

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DEĞİŞİK AĞAÇ TÜRLERİNDE YANGIN GECİKTİRİCİ KİMYASAL MADDELERİN
EĞİLME DİRENCİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Hüseyin PEKER

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans (Orman Endüstri Mühendisliği)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 06.05.1994
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 21.10.1994

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yalçın ÖRS

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU

Jüri Üyesi : Doç. Dr. M. Kemâl YALINKILIÇ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Haziran 1994

TRABZON

TE. YAKARMA KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Bu çalışma , bor içerikli ve diğer bazı emprenye maddelerinin bireysel veya farklı kombinasyonlarında, odunun eğilme direncine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Deneyler, K.T.Ü Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Sayın hocam Prof. Dr. Yalçın ÖRS'e ve Doç.Dr.M.Kemâl YALINKILIÇ'a teşekkürü zevkli bir görev sayıyorum.

Araştırma , sonuçları itibariyle , bor rezervi bakımından dünyada ilk sırayı alan ülkemizde odun koruma amaçlı borlu bileşiklerin kullanımına katkı sağladığı ölçüde amacına hizmet etmiş olacaktır.

Trabzon, Haziran-1994

Hüseyin PEKER

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

iÇİNDEKİLER	Sayfa
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
TABLO LİSTESİ.....	IX
SEMBOL LİSTESİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	
1.2. Ağaç Malzemenin Yanma Özelliği.....	4
1.3. Yangın Esnasında Ağaç Malzeme ve Diğer yapısal Elemanlarda Meydana Gelen Değişmelerin Karşı- laştırılması.....	4
1.4. Tutuşma, Alevlenme ve Yanmaya karşı Kullanılan Emprenye Maddeleri (Fire Retardants).....	7
1.5. FR Maddelerde Bulunması Gerekli Özellikler.....	9
1.6. FR Bileşiklerinin Odunun Direnç Özelliklerine Etkileri Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	10
1.7. Çeşitli Emprenye Maddelerinin Odunun Direnç Özelliklerine Etkileri Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	14
2. MATERYAL VE YÖNTEM	
2.1. Materyal	
2.1.1. Ağaç Malzeme	19
2.1.2. Deney Örneklerinin Temini ve Hazırlanması.	19
2.1.3. Deney Örneklerinin Emprenyesinde Kullanı- lan Kimyasal Maddeler ve Emprenye Çözel- tilerinin Hazırlanması.....	21
2.2. Emprenye Yöntemi	27
2.3. Statik Eğilme Direnci	31

2.4. Özgül Ağırlıklar	32
2.4.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık	33
2.4.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık.....	33
2.5. Sonuçların Değerlendirilmesi.	34

3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. Emprenye Çözeltileri.....	35
3.2. Emprenye Sonrası Deney Örneklerinin (net kuru- emprenye maddesi tutunma miktarı) Oranları.....	37
3.2.1. Kg/m ³ Retensiyon Oranları.....	37
3.2.1.1. Sarıçam Odununda Retensiyon O- ranları.....	37
3.2.1.2. Kayın Odununda Retensiyon Oran- ları.....	41
3.2.2. % Retensiyon Oranları.....	44
3.2.2.1. Sarıçam Odununda % Retensiyon O- ranları.....	44
3.2.2.2. Kayın Odununda % Retensiyon O- ranları.....	47
3.2.3. WR Retensiyon Oranları.....	50
3.2.3.1. Sarıçam Odununda WR Retensiyon O- ranları.....	50
3.2.3.2. Kayın Odununda WR Retensiyon Oran- ları.....	54
3.3. Özgül Ağırlıklar.....	58
3.3.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri.....	58
3.3.1.1. Sarıçam	58
3.3.1.2. Kayın	60
3.3.2. Tam Kuru Özgül Ağırlıklar.....	62
3.3.2.1. Sarıçam	62
3.3.3. Hava Kuru Özgül Ağırlık Değişimleri.....	65
3.3.4. Tam Kuru Özgül Ağırlık Değişimleri.....	70

3.4. Statik Eğilme Direnci.....	75
3.4.1. Sarıçam	75
3.4.2. Kayın	77
3.4.3. Statik Eğilme Direnci Değerlerine ilişkin Değişmeler.....	79
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	88
5. KAYNAKLAR.....	94
6. ÖZGEÇMİŞ.....	101

