştir.

Baysal (2002), sarıçam odunundan hazırlanan deney örneklerini, borlu bileşikler ve melamin formaldehit reçinesi karışımları ile emprenye etmiş daha sonra deney örneklerinin yanma özelliğini incelemiştir. Deney sonuçlarına göre; borlu bileşiklerin çeşitli tutuşma ve yanma parametreleri açısından, deney örneklerinde önemli iyileşmeler sağladığını bildirmişlerdir.

Levan ve Tran (1991), borik asit ve boraks'ın çeşitli karışım oranlarında birlikte kullanılması durumunda, bireysel olarak kullanılmalarına göre, ağaç malzemenin yanma direncini daha olumlu yönde iyileştirdiklerini bildirmişlerdir.

Baysal ve ark. (2003), vernikleme işlemi öncesi çeşitli borlu bileşiklerle emprenye ettikleri ağaç malzemenin yanma özelliklerini incelemiştir. Deney sonuçlarına göre verniklerin ağaç malzemenin yanmasını artırıcı etkilerinin, vernikleme öncesi borlu bileşiklerle emprenye işlemi ile istatistiksel anlamda önemli derece azaltılabileceğini bildirmişlerdir.

Baysal ve Yalınkılıç (2005), ağaç malzemenin yanmasını geciktirici olarak kullanılan çeşitli borlu bileşiklerin, biyolojik performans özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları ve borlu bileşiklerle emprenye ettikleri Sugi (*Cryptomeria japonica* Don.) odunu deney örneklerini, *Tyromycetes palustris* ve *Coriolus versicolor* mantarlarına maruz bırakmışlar, 12 haftalık çürüklük testleri sonucunda, yanmayı önleyici etkileri bilinen borlu bileşiklerin, aynı zamanda çürüklük mantarlarına karşı, muamelesiz kontrol örneklerine oranla, deney örneklerinde ağırlık kaybını önemli ölçüde azalttığını tespit etmişlerdir.

Yalınkılıç ve ark. (1999 a), borlu bileşiklerden fenilboronik asit ile muamele ettikleri Sugi (*Cryptomeria japonica* Don.) odununu, 12 hafta süre ile *Coriolus*

versicolor ve *Tyromycetes palustris* mantarlarının etkisine bırakmışlar; deney sonuçlarına göre fenilboronik asitin çok düşük konsantrasyonlarda bile, her iki mantara karşı ağaç malzemeyi mükemmel bir şekilde koruduğunu bildirmişlerdir.

Murphy ve ark. (1993), odunu çürüklük mantarlarına karşı korumada % 0,3–0,8 borik asit eşleneğinin (BAE) yeterli koruma sağladığını bildirmişlerdir.

Ozaki ve ark. (2001), çeşitli borlu bileşiklerin katalizörlüğünde *furfiril alkol* ile *Cryptomeria japonica* (Don.) odununu emprenye ettikleri çalışmalarında; borlu bileşiklerin katalizörlüğünde furfiril alkol ile emprenyeli deney örneklerinde kahverengi çürüklük mantarlarından *Fomitopsis palustris*'in neden olduğu ağırlık kayıplarının; sadece furfiril alkol ile muamele edilen deney örnekleri ile karşılaştırıldığında önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir.

Yalınkılıç ve ark. (1999 b), borik asit ile ön emprenye işlemine tabi tuttıkları Japon sediri (*Cryptomeria japonica* D. Don.) odunundan elde edilen örneklerden, stiren ve metilmetakrilat monomerlerini kullanarak odun polimer kompozitlerini elde etmişlerdir. Daha sonra bu örnekleri çürüklük ve yanma testlerine tabi tuttıkları çalışmalarında, borlu bileşiklerin odun polimer kompozitlerinin çürüklük testlerinde önemli derecede iyileşmeler sağladığını tespit etmişlerdir.

Kartal ve ark. (2006), didecyl dimethyl ammonium tetrafluoroborat'ın % 0.5 ve % 1'lik çözeltileri ile muamele ettikleri deney örneklerini, yıkanma testine tabi tuttuktan sonra kahverengi çürüklük mantarlarından *Fomitopsis palustris* ve beyaz çürüklük mantarlarından *Trametes versicolor* ile 12 haftalık inkübasyona bırakmışlardır. 12 haftalık inkübasyon süresinin sonunda, deney örneklerinde her iki çürüklük mantarına karşı yeterli bir korumanın sağlandığı bildirilmiştir.

Temiz ve ark. (2006), sarıçam odununu, 4-methoxytrityl tetrafluoroborate ile muamele ettikleri çalışmalarında, % 1, % 1.5 ve % 2'lik sulu çözeltiler ile muamele edilen deney örneklerinin, *Postia placenta* mantarına karşı 12 haftalık çürüklük testi sonucunda, % 2'den daha az bir ağırlık kaybına uğradığını bildirmişlerdir.

Yalınkılıç ve ark. (1999 c), çeşitli üst yüzey işlem maddelerinin fiziksel performans özelliklerini test ettikleri çalışmalarında, deney örneklerini üst yüzey işlemlerinden önce bakır, krom, bor içerikli emprenye maddeleri ile muamele etmişlerdir. Deney sonuçlarına göre; ön emprenye işlemine tabi tutulan deney

örneklerinin, renk stabiliteleeri ve yüzey sertlik değerleri, emprenye edilmeyenlere göre daha yüksek çıkmıştır.

Furuno (2001), Hinoki odunu hızlandırılmış-yaşlandırma ortamında UV ışını etkisine maruz bırakılmış, polietilen glikol metakrilat ile emprenyeli örneklerde, UV ışınının neden olduğu degradasyonun önemli ölçüde engellenebildiği belirtilmiştir. Polietilen glikol metakrilat ile muamele edilen deney örneklerinde, renk ve parlaklık ölçüm değerleri muamelesiz kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek değerler vermiştir.

Palmere ve Galyon (1991), hızlandırılmış yaşlandırma ortamında, çeşitli borlu bileşiklerle emprenye edilen ağaç malzemenin renk değerlerini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, borlu bileşiklerin ağaç malzemenin renk stabilitesini artırıcı yönde etkilerinin bulunduğunu tespit etmişler; bununla birlikte borlu bileşiklerin renk stabilitesi üzerine etki mekanizmasının tam olarak açıklanamadığını ve konu ile ilgili olarak ilave çalışmalar yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Lloyd ve ark. (1990), borun ağaç malzemedden yıkanmasını önlemek üzere borlu bileşiklere polyol'lere ilave ederek ağaç malzemeyi emprenye etmişlerdir. Oluşan bor/polyol kompleksi sonucu, borun ağaç malzemedden yıkanmasının önemli ölçüde azaltıldığını, fakat oluşan kompleks bileşiklerle muamele edilen ağaç malzemenin çürüklüğe karşı direncinin, borlu bileşiklerle emprenye edilen deney örneklerine oranla daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Yalınkılıç (2000), borlu bileşiklerden borik asit ve fenilboronik asit'in ağaç malzemedden yıkanma oranlarını araştırdığı çalışmasında, fenilboronik asitin, borik asite oranla yıkanmaya karşı çok daha fazla dirençli olduğunu bildirmiştir.

Yalınkılıç ve ark. (1998), borun ağaç malzemedden yıkanmasını engellemek amacıyla, borlu bileşiklerle emprenye işleminin ardından ikincil olarak ağaç malzemeyi çeşitli vinil monomerlerle emprenye ederek, odun polimer kompozitleri elde etmişlerdir. Elde edilen odun polimer kompozitlerinde, borun ağaç malzemedden yıkanması önemli ölçüde giderilirken; ayrıca bor muamelesi ile ağaç malzemenin çürüklük ve termitlere karşı direncinde de önemli derecede iyileşmeler sağlandığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, ikincil emprenye işleminin zaman ve maliyet açısından sorgulanması gerektiği bildirmişlerdir.

3. METARYEL ve YÖNTEM

3.1. METARYEL

3.1.1. Sarıçam

Tez çalışması kapsamında ağaçları ve mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, koloy kurutulup iyi işlenen ve diri odunu iyi emprenye edilen iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) diri odunundan hazırlanan deney örnekleri kullanılmıştır.

Sarıçamın kullanım alanları

Binalarda iç ve dış maksatlarda, pencere doğramalarında, toprak ve su tahkimatında, kaplama levha ve kontraplak üretiminde, mobilyacılıkta, maden direği, tel direği, traves, lif ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır. Ayrıca dikili ağaçlardan (Özellikle kızılçamlardan) reçine elde edilir (Bozkurt, 1992). Şekil 3.1’de sarıçamın genel görünüşü verilmiştir.



Şekil 3.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris*) ağacının genel görünüşü (www.site.mynet.com, 2009)

Sarıçamın yayılış (Yetişme) alanları

Sarıçamın Türkiye'deki yayılış alanları

Kuzey Anadolu'nun doğu kısmı, orta kısmı, step kenarı ve Orta Anadolu olmak üzere 3 ayrı bölgededir. Anadolu'nun doğu kısımlarında Erzurum ve Sarıkamış civarlarında saf ormanlar halinde, Artvin, Rize civarında 2700 m yüksekliğe kadar, Çoruh Irmağı civarı, Sürmene ve Trabzon civarında, Gümüşhane ve Giresun civarında 1000–2000 m yüksekliğe kadar sarıçam yoğun olarak bulunmaktadır. Anadolu'nun diğer sayılan bölgelerinde ise sık ve yoğun gruplar halinde bulunmaktadır (Kayacık, 1954).

Sarıçamın Dünya'daki yayılış alanları

Yeryüzünde doğal olarak 38-70 derece kuzey enlemlerinde yayılmıştır. Yüksek rakımlarda yıllık halkaları dar, deniz seviyesine yakın yerlerde ise geniştir. Yetişme mühidi odunu üzerine çok etki eder (Merev, 1997).

Sarıçamın botaniksel özellikleri

Sarıçam, uygun yetişme muhitinde 20–30 m boy yapabilir. Genç yaşlarda piramit şeklinde, ileriki yaşlarda taç genişleyerek düzensiz bir şemsiye görünümünü alır. Meşcere içinde dalsız, güzel görünüşlü ormancılık bakımından önemli bir ağaçtır. Kabuk sürgünlerde sarımtırak, yaşlı dallar ve gövdenin üst kısmında sarımtırak kırmızı ve ince safihalara ayrılmış gövdenin alt kısımlarında boz kahverengi rengindedir. İnce yapraklar çeşitli yetişme muhitlerine göre değişik uzunluklarda, çok defa 4-5 nadiren de 6-8 cm dir. Yaprakların uçları sert sivri, kenarları çok ince dişli, renkleri mavimtrak yeşil veya boz yeşildir. Yapraklar dal üzerinde helezoni şeklinde sıralanmış yastık üzerinde olup, yaprakları dökülmüş dalların yüzeyleri pürüzlüdür. Kozalaklar saplı, 3–7 cm uzunlukta, sivri yumurta

şeklinde, örtü pulu meyve pulundan çok küçük meyve pulunun uç kısmı odunlaşmış ve huni şeklinde olup, sürre tam ortada bulunmaktadır. Kozalakları aşağıya bakar (Toker, 1960).

Sarıçamın makroskopik özellikleri

Sarıçam genellikle meçcere içinde düzgün gövdeler yapar. Gövdenin enine kesiti çoğunlukla yuvarlak olup, kapalılık durumu bozulmuş meçcerelerde basınç odunu oluşumu ile gövde oval bir şekil alır. Diri odun genişliği yetiştirme muhitine göre değişmektedir. Öz odununun rengi kırmızı ile kahverengi olup, kesimden sonra uzun süre açık havada kalan tomruklarda bu renk daha da koyulaşır. Yaz odununun rengi koyucadır ve geçiş kolayca fark edilir. Reçine enine ve boyuna kesitlerde kolayca görülür. Öz ışınları dar ve yüksek orandadır. Odunu düz, kaba ve uzun lifli, orta ağırlıkta, keskin reçine kokuludur (Kayacık, 1954).

Sarıçamın mikroskopik özellikleri

Sarıçam genellikle bütün Avrupa ve Asya'nın en yaygın türlerinden biridir. Sarıçam odununda, enine kesitte yaz odunu oldukça geniş ve traheid çeperleri, ilkbahar odunundakine karşılık daha kalınca ve lümenler yuvarlak görünüştedir.

Reçine kanallarının durumuna göre yıllık halka şekilleri değişmekte ve kıvrımlı bir durum almaktadır. Reçine kanalları genellikle yaz odununda daha fazla olup 100–150 mikron çapında ve enine kesitte dairesi bir görünüştedir. Öz ışınları genellikle tek sıralı olup, reçine kanallarının olması halinde 2–5 sıralı bir diziliş gösterirler. Traheitlerin teğet çeperlerinde bordürlü geçitlere çok seyrek rastlanılır ve daima tek tek bulunurlar. İlkbahar odununda sayıları oldukça çoktur. Radyal hücre çeperlerinde geçitler 10–18 mikron kadardır. Özışınları, ince çeperli özışını traheitlerinden oluşur. Özışını traheitleri sivri uçlu olup, çoğu kez üç köşelidir. Reçine dolu keseciklere de sıkça rastlanılır (Kayacık, 1954).

Sarıçamın fiziksel ve mekanik özellikleri

Bozkurt'a göre sarıçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri aşağıda Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Sarıçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt, 1992)

Özellikler	Ortalama Değerler
Yoğunluk	$D_0 = 0,49 \text{ gr/cm}^3$
Daralma Yüzdesi	$D_{12} = 0,52 \text{ gr/cm}^3$ $\beta_r = \% 4,0$ $\beta_t = \% 7,7$ $\beta_v = \% 12,15$
E-Modülü	117000 daN/cm ²
Direnç Özellikleri	Eğilme direnci = 980 daN/cm ² Parelel çekme direnci = 1020 daN/cm ² Parelel basınç direnci = 540 daN/cm ² Dinamik eğilme direnci = 3,9 j/ cm ²

3.1.2. Borlu bileşikler

Borik asit

Borik asit kolemanit cevherinden elde edilmektedir. Kolemanit, kalsinasyon fırınına verilmeden önce çeneli ve çekiçli kırıcılarla kırılarak ufalanır. Kalsinasyon fırınında billur suyun bir kısmı depolanır ve pünomatik konveyörle işletmeye sevk edilir. Reaktörler içinde kolemanit, ana çözücü ve sülfürik asitle muamele edilir (Hafizoğlu ve ark., 1994).

$2\text{CaO} + 3\text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 6\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ indisli yaz reaksiyon denkleminde göre çözelti içinde meydana gelen borik asit içerdiği gibis çamurundan tasfiye edilmek üzere filtre edilir ve berrak çözelti kristalizatörlere sevk edilir. Kristalleşen borik asit çözeltilisinden santrifüj edilerek ayrılırken, çözelti yeniden

reaksiyona sokulmak üzere depolanır. Rutubetli borik asit ise kurutulmak üzere kurutucuya gönderilir. Kurutulan borik asit rutubete dayanıklı 10 ve 30'ar kg'lık torbalara konularak arz edilir. Borik asitin kullanım yerleri arasında, seramik, kozmetik, ilaç sanayi, meyvecilik, konservecilik, optik camların yapımı ve emprenye endüstrisi önem arz etmektedir (Hafizoğlu ve ark., 1994).

Tez çalışması kapsamında kullanılan Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğüne ait işletmelerde üretilen borik asitin özellikleri Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Borik asitin kimyasal ve fiziksel özellikleri (www.boren.com.tr, 2009)

Kimyasal İçerikleri ve Özellikleri (Tipik)		
	Normal sülfat	Düşük sülfat
Safılık	99,90% min,	99,90% min,
B ₂ O ₃	56,25% min	56,25% min
SO ₄	500 ppm max	130 ppm max
Fiziksel İçerikleri ve Özellikleri (Tipik)		
Kristal		
Molekül Ağırlığı	61,83	61,83
Özgül Ağırlık	1,435 gr/cm ³	1,435 gr/cm ³
Yığın Yoğunluğu	0,8 gr/cm ³	0,8 gr/cm
Tane Boyutu	+1 mm 4%max	+1 mm 4%max
	-0,060 mm 4% max	-0,060 mm 5% max
Toz		
Molekül Ağırlığı	61,81	-
Özgül Ağırlık	1,435 gr/cm ³	-
Yığın Yoğunluğu	0,7 gr/cm ³	-
Molekül Ağırlığı	61,81 mg,	-

Boraks (Sodyum tetraborat pentahidrat)

Boraks tinkal cevherinden üretilmektedir. Tinkal konsantresi bir paletli besleyici ve elevatörle reaktöre beslenir. Burada ana çözeltisi içinde sıcaklıkta çözünme işlemi tamamlanır. Çözeltinin içerdiği kil, tinkerde floküle edici bir madde ile çöktürüldükten sonra berrak kısım tekrar filtreden geçirilir ve kristallendirilmek üzere kristalizatöre gönderilir. Kristal boraks, ana çözeltisinden santrifüj edilerek

ayrılır. Ana çözelti tekrar reaksiyona sokulmak üzere depolanırken, rutubetli kristaller bir nakil bandına dökülerek kurutmaya sevk edilir (Hafizoğlu ve ark., 1994).

Boraks içerdiği billur suyuna göre dekahidrat, pentahidrat ve anhidir olarak üç tipe ayrılır. Deterjan, sabun, temizlik malzemesi, lehimcilik, kalaycılık, fotoğrafçılık, kozmetik imali, borosilikat cam malzemeler, yalıtım cam pamuğu, porselen ve emaye sanayi, gübre, yangın söndürücü, çimento ve deri endüstrisi, elektrik izolatörleri üretimi, flotasyon maddeleri, tekstil boyaları, insektisitler, emprenye endüstrisi, yapıştırıcı üretimi en çok çeşitli kullanım yerleri arasında sayılabilir (Hafizoğlu ve ark., 1994).

Çalışmada kullanılan Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne ait işletmelerde üretilen boraksın kimyasal özellikleri Tablo 3.3'te verilmiştir

Tablo 3.3. Boraksın kimyasal özellikleri (www.boren.com.tr, 2009)

Kimyasal İçerikleri ve Özellikleri (Tipik)	
Saflık	99.90% min
B ₂ O ₃	47.76% min
Fiziksel İçerikleri ve Özellikleri (Tipik)	
Kristal	
Molekül Ağırlığı	291,35
Özgül Ağırlık	1,815 gr/cm ³
Yığın Yoğunluğu	0,980 gr/cm ³
Tane Boyutu	+1 mm 6 %max
	-0,06 mm 2% max

Çinko borat (2ZnO.3B₂O₃.3,5H₂O)

Çinko borat, son yıllarda alev geciktirici olarak gittikçe artan oranlarda kullanılan ve bünyesinde bor ihtiva eden kimyasal bir maddedir. En yaygın olarak kullanılan çinko borat 2ZnO.3B₂O₃.3,5H₂O'dır. Bununla birlikte bir çok farklı kimyasal formüle sahip çinko boratlar mevcuttur. Çinko boratın belli başlı kullanım alanları aşağıdaki gibidir :

- Çinko boratlar, alev geciktirici, duman bastırıcı, korozyon geciktirici olarak polimerlerde ve kaplamalarda, özellikle PVC, halojenli polyester ve naylonlarda kullanılır.
- Yüksek dehidrasyon sıcaklığına (290-300 °C gibi) sahip olduğu için yüksek sıcaklıklara dayanıklı plastik malzemelerin imalatında yaygın olarak kullanılır.
- Çinko boratlar, kablolarda, yanmaya dayanıklı boyalarda, kumaşlarda, elektrik/elektrotronik parçalarda, yanmaya dayanıklı halı kaplamalarda, otomobil/uçak iç aksamalarında, tekstil ve kağıt endüstrisinde kullanım alanına sahiptir.
- Diğer alev geciktiricilerle karşılaştırıldığında çok daha etkili bir duman bastırıcı olması ve diğer alev geciktiricilere göre daha ucuz olması sebebiyle, bazı alev geciktiriciler yerine tamamen olmasa bile kısmen kullanılır (Örneğin Sb_2O_3 'in kullanıldığı alanlarda kullanılmaktadır).
- Son yıllarda çinko boratın, diğer alev geciktiricilerle farklı uygulamalarda kombine kullanımı gittikçe artmaktadır. Örneğin, çinko borat halojen içeren ve içermeyen sistemlerde $Al(OH)_3$ ve $Mg(OH)_2$ ile birlikte kullanılma özelliğine sahiptir.
- Çinko borat, alev geciktirici olarak kullanılmasının dışında, mantar ve böcek öldürücü olarak ahşap aksamaların korunmasında, bor silikat cam hammaddesi ve seramik sanayiinde erime noktasını düşürücü (flux) olarak da kullanılabilir (www.metalurji.org.tr, 2009).

Çinko boratın kimyasal ve fiziksel özellikleri

Çinko borat, plastik ve kauçuk bileşiklerinde çok fonksiyonlu alev geciktirici katkı maddesi olarak kullanılır. Çinko borat, hidrasyon suyunu 290-300 °C'ye kadar muhafaza ederek yüksek sıcaklıktaki polimer proseslerine olanak sağlar. Böylece sıcak bir polimer şarjına ilave edilebilme özelliği taşır. Çinko borat, birçok polimer sistemin kırılma indisine benzer bir indise sahiptir. Bu nedenle hem düşük pigment yüküne izin verir, hem de yarı şeffaflığı muhafaza eder. Diğer katı polimer katkı

maddelerine benzer yöntemle, yani sıkma (extruders), veya püskürtmeli kalıplama yoluyla ilavesi yapılabilir.

Kullanılan polimerlere ve arzu edilen standartlara uygun olarak çinko borat, kısmi olarak veya tamamen antimon oksit gibi bazı alev durdurucuların yerine kullanılabilir. Antimon oksit ile kullanıldığında daha kuvvetli bir etkiye sahiptir. Halojen içeren sistemlerde alev durdurucu 3,5 suya sahip çinko boratın kullanım seviyesi 100 birim reçine başına 3-25 birim arasında değişirken, halojen içermeyen sistemlerde bu miktar 10-250 birimdir (www.metalurji.org.tr, 2009).

Disodyum oktaborat tetrahidrat (ETİDOT- 67 $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$)

Disodyum oktaborat tetrahidratın başlıca kullanım alanları; yangın söndürücüler, gübreler, tarım ilaçları ve ağaç koruyuculardır (www.etimaden.gov.tr, 2009). Tablo 3.4'te disodyum oktaborat tetrahidratın kimyasal ve fiziksel özellikleri verilmiştir.

Tablo 3.4. Disodyum oktaborat tetrahidratın kimyasal ve fiziksel özellikleri (www.etimaden.gov.tr, 2009)

İçerik	Birim	Değer
B_2O_3	%	67.00 min.
Na_2O	%	14.00 min.
Safiyet	%	99,90 min.

Sodyum pentaborat ($\text{NaB}_5\text{O}_8\cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Sodyum pentaboratın başlıca kullanım alanları; yangın geciktirici ve gübrelerdir (www.etimaden.gov.tr, 2009). Tablo 3.5'te sodyum pentaboratın bazı fiziksel özellikleri verilmiştir.

Tablo 3.5. Sodyum pentaboratın fiziksel özellikleri (www.etimaden.gov.tr, 2009)

Şekil	Beyaz kristal
Zenginleştirme	99% dan % ¹⁰ Boron
Formül	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Özgül ağırlık	1.71 gram/cc (doğal)
Bor içeriği	17.21% @ 99% ¹⁰ B
Termal (n,α)	3837

3.1.3. Kahverengi çürüklük (Esmer çürüklük) mantarı (*Postia placenta*)

Tek tek yada yığın halinde bulunurlar. Taze iken yumuşak ve etsi olup, tadı acıdır. Yarım daire şeklinde yada kremit dizilişlidir. 4-7 x 2-3 cm büyüklüğünde olup, kalınlığı 2 cm dir. Mantarın üstyüzeyi hafif basık, yünsü yapıda ve gençken beyazdır. Olgunlaştığında düz yada radyal fibrilli ve gri veya grimsi kahverengi renklidir. Belirli bir zon bulunmaz yada çok az olabilir. Porları, beyaz yada krem renkli, düzensiz ince duvarlı, mm'de 3-5 tanedir. Tüpleri, hafif dekurrent olup, subsrata doğru devam eder. Hüfleri, kancalıdır ve sistid yoktur. Sporları, dar silindirikten allantoide kadar değişir. Çoğunlukla yaprak döken ağaçların gövdeleri üzerinde yaşarlar (Ellis ve Ellis, 1990).

Esmer çürüklük yapan mantarlar iğne yapraklı ağaçları tercih etmektedirler. Odunu, selülozu hidrolize eden selülaz enzimleri, selülozu etkileyen zitas (zytas) emzimleri ile çürütürler (Şen, 2001).