ÖZET

DEĞİŞİK AĞAÇ TÜRLERİNDE YANGIN GECİKTİRİCİ KİMYASAL MADDELERİN EĞİLME DİRENCİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu çalışmada bor içerikli çeşitli kimyasal maddeler ile emprenye edilmiş odunun statik eğilme direncinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Karşılaştırma için, denemelerde PEG-400(P4), Amonyum sülfat(AS), Diamonyum fosfat(DAP) ve organik çözücülü ticari bir emprenye maddesi olan Vacsol(V) kullanılmıştır. Emprenye işlemlerinde tek işlemle bireysel kimyasal maddelerin kullanılması ve ikincil bir su itici madde(Water-repellent=WR) ile muamele edilerek hazırlanan deneme plânı uygulanmıştır.

Deney sonuçlarına göre, sarıçam ve kayın odununda V ve P4 oduna nüfuz bakımından, borlu bileşikler ise tam kuru oduna oranla retensiyon oranı bakımından üstünlük göstermişlerdir. WR maddelerden St en yüksek retensiyonu verirken (BA+Bx)'tan sonra WR'lerin, P4'e oranla çok daha üstün tutunma oranlarına ulaştığı tespit edilmiştir. (BA+Bx) emprenyeli sarıçam ve kayın odunu örneklerinin 70°C'de katılaştırılan ISO ile emprenyesinde kurutma işlemi sonunda örneklerin boyutsal deformasyona uğradıkları görülmüştür. Bunun yerine alternatif olarak uygulanan soğuk katılaşmalı ISO emprenyesinde herhangi bir deformasyon olmamıştır. Asidik karakterdeki çözeltiler sarıçam odununda $\sigma_E(12)$ değerinde azalmaya sebep olurken kayında bazik çözeltiler daha olumlu sonuçlar vermiştir. Her iki türde de P4 ve BA+Bx sonrası uygulanan WR uygulamalarında dikkate değer oranında direnç artışları sağlanamamış olup bunun örneklerin kurutulduğu 70°C'de WR maddelerin polimerleşmemelerinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bor, Yangın geciktiriciler, Su iticiler, Odun koruma, Parafin, Odun direnci, Eğilme direnci

SUMMARY

STATIC BENDING STRENGTH OF SCOTS PINE AND BEECH WOOD TREATED WITH SOME PRESERVATION CHEMICALS

This study has been designed for determination of static bending strength (SBS) of mainly boron impregnated scots pine and East beech wood. Other chemicals used as control are polyethylene glycole(PEG-400)(P4) and some commercial preservatives such as Vacsol(V), Ammonium sulphate(AS) and di ammonium phosphate(DAP), Stiren, Methylemetacrylate and Isocynate type Water-repellents(WR) were used by secondary process on the boron or PEG treated wood by the aim of improving SBS and avoiding the leachability of both chemicals.

Results indicated that V and P4 had the advantages of diffusability retention capacities as percentage(Based on oven drywood). SBS of scots pine wood were reduced by acidic solutions of salts. In beech wood SBS were also effected by neutral pH of the solution. WR, surprisingly don't show their expected protective properties of SBS, in general. This was due to the insufficient polimerization of WR at 70°C drying process prior to SBS determinations.

Keywords: Boron, Fire- reterdants, Water- repellents, Wood preservation, Paraffin, Resist of wood, Static bending

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1. Bazı yapı malzemelerinde sıcaklıkla direnç değerlerinin değişimi
- Şekil 2. Test ve kontrol örneklerinin kesim plânı
- Şekil 3. Emprenyenin uygulandığı vakum tutuculu düzenek
- Şekil 4. Eğilme direnci örneği
- Şekil 5. Sarıçam odununda I. grup emprenye maddeleriyle muamele edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri
- Şekil 6. Kayın odununda I. grup emprenye maddeleriyle muamele edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri
- Şekil 7. Sarıçam odununda II. grup emprenye maddeleriyle muamele edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri
- Şekil 8. Kayın odununda II. grup emprenye maddeleriyle muamele edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri
- Şekil 9. Sarıçam odununda III. grup emprenye maddeleriyle muamele edilmiş örneklerinin $\sigma_E(12)$ değerleri
- Şekil 10. Kayın odununda III. grup emprenye maddeleriyle muamele edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri
- Şekil 11. Sarıçam odununda IV. grup emprenye maddeleriyle muamele edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri
- Şekil 12. Kayın odununda IV. grup emprenye maddeleriyle muamele edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri

TABLO LİSTESİ

- Tablo 1. Çeşitli FR maddelerin odunun mekanik özellikleri üzerine etkileri
- Tablo 2. Deney örneklerinin empenye deney plânı
- Tablo 3. Deney örneklerinin empenyesinde kullanılan çözelti-lerin özellikleri
- Tablo 4. Sarıçam odunu retensiyon oranları
- Tablo 5. Sarıçam odununda retensiyon oranlarına ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 6. Sarıçam odununda retensiyon oranlarına ilişkin DT sonuçları
- Tablo 7. Kayın odunu retensiyon oranları
- Tablo 8. Kayın odununda retensiyon oranlarına ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 9. Kayın odununda retensiyon oranlarına ilişkin DT sonuçları
- Tablo 10. Sarıçam odununda t.k.o.o. % retensiyon oranları
- Tablo 11. Sarıçam odununda %retensiyon oranlarına ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 12. Sarıçam odununda % retensiyon oranlarına ilişkin DT sonuçları
- Tablo 13. Kayın odununda t.k.o.o. % retensiyon oranları
- Tablo 14. Kayın odununda % retensiyon oranlarına ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 15. Kayın odununda % retensiyon oranlarına ilişkin DT sonuçları
- Tablo 16. Sarıçam odununda kg/m^3 WR retensiyon oranları
- Tablo 17. Sarıçam odununda WR % retensiyon oranları
- Tablo 18. Sarıçam odununda % retensiyon sonuçlarına ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 19. Sarıçam odununda % retensiyon sonuçlarına ilişkin DT sonuçları

- Tablo 20. Kayın odununda kg/m^3 WR retensiyon oranları
- Tablo 21. Kayın odununda % WR retensiyon oranları
- Tablo 22. Kayın odununda WR maddelerin % retensiyon sonuçlarına ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 23. Kayın odununda WR % retensiyon sonuçlarına ilişkin DT sonuçları
- Tablo 24. Sarıçam odunu deney ve kontrol örneklerinde hava kurusu özgül ağırlık değerleri
- Tablo 25. Kayın odununda hava kurusu özgül ağırlık değerleri
- Tablo 26. Sarıçam odununda tam kuru özgül ağırlık değerleri
- Tablo 27. Kayın odununda tam kuru özgül ağırlık değerleri
- Tablo 28. Sarıçam ve kayın odunu I. grup(Ticari emprenye maddeleri için hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 29. Sarıçam ve kayın odunu II. grup(PEG'li ve PEG+WR) için hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 30. Kayın odunu III. grup(Borlu bileşikler ve Borlu bileşikler+WR) için hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 31. Sarıçam odunu III. grup (borlu bileşikler ve Borlu bileşikler+ WR) için hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 32. Sarıçam ve kayın odunu IV.grup(WR) için hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 33. Sarıçam odununda I,II,III,IV. grupların hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin DT sonuçları
- Tablo 34. Kayın odununda I,II, III,IV. grupların hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin DT sonuçları
- Tablo 35. Sarıçam ve kayın odunu I.grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

- Tablo 36. Sarıçam ve kayın odunu II.grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 37. Sarıçam odunu III.grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 38. Kayın odunu III. grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 39. Sarıçam ve kayın odunu IV.grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 40. Sarıçam odununda tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin DT sonuçları
- Tablo 41. Kayın odununda tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin DT sonuçları
- Tablo 42. Sarıçam odununda statik eğilme direnci değerleri
- Tablo 43. Kayın odununda statik eğilme direnci değerleri
- Tablo 44. I. grup emprenye maddeleriyle muamele edilen örneklerde $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 45. II. grup emprenye maddeleriyle muamele edilen örneklerde $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 46. III. grup emprenye maddeleriyle muamele edilen sarıçam odunu örneklerde $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 47. III. grup emprenye maddeleriyle muamele edilen kayın odunu örneklerde $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 48. IV. grup emprenye maddeleriyle muamele edilen örneklerde $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin BVA sonuçları
- Tablo 49. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilen sarıçam odununda $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin DT sonuçları
- Tablo 50. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilen kayın odununda $\sigma_E(12)$ değerlerine ait BVA sonuçları