Bu çürüklükte mantar tarafından odunun sadece selülozu yakılır, lignine dokunulmaz. Mantarın arz olduğu odun, ağırlığından, hacminden, yoğunluğundan, direncinden, özellikle dinamik eğilme direnci ile sertliğinden kaybetmektedir. Geri kalan kısım koyukırmızı kahverenginde, boyuna ve enine yönde küp şeklinde çatlaklı kömürleşmiş görünümünde bir kütle halini almaktadır. Bu kütle hemen hemen ligninden ibaret olup, kolaylıkla ufalanır ve içerisinde mantar hüfleri görülmez (Şen, 2001).

3.2. Yöntem

3.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması

Çalışma kapsamında kullanılan sarıçam odunu, Kuzeybatı Anadolu ormanlarından sonbahar mevsiminde motorlu hızarla kesilip o bölgedeki orman endüstri işletmelerinde kabukları soyulup, kurutulmuş ve biçilerek kereste haline getirildikten sonra (deney için özel seçilerek) sonbahar mevsiminde labaratuara getirilmiştir. Sarıçam deney örnekleri, birinci sınıf ağaç malzemedden, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusurları bulunmayan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış, yıllık halkaları yüzeylere dik (Radyal) gelecek şekilde ve tomruğun yerden 150 cm üstünden diri odun kısımlarından hazırlanmıştır.

Çürüklük testleri için : 15x25x50 mm ebatlarında 180 adet

Tutuşma testleri için : 150x10x0,3 mm ebatlarında 108 tane

Hızlandırılmış-yaşlandırma ve üstyüzey testleri için : 150x75x10 mm ebatlarında 180 adet

Yıkanma testleri için : 20x20x20 mm ebatlarında 180 adet sarıçam deney örneği kesilmiştir.

Hazırlanan deney örnekleri, altı farklı borlu bileşik (Borik asit (BA), Boraks (BX), (1:1) oranında Borik asit (BA) + Boraks (BX), Disodyum oktaborat tetrahidrat (DOT), Çinko borat (ÇB), ve Sodyum pentaborat (SPB)) ve üç farklı bor yüzdesiyle (% 1,% 2, % 4) emprenye edilmiş ve emprenye edilen deney örnekleri, biyolojik direnç, tutuşma, hızlandırılmış yaşlandırma sonrası üstyüzey performans ve odundan yıkanma testlerine tabi tutulmuştur.

Çalışma kapsamında biyolojik direnç, tutuşma, hızlandırılmış-yaşlandırma ve üst yüzey testleri ve yıkanma testleri için hazırlanan sarıçam deney örneklerinden birer tanesi Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Deneysel çalışmalar kapsamında hazırlanan sarıçam deneysel örnekleri

3.2.2. Emprenye

Emprenye işleminden önce tüm örneklerin ağırlıkları 0,01mm duyarlılık analitik terazi ile tartıldıktan sonra 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra tam kuru ağırlıkları $\pm 0,01$ gr duyarlılık analitik terazi yardımıyla ölçülmüştür. Emprenye işlemi ASTM D 1413-76 (ASTM D-1413-76, 1976) esaslarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.3'te emprenye işleminde kullanılan emprenye deneysel düzeneğinin genel görünüşü verilmiştir.



Şekil 3.3. Emprenye işleminde kullanılan emprenye deney düzeneği

Emprenyesi yapılan deney örneklerindeki çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı olan bir ortamda değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüvde bekletilmiştir. Emprenye edilmiş ve tam kuru haldeki örnekler, içerisinde CaCl_2 bulunan desikatörde soğutulduktan sonra $\pm 0,01$ gr duyarlı analitik terazide tartılarak retensiyon miktarları hesaplanmıştır.

Deney örneklerinin retensiyon miktarı (R , kg/m^3) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$R = \frac{G.C}{V} \cdot 10 \text{ kg / m}^3$$

$$G = T_2 - T_1$$

$$T_1 = \text{Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı (g)} \quad V = \text{Örnek hacmi (cm}^3\text{)}$$

$$T_2 = \text{Emprenye sonrası örneğinin ağırlığı (g)} \quad C = \text{Çözelti konsantrasyonu (\%)}$$

3.2.3. Biyolojik direnç testi (Çürüklük testi)

Tez kapsamında çürüklük testi amacıyla kahverengi çürüklük mantarı (*Postia placenta*) kullanılmıştır. Borlu bileşiklerin sarıçamın biyolojik direnç özelliklerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 15x25x50 mm ebatlarında 180 adet deney örneği hazırlanmıştır. Sonra deney parçaları emprenye edilerek retensiyonları hesaplanmıştır. Daha sonra da deney örnekleri kavanozlar içine konarak, 24 saat süre ile otoklavda bekletilerek sterilize edilmiştir. Bu işlem sonrasında örnekler kapaklardan hava almayacak biçimde ekim aşamasına kadar cam kavanozlarda bekletilmiştir. Bu arada 100 ml su içerisine 25g PDA (Patates dekstroz agar) konarak hazırlanan mantar besi maddesi, 15 dakika süreyle otoklavda 120°C de sterilize edilerek hazırlanan 90 mm çaplı steril petri kaplarına 15 ml konulmuştur. Mantar ana kültürlerinden alınan 6x6 mm'lik agar parçaları besi yerinin ortasına inokule (ekildikten) edildikten sonra, 27 °C'de inkübatörde bir hafta süreyle inkübasyona (gelişime) bırakılmıştır. Bir haftalık gelişmiş kültürlerden (agar parçalarından), her bir petri kabındaki besi yerlerine 1 cm çapında olacak şekilde laminar air flow cihazının üstünde (steril ortamda) ekim yapılmıştır.

Şekil 3.4'te deney parçalarının kahverengi çürüklük mantarlı besi ortamı olan petri kaplarına yerleştirilmesi verilmiştir.



Şekil 3.4. Deney parçalarının kahverengi çürüklük mantarlı besi ortamı olan petri kaplarına yerleştirilmesi

Petri kaplarının içine mantar misellerin yerleştirilmesinden (ekilmesinden) sonra iklimlendirme cihazında 27 °C ve % 65 rutubette 7 günlük bekleme süresi içerisinde misellerin kapta üremesi sağlanmıştır.

Bir haftalık bekleme süresi sonunda mantar miselli petri kaplarının içine, çözelti konsantrasyonlarına göre 1'er tane sarıçam deney örneği yerleştirilmiş. Sonrasında petri kaplarının ağzı parafinle hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Daha sonra petri kaplarındaki deney ve kontrol örnekleri inkübatör cihazında 27 °C sıcaklık ve % 65 rutubet ortamında 12 haftalık inkübasyon dönemi boyunca mantar saldırısına tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda deney parçaları inkübatörden çıkarılıp tartılarak meydana gelen ağırlık kayıpları hesaplanmıştır.

Şekil 3.5'te kahverengi çürüklük mantarlı besi ortamına yerleştirilen deney örneklerinin inkübatöre koymak için hazır hale getirilmesi, Şekil 3.6'da kahverengi çürüklük mantarı aşılanan deney örneklerinin inkübatöre konması, Şekil 3.7'de kahverengi çürüklük mantarının deney (a) ve kontrol (b) örnekleri üzerindeki 6 haftalık gelişimi, Şekil 3.8'de kahverengi çürüklük mantarının deney ve kontrol örnekleri üzerindeki 12 haftalık gelişimi verilmiştir.



Şekil 3.5. Kahverengi çürüklük mantarlı besi ortamına yerleştirilen deney örneklerinin inkübatöre koymak için hazır hale getirilmesi



Şekil 3.6. Kahverengi çürüklük mantarı aşılanan deney örneklerinin inkübatöre konması



a)

b)

Şekil 3.7. Kahverengi çürüklük mantarının deney (a) ve kontrol (b) örnekleri üzerindeki 6 haftalık gelişimi



a)

b)

Şekil 3.8. Kahverengi çürüklük mantarının deney (Açık renkli-a) ve kontrol (Koyu renkli-b) örnekleri üzerindeki 12 haftalık gelişimi

Çürüklük testleri sonucu deney ve kontrol örneklerinde meydana gelen ağırlık kayıpları aşağıdaki eşitliğe (formüle) göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = (100 (T_{3W} - T_4) / T_{3W})$$

T_{3W} : Emprenyeli örneklerin iklimlendirme sonrası ağırlığı

T_4 : Deney parçalarının funguslardan temizlenip, etüve konulduktan sonraki ağırlıkları

3.2.4. Sınırlı oksijen indeks testi (Limiting oxygen index test (LOI))

Tutuşma (LOI) testi için, ASTM D 2863-77 (ASTM-D 2863-77, 1977) esaslarına uygun 150x10x0,3 mm ebatlarında 108 adet deney örneği ve 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan deney örnekleri önce emprenye edilmiş, sonrasında emprenye edilen deney örnekleri LOI cihazında tutuşma testlerine tabi tutulmuştur.

Testlerden elde edilen verilerin oksijen indeksi aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$n (\%) = (100 \times O_2) / (O_2 + N_2)$$

$n (\%)$: LOI (oksijen indeksi)

N_2 : Belirlenmiş olan azot konsantrasyonu ($cm^3 / san.$).

O_2 : Belirlenmiş olan azot konsantrasyonuna göre bulunmuş oksijen konsantrasyonu ($cm^3 / san.$).

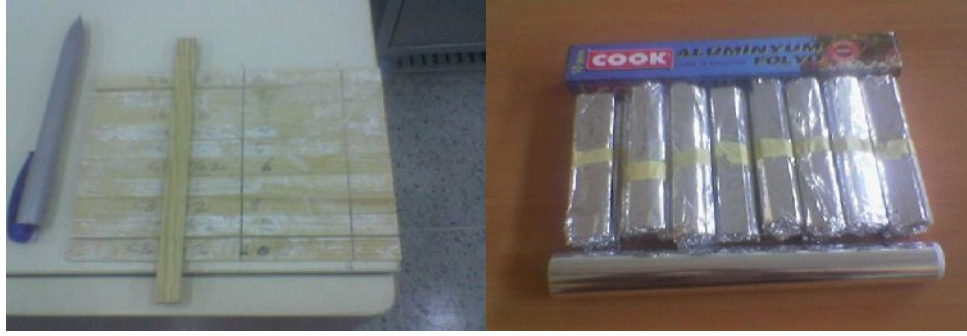
Şekil 3.9'da tutuşma testinde kullanılan oksijen indeks (LOI) cihazı (a) ve tüpleri (b), Şekil 3.10'da tutuşma deney örneklerinin referans uzunluklarının işaretlenmesi (a) ve alüminyum folyo ile sarılması (b), Şekil 3.11'de deney örneklerinin oksijen indeks cihazında tutuşması, Şekil 3.12'de deney örneklerinin oksijen indeks cihazında tutuşup yanan kısımları verilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 3.9. Tutuşma testinde kullanılan oksijen indeks cihazı (a) ve tüpleri (b)



(a)

(b)

Şekil 3.10. Tutuşma deney örneklerinin referans uzunluklarının işaretlenmesi (a) ve alüminyum folyo ile sarılması (b)



Şekil 3.11. Deney örneklerinin oksijen indeks cihazında tutuşması



Şekil 3.12. Deney örneklerinin oksijen indeks cihazında tutuşup yanan kısımları

3.2.5. Hızlandırılmış-yaşlandırma ve üst yüzey testleri

Hızlandırılmış-yaşlandırma

Hızlandırılmış yaşlandırma ve üst yüzey performans testleri için TS 2470 (TS 2470, 1976) ve TS 53 (TS 53, 1981) esaslarına göre 150x75x10mm ebatlarında 180 adet deney örneği ve 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır. Deney örnekleri hızlandırılmış-yaşlandırma ortamında ASTM G-53 (ASTM G-53, 1996) standardına göre hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutulmuştur. Hızlandırılmış-yaşlandırma işleminde deney örnekleri önce 8 saat süreyle UV ışık şiddetine arkasından 4 saat süreyle kondenzasyon işlemine tabi tutularak 250 saat işlem sonunda deney tamamlanmıştır. 250 saatlik işlem sonunda deney örneklerinin yüzey sertlik değerleri, renk değişim değerleri, parlaklık değerleri ve yüzey pürüzlülük değerleri her bir test ve kontrol grupları için belirlenmiştir. Şekil 3.13'te deney örneklerinin yaşlandırma testlerine tabi tutulduğu test makinesine yerleştirilmesi ve Şekil 3.14'te 250 saat yaşlandırma sonrası bir deney örneğinin resmi verilmiştir.



Şekil 3.13. Deney örneklerinin yaşlandırma makinasına yerleştirilmesi



Şekil 3.14. Bir deney örneğinin 250 saat yaşlandırma sonrası resmi

Üst yüzey testleri

Renk testi

Renk ölçümleri ASTM-D 2244-02 (ASTM-D 2244-02, 2003) esaslarına göre belirlenmiştir. Renk ölçümleri, deney örnekleri iklimlendirme cihazında % 12 rutubete getirilerek deneylere hazır hale getirilmiştir. Şekil 16'da kalibresi yapılmış

olan ölçüm kalıbıyla birlikte görülen X-Rite marka renk ölçüm cihazında empenye öncesi ve empenye sonrası renk değerleri ölçülerek, renk değişimleri belirlenmiştir.

Sonuçlar, ISO 7724–2 (ISO, 1984) standartları göre değerlendirilmiştir. ISO 7724–2 standardında elde edilen renk değerlerinden L; Şekil 3,15’de görülen renk koordinat sisteminde, 0 – 100 aralığındaki ışık değerini, a ve b değerleri ise; sayısal olarak + ve – yönlerindeki renk değerlerini ifade eder. Çalışmada renk ölçümü yapılmadan önce, cihaz kendi kalibrasyon plakasında kalibre edilmiştir. Cihazın kalibrasyon plaka değerleri ise;

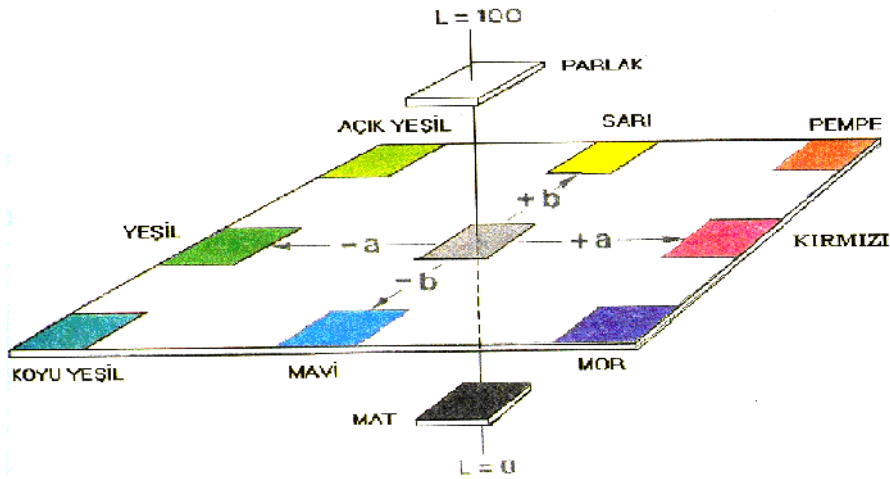
$$L^* = 95,39 \quad a^* = -0,87 \quad b^* = +1,41 \text{ 'dir.}$$

Renklerde meydana gelen değişiklikler ISO 7724–2 standardına göre aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

$$\Delta L^* = L^*_f - L^*_i \quad \Delta a^* = a^*_f - a^*_i \quad \Delta b^* = b^*_f - b^*_i$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

ΔL^* , Δa^* ve Δb^* değerleri; renklerin ilk hali (i) ile son hali (f) arasında oluşan değişiklikleri belirten değerlerdir. ΔE^* ise, renklerin L, a ve b yönlerinde meydana gelen toplam renk değişikliklerini belirten bir parametredir. Burada en büyük değer, en yüksek renk değişimini göstermektedir. Şekil 3.15’de CIELAB – 76 renk sistemi ve Şekil 3.16’da deney örneklerinin X-Rite marka ölçüm cihazında renginin ölçülmesi verilmiştir.



Şekil 3.15. CIELAB – 76 renk sistemi

Şekil 3.15 incelendiğinde a değerleri pozitif yönde arttıkça rengi ölçülen örneğin rengi kırmızılaşırken, a değerleri negatif yönde azalırken rengi ölçülen örneğin rengi kırmızı tonlardan uzaklaşarak yeşile dönmektedir. Benzer şekilde b değerlerinde pozitif yönde arttıkça rengi ölçülen örneğin rengi sarılaşırken, b değerleri negatif yönde azalırken rengi ölçülen örneğin rengi sarı tonlardan uzaklaşarak maviye dönmektedir. Ayrıca rengi ölçülen örneğin rengi L değeri sıfıra (0) yaklaştıkça matlaşmakta yüze (100) yaklaştıkça örneğin rengi açılarak (parlaklaşarak) beyazlaşmaktadır.



Şekil 3.16. Deney örneklerinin X-Rite marka ölçüm cihazında renginin ölçülmesi

Parlaklık testi

Parlaklık ölçümlerinde deney ve kontrol örneklerinin liflerine paralel ve dik ölçümleri yapılmıştır. Örnekler ölçülürken 20, 60 ve 85 derecelik açılarla aynı anda ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda elde edilen 20, 60 ve 85 derecelik ölçüm verilerin kendi içinde aritmetik ortalamaları alınmıştır. Yani 20 derecelik açıyla ölçülen 10 deney örneğinin dik ve paralel ölçüm sonuçlarının ayrı ayrı aritmetik ortalaması alınmıştır. Aynı şekilde 60 ve 85 derecelik açılarla ölçülen ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir.

Deney örneklerinin parlaklık ölçümleri emprenye işlemi öncesi, sonrası (yaşlandırma öncesi) ve 250 saat yaşlandırma sonrasında ASTM D 523 (ASTM D 523, 1970) standartlarında belirtilen esaslar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Parlaklık ölçümü, parlaklık ölçüm cihazının kalibrasyonu kendi siyah cam paneline göre yapıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.17’de parlaklık ölçüm cihazı (a) ve deney örneklerinin kalıp yardımıyla parlaklığının ölçülmesi (b) verilmiştir.

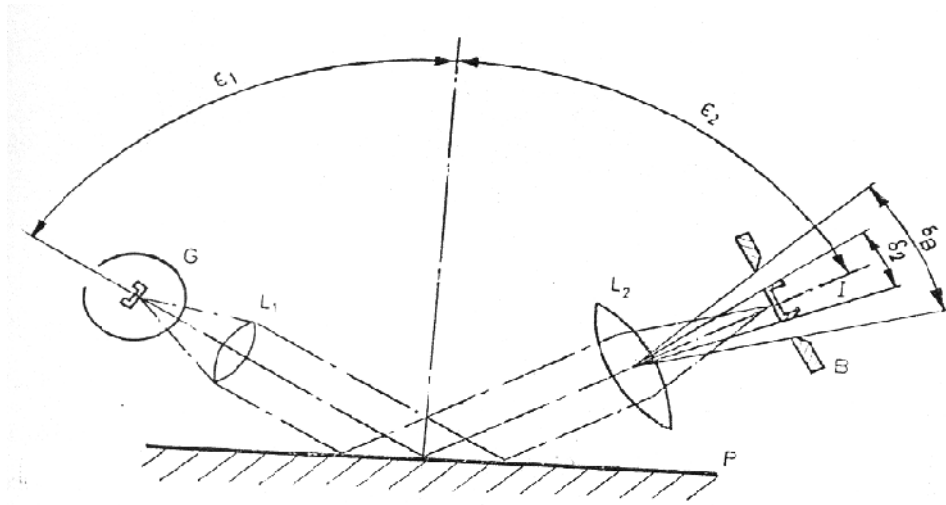


a)

b)

Şekil 3.17. Parlaklık ölçüm cihazı (a) ve deney örneklerinin kalıp yardımıyla parlaklığının ölçülmesi (b)

Gloss-metre, bir ışık kaynağından birbirine paralel veya yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek ile mercek fotosel alıcı penceresinin oluşturduğu alıcıdan meydana gelmektedir. Parlaklık ölçüm cihazının (Gloss-metrenin) çalışma prensibi Şekil 3.18’de verilmiştir.



Şekil 3.18. 60° Gloss-metre ölçüm prensibi (Sönmez, 1989)

G : Lamba

L_1, L_2 : Mercekler

B : Alıcı pencere

δ_B = Alıcı açıklığı = $4,4 \pm 0,1^\circ$

δ_2 = Kaynak görüntü açısı = $0,75 \pm 0,25^\circ$

I = Filament görüntüsü

20° mat katmanların, 60° hem mat hem de parlak katmanların, 85° ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını belirlemek için kullanılmaktadır. Deney örnekleri $23 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve % 5 ± 5 bağıl nem ortamında testlere hazır hale getirilmiş ve örnekler 20°, 60° ve $85^\circ \pm 2^\circ$ parlaklık seviyesinde test edilmiştir. Elde edilen değerler, parlaklık derecesi 100 olarak kabul edilen glosmetrenin siyah kalibrasyon cam paneline göre değerlendirilmiştir.

Pürüzlülük testi

Deney örneklerinin pürüzlülük ölçümleri emprenye işlemi öncesi, sonrası (Yaşlandırma öncesi), 250 saat yaşlandırma sonrasında yüzey pürüzlülüğü ISO- 4287 (ISO 4287, 1997) standardında belirtilen esaslar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerini yapmak amacıyla Mitutoyo markalı ve SURFTEST SJ-301 modeli iğne taramalı yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.19). Deney örneklerinin pürüzlülük ölçümü; % 12 rutubette, her zaman aynı bölgeden ölçüm yapabilmek amacıyla, ölçülecek deney örneğine uygun olarak tasarlanmış Şekil 3.19’da görülen ölçüm kalıbı yardımıyla yapılmıştır. Ayrıca cihaz kalibrasyonu için; kalibrasyon parametre değerleri $R_a = 2.97 \mu\text{m}$ ve $R_{\text{max}} (R_y) = 9.4 \mu\text{m}$ olan, cihazın kendi doğruluk referans plakası kullanılmıştır.



Şekil 3.19. Deney örneklerinin pürüzlülüğünün ölçülmesi

Sertlik testi

Deney örneklerinin sertlik ölçümleri emprenye işlemi öncesi, sonrası (Yaşlandırma öncesi) ve 250 saat yaşlandırma sonrasında sertlik değerleri ASTM D 4366-95 (ASTM D 4366-95, 1995) standartlarında belirtilen esaslar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Sertlik deneyi, 63 ± 3.3 HRC sertliğinde ve 5 ± 0.0005 mm çapında iki bilyenin örnek platformuna yerleştirilen deney örneği üzerine bindirilmesiyle oluşturulan hareketteki pandül salınımlarına göre belirlenir. Salınım sayısının fazla olduğu yüzeyler sert, az olduğu yüzeyler ise daha düşük sertliktedir. Ölçümlerdeki veriler, cihaz köning konumunda iken 3-6 derece arasındaki salınım sayıları fotosel aracılığıyla sayılarak elde edilmiştir. Şekil 3.20’de pandüllü sertlik ölçüm cihazının genel görünüşü verilmiştir.



Şekil 3.20. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı

3.2.6. Yıkanma testi

Yıkanma testleri için, JIS A 9201 (JIS A 9201, 1991) esaslarına uygun 20x20x20 mm ebatlarında 108 adet deney örneği ve 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır.

Yıkanma testlerinde deney örnekleri, steril cam kavanozlardaki kendi hacimlerinin 10 katı hacimdeki saf su içerisine atılarak 25 derece sıcaklıkta 8 saat shake (çalkalayıcı-karıştırıcı) cihazına konulmuştur.

Sekiz saatin sonunda deney örnekleri, kavanozlardan çıkarılarak 60 derece sıcaklıkta 16 saat etüvde (fırında) bekletilmiş ve sonrasında tekrar cam kavanozlardaki kendi hacminin 10 katı saf suya konularak 25 derece sıcaklıkta 8 saat shake (çalkalayıcı- karıştırıcı) cihazına konulmuştur. Bu işlem 10 kez tekrarlanmış ve her defasında yıkanma için kullanılan 10 kat hacimdeki saf su yenilenmiştir.

Bu 10 işlem sonucunda elde edilen 10 döngülük her bir borlu yıkanma suyunun yıkanma test cihazında ‘carmine metodu’ ile bor tayin testi yapılarak, yıkanan bor miktarı ve bu miktarın kaç döngüde yıkanabildiği tespit edilmiştir.

Şekil 3.21’de yıkanma deneylerinde kullanılan shake (çalkalayıcı-karıştırıcı) cihazı (a) ve kavanozlarda saf su içerisinde yıkanmaya bırakılmış borlu deney örnekleri (b) verilmiştir.



a)

b)

Şekil 3.21. Yıkanma deneylerinde kullanılan shake (çalkalayıcı-karıştırıcı) cihazı (a) ve kavanozlarda saf su içerisinde yıkanmaya bırakılmış borlu deney örnekleri (b) verilmiştir.