SEMBOL LİSTESİ

1. DAP: Diamonyum fosfat
2. AS : Amonyum sülfat
3. PEG: Polietilen glikol
4. St : Stiren
5. MMA: Metilmetakrilat
6. ISO: izosiyanat
7. BA : Borikasit
8. Bx : Boraks
9. V : Vacsol
- 10.P : Parafin
- 11.Freeze drying: Soğuk kurutma
- 12.BVA: Basit varyans analizi
- 13.DT : Duncan testi
- 14.t.k.o.o.: Tam kuru oduna oranla

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

içinde bulunduğumuz yüzyılda, odunu hammadde olarak kullanılan yeni endüstri kolları gelişmektedir. Orman varlığının sabit kaldığı hatta her geçen gün azaldığı görülen ülkemizde odun işleyen endüstri kollarında hammadde yetersizliği söz konusudur. Bir taraftan endüstri kollarının hammadde ihtiyacının karşılanması , öte yandan artan nüfusun ağaç malzemeye olan gereksinmelerinin karşılanabilmesi ve kişi başına tüketimin artırılması için, ormanlarımızdan yararlanma derecesinin artırılması, üretilen ağaç malzemenin uzun süreler kullanılması, ve yeni hammadde kaynaklarının ortaya çıkarılması gerekmektedir (1).

Çok çeşitli alanlarda kullanılan odun hammaddesi yenilenebilir organik doğal hammaddedir. Anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimi odunun çok farklı ürünler halinde kullanımına olanak sağlamaktadır. Gerek masif halde gerekse kompoze ürünlere dönüştürülerek değerlendirilebilen odun, yapısına fiziksel, mekanik, kimyasal ve biokimyasal müdahale olanağı olan ender maddelerdendir. Özgül ağırlığının diğer malzemelere oranla düşük olmasına karşılık direnci oldukça yüksektir. Alet ve makinalarla kolay işlenir. Isı ve elektriğe karşı izolasyon maddesi olarak kullanıldığı gibi arzu edilen derecede akustik özelliklere sahiptir (2).

Ancak, ağaç malzemenin kullanımında bazı hususların dikkate alınması gerekir. Bunların başlıcaları : (3).

1. Ölçü, biçim ya da kalite bakımından uygun ağaç malzemenin kullanılması,

2. Değişken atmosferik şartlar altında boyutlarında meydana gelen farklılık ile boyut stabilizasyonu üzerine olan etkilerin hesaba katılması,

3. Çürüklük, böcek tahribatı, oyucu deniz organizmaları, yangın ve diğer zarar verici unsurlara karşı yeterli korumanın temin edilmesi v.b.

Uygun malzeme seçimi; standartlar dikkate alınarak, mühendislik, ustalık ve deneyim gibi konuların değerlendirilmesi sonucu, yeterli bilgi ve ekonomik kıstaslara dayalı bir karar mekanizmasıdır (4).

Boyutsal stabilizasyon, odunun higroskopik yapısıyla ilgilidir. Odun higroskopik bir maddedir. içinde bulunduğu ortamın sıcaklığı ve bağıl nemine göre elde edeceği denge rutubeti miktarına bağlı olarak bünyesine su almakta; ya da bünyesinden su kaybetmektedir. Bu su alış verişi higroskopik sınırlar olan % 0 ile lif doygunluğu arasında meydana geldiğinde ağaç malzemenin boyutlarında değişmelere neden olmaktadır. Boyutsal değişimler lif yönünde çok az olduğu halde, teğet yönde radyal yönün 1.5-3 katı kadar olabilmektedir (5,6).

Odun hammaddesi organik bir madde olduğundan, uygun koşullar altında bakteriler, mantarlar ve tahripçi böcekler ile oyucu deniz organizmaları gibi biyolojik faktörler tarafından zarara uğratılmaktadır. Meydana gelecek zararları önlemek ve kullanım ömrünü uzatmak için koruyucu kimyasal maddelerle muamele (emprenye) edilmesi gerekmektedir (7,8).

Diğer yandan odun hammaddesi yanıcı bir maddedir. Kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275 °C'ye çıkarılması gerekir. Yapılarda kullanılan kiriş şeklindeki kalın ağaç malzemenin yüzeyleri ateşe maruz kaldığında, kömürleşme meydana gelmektedir. Kömürleşmiş kısımlar izolasyon maddesi gibi davranarak yanmanın ağaç malzemenin iç kısımlara nüfuzunu önlemekte ve yangın ile meydana gelen tahribatın derecesi azalmaktadır. Yangın esnasında bu şekildeki ağaç malzeme aynı koşullara maruz kalmış çelik yapılardakinden daha az zarar görmektedir (9). Ancak yanmaya karşı koruyucu maddelerle emprenye, gerek emniyet bakımından gerekse yanmanın engel-

lenmesi açısından yararlıdır (10).

Bu çalışmada, genellikle yangın önleyici maddelerin sakıncaları arasında değerlendirilen, odunun mekanik özelliklerindeki azalmaların etkisini araştırmak için, bu maddelerin eğilme direncine etkileri ele alınmıştır. Bu maksatla biyotik zararlılara karşı koruyucu etkiye sahip olduğu kanıtlanmış borlu emprenye maddeleri, bireysel veya kombinasyonlar halinde kullanılmıştır.

Ayrıca, ülkemizdeki önemli miktarda bor rezervlerinin odun koruma amaçlı değerlendirilmesine katkı sağlayacak bir yaklaşımla, bu bileşiklerin sakıncası olarak görülen yıkanabilme özelliklerinin iyileştirilmesi imkânları da araştırılmıştır.

1.2. Ağaç Malzemenin Yanma Özelliği

İnsanoğlunun ateşi keşfinden bu yana, odunun ısı etkisiyle bozunduğu bilinmektedir. Termal bozunma, ısı ve ışık sağladığı için geçmişte olumlu bir işlem olarak görülmüştür. Günümüzde de odunu ısı ve ışık kaynağı olarak zorunlu veya zevk için (şömine ve kamp ateşi gibi) kullananlar bulunmaktadır. Yakın bir geçmişe değin, piroliz yoluyla odunun kontrollü termal bozunması ve damıtılması çeşitli kimyasal maddelerin üretim yöntemi olurken, odunun karbonlaştırılarak odun kömürüne dönüştürülmesi yoluyla da yakıt elde edilmiştir (11).

Ancak, dünyanın endüstriyel gelişme gösteren ülkelerinde odunun ısı ve ışık sağlayan rolü yerine, kömür, petrol, doğal gaz ve nükleer enerjinin ikamesi yapılmıştır. Kimyasal maddeler de fosil yakıtlardan daha güvenle elde edilmektedir. Odundan elde edilen kimyasal maddeler ve odun kömürü burada konu dışı kaldığından, termal bozunmanın olumsuz yönü üzerinde durulacaktır.

1.3. Yangın Esnasında Ağaç Malzeme ve Diğer Yapısal Elemanlarda Meydana Gelen Değişimlerin Karşılaştırılması

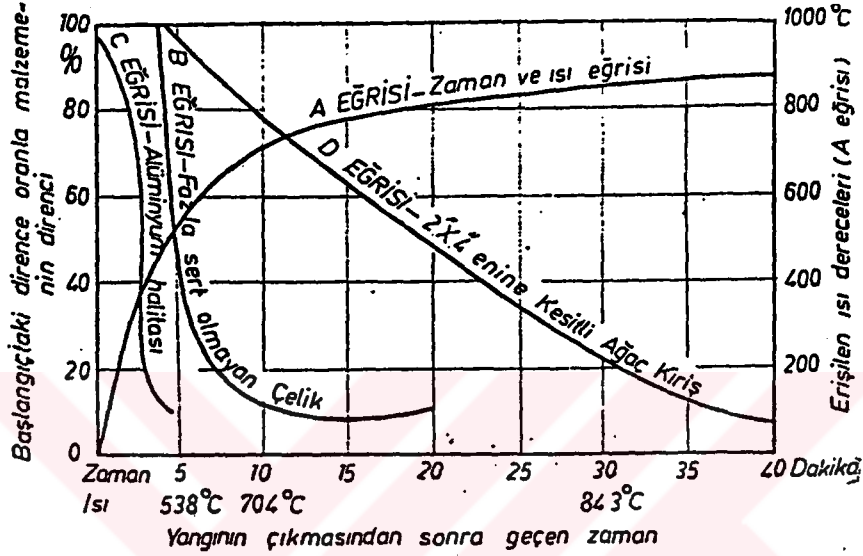
Beton içindeki demir çubuklar ergime noktasına ulaştıklarında yüksek bir gerilme etkisi altında kaldıklarından yapının tümünün çökmesi önlense bile büyük ölçüde tahrip olmasına engel olunamamaktadır. Hatta demir ve çelik aksam ergime noktasına ulaşmadan yangının söndürülmesine rağmen, meydana gelen gerilmeler nedeniyle deformasyonların ve ayrılmaların bir süre daha devam ettiği bildirilmektedir (12).