3.2.7. Emprenye çözeltilerinin pH ve yoğunluk ölçüm işlemi

Tez kapsamında kullanılan çinko borat, disodyum oktaborat tetrahidrat, sodyum pentaborat ve ülkemizde yaygın olarak kullanılan borik asit ve boraks’ın % 1, % 2 ve % 4’lük sulu çözeltileri hazırlanmış olup, hazırlanan bu çözeltilerin emprenye öncesi ve emprenye sonrası pH ve yoğunluk değerleri ölçülmüştür. Emprenye öncesi ve sonrası çözeltilerin pH ve yoğunluk değerlerinde değişme meydana gelip gelmediği tespit edilmiştir.

Deney örneklerinin çözeltilerinin hazırlanması Şekil 3.22’de, emprenye çözeltilerinin pH ölçümü Şekil 3.23’de ve çözeltilerin yoğunluk ölçüm işlemi Şekil 3.24’te verilmiştir.



Şekil 3.22. Emprenye çözeltilerinin hazırlanması



Şekil 3.23. Emprenyede kullanılan çözeltilerin pH'ının ölçülmesi



Şekil 3.24. Emprenyede kullanılan çözeltilerin yoğunluğunun ölçülmesi

3.2.8. Verilerin değerlendirilmesi

Tez alışması kapsamında yapılan bütün testler sonucu elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılarak, ofis programları yardımıyla gerekli analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır. Emprenye maddesi ve çözelti konsantrasyonu düzeyinde, ürklk testlerinde kullanılan kahverengi ürklk mantarının deney ve kontrol rneklelerinde meydana getirdiği ağırlık kaybı ile emprenye türü ve konsantrasyonunun deney ve kontrol rneklelerinin alev hali yanma sürelerine etkisini belirlemek için istatistik programlarından SPSS paket programı kullanılarak ağırlık kaybı ve alev hali yanma sürelerinin çoklu varyans analizi yapılmıştır. Gruplar arası farklılığın önemli çıkması halinde her bir faktöre kendi içinde Duncan testi (Homojenlik grubu testi) uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

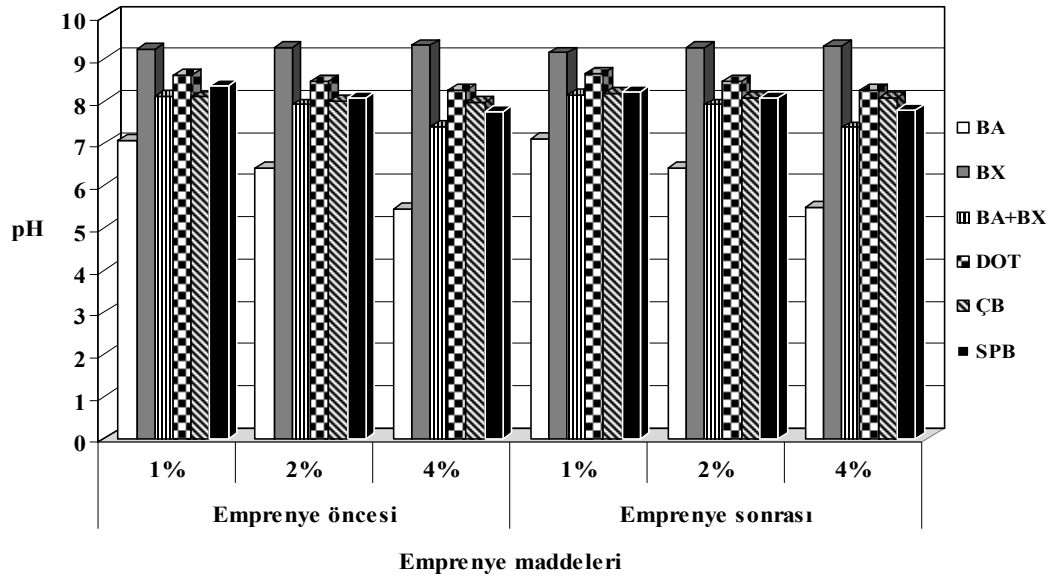
4.1. Emprenye Çözeltilerinin pH ve Yoğunluk Değerlerine İlişkin Bulgular

Hazırlanan emprenye çözeltilerinin emprenye öncesi ve emprenye sonrasına ilişkin ölçülen pH ve yoğunluk değerleri Tablo 4.1., Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de verilmiştir.

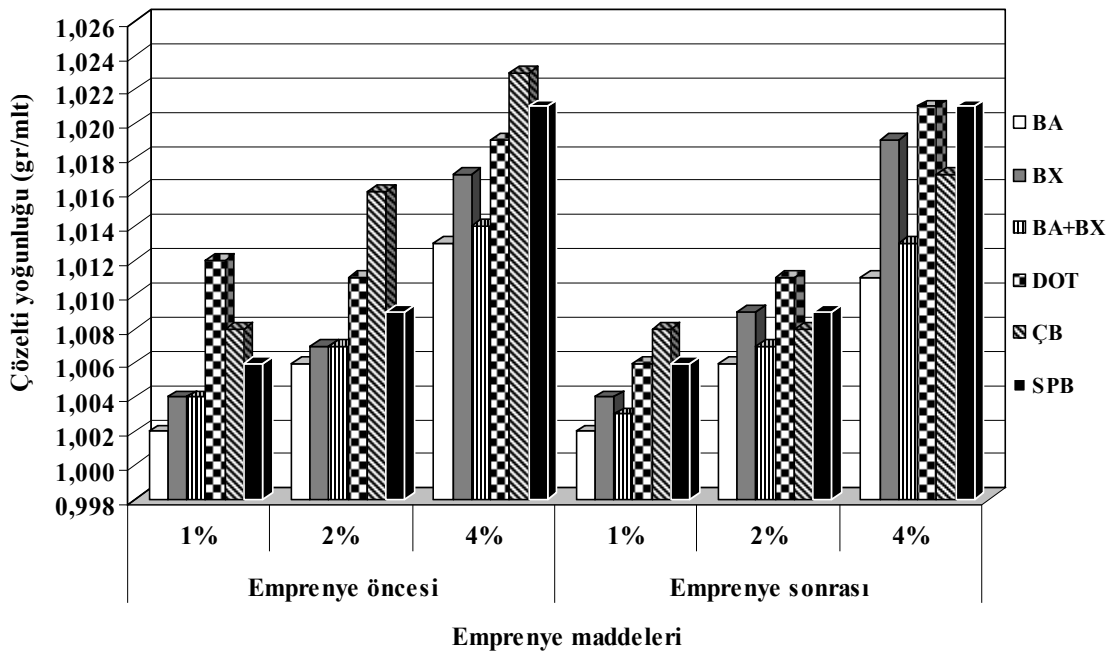
Tablo 4.1. Emprenye çözeltilerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen pH ve yoğunluk (d) değerleri

Emprenye çözeltilerinin pH ve yoğunluk (d) değerleri					
E.M.	pH- d	EÖ-ES	1 %	2 %	4 %
BA	pH	E.Ö.	7,05	6,04	5,42
		E.S.	7,08	6,42	5,47
	d	E.Ö.	1,002	1,006	1,013
		E.S.	1,002	1,006	1,011
BX	pH	E.Ö.	9,21	9,26	9,31
		E.S.	9,13	9,25	9,30
	d	E.Ö.	1,004	1,007	1,017
		E.S.	1,004	1,009	1,019
BA+BX*	pH	E.Ö.	8,11	7,90	7,38
		E.S.	8,13	7,90	7,36
	d	E.Ö.	1,004	1,007	1,014
		E.S.	1,003	1,007	1,013
DOT	pH	E.Ö.	8,61	8,47	8,23
		E.S.	8,63	8,47	8,23
	d	E.Ö.	1,012	1,011	1,019
		E.S.	1,006	1,011	1,021
ÇB	pH	E.Ö.	8,08	7,99	7,95
		E.S.	8,18	8,05	8,05
	d	E.Ö.	1,008	1,016	1,023
		E.S.	1,008	1,008	1,017
SPB	pH	E.Ö.	8,34	8,07	7,75
		E.S.	8,21	8,07	7,77
	d	E.Ö.	1,006	1,009	1,021
		E.S.	1,006	1,009	1,021

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA: Borik asit, BX: Boraks, DOT: Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB: Çinkoborat, SPB: Sodyum pentaborat, E.Ö.: Emprenye Öncesi, E.S. : Emprenye Sonrası, pH : Asitlik/bazlık derecesi, d : Yoğunluk; %1, %2, %4 : Borlu bileşik (Emprenye) konsantrasyonu, E.M. : Emprenye maddesi



Şekil 4.1. Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen pH değerleri



Şekil 4.2. Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen yoğunluk değerleri

Tablo ve şekiller incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Tez kapsamında kullanılan borlu bileşiklerden yalnızca borik asit asidik özellik gösterirken; diğer tüm borlu bileşikler bazik özellik göstermiştir. Kullanılan borlu bileşikler içinde boraks en yüksek derecede bazik özellik göstermiştir.
2. Genellikle, çözelti konsantrasyonunun artmasına paralel olarak çözeltilerin bazik ve asidik özelliklerinde de belli düzeyde düşüşler gözlemlenmiştir.
3. Çalışmada en asidik özellikte çözelti BA'nın % 4'lük çözeltisi, en bazik çözeltilde BX'in % 4'lük çözeltisi olmuştur.
4. Emprenye öncesi ve sonrası ölçülen çözeltilerin pH değerlerinde, önemli düzeyde değişme meydana gelmemiştir.
5. Kullanılan tüm emprenye çözeltilerinin yoğunlukları 1.00'in üzerinde değerler vermiştir.
6. Çalışmada emprenye öncesi ve sonrası ölçülen yoğunluk değerlerinde önemli sayılabilecek değişiklikler gözlemlenmemiştir.
7. Çalışmada en yüksek yoğunluk değeri çinko borat'ın % 4'lük çözeltisinde gözlemlenirken; en düşük yoğunluk değeri BA'nın % 1'lik çözeltisinde elde edilmiştir.
8. Genellikle, çözelti konsantrasyonunun artmasına paralel olarak çözeltilerin yoğunluk değerlerinde belli düzeyde artışlar gözlemlenmiştir.

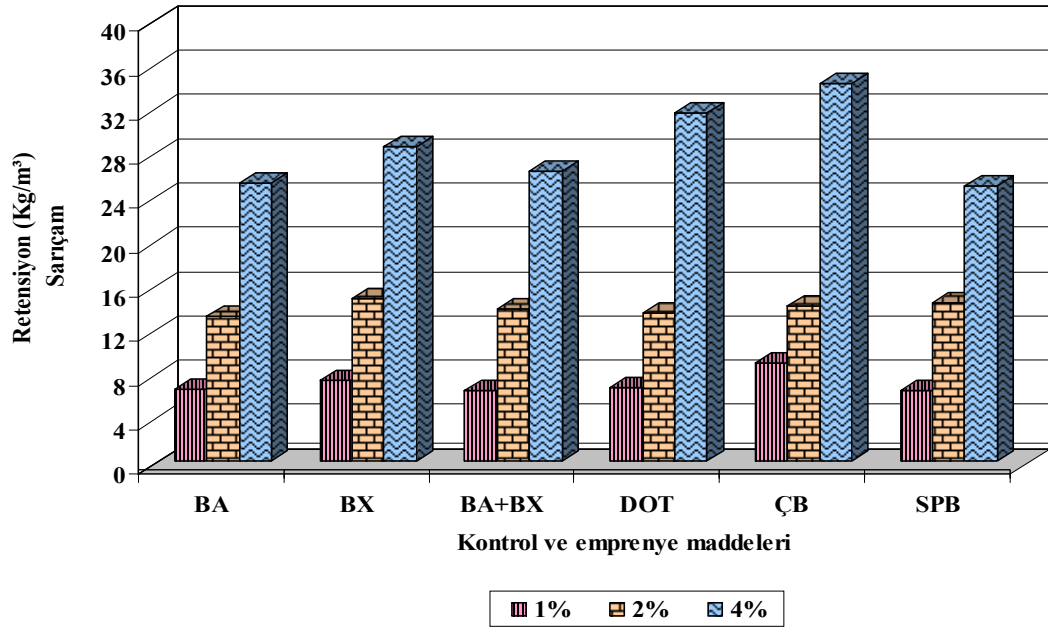
4.2. Çürüklük Testiyle İlgili Bulgular

Borlu bileşiklerle emprenye edilen sarıçam deney örneklerinin emprenye sonucu retensiyon değerleri ve kahverengi çürüklük (*Postia placenta*) mantarının 12 haftalık süreçte meydana getirdiği ağırlık kayıplarıyla ilgili bulgular aşağıdaki Tablo 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4.'de verilmiştir.

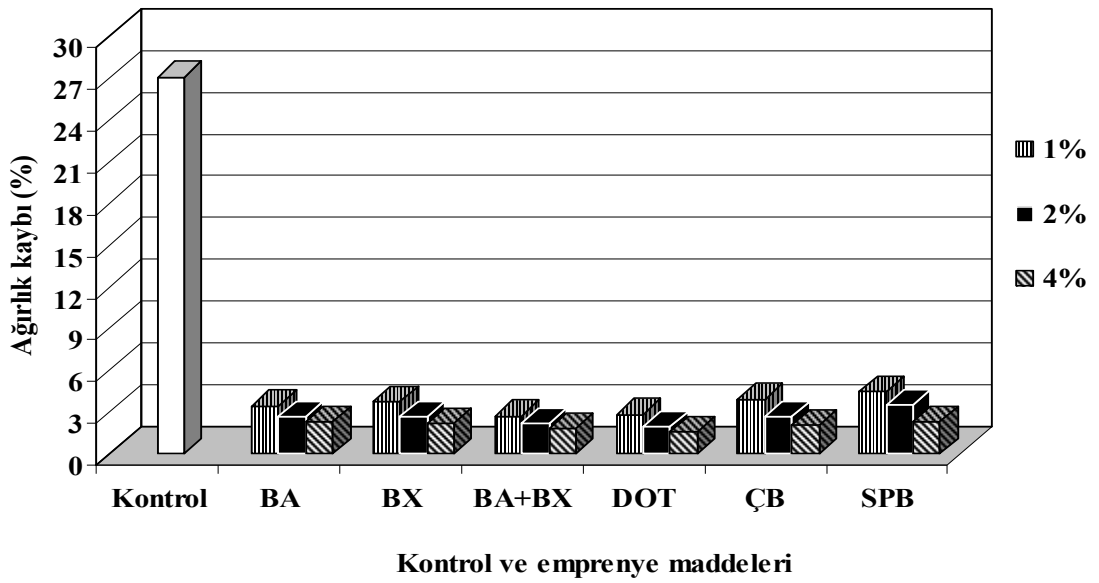
Tablo 4.2. Çürüklük testi deney örneklerinin retensiyon değerleri ve ağırlık kaybı değerleri

<u>E. M.</u>	<u>Kon.(%)</u>	<u>Ö.S.</u>	<u>Retensiyon (Kg/m³)</u>		<u>Ağırlık kaybı (%)</u>	
			<u>X</u>	<u>St. Sp.</u>	<u>X</u>	<u>St. Sp.</u>
Kontrol	-	10	-	-	27,01	3,07
BA	1	10	6,96	0,47	3,46	1,08
	2	10	13,63	0,53	2,72	0,63
	4	10	25,58	1,43	2,33	0,44
BX	1	10	7,82	0,41	3,73	0,89
	2	10	15,18	0,95	2,64	1,07
	4	10	28,87	1,49	2,20	0,66
BA+BX*	1	10	6,80	0,36	2,75	0,68
	2	10	14,25	1,27	2,21	0,42
	4	10	26,61	1,49	1,80	0,58
DOT	1	10	7,18	0,30	2,87	0,53
	2	10	13,86	0,65	1,95	0,51
	4	10	31,97	1,87	1,60	0,50
ÇB	1	10	9,42	0,65	3,95	1,27
	2	10	14,57	1,16	2,66	0,73
	4	10	34,60	3,16	2,11	0,39
SPB	1	10	6,85	0,38	4,49	1,46
	2	10	14,85	0,96	3,48	0,52
	4	10	25,32	1,97	2,30	0,38

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA: Borik asit , BX: Boraks , DOT: Disodyum oktaborat tetrahidrat , ÇB: Çinkoborat, SPB: Sodyum pentaborat, E.M.: Emprenye maddesi, Kons.(%): Konsantrasyon yüzdesi, Ö.S. : Örnek sayısı, St. Sp. : Standart sapma, X: Ortalama



Şekil 4.3. Sarıçam odunu deney örneklerinin retensiyon değerleri



Şekil 4.4. Sarıçam deney örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı değerleri

Tablo ve şekiller incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Çözelti konsantrasyonu arttıkça, doğru orantılı olarak deney örneklerinin retensiyon miktarlarında da artış gözlemlenmiştir.
2. En fazla ağırlık kaybı % 27,01 ile emprenyesiz kontrol örneklerinde gözlemlenmiştir.
3. Emprenyeli deney örneklerinde en az ağırlık kaybı DOT'un % 4'lük çözeltisi ile muamele edilen deney örneklerinde % 1,60 ile gözlemlenirken; emprenyeli deney örneklerinde en fazla ağırlık kaybı % 4,49 ile SPB'nin % 1'lik çözeltisi ile muamele edilen deney örneklerinde gözlemlenmiştir.
4. Emprenye maddesi konsantrasyon yüzdesi arttıkça ağırlık kaybının ters orantılı olarak azaldığı görülmektedir.

Emprenye maddesi ve çözelti konsantrasyonlarının ağırlık kaybına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Emprenye maddesi ve çözelti konsantrasyonlarının ağırlık kaybına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Hesap	Önem düzeyi
Faktör A	5	33,637	6,727	6,309	0,000
Faktör B	2	67,598	33,799	31,699	0,000
A*B	10	6,385	0,639	0,599	0,813
Hata	171	182,327	1,066		
Toplam	190	8938,227			

Faktör-A: Emprenye maddesi, Faktör-B: Emprenye çözelti konsantrasyonu, Önem düzeyi (α) : 0,05

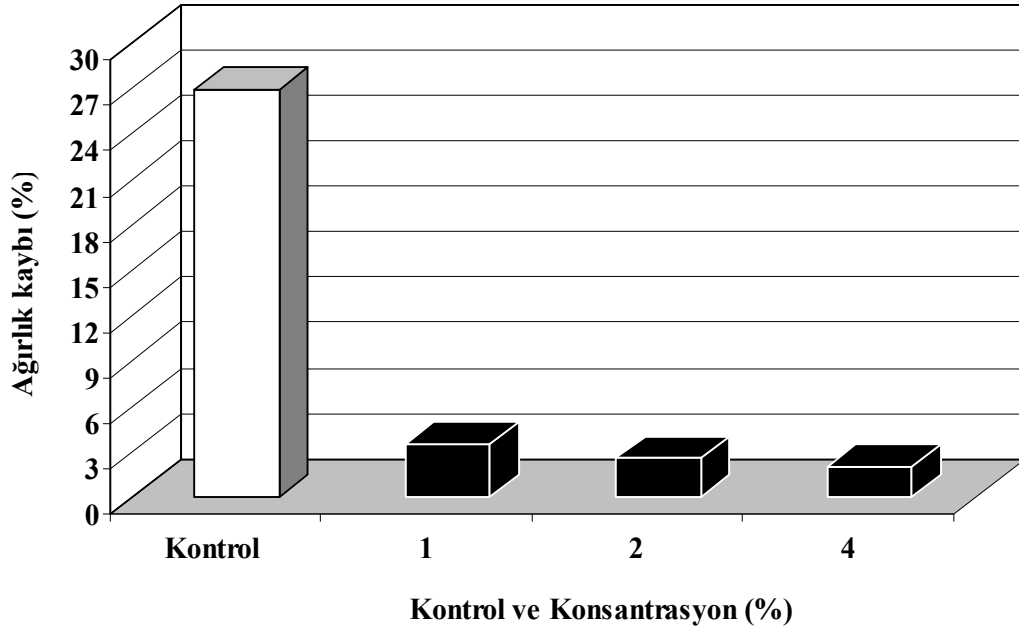
Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, emprenye maddesi ve çözelti konsantrasyonunun kahverengi çürüklük mantarı deney örneklerinin ağırlık kaybı değerlerine etkisi, 0,05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Çözelti konsantrasyonu ve ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 4.4 ve Şekil 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Çözelti konsantrasyonu ve ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonucu

Kontrol ve Konsantrasyon (%)	X (N/mm ²)	HG
Kontrol	27.01**	C
1	3.54	B
2	2.61	A
4	2.05*	A

Duncan: 0.050, X: Ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En düşük değer, **: En yüksek değer, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.5. Sarıçam odunu deney örneklerinin konsantrasyon düzeyinde ağırlık kaybı değerleri

Tablo ve şekil incelendiğinde en yüksek ağırlık kaybı kontrol örneklerinde gözlemlenmiştir. Emprenyeli deney örnekleri emprenyesiz (Kontrol) örneklerine kıyasla istatistiksel anlamda daha düşük ağırlık kaybı değerleri vermiştir. Konsantrasyon yüzdesine göre kıyaslandığında ise, en yüksek ağırlık kaybı % 1 ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilirken, bunu sırasıyla % 2 ve % 4 ile

muamele edilen deney örnekleri izlemiştir. Ayrıca, % 2 ve % 4 ile muamele edilen deney örnekleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir.

4.3. LOI (Tutuşma) Testiyle İlgili Bulgular

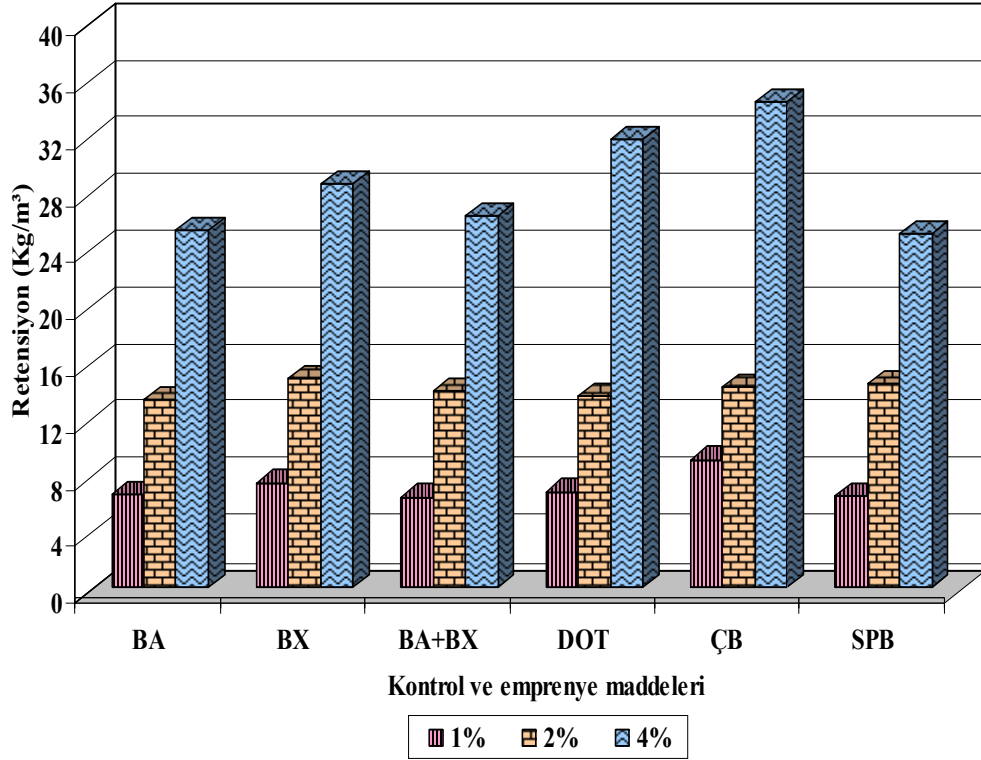
4.3.1. LOI testi deney örneklerinin retensiyon değerlerine ilişkin bulgular

Borlu bileşiklerle emprenye edilen sarıçam odunu LOI deney örneklerinin emprenye sonrası ölçülen retensiyon değerleri Tablo 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.5. Borlu bileşiklerle emprenye edilen sarıçam odunu LOI testi deney örneklerinin emprenye sonrası ölçülen retensiyon değerleri

<u>E. M.</u>	<u>Kon. (%)</u>	<u>Ö. S.</u>	<u>Ort. Reten.(Kg/m³)</u>	<u>St. Sap.</u>
BA	1	6	6,96	0,47
BA	2	6	13,63	0,53
BA	4	6	25,58	1,43
BX	1	6	7,82	0,41
BX	2	6	15,18	0,95
BX	4	6	28,87	1,49
BA+BX*	1	6	6,80	0,36
BA+BX*	2	6	14,25	1,27
BA+BX*	4	6	26,61	1,49
DOT	1	6	7,18	0,30
DOT	2	6	13,86	0,65
DOT	4	6	31,97	1,87
ÇB	1	6	9,42	0,65
ÇB	2	6	14,57	1,16
ÇB	4	6	34,64	3,16
SPB	1	6	6,85	0,38
SPB	2	6	14,82	0,96
SPB	4	6	25,32	1,97

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA : Borik asit , BX : Boraks , DOT : Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB : Çinkoborat, SPB : Sodyum pentaborat, E.M. : Emprenye maddesi, Kon.(%) : Konsantrasyon yüzdesi, Ö.S. : Örnek sayısı, St. Sap. : Standart sapma, Ort. Reten.: Ortalama retensiyon.