Ağaç malzemedeki termal genişleme katsayısı özellikle liflere paralel yönde çok düşük olup, örneğin, iğne yapraklı ağaçlarda ortalama $4 \cdot 10^{-6}$ dır. Bu katsayı çelikte üç kat daha

fazla olarak $12 \cdot 10^{-6}$ dir. Bu nedenle demir ve çelik kısımlar, ısı iletkenliğinin yüksek olması nedeniyle kısa sürede kızgın hale gelmekte ve genleşerek uzamaktadır. Bu genişlemeler istinat yataklarını oynatarak konstrüksiyonların çökmesine neden olabilmektedir. Taşıyıcı çelik putrel iki taraftan geçilmiş bulunduğu ve serbest olarak genişleme göstermediği takdirde 50 °C'lik bir sıcaklık artışı 1200 kg/cm²'lik bir basınç gerilmesi meydana getirilebilmektedir. Çelik ve alüminyum ısı etkisi ile kısa sürede sertliklerini ve dirençlerini kaybederler. İzole edilmemiş çeliğin elastiklik sınırı 270 °C sıcaklıkta 132 sn sonra emniyet gerilmesi değerine düşmektedir. Aynı sıcaklık derecesi masif bir ağaç malzemeyi hızlı bir şekilde tutuşturmaya bile yetmemektedir. Çelik 315 ile 420 °C, alüminyum ise 100 ile 315 °C arasında yumuşamaya başlar. Bu sıcaklık dereceleri ise yangınlarda kısa sürede ulaşılan sıcaklıklardır. İzole edilmemiş çelik aksamın eğilme ve çekmede kırılma gerilmeleri çok hızlı bir şekilde azalmaktadır. Örneğin, çelik 500 °C'de başlangıçtaki taşıma gücünün % 50'sini, 700 °C'de % 80'ini kaybetmekte ve böylece ani çökmeler meydana gelmektedir (Şekil 1)(13,14).

Ağaç malzeme konstrüksiyonlarda yapısal malzeme olarak yeterli kalınlıkta masif halde kullanılması durumunda, yüksek sıcaklık derecelerine ve yangına yüksek 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 malzemeleri ise, yüksek sıcaklık derecelerinin etkisi altında ve özellikle yangında kızgın halde üzerine su püskürtüldüğünde çatlamakta ve direncini kaybetmektedir (15).

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



Şekil 1. Bazı yapı malzemelerinde sıcaklıkla direnç değerlerinin değişimi (5).

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 kullanılabilirdiği bildirilmektedir (16).

Ancak bu özellikler yüksek sıcaklıklarda ve küçük boyutlu ahşap malzemelerde yeterli koruma sağlayamamaktadır. Yangından korunmanın yeterli düzeye getirilmesi ancak yanma direncini artırıcı etkin bir kimyasal koruyucu işleme mümkündür (17).

Bu maksatla amonyum fosfatlar, amonyum sülfat, boraks ve çinko klorür gibi inorganik tuzlar kullanılmaktadır (18).

1.4. Tutuşma, Alevlenme ve Yanmaya Karşı Kullanılan Emprenye Maddeleri (FR= Fire Retardants)

Odunda yanma direnci; odun cinsi, kömürleşme derecesi ve odunun özgül kütlesi gibi özelliklerine bağlı olarak değişmekte ve bazı işlemler ile kömürleşme derecesi artırılmaya çalışılmaktadır. FR'ın alev yayılma derecesi üzerinde de önemli etkileri bulunmaktadır (19).