Şekil 4.6. LOI testi deney örneklerinin retensiyon değerleri

Tablo ve şekil incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Emprenye maddesi çözelti konsantrasyonu arttıkça deney örneklerinin retensiyon değerlerinde de artışlar gözlemlenmiştir.
2. En yüksek retensiyon oranı $34,64 \text{ Kg/m}^3$ ile ÇB'nin % 4'lük çözeltisiyle muamele edilen deney örneklerinde gözlemlenirken; en düşük retensiyon oranı $6,80 \text{ Kg/m}^3$ ile BA+BX'in % 1'lik çözeltisiyle muamele edilen deney örneklerinde elde edilmiştir.

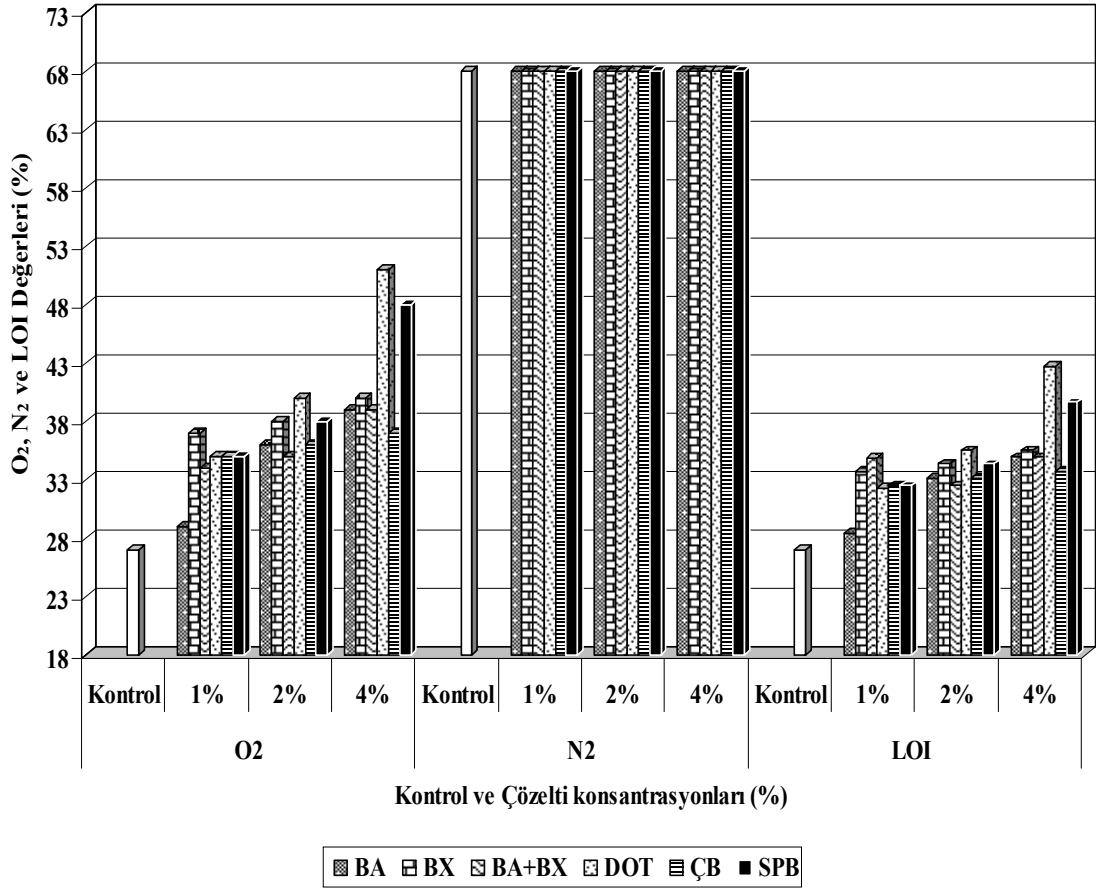
4.3.2. LOI (Tutuşma) testi bulguları

Borlu bileşiklerle emprenyeli sarıçam deney ve kontrol örneklerinin LOI cihazındaki tutuşma test sonuçlarıyla ilgili elde edilen bulgular Tablo 4.6 ve Şekil 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.6. Borlu bileşiklerle emprenyeli sarıçam deney ve kontrol örneklerinin LOI cihazındaki tutuşma test sonuçları

<u>E. M.</u>	<u>Kon. (%)</u>	<u>Tut. Yan. Uz.</u>	<u>Ö.S.</u>	<u>O₂ Kon.(%)</u>	<u>N₂ Kon.(%)</u>	<u>Ort. LOI (n(%))</u>
Kontrol	-	7 cm	6	27	68	27,04
BA	1	7 cm	6	29	68	28,47
BA	2	7 cm	6	36	68	33,14
BA	4	7 cm	6	39	68	34,94
BX	1	7 cm	6	37	68	33,75
BX	2	7 cm	6	38	68	34,35
BX	4	7 cm	6	40	68	35,52
BA+BX*	1	7 cm	6	34	68	34,82
BA+BX*	2	7 cm	6	35	68	32,52
BA+BX*	4	7 cm	6	39	68	34,94
DOT	1	7 cm	6	35	68	32,32
DOT	2	7 cm	6	40	68	35,52
DOT	4	7 cm	6	51	68	42,75
ÇB	1	7 cm	6	35	68	32,52
ÇB	2	7 cm	6	36	68	33,14
ÇB	4	7 cm	6	37	68	33,75
SPB	1	7 cm	6	35	68	32,52
SPB	2	7 cm	6	38	68	34,35
SPB	4	7 cm	6	48	68	39,64

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, O₂ : Oksijen, N₂ : Azot, Tut.Yan.UZ.: 2 cm'lik tutuşma ve 5cm'lik yanan kısım toplamı, E.M. : Emprenye maddesi, n(%) : LOI değeri, Bor (%) : Borlu emprenye konsantrasyonu, Ö.S. : Örnek. Sayısı.



Şekil 4.7. Deney örneklerinin O₂, N₂ ve LOI değerleri

Tablo ve şekil incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Çözelti konsantrasyonu arttıkça deney örneğinin tutuşması için daha fazla oksijen gerekmiştir.
2. Kontrol örneklerinin tutuşması için en az düzeyde oksijen gerekirken, % 4'lük çözeltilerle emprenye edilmiş deney örneklerinde en fazla oksijen gerekmiştir.
3. Tutuşma için en az oksijeni % 27 ile kontrol örneği gerektirirken, en fazla % 51 ile DOT'un % 4'lük konsantrasyonu gerektirmiştir. Buradan kullanılan bor türleri içinde en iyi sonucu disodyum oktaborat tetrahidratın verdiği sonucuna varılabilir.

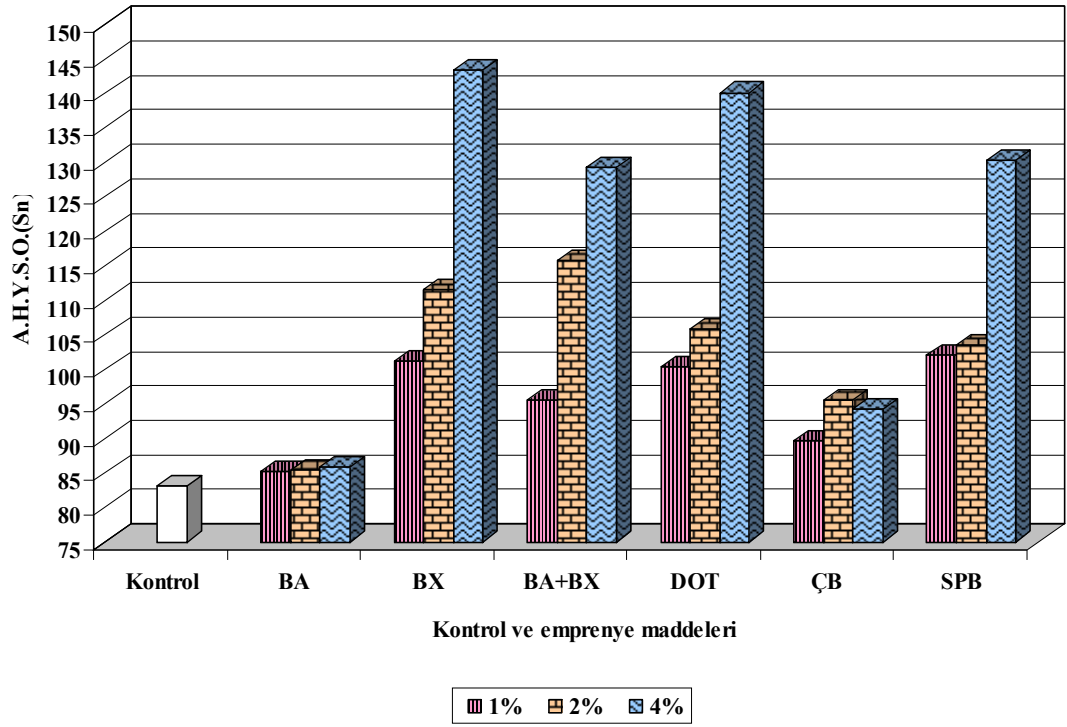
4. Tablo incelendiğinde çözelti konsantrasyonu artıkça deney örneklerinin tutuşması için gerekli olan oksijen miktarı, ve buna bağlı olarakda LOI (n (%)) değerinde arttığı görülmektedir.

Borlu bileşiklerle emprenyeli sarıçam deney ve kontrol örneklerinin LOI cihazındaki tutuşma deneyi sonucu oluşan alev hali yanma süreleri Tablo 4.7 ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Borlu bileşiklerle emprenyeli sarıçam deney ve kontrol örneklerinin LOI cihazındaki tutuşma deneyi sonucu oluşan alev hali yanma süreleri

<u>E.M.</u>	<u>Kons. (%)</u>	<u>Ö. S.</u>	<u>A.H.Y.S.O.(Sn.)</u>	<u>St. Sp.</u>
Kontrol	-	6	83,1	1,1
BA	1	6	85,3	4,3
BA	2	6	85,5	5,6
BA	4	6	85,8	2,7
BX	1	6	101,3	19,9
BX	2	6	111,5	29,03
BX	4	6	143,3	43,0
BA+BX*	1	6	95,5	14,7
BA+BX*	2	6	115,8	18,2
BA+BX*	4	6	129,3	35,2
DOT	1	6	100,3	20,3
DOT	2	6	105,8	11,9
DOT	4	6	140,1	21,4
ÇB	1	6	89,6	3,8
ÇB	2	6	95,6	14,2
ÇB	4	6	94,3	9,3
SPB	1	6	102,1	24,5
SPB	2	6	103,5	22,0
SPB	4	6	130,3	29,1

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA : Borik asit , BX: Boraks, DOT : Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB : Çinkoborat, SPB: Sodyum pentaborat, A.H.Y.S.O.: Alev hali yanma süresi ortalaması, E.M. : Emprenye maddesi, Kons. (%) : Emprenye konsantrasyonu, St.Sp.:Standart sapma, Ö.S. : Örnek sayısı



Şekil 4.8. Deney örneklerinin alev hali yanma süreleri

Tablo ve şekil incelendiğinde çözelti konsantrasyonu artıkça deney örneklerinin alev hali yanma sürelerinin arttığı, ayrıca alev hali yanma süresinin kontrol örneğinde en düşük ve % 4'lük BX ile muamele edilen deney örneklerinde en yüksek olduğu görülmektedir.

Sarıçam deney örneklerinin emprenye türü ve çözelti konsantrasyonu bazında alev hali yanma süresi çoklu varyans analizi sonuçları Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Sarıçam deney örneklerinin emprenye türü ve çözelti konsantrasyonu bazında alev hali yanma süresi çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Hesap	Önem düzeyi % 5
Faktör A	5	16638,19	3327,639	9,815	0,000
Faktör B	2	11741,17	5870,583	8,364	0,000
A*B	10	6242,72	624,272	2,158	0,171
Hata	95	40955,00	431,1		
Toplam	112	75577,08			

Faktör-A: Emprenye maddesi, Faktör-B: Emprenye çözelti konsantrasyonu, Önem düzeyi (α) : 0,05

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre; emprenye maddesi ve emprenye çözelti konsantrasyonunun sarıçam deney örneklerinin alev hali yanma sürelerine etkisi, 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır.

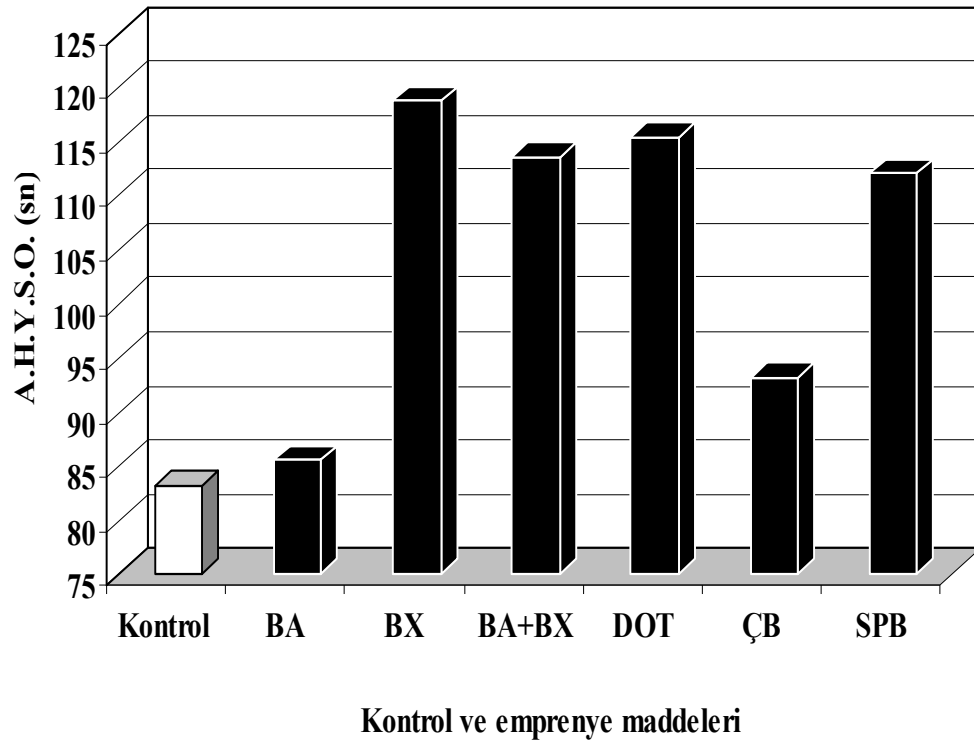
Emprenye maddesi düzeyinde, alev hali yanma süresi Duncan testi sonuçları Tablo 4.9 ve Şekil 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9. Emprenye maddesi düzeyinde alev hali yanma süresi Duncan testi sonuçları

Kontrol ve Emprenye Maddeleri	A.H.Y.S.Ort.(X)	HG
Kontrol	83,16*	A
BA	85,55	A
BX	118,72**	B
BA+BX	113,55	B
DOT	115,44	B
ÇB	93,22	A
SPB	112,00	B

Duncan : 0.050, A.H.Y.S.Ort.(X) : Saniye türünden alev hali yanma süresi ortalaması, HG : Homojenlik grubu, * : En düşük değer , ** : En yüksek değer, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Tablo 4.9. incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye maddesi düzeyinde borik asit (BA), çinko borat (ÇB) ve kontrol örneklerinin alev hali yanma süreleri arasında istatistiksel anlamda bir fark gözlemlenmemiştir. Benzer şekilde boraks (BX), borik asit (BA) + boraks (BX), disodyum oktaborat tetrahidrat (DOT) ve sodyum pentaborat (SPB) arasında da istatistiksel anlamda bir fark gözlemlenmemiştir.



Şekil 4.9. Emprenye maddeleri düzeyinde alev hali yanma süreleri

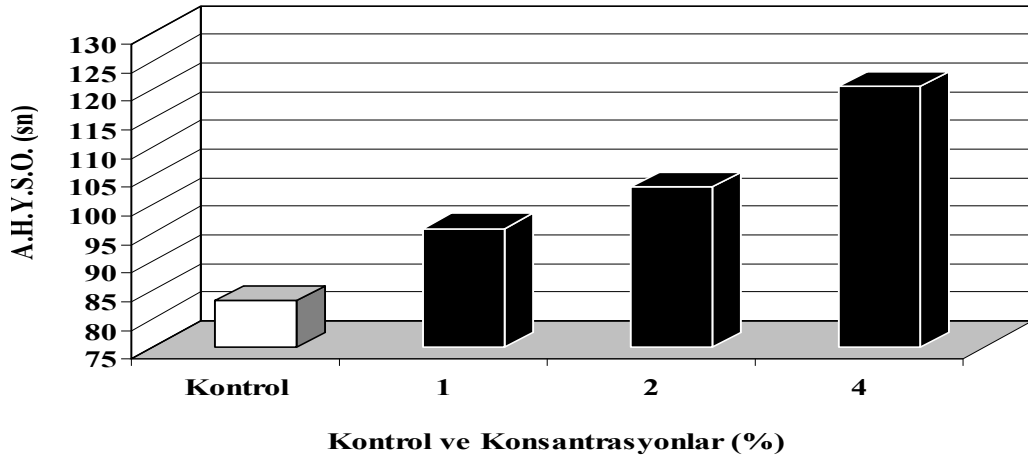
Emprenye maddesi konsantrasyonu düzeyinde alev hali yanma süresi Duncan testi sonuçları Tablo 4.10 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Emprenye konsantrasyonu düzeyinde alev hali yanma süresi Duncan testi sonuçları

Kontrol ve Konsantrasyon	A.H.Y.S.Ort.(X)	HG
Kontrol	83,16*	A
% 1	95,72	AB
% 2	102,97	B
% 4	120,55**	C

Duncan : 0.050, A.H.Y.S.Ort.(X) : Saniye türünden alev hali yanma süresi ortalaması, HG : Homojenlik grubu, * : En düşük değer, **: En yüksek değer, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Tablo 4.10 incelendiğinde Duncan testi homojenlik grubu sonuçlarına göre, kontrol, % 2 ve % 4'lük emprenye konsantrasyonu düzeyinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde farklılıklar gözlenirken, % 1 ve % 2'lik emprenye konsantrasyonu düzeyinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde farklılık gözlemlenmemiştir. En yüksek ortalama alev hali yanma süresi % 4'lük çözelti konsantrasyonları ile muamele edilen deney örneklerinde gözlemlenirken; en düşük ortalama alev hali yanma süresi kontrol örneklerinde gözlenmiştir.



Şekil 4.10. Emprenye maddesi konsantrasyonları düzeyinde deney örneklerinin alev hali yanma süreleri

4.4. Hızlandırılmış Yaşlandırma ve Üstyüzey Testleriyle İlgili Bulgular

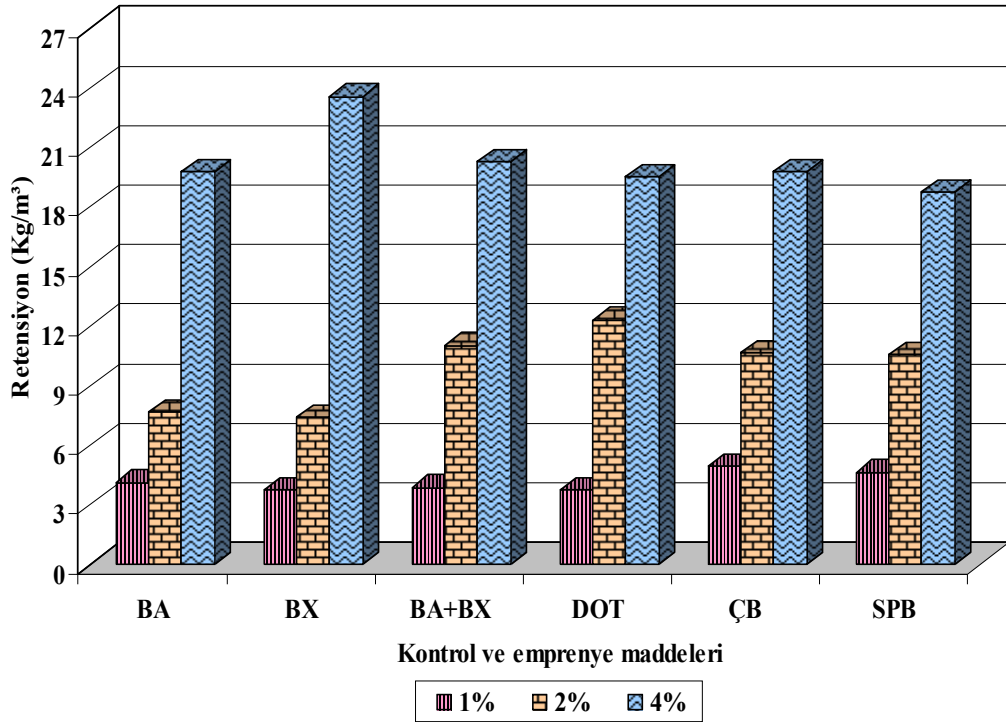
4.4.1. Hızlandırılmış yaşlandırma ve üstyüzey testi deney örneklerinin retensiyon değerlerine ilişkin bulgular

Borlu bileşiklerle emprenyeli sarıçam üstyüzey deney örneklerinin emprenye sonrası ölçülen retensiyon (Tutunma) değerleri Tablo 4.11 ve Şekil 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Üst yüzey testi deney örneklerinin retensiyon (Tutunma) değerleri

E. M.	Kon.(%)	Ö.S.	Retensiyon (Kg/m ³)	
			X	St. Sp.
BA	1	10	4,13	1,03
	2	10	7,66	1,50
	4	10	19,74	2,92
BX	1	10	3,76	0,95
	2	10	7,41	3,38
	4	10	23,55	0,15
BA+BX*	1	10	3,87	0,95
	2	10	11,02	0,47
	4	10	20,30	3,23
DOT	1	10	3,74	0,52
	2	10	12,30	0,82
	4	10	19,48	4,07
ÇB	1	10	4,92	0,62
	2	10	10,66	0,71
	4	10	19,75	0,94
SPB	1	10	4,63	1,07
	2	10	10,59	2,42
	4	10	18,75	4,17

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA : Borik asit , BX: Boraks , DOT : Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB : Çinkoborat, SPB : Sodyum pentaborat, E. M.: Emprenye maddesi, X: Ortalama, St. Sp. : Standart sapma



Şekil 4.11. Hızlandırılmış yaşlandırma ve üstyüzey testi deney örneklerinin retensiyon değerleri

Tablo ve şekil incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

- 1- Emprenye maddesi konsantrasyonu arttıkça deney örneklerinin retensiyon (Tutunma) oranlarında da artış gözlenmiştir.
- 2- Çalışmada en yüksek retensiyon oranı % 4'lük BX ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilirken; en düşük retensiyon oranı % 1'lik DOT ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilmiştir.

4.4.2. Deney örneklerinin empenye öncesi ve sonrası ölçülen renk değerlerine ilişkin bulgular

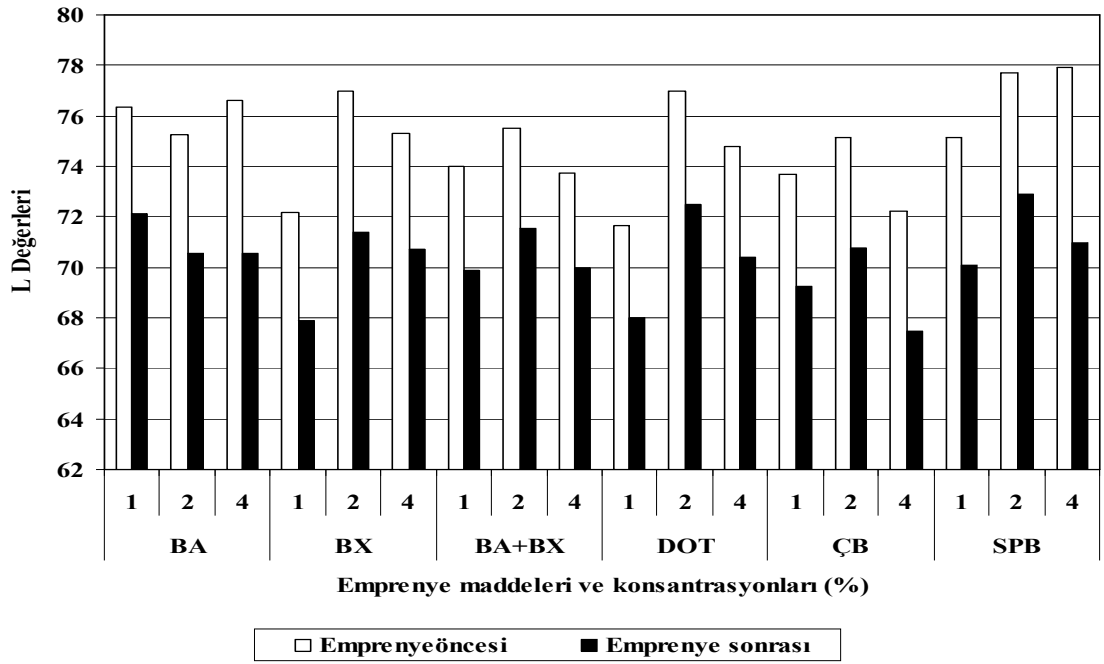
Borlu bileşiklerle empenyeli sarıçam örneklerinin empenye öncesi, empenye sonrası, ölçülen renk değişim değerleri Tablo 4.12'de verilmiştir. Ayrıca deney örneklerinin empenye öncesi ve sonrası ölçülen L değerleri Şekil 4.12, a değerleri

Şekil 4.13, b değerleri Şekil 4.14 ve toplam renk değişim değerleri Şekil 4.15’de verilmiştir.

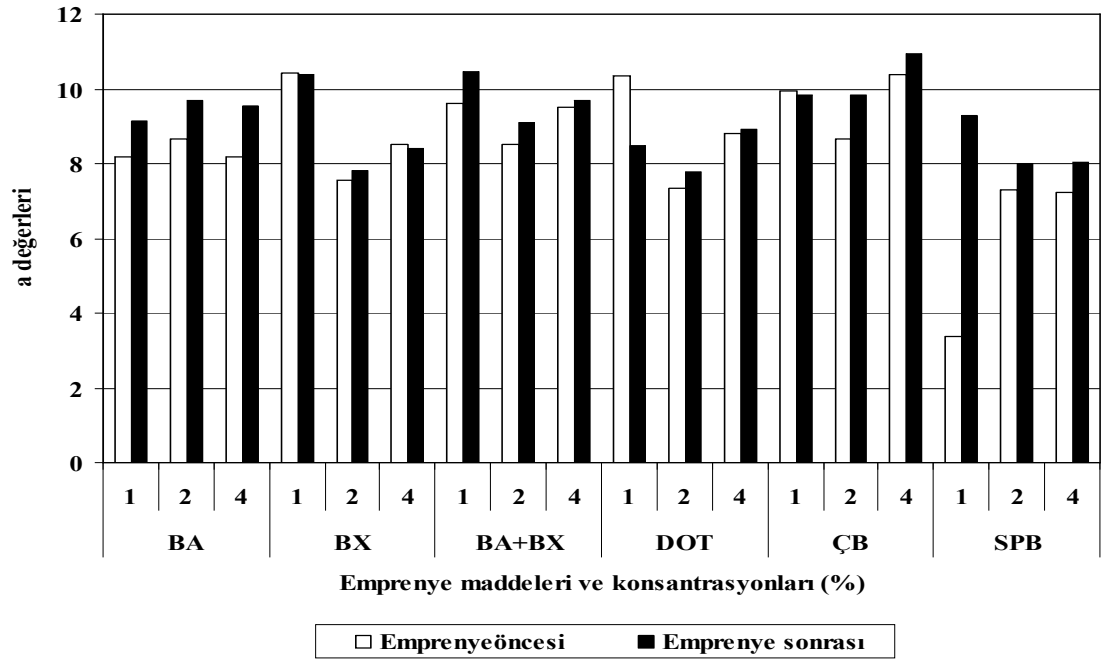
Tablo 4.12. Sarıçam deney örneklerinin emprenye öncesi ve emprenye sonrası ölçülen renk değişim değerleri

E. M.	Kon.(%)	Ö.S.	Renk Değerleri						ΔE
			Emprenye Öncesi			Emprenye Sonrası			
			L	a	b	L	a	b	
BA	1	10	76,34	8,19	35,74	72,14	9,15	35,47	4,35
BA	2	10	75,24	8,65	35,24	70,58	9,70	34,82	4,86
BA	4	10	76,63	8,18	35,66	70,55	9,54	32,80	6,93
BX	1	10	72,15	10,43	37,12	67,92	10,40	35,48	4,55
BX	2	10	77,00	7,57	33,42	71,38	7,83	32,44	4,84
BX	4	10	75,33	8,51	36,04	70,72	8,39	33,75	5,19
BA+BX*	1	10	73,99	9,61	37,78	69,89	10,47	37,05	4,34
BA+BX*	2	10	75,52	8,52	36,19	71,55	9,11	35,30	4,16
BA+BX*	4	10	73,73	9,50	36,34	70,00	9,68	35,03	4,06
DOT	1	10	71,67	10,34	36,85	68,00	8,46	35,86	3,83
DOT	2	10	77,00	7,34	34,07	72,49	7,77	33,14	4,63
DOT	4	10	74,78	8,81	36,29	70,42	8,90	34,71	4,69
ÇB	1	10	73,69	9,94	36,88	69,24	9,85	35,81	4,64
ÇB	2	10	75,17	8,67	35,88	70,79	9,82	35,75	4,54
ÇB	4	10	72,22	10,38	37,26	67,46	10,93	36,17	4,79
SPB	1	10	75,17	3,39	34,98	70,10	9,30	35,27	5,18
SPB	2	10	77,68	7,31	32,51	72,90	8,00	33,00	4,82
SPB	4	10	77,90	7,23	32,90	71,00	8,03	33,73	4,06

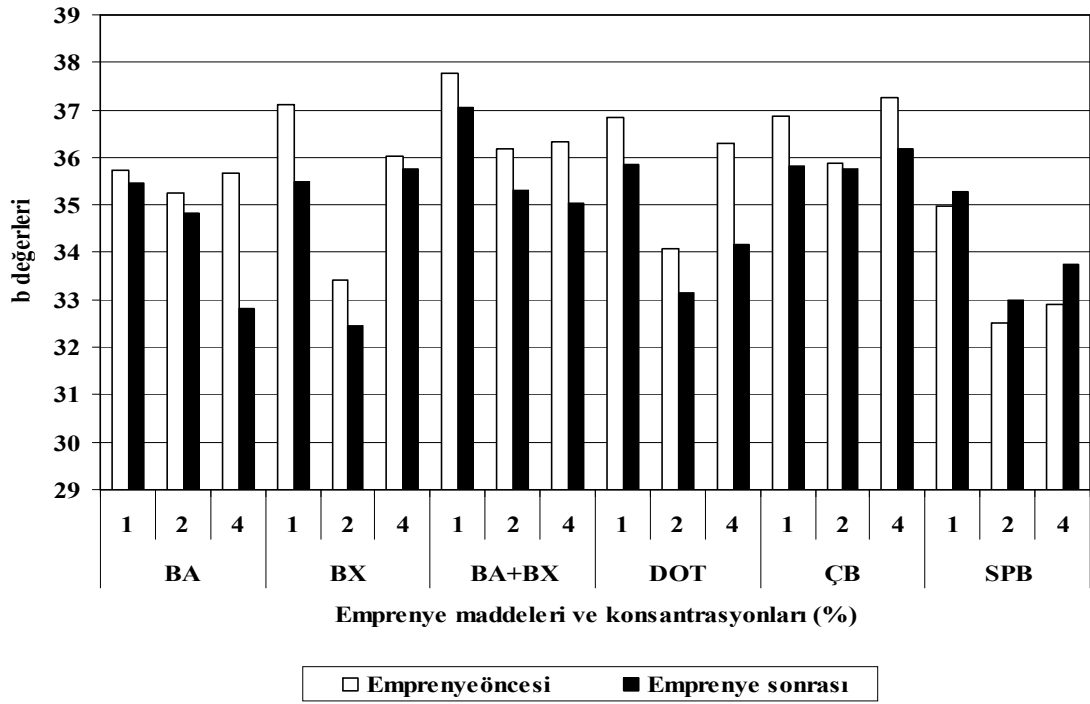
* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA: Borik asit, BX: Boraks, DOT: Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB: Çinkoborat, SPB: Sodyum pentaborat, ΔE: Toplam renk değişimi, E. M. : Emprenye maddesi, Kons. (%) : Emprenye konsantrasyon yüzdesi, L,a,b : Renk parametreleri.



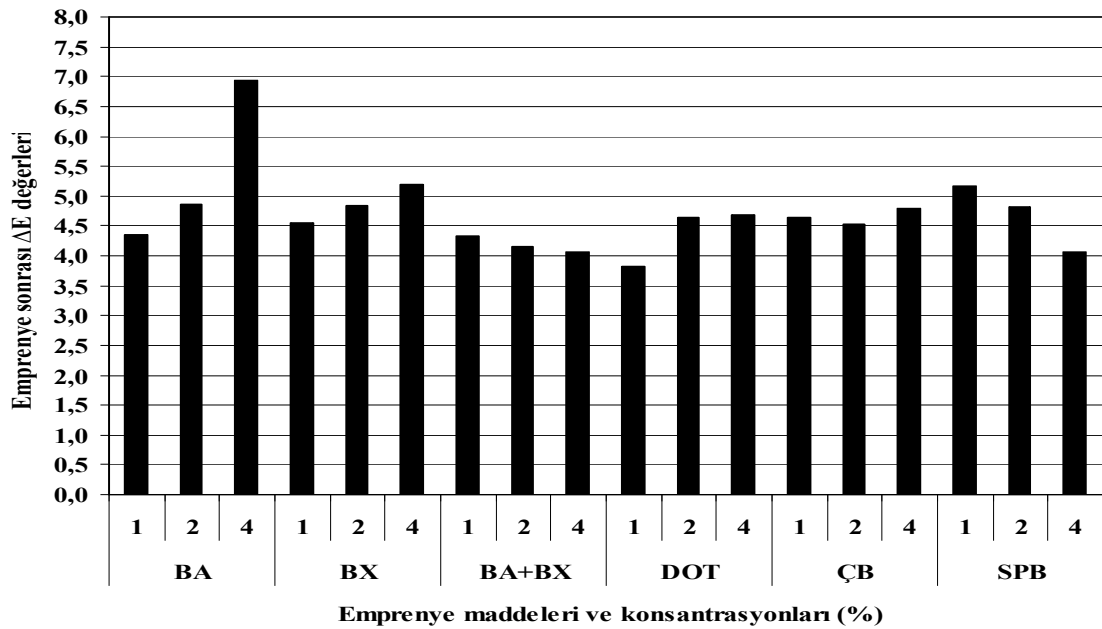
Şekil 4.12. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen L değerleri



Şekil 4.13. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen a değerleri



Şekil 4.14. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen b değerleri



Şekil 4.15. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen toplam renk değişim değerleri

Tablo ve şekiller incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Emprenye öncesi deney örneklerinin L değerleri 72 – 77 arasında değişiklik göstermiştir. Emprenye işlemi ile deney örneklerinin L değerlerinde belli düzeyde düşüşler kaydedilmiştir. Emprenye işlemi sonrası deney örneklerinin L değerleri 67 - 72 arası değerler almıştır. Emprenye maddelerinin ve konsantrasyonların deney örneklerinin L değerlerindeki düşüş üzerin etkileri arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir. L değerleri 0 ile 100 arasında 100'e yaklaştıkça beyazlaşmakta; 0'a yaklaştıkça siyahlaşmaktadır. Buna göre, emprenye maddeleri L değerinde belli düzeyde azalmaya sebep olduklarından, muamelesiz kontrol örneğine oranla deney örneklerinde matlaşmaya sebep olduğu sonucuna varılabilir.
2. Deney örneklerinin pozitif yöndeki b değerlerindeki artış, deney örneklerinin kırmızılaştığını belirtmektedir. Borlu bileşiklerden BA, BA+BX ve SPB ile emprenye edilen deney örneklerinin a değerlerinde artış gözlemlenirken; diğer emprenye maddeleri ile muamele edilen deney örneklerinin a değerlerinde karışık durum gözlemlenmiştir. Burada, emprenye maddesi ve konsantrasyona göre düşüş ve artışlar karışık olarak gözlemlenmiştir.
3. Deney örneklerinin + yöndeki b değerlerindeki artış deney örneklerinin sarılaştığının bir göstergesidir. Çalışmada kullanılan tüm emprenye maddeleri deney örneklerinin b değerlerinde düşüşe sebep olmuşlardır. Buna göre kullanılan emprenye maddelerinin, emprenye sonrası deney örneklerinin sararmasını azalttığı sonucuna varılabilir.
4. Deney örneklerinin toplam renk değişim değerleri 3.83 – 6.93 arasında değişen değerler göstermiştir. Deney örneklerinde en düşük renk değişimi % 1'lik DOT ile, en yüksek renk değişimi % 4'lük BA ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilmiştir.

4.4.3. Deney örneklerinin hızlandırılmış-yaşlandırma sonrasında ölçülen renk değerlerine ilişkin bulgular

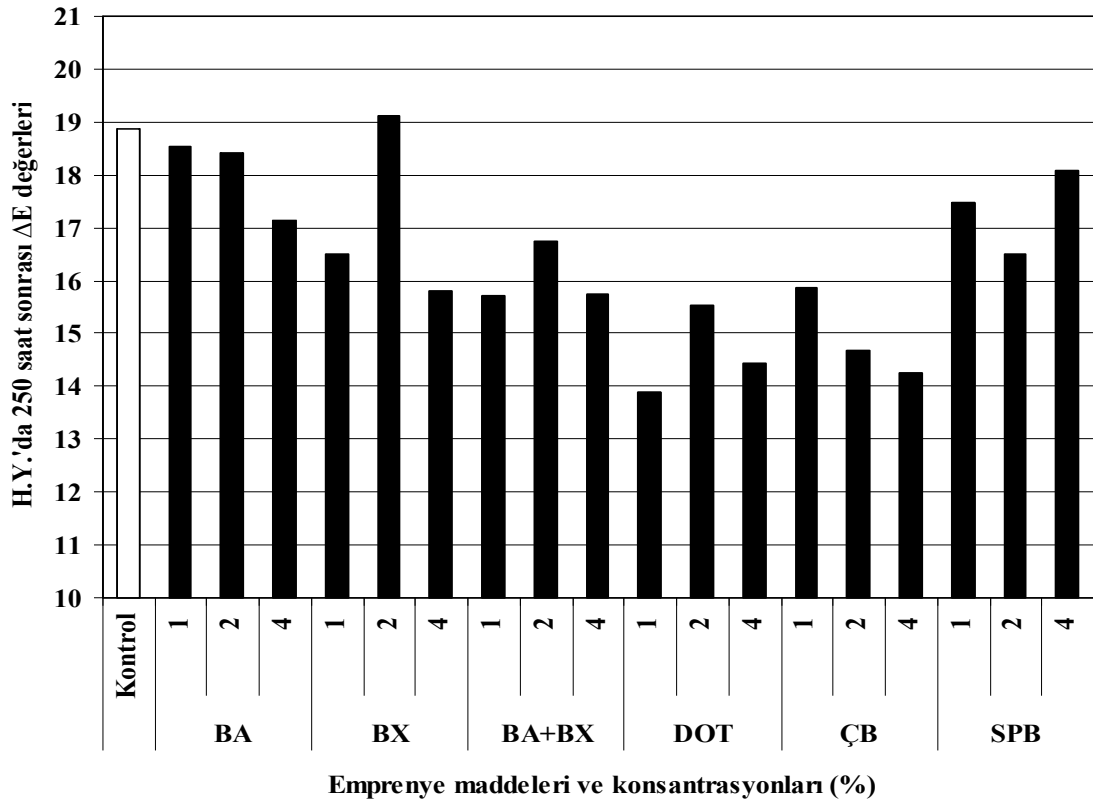
Sarıçam odunu deney örneklerinin 250 saat hızlandırılmış-yaşlandırma sonrası ölçülen renk değerleri Tablo 4.13'te verilmiştir. Ayrıca, 250 saat hızlandırılmış-

yaşlandırma sonucu ölçülen toplam renk değişim değerleri Şekil 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.13. Sarıçam deney örneklerinin 250 saat hızlandırılmış- yaşlandırma sonrası ölçülen renk değerleri

E. M.	Kon.(%)	Ö.S.	Renk Değerleri							
			Yaşlandırma öncesi				250 Saat Sonrası			
			L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
Kontrol	-	10	73,43	9,24	34,91	0	57,47	18,26	39,13	18,87
BA	1	10	72,71	8,84	35,38	4,23	56,72	17,79	38,04	18,55
BA	2	10	71,14	9,45	34,63	4,83	54,99	17,93	37,17	18,43
BA	4	10	70,45	9,32	31,68	7,41	54,30	14,28	31,79	17,15
BX	1	10	68,44	10,22	35,81	4,69	53,65	17,29	36,65	16,51
BX	2	10	71,94	7,97	32,71	5,28	55,83	16,87	37,76	19,12
BX	4	10	70,33	8,53	33,75	5,36	55,98	14,97	33,97	15,79
BA+BX *	1	10	70,00	10,45	37,10	4,35	54,77	16,84	35,42	15,71
BA+BX*	2	10	71,85	9,02	35,32	4,03	58,68	18,18	40,03	16,74
BA+BX *	4	10	70,26	9,55	35,10	4,00	56,44	16,50	36,79	15,74
DOT	1	10	68,00	10,46	35,86	3,83	55,53	16,50	35,34	13,88
DOT	2	10	72,49	7,77	33,14	4,63	58,31	13,94	32,28	15,53
DOT	4	10	70,42	8,90	34,71	4,69	57,26	13,92	32,00	14,43
ÇB	1	10	69,24	9,85	35,81	4,64	54,94	16,39	36,83	15,85
ÇB	2	10	70,79	9,82	35,75	4,54	58,24	17,27	37,11	14,68
ÇB	4	10	67,46	10,93	36,17	4,97	54,72	17,08	35,28	14,24
SPB	1	10	70,10	9,30	35,27	5,18	54,74	17,32	37,41	17,49
SPB	2	10	72,95	8,03	33,00	4,87	58,12	14,89	33,18	16,50
SPB	4	10	71,99	8,03	33,73	4,54	56,32	16,31	37,13	18,07

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA : Borik asit, BX : Boraks, DOT : Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB : Çinkoborat, SPB : Sodyum pentaborat, Kon.(%) : Emrenye konsantrasyonu, Ö.S. : Örnek sayısı, E.M. : Emrenye Maddesi, ΔE : Toplam renk değişimi, L,a,b : Renk parametreleri.



Şekil 4.16. Deney örneklerinin 250 saat hızlandırılmış-yaşlandırma sonucu ölçülen toplam renk değişimi değerleri

Tablo ve şekil incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Yaşlandırma öncesi ya da empenye sonrası deney örneklerinin L değerleri 67 – 73 arasında değişiklik göstermiştir. 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi ile deney örneklerinin L değerlerinde belli düzeyde düşüşler kaydedilmiştir. 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma sonrası deney örneklerinin L değerleri 53-59 arası değerler almıştır. L değerleri 0 ile 100 arasında 100'e yaklaştıkça beyazlaşmakta; 0'a yaklaştıkça siyahlaşmaktadır. Buna göre, 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi L değerinde belli düzeyde azalmaya sebep olduklarından, deney örneklerinde matlaşmaya sebep olduğu sonucuna varılabilir.
2. Deney örneklerinin yaşlandırma öncesine göre, 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonunda bütün bor türlerinde pozitif yönde a değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu artış deney örneklerinin yeşil tonlardan uzaklaşarak kırmızılaştığını göstermektedir.

3. 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonunda borlu bileşiklerden BA, BX ve SPB ile empenye edilen deney örneklerinin b değerlerinde artış gözlemlenirken, DOT ile empenye edilen deney örneklerinde b değerlerinde azalış gözlemlenmiştir. Diğer empenye maddelerinden ÇB ve BA+BX ile muamele edilen deney örneklerinin b değerlerinde empenye maddesi ve konsantrasyona göre düşüş ve artışlar karışık olarak gözlemlenmiştir. Deney örneklerinin + yöndeki b değerlerindeki artış deney örneklerinin sarılaştığının, - yöndeki b değerlerindeki azalış ise deney örneklerinin mavileştiğinin bir göstergesidir.

4. 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonunda, deney örneklerinde en düşük renk değişimi % 1'lik DOT ile en yüksek renk değişimi % 2'lük BX ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilmiştir.

5. Yaşlandırma öncesinde veya empenye işlemi sonunda deney örneklerinin toplam renk değişim değerleri 3,83 ile 7,41 arasında değişirken, 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonundaki toplam renk değişimi 13,88 ile 19,12 arasında değişim göstermiştir.

4.4.4. Deney örneklerinin empenye öncesi ve sonrasında ölçülen parlaklık değerlerine ilişkin bulgular

Borlu bileşiklerle empenyeli sarıçam deney örneklerinin empenye öncesi ve empenye sonrası parlaklık ölçüm sonuçları Tablo 4.14'de verilmiştir.

Tablo 4.14. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve emprenye sonrası parlaklık ölçümü sonuçları

		Parlaklık Değerleri											
E.M.	K.(%)/Ö.S.	Emprenye Öncesi						Emprenye Sonrası					
		Paralel			Dik			Paralel			Dik		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
BA	1-----10	1,02	4,66	4,04	1,00	4,26	1,58	0,96	4,00	2,16	0,90	3,20	0,82
	2-----10	1,06	4,92	4,38	0,96	4,06	1,62	0,96	3,76	2,28	0,86	3,20	1,08
	4-----10	1,00	4,62	2,78	1,02	4,10	1,50	0,78	2,88	0,88	0,82	2,60	0,64
BX	1-----10	1,02	5,02	4,72	0,98	4,28	1,56	0,92	4,06	3,42	0,82	3,30	1,04
	2-----10	1,00	3,90	2,94	1,00	3,66	1,32	0,76	2,82	1,10	0,82	2,74	0,54
	4-----10	0,98	4,42	2,48	0,96	3,58	1,20	0,88	3,66	1,70	0,82	2,90	0,88
BA+BX*	1-----10	1,02	5,06	3,62	1,04	4,46	1,46	0,92	4,06	2,44	1,08	3,60	0,88
	2-----10	1,00	4,52	3,40	1,00	3,90	1,34	0,94	4,02	2,44	0,98	3,56	1,10
	4-----10	1,02	4,94	4,64	1,00	4,02	1,38	0,92	4,12	2,74	0,88	3,38	1,22
DOT	1-----10	0,95	5,05	5,75	0,93	3,98	1,55	0,88	4,13	3,85	0,80	3,25	0,90
	2-----10	0,98	4,38	2,65	0,98	3,58	1,23	0,88	3,70	1,50	0,88	2,95	0,88
	4-----10	1,00	4,25	1,98	0,98	3,85	1,25	0,90	3,83	1,68	0,85	3,25	1,00
ÇB	1-----10	1,00	4,73	4,35	0,95	4,05	1,58	0,90	4,00	2,95	0,85	3,23	1,05
	2-----10	1,00	4,13	3,23	1,00	4,05	1,58	0,93	3,80	3,25	0,90	3,58	1,15
	4-----10	0,90	3,65	1,83	0,88	3,38	1,08	0,58	2,33	1,68	0,60	2,28	0,48
SPB	1-----10	0,90	3,70	2,03	0,93	3,33	0,78	0,83	3,33	1,38	0,83	2,88	0,63
	2-----10	1,05	4,75	4,35	1,00	3,93	1,00	0,93	4,00	2,35	0,93	3,35	0,83
	4-----10	0,98	4,23	2,65	0,95	3,60	0,85	0,88	3,48	1,60	0,88	2,83	0,43

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA: Borik asit, BX: Boraks, DOT : Disodyum oktaborat tetrahidrat , ÇB : Çinkoborat SPB: Sodyum pentaborat, K.(%) : Emprenye konsantrasyonu, Ö.S. : Örnek sayısı,E.M. : Emprenye Maddesi, Par/Dik. :Liflere paralel/dik, 20°,60°,85°: Parlaklık ölçüm açıları.

Tablo incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

1-Tez kapsamında kullanılan borlu bileşikler deney örneklerinin parlaklık değerlerinde düşüşe neden olduğu gözlemlenmiştir.

2-Borlu bileşiklerin neden olduğu parlaklık azalması üzerine etkisi bakımından, kendi aralarında belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir.