Etkili bir FR farklı birçok yönde etkide bulunur. Yanabilir bir yüzey yangınla karşı karşıya geldiğinde, koruyucu muamele alevlenmeyi, tahrip derecesini ve kor halinde yanmayı önlemelidir. Ayrıca tutuşmayı azaltmalı ve alev kaynağı yokluğunda ya da söndürme sonrası yanmayı önlemelidir. Diğer taraftan ucuz, temini ve uygulanmasının kolay olması, etkisini uzun süre devam ettirip korozyon, üst yüzey işlemlerini bozma, direnç azalması ve çevrede zehirli etki oluşturma gibi olumsuz yan etkilerinin olmaması istenir (20).

Günümüzde iki temel yanma önleyici yöntem kullanılmaktadır: (21)

1. Intumescent yüzey örtücülerle köpük oluşturma ve şişme genleşme yoluyla ağaç malzemeyle alev temasını önleyen ve ısı iletimini sınırlayan yanmaz maddelerle muamele,

2. Non-intumescent yüzey örtücülerle köpük tabakası oluşturmada, alevlenmeyi önlemek için ağır izolasyon maddeleri içeren maddeler yardımıyla yanmayı engelleyici gaz yayma.

Intumescent örtücülerle muamele edilen ağaç malzemedeki kömürleşme sıcaklığı altında tamamlanması gereken köpüklenme ve kabarma olayını, genellikle yumuşama, kabarcık oluşumu ve yüzeyle iyi bir bağlantı oluşturan katı köpüklenme gibi olaylar dizisi izler. İdeal olarak, köpüklerin ve kabarcıkların inert veya tercihen yanma önleyici gaz içermesi gerekir. Intumescent örtücüler gerçekte boya gibidir ve doğal olarak dekoratif bir fonksiyona sahiptirler. Bunlar, mevcut yapılarda

da takviye koruma amacıyla uygulanabilirler. Kapı ve pencere doğramalarında kenarlara konulan intumescent şeritler, intumescent örtücülerle aynı özelliği taşımaktaysalar da, daha fazla köpük oluşturarak açıklıkları kapatabilecek bileşimde hazırlanmaktadır. Köpük tabakası oluşturmayan (non-intumescent) örtücüler ise alevlenmeyi önlemek için ağır izolasyon maddeleri içermekte ve sıcaklık etkisi ile yanma önleyici gaz yayarak etkide bulunmaktadır (22).

Yüzeğe uygulanan bu örtücü sistemlere alternatif olarak FR'ın emprenye ile ağaç malzemeye verilmesi işlemleri yaygın halde uygulanmaktadır. Etki biçimi bakımından bu emprenye işlemleri ile artırılmaya çalışılan yanma direnci, örtücü sistemlere benzemektedir. Tutuşmayı engellemede örtücü işlemler kadar veya daha etkin olan emprenye uygulamalarında, izolasyon etkisi odunun yüzeysel bir kısmının kömürleşmesi esasına dayanmaktadır. Yüzeyin fiziksel tahribinden sonra ileri bir etkide bulunamayan yüzey örtücülerinden farklı olarak, derin koruma sağlayıcı bir emprenye, ağaç malzemede uzun süreli şiddetli yangın etkisine maruz kalması durumunda bile, kömürleşme derecesi, alevlerin yayılması ve tutuşmanın engellenmesi ile alev kaynaksız yanma gibi parametrelerin kontrol altında tutulmasını mümkün kılmaktadır. Ancak, kullanılan FR'ın etkin olması, emprenyede yeterli retensiyonun (tutundurma) ve penetrasyonun sağlanması gerekir (23).

FR ile emprenye işleminde genellikle klasik dolu hücre veya vakum/basınç yöntemleri uygulanmaktadır. Yaygın kullanım alanı bulan FR hakkında genel bilgi kapsamında aşağıdaki noktalar belirtilebilir.