3-Konsantrasyon düzeyinin deney örneklerinin parlaklık düzeyleri üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

4.4.5. Deney örneklerinin hızlandırılmış-yaşlandırma sonrasında ölçülen parlaklık değerlerine ilişkin bulgular

Sarıçam deney örneklerinin 250 saat hızlandırılmış yaşlandırma sonrası ölçülen parlaklık değerleri Tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.15. Sarıçam deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma sonrası ölçülen parlaklık değerleri

		Parlaklık Değerleri											
E. M.	K.(%)/Ö.S.	Yaşlandırma Öncesi						Yaşlandırma Sonrası					
		Paralel			Dik			Paralel			Dik		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
Kontrol	1-----10	1,03	4,53	3,73	0,95	3,80	1,33	0,73	3,35	3,40	0,63	2,65	0,70
BA	1-----10	0,96	4,00	2,16	0,90	3,20	0,82	0,70	3,26	2,60	0,60	2,54	0,84
	2-----10	0,96	3,76	2,28	0,86	3,20	1,08	0,60	2,98	2,78	0,58	2,46	0,62
	4-----10	0,78	2,88	0,88	0,82	2,60	0,64	0,56	2,94	2,04	0,60	3,48	0,74
BX	1-----10	0,92	4,06	3,42	0,82	3,30	1,04	0,64	3,34	3,58	0,56	2,64	0,76
	2-----10	0,76	2,82	1,10	0,82	2,74	0,54	0,48	2,16	1,54	0,46	2,18	0,66
	4-----10	0,88	3,66	1,70	0,82	2,90	0,88	0,66	3,42	2,32	0,54	2,40	0,88
BA+BX*	1-----10	0,90	3,75	2,48	1,13	3,55	0,88	0,63	3,28	3,23	0,70	2,93	0,73
	2-----10	0,94	4,02	2,44	0,98	3,56	1,10	0,64	3,34	2,66	0,70	3,12	1,00
	4-----10	0,92	4,12	2,74	0,88	3,38	1,22	0,60	3,44	3,56	0,60	2,58	0,78
DOT	1-----10	0,88	4,13	3,85	0,80	3,25	0,90	0,60	3,25	3,93	0,53	2,70	0,83
	2-----10	0,88	3,70	1,50	0,88	2,95	0,80	0,63	3,28	2,13	0,63	2,65	1,15
	4-----10	0,90	3,83	1,68	0,85	3,25	1,00	0,70	3,48	2,53	0,60	2,68	0,85
ÇB	1-----10	0,90	4,00	2,95	0,85	3,23	1,05	0,60	3,18	2,93	0,58	2,50	0,70
	2-----10	0,93	3,80	3,25	0,90	3,58	1,15	0,60	3,18	2,93	0,58	2,50	0,70
	4-----10	0,80	3,35	1,65	0,85	3,23	0,68	0,53	2,68	2,00	0,58	2,33	0,30
SPB	1-----10	0,83	3,33	1,38	0,83	2,88	0,63	0,53	2,43	1,65	0,53	2,03	0,48
	2-----10	0,93	4,00	2,35	0,93	3,35	0,83	0,63	3,15	3,18	0,70	2,70	0,65
	4-----10	0,88	3,48	1,60	0,88	2,83	0,43	0,58	2,65	2,33	0,60	2,23	0,40

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA: Borik asit, BX: Boraks, DOT: Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB: Çinkoborat, SPB: Sodyum pentaborat, K.(%): Emprenye konsantrasyonu, Ö.S.: Örnek sayısı, E.M.: Emprenye Maddesi, Par/Dik.: Lif yönüne paralel/dik, 20°, 60°, 85°: Parlaklık ölçüm açıları.

Tablo incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1-Hızlandırılmış-yaşlandırma öncesi kontrol örneğinin her 3 açı ile ölçülen parlaklık değerleri, borlu bileşiklerle empenye edilen deney örneklerine oranla daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonunda ise, genellikle deney örneklerinin parlaklık değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir.

4.4.6. Deney örneklerinin empenye öncesi ve sonrasında ölçülen pürüzlülük değerlerine ilişkin bulgular

Borlu bileşiklerle empenyeli sarıçam deney örneklerinin empenye öncesi ve empenye sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Deney örneklerinin empenye öncesi ve empenye sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri

E. M.	K.(%)/Ö.S.	Pürüzlülük Değerleri					
		Emprenye Öncesi			Emprenye Sonrası		
		Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
BA	1-----10	4,61	29,91	5,98	5,98	36,23	7,47
	2-----10	5,01	31,31	6,42	6,73	39,53	8,39
	4-----10	4,31	27,07	5,46	5,99	36,60	7,49
BX	1-----10	4,91	33,01	6,25	6,23	38,14	7,80
	2-----10	5,05	29,54	6,26	7,53	43,07	9,26
	4-----10	4,97	33,96	6,43	6,14	38,88	7,85
BA+BX*	1-----10	4,20	29,69	5,57	5,86	36,87	7,49
	2-----10	5,80	35,05	7,28	5,18	32,14	6,51
	4-----10	4,05	26,78	5,19	5,98	34,90	7,41
DOT	1-----10	4,99	32,29	6,46	7,49	43,37	9,45
	2-----10	5,41	34,00	6,77	6,21	37,54	7,77
	4-----10	4,44	28,23	5,68	5,69	35,64	7,42
ÇB	1-----10	5,49	33,48	6,82	6,25	37,08	7,72
	2-----10	4,00	27,26	5,17	4,95	32,79	6,29
	4-----10	4,41	28,67	5,55	6,08	37,33	7,70
SPB	1-----10	6,21	35,74	7,63	6,60	42,09	8,31
	2-----10	6,00	37,41	7,59	5,51	35,03	6,91
	4-----10	7,15	44,33	9,14	7,36	41,74	9,12

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA: Borik asit, BX: Boraks, DOT: Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB: Çinkoborat, SPB: Sodyum pentaborat, K.(%) : Emprenye konsantrasyonu, Ö.S.: Örnek sayısı, E.M.: Emprenye maddesi, Ra : Aritmetik ortalama pürüzlülük, Rz : Maksimum pürüzlülük, Rq : Kuadratik ortalama pürüzlülük

Tablo incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Deney örneklerinin pürüzlülük göstergelerinin belirlendiği Ra, Rz ve Rq değerlerinde kaydedilen artışlar pürüzlülük de artışlar kaydedildiğini belirtmektedir. Buna göre emprenye öncesi ölçülen deney örneklerinin Ra, Rz ve Rq değerleri ile emprenye sonrası ölçülen Ra, Rz ve Rq değerleri arasında emprenye sonrası meydana gelen artışlar, borlu bileşiklerin deney örneklerinin pürüzlülüklerinde artışa sebep olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.
2. Emprenye sonrası en yüksek Ra değeri % 2'lik BX, en yüksek Rz ve Rq değerleri % 1'lik DOT ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilmiştir.
3. Çalışmada konsantrasyon düzeyinin yüzey pürüzlülüğü üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca emprenye maddeleri içinde BX, DOT ve SPB'nin diğer emprenye maddelerine göre belli düzeyde daha yüksek Ra, Rz ve Rq değerleri verdiği gözlemlenmiştir.

4.4.7. Deney örneklerinin hızlandırılmış-yaşlandırma sonrasında ölçülen pürüzlülük değerlerine ilişkin bulgular

Sarıçam deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve 250 saat hızlandırılmış-yaşlandırma sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17. Deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri

E.M.	K.(%)/Ö.S.	Pürüzlülük Değerleri					
		Yaşlandırma Öncesi			Yaşlandırma Sonrası		
		Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
Kontrol	0-----10	5,13	31,89	6,51	6,28	39,31	8,07
BA	1-----10	6,01	35,58	7,51	6,21	36,63	7,72
	2-----10	6,41	37,95	7,97	7,34	42,94	9,22
	4-----10	6,09	36,41	7,56	6,78	40,00	8,45
BX	1-----10	6,18	37,73	7,70	6,69	39,93	8,38
	2-----10	8,15	45,76	9,95	7,46	42,91	9,23
	4-----10	6,58	41,52	8,44	6,32	37,51	7,81
BA+BX*	1-----10	5,25	35,96	7,12	6,60	40,91	8,69
	2-----10	4,89	30,08	6,10	5,76	36,89	7,78
	4-----10	5,85	34,19	7,20	5,48	33,80	6,89
DOT	1-----10	7,49	43,37	9,45	6,23	41,11	8,23
	2-----10	6,21	37,54	7,77	6,26	36,70	7,74
	4-----10	5,69	35,64	7,42	4,97	31,71	6,34
ÇB	1-----10	6,25	37,08	7,72	6,23	39,36	7,81
	2-----10	4,95	32,79	6,29	4,58	29,05	5,83
	4-----10	6,08	37,33	7,70	7,03	41,82	8,84
SPB	1-----10	6,60	42,09	8,31	6,62	39,85	8,28
	2-----10	5,51	35,03	6,91	6,81	43,61	8,79
	4-----10	7,36	41,74	9,12	7,22	48,21	9,26

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA : Borik asit ,BX : Boraks, DOT : Disodyum oktaborat tetrahidrat ,ÇB : Çinkoborat ,SPB : Sodyum pentaborat, K.(%) : Empenye konsantrasyonu, Ö.S. : Örnek sayısı, E.M. : Empenye maddesi, Ra : Aritmetik ortalama pürüzlülük, Rz : Maksimum pürüzlülük, Rq : Kuadratik ortalama pürüzlülük

Tablo incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Hızlandırılmış-yaşlandırma öncesi borlu bileşiklerle muamele edilen deney örneklerinin pürüzlülük değerleri, emprenyesiz (Kontrol) örneğine oranla daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir.
2. Hızlandırılmış-yaşlandırma sonrası genellikle, deney örneklerinin pürüzlülük değerlerinde artış kaydedilmiştir.
3. Genellikle hızlandırılmış-yaşlandırma sonucu kontrol örneklerinde ölçülen pürüzlük değerlerinin, emprenyeli deney örneklerinde ölçülen pürüzlük değerlerinden yüksek olduğu gözlenmiştir.
4. Konsantrasyon düzeyinin deney örneklerinin pürüzlülüğü üzerinde etkisinin olmadığı söylenebilir. Çünkü bazı düşük konsantrasyonlarda elde edilen pürüzlülük değerleri, yüksek konsantrasyonla muamele edilen deney örneklerinden yüksek değerler vermiştir. Benzer sonuçlar emprenye maddeleri içinde söylenebilir. Buradan emprenye maddesi tipi ve konsantrasyon düzeyinin pürüzlülük değerleri üzerinde gözle görülebilir etkisinin olmadığı çıkarılabilir.

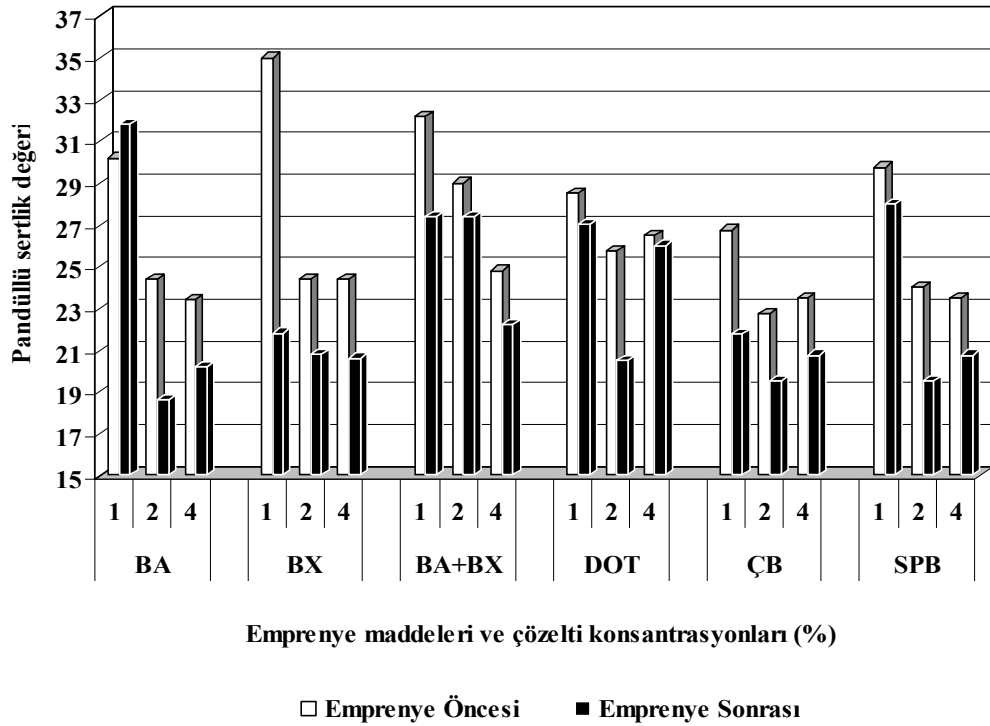
4.4.8. Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen sertlik değerlerine ilişkin bulgular

Borlu bileşiklerle emprenyeli sarıçam odunu deney örneklerinin emprenye öncesi ve emprenye sonrası sertlik ölçüm değerleri Tablo 4.18 ve Şekil 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.18. Sarıçam sertlik deney örneklerinin emprenye öncesi ve emprenye sonrası sertlik değerleri

E. M.	Kon.(%)	Ö.S.	Sertlik Değerleri	
			Emprenye Öncesi	Emprenye Sonrası
BA	1	10	30,20 ±11,76	31,80 ±18,10
BA	2	10	24,40 ± 6,95	18,60 ± 3,58
BA	4	10	23,40 ± 3,65	20,20 ± 5,26
BX	1	10	35,00 ± 9,77	21,80 ±13,72
BX	2	10	24,40 ± 3,78	20,80 ± 6,30
BX	4	10	24,40 ± 3,58	20,60 ± 3,21
BA+BX *	1	10	32,20 ±12,56	27,40 ± 8,53
BA+BX *	2	10	29,00 ± 4,40	27,40 ± 3,58
BA+BX *	4	10	24,80 ± 1,64	22,20 ± 7,16
DOT	1	10	28,50 ± 4,80	27,00 ±12,83
DOT	2	10	25,75 ± 5,74	20,50 ± 3,87
DOT	4	10	26,50 ± 5,38	26,00 ± 9,90
ÇB	1	10	26,75 ±11,90	21,75 ± 7,32
ÇB	2	10	22,75 ± 3,86	19,50 ± 7,14
ÇB	4	10	23,50 ± 6,61	20,75 ± 2,06
SPB	1	10	29,75 ± 4,27	28,00 ± 9,27
SPB	2	10	24,00 ± 7,26	19,50 ± 7,14
SPB	4	10	23,50 ± 6,61	20,75 ± 2,06

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA: Borik asit, BX: Boraks, DOT: Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB: Çinkoborat, SPB: Sodyum pentaborat, Kon.(%): Emprenye konsantrasyonu, Ö.S.: Örnek sayısı, E.M.: Emprenye maddesi.



Şekil 4.17. Sarıçam odunu deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası pandüllü sertlik değerleri

Tablo ve şekil incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir

1. Genel olarak deney örneklerinin emprenye öncesi sertlik değerleri emprenye sonrası ölçülen sertlik değerlerinden daha düşük değerler vermiştir.
2. Çalışmada emprenye sonrası en düşük sertlik değeri % 2'lik çinko borat ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilirken; en yüksek sertlik değeri BA'ın % 1'lik çözeltisi ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilmiştir.
3. Konsantrasyon düzeyinin deney örneklerinin sertlik değerleri üzerinde belirleyici bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.
4. Çalışmada kullanılan emprenye maddelerinin, deney örneklerinin sertlik değerleri üzerine etkileri bakımından aralarında çok belirgin bir farklılık gözlenmemiştir.

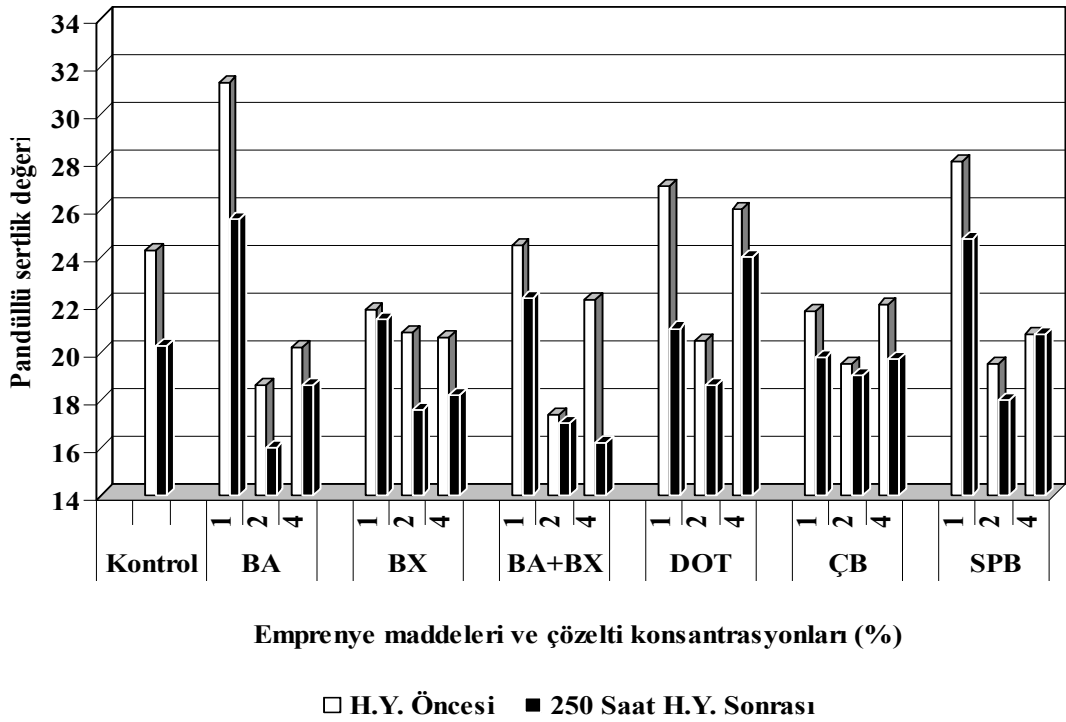
4.4.9. Deney örneklerinin hızlandırılmış-yaşlandırma sonrasında ölçülen sertlik değerlerine ilişkin bulgular

Sarıçam deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve 250 saat hızlandırılmış yaşlandırma sonrası ölçülen sertlik değerleri Tablo 4.19 ve Şekil 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.19. Deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma sonrası ölçülen sertlik değerleri

E. M.	Kon.(%)	Ö.S.	Sertlik Değerleri	
			Yaşlandırma öncesi	250 Saat Sonrası
Kontrol	-	10	24,25 ± 5,38	20,2 ± 3,20
BA	1	10	31,30 ± 8,10	25,60± 4,88
BA	2	10	18,60 ± 3,58	16,00 ±3,49
BA	4	10	20,20 ± 5,26	18,60± 2,51
BX	1	10	21,80 ±5,72	21,40 ± 4,14
BX	2	10	20,80 ±6,30	17,60 ± 4,16
BX	4	10	20,60 ±3,21	18,20 ± 2,95
BA+BX *	1	10	24,50 ±6,40	22,25 ± 3,20
BA+BX*	2	10	17,40 ±3,58	17,00 ± 3,74
BA+BX*	4	10	22,20 ±7,16	16,20 ± 3,27
DOT	1	10	27,00 ±2,83	21,00 ± 3,27
DOT	2	10	20,50 ±3,88	18,60 ± 3,79
DOT	4	10	26,00 ±5,90	24,00 ± 6,27
ÇB	1	10	21,75 ± 3,32	19,80 ±0,96
ÇB	2	10	19,50 ± 4,43	19,00 ± 4,42
ÇB	4	10	22,00 ± 2,94	19,75 ± 3,85
SPB	1	10	28,00 ±4,27	24,75± 5,56
SPB	2	10	19,50 ±3,14	18,00 ±2,16
SPB	4	10	20,75±2,06	20,75 ± ,03

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA: Borik asit, BX: Boraks, DOT: Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB: Çinkoborat, SPB: Sodyum pentaborat, Kons.(%) : Empenye konsantrasyonu, Ö.S. : Örnek sayısı, E.M.: Empenye maddesi.



Şekil 4.18. Sarıçam odunu deney örneklerinin yaşlandırma öncesi ve sonrası ölçülen pandüllü sertlik değerleri

Tablo ve şekil incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Deney ve kontrol örneklerinin hızlandırılmış yaşlandırma sonrası sertlik değerlerinde belli düzeyde düşüşler gözlemlenmiştir. Buradan, hızlandırılmış-yaşlandırma işleminin deney örneklerinde yumuşamaya sebep olduğu sonucuna varılmıştır.
2. Yaşlandırma işlemi öncesi kontrol örneğinin sertlik değeri 24,25 iken yaşlandırma işlemi sonucunda 20,25 değerine düşmüştür. Emprenyeli deney örneklerinde de yaşlandırma işlemi öncesi sertlik değerleri 17–31 arasında değişen değerler gösterirken, yaşlandırma sonrası 17–25 arasında değişen değerler göstermiştir.
3. Yaşlandırma işlemi sonucunda kontrol ve test örneklerinin yüzey sertlik değerlerinde meydana gelen azalma miktarları arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir.

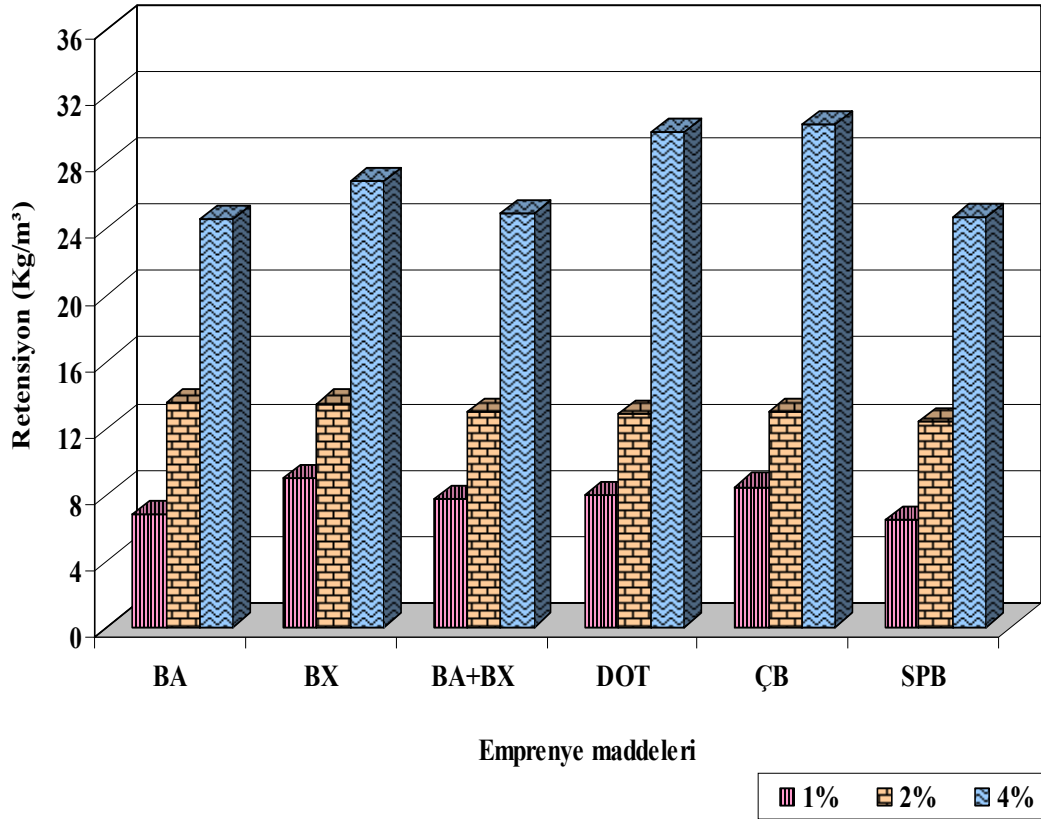
4.5. Yıkama Testine İlişkin Bulgular

Borlu bileşiklerle empenye edilen sarıçam odunu yıkama deney örneklerinin empenye sonrası hesaplanan retensiyon değerleriyle ilgili veriler Tablo 4.20 ve Şekil 4.19'da verilmiştir. Bor türü ve çözelti konsantrasyonuna göre yıkama test cihazında 10 döngülük yıkama test sonuçlarıyla ilgili bulgular Tablo 4.21-22 ve her bir empenye maddesi için yıkanan bor miktarları yüzde (%) olarak Şekil 4.20-25'te verilmiştir.

Tablo 4.20. Borlu bileşiklerle empenye edilen sarıçam yıkama deney örneklerinin empenye sonrası hesaplanan retensiyon değerleri

<u>E.M.</u>	<u>K. (%)</u>	<u>Ö.S.</u>	<u>Retensiyon (Kg/m³)</u>	<u>St. Sp.</u>
BA	1	10	6,74	0,18
	2	10	13,51	0,49
	4	10	24,52	0,53
BX	1	10	8,94	0,16
	2	10	13,45	0,69
	4	10	26,85	0,66
BA+BX*	1	10	7,71	0,17
	2	10	12,96	0,24
	4	10	24,88	0,83
DOT	1	10	7,92	0,14
	2	10	12,81	0,34
	4	10	29,77	1,27
ÇB	1	10	8,42	0,36
	2	10	12,93	0,53
	4	10	30,23	2,10
SPB	1	10	6,43	0,13
	2	10	12,38	0,60
	4	10	24,67	0,78

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, BA: Borik asit, BX: Boraks, DOT: Disodyum oktaborat tetrahidrat, ÇB: Çinkoborat, SPB: Sodyum pentaborat, K.(%) : Emprenye konsantrasyonu, Ö.S. : Örnek sayısı, E.M.: Emprenye maddesi, St. Sp : Standart sapma



Şekil 4.19. Yıkama testi deney örneklerinin retensiyon değerleri

Tablo incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Emprenye çözelti konsantrasyonu arttıkça doğru orantılı olarak retensiyon oranlarında da artış gözlenmiştir.
2. En yüksek retensiyon oranı % 4'lük ÇB ile muamele edilen deney örneklerinde, en düşük retensiyon oranı % 1'lik SPB ile muamele edilen deney örneklerinde gözlenmiştir.

Tablo 4.21. Bor türü ve çözelti konsantrasyonuna göre bor yıkanma testi sonuçları (ppm)

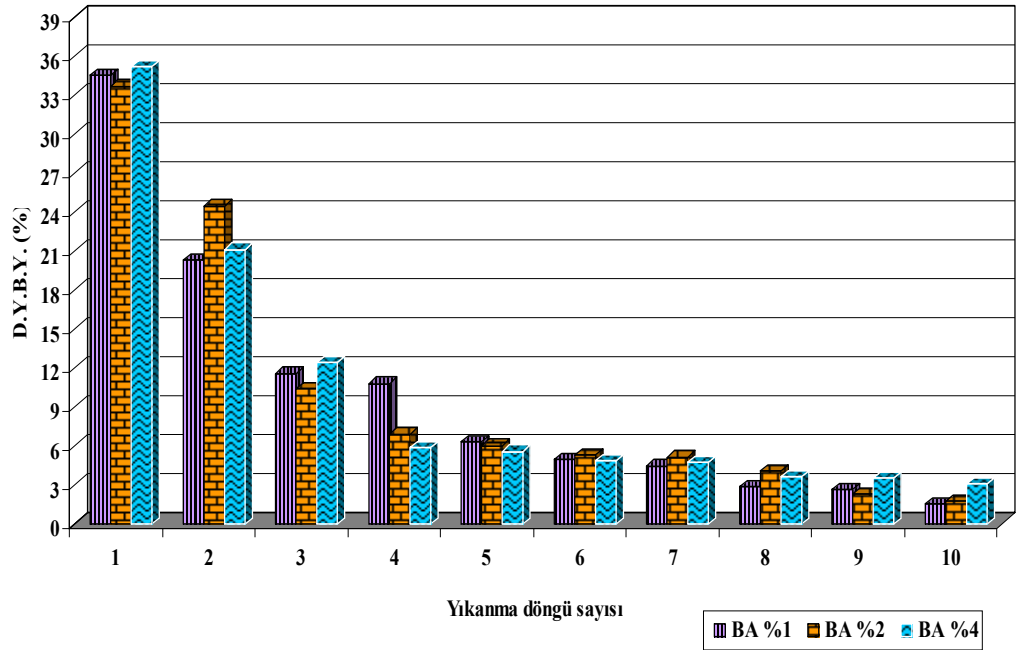
On Tekrarlı Bor Yıkanma Test Sonuçları (D.Y.B.M. (ppm))												
E.M.	Kon. (%)	1* (ppm)	2* (ppm)	3* (ppm)	4* (ppm)	5* (ppm)	6* (ppm)	7* (ppm)	8* (ppm)	9* (ppm)	10* (ppm)	T.Y.B.M. (ppm)
BA	1	131	77	44	41	24	19	17	11	10	6	380
	2	190	138	59	39	34	30	29	23	13	10	565
	4	258	155	91	43	41	36	35	27	26	23	735
BX	1	1672	384	323	281	192	112	108	56	15	0	3143
	2	1842	720	210	158	119	54	52	41	37	17	3250
	4	2084	597	387	322	177	127	97	89	43	30	3953
BA+BX*	1	306	137	84	43	38	26	25	24	22	13	718
	2	471	236	171	112	69	61	36	28	27	18	1229
	4	1374	347	254	135	80	74	61	47	35	17	2424
DOT	1	850	444	256	123	104	64	62	49	25	0	1977
	2	1345	624	490	245	194	130	125	85	38	11	3287
	4	3738	1195	1184	381	379	185	82	62	57	25	7288
ÇB	1	657	231	116	80	65	61	59	51	37	16	1373
	2	718	259	151	84	71	54	53	47	27	22	1486
	4	2306	418	296	178	122	90	84	65	57	24	3640
SPB	1	868	352	243	158	123	85	76	70	44	0	2019
	2	888	657	402	202	158	135	129	106	82	32	2791
	4	3900	894	880	513	437	264	252	211	111	47	7509

* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, X*: X. Döngüde yıkanan bor miktarı (D.Y.B.M.(ppm)), T.Y.B.M.: Toplam yıkanan bor miktarı, Kon.(%) : Emprenye konsantrasyonu, E.M.: Emprenye maddesi

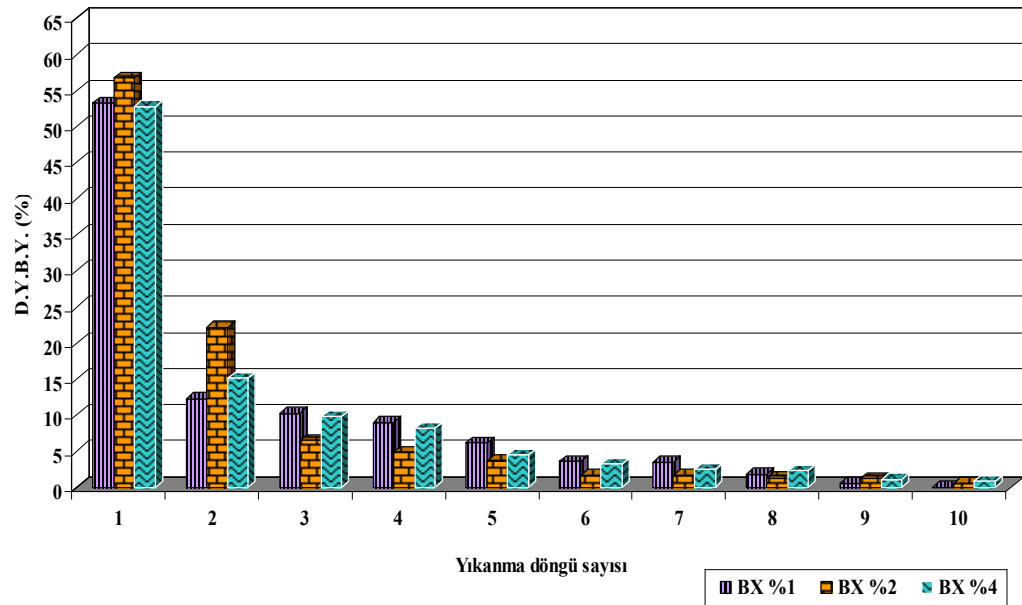
Tablo 4.22. Bor türü ve çözelti konsantrasyonuna göre yüzde bor yıkanma test sonuçları

On Tekrarlı Bor Yıkanma Testi Sonuçları (D.Y.B.Y. (%))												
E.M.	Kon. (%)	1* (%)	2* (%)	3* (%)	4* (%)	5* (%)	6* (%)	7* (%)	8* (%)	9* (%)	10* (%)	T.Y.B.M. (ppm)
E.M.	1	34,47	20,26	11,58	10,79	6,32	5,00	4,47	2,89	2,63	1,58	380
	2	33,63	24,42	10,44	6,90	6,02	5,31	5,13	4,07	2,30	1,77	565
	4	35,10	21,09	12,38	5,85	5,58	4,90	4,76	3,67	3,54	3,13	735
BA	1	53,20	12,22	10,28	8,94	6,11	3,56	3,44	1,78	0,48	0,00	3143
	2	56,68	22,15	6,46	4,86	3,66	1,66	1,60	1,26	1,14	0,52	3250
	4	52,72	15,10	9,79	8,15	4,48	3,21	2,45	2,25	1,09	0,76	3953
BX	1	42,62	19,08	11,70	5,99	5,29	3,62	3,48	3,34	3,06	1,81	718
	2	38,32	19,20	13,91	9,11	5,61	4,96	2,93	2,28	2,20	1,46	1229
	4	56,68	14,32	10,48	5,57	3,30	3,05	2,52	1,94	1,44	0,70	2424
BA+BX*	1	42,99	22,46	12,95	6,22	5,26	3,24	3,14	2,48	1,26	0,00	1977
	2	40,92	18,98	14,91	7,45	5,90	3,95	3,80	2,59	1,16	0,33	3287
	4	51,29	16,40	16,25	5,23	5,20	2,54	1,13	0,85	0,78	0,34	7288
DOT	1	47,85	16,82	8,45	5,83	4,73	4,44	4,30	3,71	2,69	1,17	1373
	2	48,32	17,43	10,16	5,65	4,78	3,63	3,57	3,16	1,82	1,48	1486
	4	63,35	11,48	8,13	4,89	3,35	2,47	2,31	1,79	1,57	0,66	3640
ÇB	1	42,99	17,43	12,04	7,83	6,09	4,21	3,76	3,47	2,18	0,00	2019
	2	31,82	23,54	14,40	7,24	5,66	4,84	4,62	3,80	2,94	1,15	2791
	4	51,94	11,91	11,72	6,83	5,82	3,52	3,36	2,81	1,48	0,63	7509
SPB	1	42,99	17,43	12,04	7,83	6,09	4,21	3,76	3,47	2,18	0,00	2019
	2	31,82	23,54	14,40	7,24	5,66	4,84	4,62	3,80	2,94	1,15	2791
	4	51,94	11,91	11,72	6,83	5,82	3,52	3,36	2,81	1,48	0,63	7509

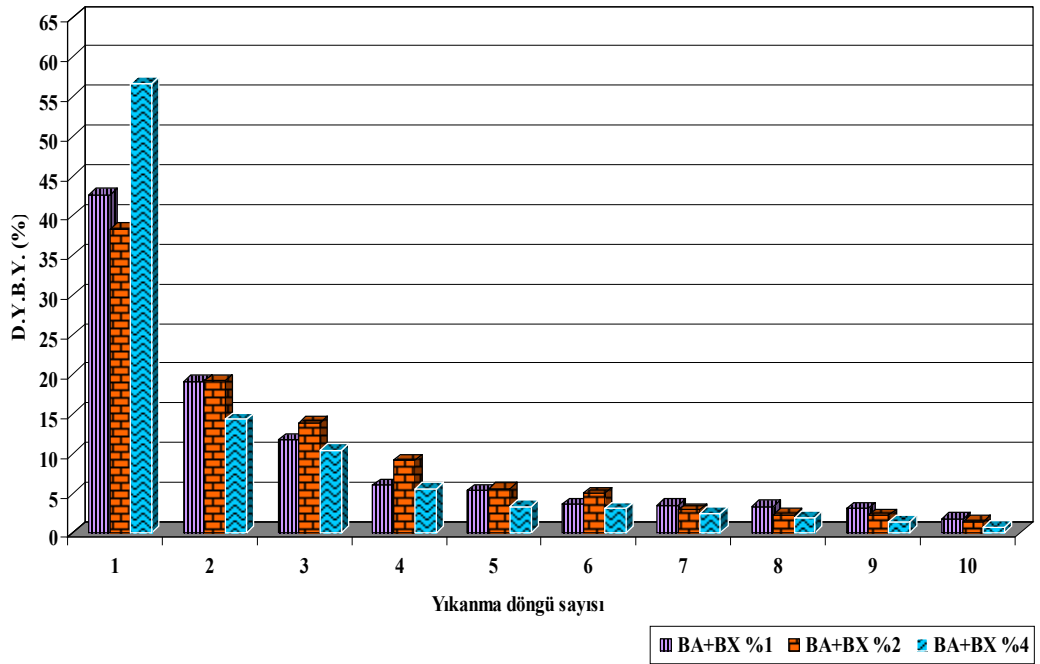
* Karışım 1:1 oranında ağırlık esasına göre hazırlanmıştır, X*: X. Döngüde yıkanan bor yüzdesi (D.Y.B.Y.(%)) tablo sonundaki toplam yıkanan bor miktarına (T.Y.B.M.) göre hesaplanmıştır, E.M.: Emprenye maddesi, Kon.(%) : Emprenye konsantrasyonu



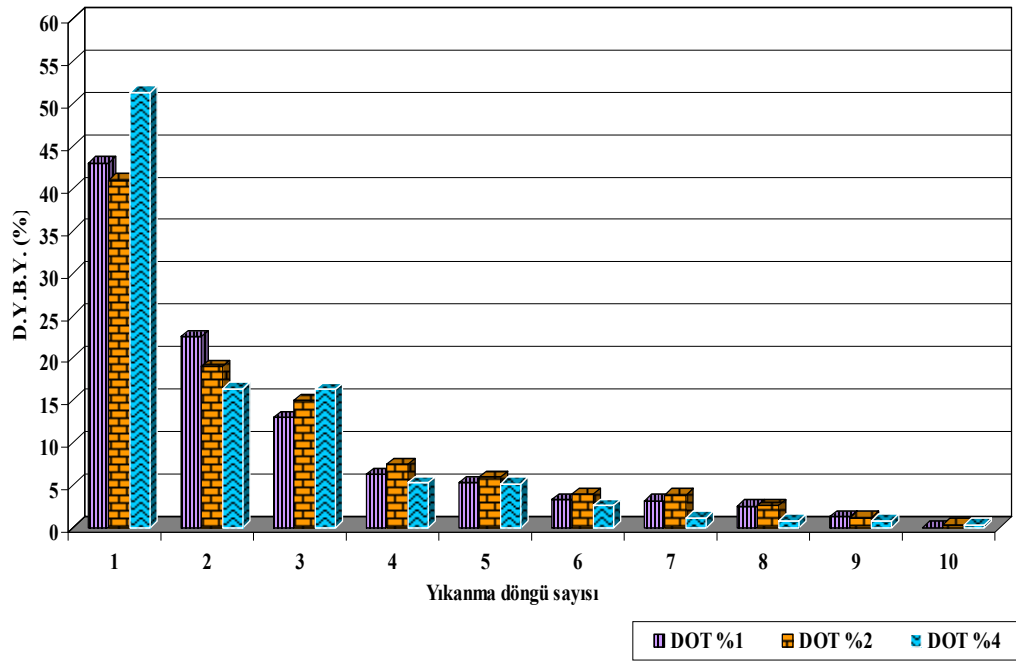
Şekil 4.20. BA ile empenyeli deney örneklerinde 10 döngülük yıkama testi sonucu yıkanan bor yüzdesi



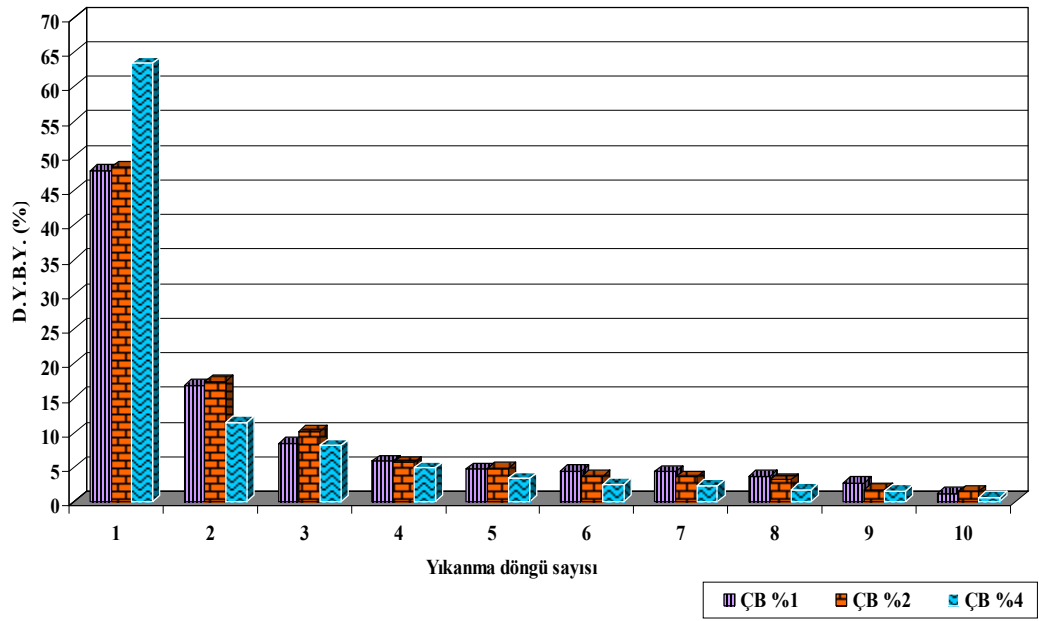
Şekil 4.21. BX ile empenyeli deney örneklerinde 10 döngülük yıkama testi sonucu yıkanan bor yüzdesi



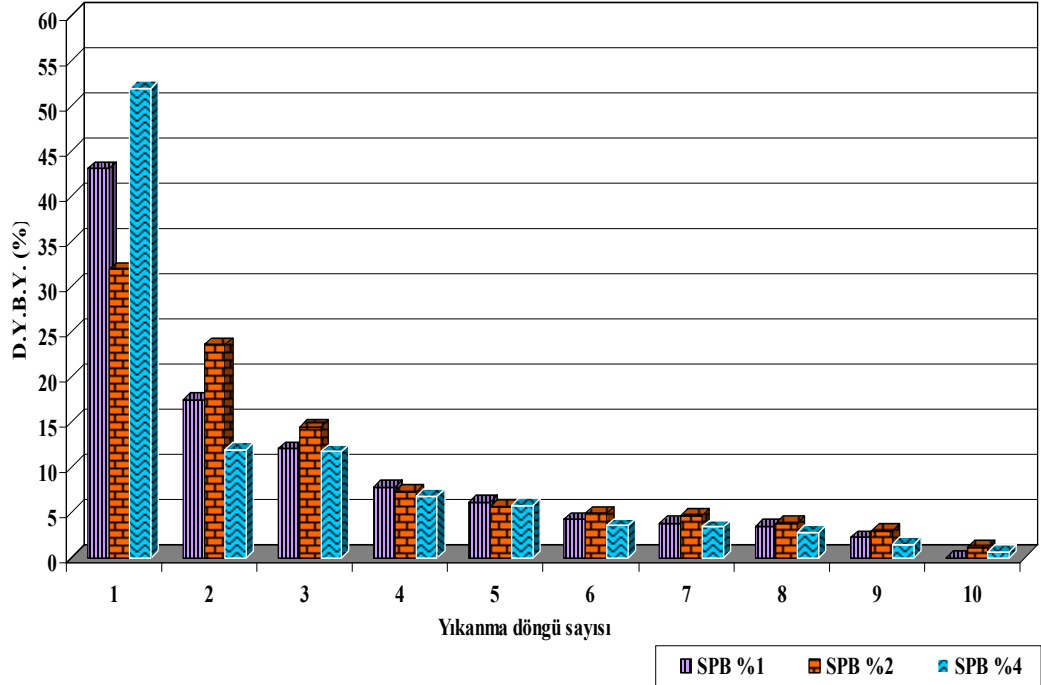
Şekil 4.22. BA+BX ile empenyeli deney örneklerinde 10 döngülük yıkama testi sonucu yıkanan bor yüzdesi



Şekil 4.23. DOT ile empenyeli deney örneklerinde 10 dönülük yıkama testi sonucu yıkanan bor yüzdesi



Şekil 4.24. ÇB ile empenyeli deney örneklerinde 10 dönümlük yıkama testi sonucu yıkanan bor yüzdesi



Şekil 4.25. SPB ile empenyeli deney örneklerinde 10 dönümlük yıkama testi sonucu yıkanan bor yüzdesi

Tablo ve şekiller incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1-On döngülük bor yıkanma testinde yıkanan bor miktarı 1. döngüde en fazla iken döngü sayısı arttıkça yıkanan bor miktarı da ters orantılı şekilde azalmıştır.

2-Yıkanan bor miktarı bor yüzdesine göre değerlendirildiğinde, bor yüzdesi % 1 olan BX, DOT ve SPB 10. döngüde odundan tamamen yıkanmıştır.

3-Aynı bor türünün yıkanma döngülerinin her biri kendi arasında değerlendirildiğinde yıkanan bor miktarı % 1'lik konsantrasyonlarda en az, % 4'lük konsantrasyonlarda en fazla olduğu gözlenmiştir.

4-Bütün emprenye konsantrasyonlarında yıkanan bor miktarının 1. döngüde en fazla, 10. döngüde en az olduğu ve döngü sayısı arttıkça yıkanan bor miktarının azalarak sifira yaklaştığı (Yani % 100 yıkanmaya yaklaştığı) gözlenmiştir.

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışma, borlu bileşiklerin odunun biyolojik direnç, tutuşma, hızlandırılmış yaşlandırma performans özellikleri üzerine olan etkileri ve odundan yıkanma özelliklerinin belirlenmesi amaçlarına yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan borlu bileşiklerden yalnızca borik asit asidik özellik gösterirken; diğer tüm borlu bileşikler bazik özellik göstermiştir. Kullanılan borlu bileşikler içinde boraks en yüksek derecede bazik özellik göstermiştir. Genellikle, çözelti konsantrasyonunun artmasına paralel olarak çözeltilerin bazik ve asidik özelliklerinde düşüşler gözlemlenmiştir. Emprenye öncesi ve sonrası ölçülen çözeltilerin pH ve yoğunluk değerlerinde, önemli düzeyde değişimler meydana gelmemiştir. Bu durum her emprenye varyasyonunda taze çözelti ile çalışmaktan kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Çürüklük testinden elde edilen sonuçlara göre, kahverengi çürüklük mantarına maruz bırakılan kontrol örneklerinde mantar tahribatından dolayı % 27.01 oranıyla en fazla ağırlık kaybı gözlemlenirken, en düşük ağırlık kaybı % 1.60 oranıyla DOT'un % 4'lük çözeltisiyle emprenye edilen deney örneklerinde gözlemlenmiştir. Çalışmada borlu bileşiklerle emprenye edilen deney örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı değerleri muamelesiz kontrol örneklerine kıyasla istatistiksel anlamda daha düşük değerler vermiştir. Çalışmada çözelti konsantrasyonu arttıkça deney örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı değerlerinde de düşüşler meydana gelmiştir. Buradan, özellikle çürüklük riskinin yüksek olduğu yerlerde kullanılacak ağaç malzemedeki, yüksek konsantrasyonlu çözeltilerin kullanılması tavsiye edilebilir. Temiz ve ark. (2006) sarıçam odununu, 4-methoxytrityl tetrafluoroborate ile muamele ettikleri çalışmalarında % 1, % 1.5 ve % 2'lik sulu konsantrasyonların *Postia placenta* mantarına karşı 12 haftalık çürüklük testi sonucunda, % 2'den daha az bir ağırlık kaybına neden olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla tez kapsamında kullanılan borlu bileşiklerle emprenye edilen deney örneklerinden elde edilen ağırlık kaybı değerleri literatür bilgileriyle benzerlik göstermektedir.

Deney örneklerinin tutuşma (LOI) testi sonuçlarına göre, emprenyesiz sarıçam kontrol örnekleri azot gazı % 68'de sabitlendiğinde minimum % 27 oksijen seviyesinde tutuşabildiği gözlemlenirken, borlu bileşiklerle emprenye edilen sarıçam

deney örnekleri sabit % 68 azot gazı seviyesinde tutuşabilmesi için emprenyesiz kontrol örneklerine oranla oldukça yüksek düzeyde oksijen gerektirmiştir. Aynı zamanda bor konsantrasyonu arttıkça sarıçam deney örneklerinin tutuşması için gerekli olan oksijen miktarının da artması gerektiği gözlemlenmiştir. Emprenyesiz kontrol örneklerinin sabit % 68 azot gazı seviyesinde % 27 oksijenle tutuşurken, borlu bileşiklerle emprenyeli deney örneklerinin sabit % 68 azot gazı seviyesinde en az BA % 1'de % 29 olmak üzere % 30, 35, 40, 45, 48 ve 51 gibi yüksek oranlarda oksijen gerektirmiştir. Bu verilere dayanılarak borlu bileşiklerin odunda geç tutuşma ve yanmayı geciktirici işlevi olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada LOI test sonuçlarına göre en olumlu sonucu % 4'lük DOT ile muamele edilen deney örnekleri vermiştir. Ayrıca LOI cihazında en uzun alev hali yanma süresi de % 4'lük BX ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilmiştir. Buradan borlu bileşiklerin deney örneklerinin yanmasını emprenyesiz kontrol örneğine göre iyileştirdiği ve çözelti konsantrasyonunun artmasına paralel olarak da deney örneklerinin yanma dirençlerinde olumlu yönde iyileşmelerin sağlandığı söylenebilir. Literatürde, Yalınkılıç ve ark. (1997) ve Baysal (2002), yaptıkları çalışmalarında borlu bileşiklerin ağaç malzemede yanmayı önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Dolayısıyla tez kapsamında kullanılan borlu bileşiklerle muamele edilen deney örneklerinden elde edilen tutuşma test sonuçları literatür bilgileriyle uyum sağlamaktadır.

Borlu bileşiklerle emprenye edilen deney örneklerinin emprenye sonrası yapılan üstyüzey ölçümleri emprenye öncesi yapılan ölçümlere göre karşılaştırıldığında; çalışma kapsamında kullanılan borlu bileşiklerin deney örneklerinin parlaklık ve sertlik değerlerinde düşüşe neden olurken, pürüzlülük değerlerinde artış gözlenmiştir. Emprenye sonrası renk değerlerindeyse düşüş ve artışlar karışık gözlenmiştir. Borlu bileşiklerle emprenye edilen deney örneklerinin 250 saat hızlandırılmış yaşlandırma sonrası yapılan üstyüzey ölçümleri hızlandırılmış yaşlandırma öncesi yapılan ölçümlere göre karşılaştırıldığında; Yaşlandırma öncesinde deney örneklerinin toplam renk değişim değerleri 3,83 ile 7,41 arasında değişirken, 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonundaki toplam renk değişimi 13,88 ile 19,12 arasında değişim göstermiştir. Buna göre 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi deney örneklerinin toplam renk değişimini artırdığı sonucuna varılabilir.

Benzer şekilde hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonunda genellikle deney örneklerinin parlaklık değerlerinde düşüş gözlemlendiğinden, 250 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi deney örneklerinin parlaklık değerlerini düşürdüğü sonucuna varılabilir. Hızlandırılmış yaşlandırma sonrası genelde deney örneklerinin pürüzlülük değerlerinde artış gözlenmiştir. Deney örneklerinde yaşlandırma işlemi öncesi sertlik ortalamaları 17–31 arasında değişen değerler gösterirken, yaşlandırma işlemi sonunda 17–25 arasında değişen değerler göstermiştir. Buradan hızlandırılmış yaşlandırma işleminin deney örneklerinin pürüzlülüğünü artırdığı ve aynı zamanda deney örneklerinde önemli derecede yumuşamaya sebep olduğu sonucuna varılabilir. Sarıçam malzemesinin kullanılacağı yere göre, malzemede bulunması istenilen renk, parlaklık, pürüzlülük ve sertlik gibi özellikler dekorasyon bakımından değerlendirilerek renk, parlaklık, pürüzlülük ve sertlik özelliklerinin olumlu etki yaratıp yaratmayacağına karar verilebilir.

Yıkanma testi sonuçlarına göre; ilk yıkanma döngüsünde borun büyük ölçüde odundan yıkanarak uzaklaştığı tespit edilmiştir. Yıkanma döngü sayısı arttıkça yıkanan bor miktarı da azalmıştır. BX, DOT, SPB'nin % 1'lik konsantrasyonlarıyla empenye edilen deney örneklerindeki borun 10. döngüde odundan tamamen yıkandığı gözlemlenmiştir. Buradan, özellikle dış ortamda kullanılan ve borlu bileşiklerle empenye edilen ağaç malzemede borun odundan kısa sürede yıkanarak koruyuculuk etkisinin azalacağı unutulmamalıdır. Bu yüzden, dış ortam koşullarında kullanılacak borlu bileşiklerle empenyeli ağaç malzemede borun odundan yıkanmasını geciktirici ilave yöntemlerin uygulanması ya da yıkanmaya dirençli borlu bileşiklerin kullanılması tavsiye edilebilir. Bunun yanında, iç mekânlarda kullanılacak ağaç malzemede borlu bileşiklerle empenye işleminde borun yıkanmasının çok daha düşük seviyede olduğu ve borun koruyuculuk etkisinin çok daha uzun süreli olabileceği söylenebilir.

Sonuç olarak, ağaç malzemenin kullanım yerinde hizmet süresini arttırarak, onu bozunduran faktörlere karşı korunması pratik olarak empenye işlemi ile mümkün olabilmektedir. Günümüzde, ağaç malzemenin çeşitli biyotik zararlılara, abiyotik faktörlere ve yanmaya karşı korunması amacı ile birçok empenye maddesi kullanılmaktadır. Borlu bileşiklerin biyotik zararlılara karşı zehirli etkileri, ağaç malzemenin yanmasını geciktirici etkileri, çevreye olan zararlarının diğer empenye

maddelerine kıyasla daha düşük düzeyde olması ve ülkemizin dünya bor rezervlerinin önemli bir kısmına sahip olması nedeniyle borlu bileşikler emprenye maddeleri içinde özellikle ülkemiz için büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte, borlu bileşikler tuz esaslı emprenye maddelerinden olması sebebiyle, özellikle dış ortam koşullarında kullanılmaları durumunda, kısa sürede odundan yıkanarak koruyuculuk etkileri azalmaktadır. Bu amaçla borlu bileşiklerin öncelikle iç mekânlarda kullanılması tavsiye edilebilir. Dış mekanlarda kullanılacak ağaç malzemedede, borun odundan yıkanmasını geciktirmek amacıyla ilave önlemlerin alınması ya da yıkanmaya dirençli borlu bileşiklerin kullanılması tavsiye edilebilir.

5.1. Öneriler

Ağaç malzemenin çürüklük mantarına maruz kalabileceği yerlerde veya mantarların bulunduğu bölgelerde kullanılacak malzemenin, borlu bileşikler ile işlem gördükten sonra kullanılması ağaç malzemenin kullanım ömrünü arttıracığından daha faydalı olacaktır.

Yapılan deney çalışmaları sonucunda borlu bileşiklerle emprenye edilen deney örneklerinin kontrol örneklerine oranla yüksek oksijen seviyesinde geç tutuşması ve borlu bileşiklerin ısıyla karşılaştığında köpürme ve ağacın oksijenle temasını kesme (Alevi boğma) özelliği göstermesi nedeniyle; yangın tehlikesi bulunan ve yanmaya maruz kalacak yerlerde ağaç malzemenin borlu bileşiklerle emprenye edildikten sonra kullanılması daha uygun olacaktır.

Çalışma kapsamında kullanılan borlu bileşikler, emprenye sonrasında deney örneklerinin parlaklık ve sertlik değerlerinde düşüşe, pürüzlülük değerlerinde artışa neden olmuştur. Renk değerlerindeyse düşüş ve artışlar karışık gözlenmiştir. Ağaç malzemenin kullanılacağı yere göre bu özellikler dikkate alınarak borlu bileşiklerle yada başka emprenye maddeleriyle emprenye edilip edilmeyeceğine karar verilmesi faydalı olacaktır.

Yıkanma özelliği bakımından, borlu emprenye maddeleri tuz esaslı ve kristal yapıda olması nedeniyle su ve rutubete duyarlıdır. Buda ağaç malzemenin rutubet alış verişini artırmaktadır. Bu nedenle açık hava koşullarında veya deniz gibi su ortamlarında kullanılacak malzemedede, borun odundan yıkanarak koruyuculuk

etkisini uzun süre muhafaza edemeyeceğinden; borun odundan yıkanmasını geciktirici yöntemlerin uygulanması, yıkanmaya dirençli borlu bileşiklerin seçilmesi veya suda çözünmeyen emprenye maddelerinin kullanılması daha uygun olacaktır.

Ağaç malzemeyi biyotik (Canlı) ve abiyotik (Cansız) zararlılara karşı korumada kullanılan ve çevreye zararlı olan bakır, krom ve arsenik esaslı emprenye maddeleri yerine; odun koruma ve yangın geciktirici gibi özellikleri olan ekonomik, kolay temin edilebilen ve çevre dostu olan borlu bileşiklerin kullanılması daha uygun olacaktır. Ayrıca dünya bor rezervleri bakımından en zengin olan ülkemizin sahip olduğu bu potansiyelden maksimum düzeyde faydalanmak için bütün alanlarda olduğu gibi odun koruma alanında da borlu bileşiklerin kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim, Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri, Yamasa Ezerek Parlatma Sistemleri Firması Web Sitesi, www.yamasa.com.tr, (2009).

Anonim, T.C. Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (Boren) Resmi Web Sitesi, www.boren.gov.tr, (2009).

Anonim, Maden ve Metalurji Mühendisleri Odası Resmi Web Sitesi, www.metalurji.org.tr, (2009).

Anonim, T.C. Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Resmi Web Sitesi, www.etimaden.gov.tr, (2009).

Anonim, Temasal Sarıcam Web Sitesi, www.site.mynet.com.tr, (2009).

ASTM D 523. Standard Method of Test for Specular Gloss, *American Society for Testing and Materials*, USA, (1970).

ASTM D 1413. Standart Test Method of Testing Wood Preservatives By Laboratory Soilblock Cultures, Philadelphia, PA., (1972).

ASTM D 1413. Standart Test Method of Testing Wood Preservatives By Laboratory Soilblock Cultures, Annual Book of ASTM Standards, 452-460, (1976).

ASTM G 53. Standard Practice for Operating Light-and Water-Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials. *American Society for Testing and Materials*, USA, Philadelphia, (1996).

ASTM D 2244. Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences From Instrumentally Measured Color Coordinates, *American Society for Testing and Materials*, USA, (2002).

ASTM D 4366. Standard Test Methods for Hardness of Organic Coatings by Pendulum Test. *American Society for Testing and Materials*, USA, Philadelphia, (1995).

ASTM D 2863. Measuring the Minimum Oxygen Concentration to Support Candle-Like Combustion of Plastics (Oxygen Index), *American Society for Testing and Materials*, USA, (1977).

Banks, W.B., Miller, R.R., Chemical Aspects of Wood Technology, Sweden, *Forest Products Journal*, 34: 45-67, (1982).

Banks, W.B., Razzaque, M.A., Dimensional Stabilization of Wood by Chlorosilanation, *Forest Products Journal*, 13: 39-44, (1984).

Baysal, E., Determination of Oxygen Index Levels and Thermal Analysis of Scots Pine Impregnated Melamine Formaldehyde-Boron Combinations, *Journal of Fire Sciences*, 20(5): 373-389, (2002).

Baysal, E., Peker, H., Çolak, M., Tarımer İ., Verniklenmiş Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri ve Borlu Bileşiklerle Ön Emprenye İşleminin Yanmayı Geciktirici Etkisi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(4): 645-653, (2003).

Baysal, E., Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (1-2): 59-69, (2003).

Baysal, E., Yalınkılıç, M.K., A Comparative Study on Stability and Decay Resistance of Some Environmentally-Friendly Fire Retardant Boron Compounds. *Wood Science and Technology*, 39(5): 169-186, (2005).

Berkel, A., 1970. *Ağaç Malzeme Teknolojisi, I. Cilt*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 1448, İstanbul, s. 590.

Berkel, A., 1972. *Ağaç Malzeme Teknolojisi Cilt II: Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 1745, O.F. Yayın No: 183, s. 386.

Black, J.M., Mraz, E.A., Inorganic Surface Treatments for Weather-Resistant Natural Finishes, *USDA For. Serv. Res. Pap. FPL 232*. For. Prod. Lab., Madison Wis., (1974).

Bozkurt, Y., Göker, Y., 1985. *Yonga Levha Endüstrisi*, İ.Ü Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3311, İstanbul, s. 263.

Bozkurt, Y., 1986. *Ağaç Teknolojisi*, İ.Ü Yayın No: 3403, O.F. Yayın No: 380, Taş Matbaası, İstanbul, s. 220.

Bozkurt, Y., Göker, Y., 1986. *Orman Ürünlerinden Faydalanma*, İ.Ü. Yayın No: 3402, O.F. Yayın No: 379, İstanbul, s. 448.

Bozkurt, Y., 1992. *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Üniversite Yayın No: 3652, Fakülte Yayın No: 415, s. 121.

Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, Y., 1993. *Emprenye Tekniği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No. 3779, O.F. Yayın No. 425, s. 429.

Bozkurt, Y., Erdin, N., 1997. *Ağaç Teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul, Üniversite Yayın No: 3998, Fakülte Yayın No: 445, s. 372.

Bravery, A.F., Dobbs, A.J., Laidlaw, R.A., Miller, E.R., Research in Wood Protection. *Wood preserving Association*, 45: 3-11, (1981).

Derbyshire, H., Miller, E.R., The Photodegradation of Wood During Solor Irradation. *Holz als-Roh Und Werkstoff*, 39: 347-350, (1981).

Ellis, M.B., Ellis, S.P.,1990. *Fungi Without Gills (Hymenomyces and Gastromycetes) Chapman and All*, London, Pp:329.

Feist, W.C., Protection of Wood Surfaces with Chromium Trioxide, *Forest Products Laboratory*, Research Paper FPL 339, Madison, Wis., (1979).

Feist, W.C., Hon, D.N.S., Chemistry of Weathering and Protection in the Chemistry of Solid Wood. *American Chemical Society*, (1984). Pp:401-454.

Feist, W.C., Weathering Performance of Finishing Wood Pretreated Water Repellent Preservatives, *Forest Products Journal*, 40, 3, 21-22, (1990).

Feist, W.C., Williams, R.S., Weathering Durability of Chromium-Trated Southern Pine. *Forest Products Journal*, 41: 8-14, (1991).

Fengel, D., Wegener, G., *Wood Chemistry: Ultrastructure Reactions*. Walter de Gruyter, Berlin/New York, (1984).

Furuno, T., 2001. *Histochemical Study on Wood Deterioration by UV Irradiation and Prevention of Deterioration Using Poly PEGMA*. High Performance Utilization of Wood for Outdoor Uses. Report on Research Project, Grant-in-Aid for Scientific Research, p. 71-84 , Kyoto University, Japan.

Goldstein, I.S., Degradation and Protection of Wood From Thermal Attack, in: *Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments*, ed: Nicholas, D.D., Syracuse Univ. Pres, Vol I: 307-339, (1973).

Grelier, S., Castellan, A., Kamdem, D.P., Photoprotection of copper-amine treated pine. *Wood and Fiber Science*, 32 (2): 196-202, (2000).

Hafızoğlu, H., Yalınkılıç, M.K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Demirci, Z., Peker, H., Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilme İmkanları, (TÜBİTAK Projesi), TOAG-875 Nolu Proje, s. 377, (1994).

Hjort, H., Hortog, W.F., Operation of Modern Wood Working Machines, *The Bruce Publishing House*, (1958).

Hon, D.N., Weathering Reactions and Protection of Wood Surfaces, *Journal of Applied Polymer Science*, 37:845-864, (1983).

İlhan, R., *Ağaç Malzeme Teknolojisi I*, Muğla Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Muğla, 165 s., (1999).

ISO 7724-2. Paints and Varnishes, Colorimetry—Part 2: Color Measurement, International Standard Organization, (1984).

ISO 4287. Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms, Definitions and Surface Texture Parameters, International Standard Organization, (1997).

JIS B0601. Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface Texture: Profile Method - Terms, Definitions and Surface Texture Parameters, Japanese Industrial Standards, Japan, 2001.

JIS A 9201. Qualitative Standards and Testing Methods of Preservatives, Japanese Industrial Standard, Japanese Standards Association, Tokyo, (1991).

Kartal, S.N., Hwang, W-J., Shinoda, K., Imamura, Y., Laboratory Evaluation of Boron-Containing Quaternary Ammonia Compound, Didecyl Dimethyl Ammonium Tetrafluoroborate (DBF) for Control of Decay and Termite Attack and Fungal Staining of Wood, *Holz Als Roh Und Werkstoff*, 64 (1):62-67, (2006).

Kayacık, H., Türkiye Çamları ve Bunların Coğrafi Yayılışları Üzerinde Araştırmalar. *İ.Ü. Orm. Fak. Dergisi Seri A*, s. 44-60, (1954).

Kılıç, A., *Ağaç Türlerine Göre Suda Çözünen Emprenye Maddelerinin Yıkama Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, s. 32-39, (1998).

Kollman, F., Cote, J.R., *Principles of Wood Science and Technology: I. Solid Wood*, Springer-Verlag, 149-151, (1968).

Kurtoğlu, A., *Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, Genel Bilgiler*, İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl., 1:1, (2000). Pp:97-103.

Lee, P.W., Eom, Y.G., Kim, H.J., Oxygen Index of Fire-Retardant-Treated Plywood in Burning Test, *Jour. Korean For. Soc.*, 78(4) : 419 – 424, (1989).

Levan, S.L., Tran, H.C., The Role of Boron in Flame-Retardant Treatments, First International Conference on Wood Protection with Diffusible Preservatives, Nashville, Tennessee, November, 28–30: 39–41 (1991).

Liu, R., *The Influence of Didecylmethylammonium Chloride Treatment on Wood Weathering*, (Ph.D Thesis), The Univ. of British Columbia, Canada, (1997).

Liu, R., Ruddick, J.N.R., Jin, L., The Influence of Copper (II) Chemicals on The Weathering of Treated Wood: Part I. ACQ Treatment of Wood on Weathering, International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 94-30040, Bali, Indonesia, (1994).

Lloyd, J.D., Dickinson, D.J., Murphy, R.J., The Probable Mechanism of Action of Boric Acid and Borates as Wood Preservatives, International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 97-40077, (1990). Pp:21.

Malony, T.M., *Modern Particleboard and Dry-process Fibreboard Manufacturing*, Miller Greeman Publishs, San Francisco, USA, (1977). Pp:13-15.

Merev, N., *Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, No: 88, Trabzon, (1997).

Milles, J., Elliot, G.K., Development Under Discussion, *Timber Trades Journal*, 319: 22-23. (1981).

Miller, E.R., Exterior Wood Stains, *Wood Science and Technology*, 26: 6-8, (1980).

Murphy, R.J., Dickinson, D.J., Wickens, P.J., Haschim, R., Vapour Boron Treatment of Wood Composites, Timber Technology Research Group, Department of Biology Imperial College, UK, (1993), Pp. 49-56.

Muller, U., Rätzsch, M., Schwanninger, M., Steiner, M., Zöbl, H., Yellowing and IR-Changes of Spruce Wood as Result of UV-Irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 69:97-105, (2003).

Ozaki, S.K., Yalınkılıç, M.K., Imamura, Y., Souza, M.F., Effect of Combined Boron Compounds and Furfuryl Alcohol Treatment on Termite and Decay Resistance in Wood: Imamura Y (Ed) High Performance Utilization of Wood for Outdoor Uses: Report on Report Research Project. Grant-in- Aid for Scientific Research, Kyoto, (2001). Pp:97-103.

Ozaki, S.K., Effect of Furfuryl Alcohol Combined with Boron Compounds Treated Wood, M.D. University of Sao Paulo Physical Institute of Sao Carlos Department of Physick and Material Science, Sao Carlos, (1999). Pp:56-57.

Örs, Y., Keskin, H., *Ağaç Malzeme Bilgisi*, Atlas Matbaacılık, İstanbul, (2001), s.47-48.

Özkaya, K., Ilce, A.C., Burdurlu, E., Aslan, S., The effect of potassium carbonate, borax and wolmanit on the burning characteristics of oriented strandbord (OSB), *Construction and Building Materials*, 21: 1457- 1462.(2007).

Palmero, V., Galyon, S., Coating Performance Over Borate-Treated Wood, First International Conference on Wood Protection with Diffusible Preservatives, Nashville, Tennessee, November 28–30, (1991). Pp:110–111.

Pandey, K.K., Pitman, A.J., Weathering Characteristics of Modified Rubberwood (Hevea brasiliensis), *Journal of Applied Polymer Science*, 85 (2002), Pp:622-631.

Pastore, T.C.M., Santos, K.O., Rubim, J.C., A Spectrocolorimetric Study on The Effect of Ultraviolet Irradiation of Four Tropical Hardwoods, *Bioresource Technology*, 93: 37-42. (2004).

Peker H., *Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Dış Mekanda Gösterdiği Değişiklikler*, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (1997).

Raczkowski, J., Seasonal Effects on The Atmospheric Corrosion of Spruce Micro Sections, *Holz als-Roh Und Werkstoff*, 38: 231-234, (1980).

Richardson, B., *Wood Preservation*, The Construction Pres. Ltd., Lancaster, England, (1978). Pp: 238.

Sönmez, A., *Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları*, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1989).

Sönmez, A., *Üst Yüzey İşlemlerine Hazırlık*, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yayınları, Ankara, (2002).

Stalker, I.N., A Safer Test for Distinguishing Heartwood and Sapwood in Pines, *Wood Science*, 5:21- 29. (1971).

Şen, S., *Bitki Fenollerinin Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın, (2001).

Temiz, A., Kartal, S.N., Alfredsen, G., Eikenes, M., Demirtaş, İ., Fungal and Termite Resistance of Wood Treated with 4-Methoxytrityl Tetrafluoroborate, *Holz Als Roh Und Werkstoff*, 64(5) : 411-414, (2006).

Temiz, A., Gezer, E.D., Yıldız, Ü.C., Yıldız, S., Combustion properties of alder (*Alnus glutinosa L. Gaertn. subsp. barbata* (C.A. Mey) Yalt.) and southern pine (*Pinus sylvestris L.*) wood treated with boron compounds, *Construction and Building Materials*, 22: 2165- 2169.(2008).

Toker, H. *Borlu Bileşiklerin Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 213 s., Ankara, 2007.

Toker, R., *Batı Karadeniz Sarıçamı'nın Teknik Vasıfları ve Kullanma Yerleri Hakkında Araştırmalar*, OAE Yayınları No: 10, Teknik Bülten Serisi, Ankara, (1960).

TS 53. Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, TSE Standardı, Ankara, (1981).

TS 2470. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, TSE Standardı, Ankara, 34 (1976).

TS 6956. Geometrik Mamul Özellikleri (GMÖ) – Yüzey Yapısı: Profil Metodu- Terimler, Tarifler ve Yüzey Yapısı Parametreleri, TSE Standardı, Ankara, (2004).

TS 344. Ahşap Koruma Genel Kuralları, TSE Standardı, Ankara, (1981).

White, R.H., Reporting of Fire Incidents in Heavy Timber Structures, USDA, *Forest Products Research Paper*, FPL 464, (1985). Pp: 9.

Williams, R.S., Acid Effects on Accelerated Wood Weathering, *Forest Products Journal*, 37:37-38, (1987).

Winandy, J. E., Morell, J. J., Protection of Wood Design in Adverse Environments, in: Proceedings of I. *Forest Product Journal*, (1990).

Yalınkılıç, M. K., Daldırma ve Vakum Yöntemleriyle Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Kreozot, Imersol WR, Tanalith-CBC ve Tanalith CS Kullanılarak Emprenyesi ve Emprenye Edilen Örneklerin Yanma Özellikleri, I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Trabzon, (1992).

Yalınkılıç, M.K., *Ağaç Malzemenin Yanma, Higroskopisite ve Boyutsal Stabilité Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler ve Bu Maddelerin Odundan Yıkanabilirlikleri*, Münferit Araştırma Projesi (Yayınlanmamıştır). K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, (1993), s. 312.

Yalınkılıç, M.K., Peker, H., Demirci, Z., Baysal, E., Sudiyani, Y., Outdoor Performance of Some Coating System of Wood in Eastern Black Sea of Turkey, XI. Dünya Ormancılık Kongresi, Antalya, Bildiri Özetleri Kitabı, Vol: 4, (1997), s. 46.

Yalınkılıç, M.K., Yoshimura, T., Takahashi, M., Enhancement of The Biological Resistance of Wood by Phenylboronic Acid Treatment, *J. Wood Sci.* 44(2): 152–157. (1999a).

Yalınkılıç, M.K., Imamura, Y., Takahashi, M., Gezer, E.D., Dwianto, W., Nemato, H., In Situ Polymerization of Vinyl Monomers During Compressive Deformation of Wood Treated with Boric Acid to Delay Boron Leaching, *Forest Prod. J.* 49 (2):43–51. (1999b).

Yalınkılıç, M.K., İlhan, R., Imamura, Y., Takahashi, M., Demirci, Z., Yalınkılıç, A.C., Peker, H., Weathering Durability of CCB-Impregnated Wood for Clear Varnish Coatings, *J. Wood Sci.* 45: 502–514, (1999c).

Yalınkılıç, M.K., *Improvement or Boron Immobility in the Borate-Treated Wood and Composite Materials*, Ph.D. Thesis, Kyoto University, (2000), Pp: 151.

Zhang, J., Kamdem, D.P., Weathering of Copper-Amine Treated Wood, International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 00-40155, Hawaii, USA, (2000).

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Sivas'ın Yıldızeli ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Mentеше İlkokulu'nda, ortaokulu Sivas Merkez Dört Eylül Ortaokulunda, lise öğreniminin ilk yılını Sivas Merkez Anadolu Teknik Lise Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon programında 2. ve 3. yılını ise kazandığı Devlet Parasız Yatılılık bursu ile Kayseri İncesu Endüstri Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon programında tamamladı.

2000 yılında Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği programını kazanarak lisans eğitimine başladı. Lisans eğitimi boyunca T.C. Başbakanlık Bursu alarak 2004 yılında lisans eğitimini iyi dereceyle tamamlayıp mezun oldu. 2004 Aralık ayında askere gitti. Askerlik görevini, Hava Kuvvetleri Komutanlığı İzmir/Gazimir Tümenine bağlı Özdere Özel Eğitim Merkezi Komutanlığı'nda yapıp, 2005 Mayıs ayında tamamladı.

İki yıl sonra 2007 Eylül ayında Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans (Master) eğitimine başladı. 2008 ve 2009 yüksek lisans eğitimi süresince T.C. Başbakanlık Yüksek Lisans Bursu alarak, Doç. Dr Ergün BAYSAL yürütücülüğünde gerçekleştirilen 'BOREN - 2007 - Ç0123' numaralı Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN) projesinde araştırmacı olarak eğitimini sürdürdü. Ahmet TOPGÜL Bilgisayar İşletmeni olup, iyi seviyede İngilizce bilmektedir.