Amonyum fosfatlar, amonyum borat, borik asit ve çinko klorür gibi inorganik tuzların sulu çözeltileri en yaygın kullanılan FR formülasyonlarıdır. Bu tuzların tümü suda çözünen tuzlar olduğundan açık havada rutubet etkisiyle ve yağmurla yıkanabilmektedirler. Dış mekânda kullanılan ahşap

kısımlarda FR higroskopik maddelerden olduğundan ve normal oduna oranla daha çabuk rutubet çekme ve ıslanma eğilimleri nedeniyle, üst yüzey işleme ile oluşan film tabakası hızla bozunur. Ağaç malzemedeki su alış verişini sınırlandırmak amacıyla polimerler kullanılarak rutubet muhtevası %40-95 oranında azaltılabilmektedir (24,25). Dış mekanda kullanılacak odunda, yanma direncini artırmak amacıyla yapılacak emprenye işlemleri için uygun olan bu yöntem, pahalı olmasının yanında ağaç malzeme içinde, emprenyeden sonra reaksiyonla polimerleşecek bir veya daha fazla bileşenli monomer kullanımı, ısı gereksinimi ve uygulama güçlükleri sebebiyle ticari nitelik kazanamamıştır (26).

1.5. FR Maddelerde Bulunması Gerekli Özellikler

FR, etkinliği ve uygun maliyeti gibi özellikleri yanında, ağaç malzemenin özelliklerinde herhangi bir olumsuz değişikliğe neden olmamalıdır. Odunun boyutsal stabilitesi ve çürüklüğe karşı direncini artırması ilâve olumlu katkı sayılır (27).

Bazı FR maddenin bazı odun özelliklerinde olumsuz yönde değişikliklere neden olduğu bildirilmektedir . FR muamelesinden etkilenen odun özellikleri, odunun higroskopisitesi, direnç özellikleri metal birleştirme elemanları üzerinde korozif etkisi, ağaç malzemenin boyutsal stabilitesi, boyanabilirliği, işlenebilirliği, tutkallanma özelliği, dış ortamda kullanılması durumunda kimyasal maddenin yıkanarak odundan uzaklaşması ve böcek ve mantar gibi biyotik faktörlere karşı dayanımıdır.

1.6. FR Bileşiklerinin Odunun Direnç Özelliklerine Etkileri Konusunda Yapılan Çalışmalar

Tuzlarla emprenye edilen odun, aynı bağıl nem ve sıcaklık ortamında emprenyesiz oduna oranla daha fazla su adsorbe edeceğinden direnç özelliklerinin çoğunda düşme görülmesi beklenebilir. Normal kullanma şartlarında bu direnç düşüşü önemli sayılmayabilir. Ancak yüksek bağıl nem şartlarında odunun uzun süreli kullanılması halinde önemli sorunlar ortaya çıkabilmektedir (28,29). Tablo 1'de odunun yanma direncini artırıcı emprenye maddelerinin mekanik özellikler üzerine etkileri verilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli FR maddelerin odunun mekanik özellikleri üzerine etkileri (7)

FR ADI	Emprenye Edilen Malzeme	Empren. Sonrası Kurutma Sıc(°C)	Mekanik Özelliklerdeki Değişiklikler				
			+: artış yüzdesi (%)		-: azalış yüzdesi (%)		
			Kopma Modülü	Elaş. Modü.	Enerji	Basınç Dir.(11)	Gerilme (11)
Noncom X*	SarıÇam	105	+26	-	-	-	-
FRT*	SarıÇam	60	-20	-	-	-30	-
pMIN*	Adi dug. (AD)kon.	-	-8	-5	-57	-	-
AP*	Çam	60	-19	-19	-21	-	-
APAS*	Çam	Teknik ku.TK**	-17	-3	-44	-	-
FRT*	Karışık Çam	-	-13	-5	-34	-	-
	Çam	TK	-11	-8	-26	-	-
	Çam	TK	-17	-13	-33	-	-
	AD	TK	-10	-8	-40	-	-
Noncom X	AD	TK	-16	-5	-32	-	-
	Çam	TK	-14	-8	-24	-	-
	Çam Glu.	TK	-12	-2	-	-	-
PYR*	Çam	TK	-10	-8	-28	-	-
	Adi dug.	TK	-17	-5	-32	-	-
	Adi dug.	Doğ.Ku.	-29	-29	-37	-	-
Borax	Adi dug.	Doğ.Ku.	+20	+19	-	-	-
AS*	Adi dug.	Doğ.Ku.	-3	+4	-	-	-
CZC*	Adi dug.	Doğ.Ku.	+2	+9	-	-	-
MIN*	Adi dug.	Doğ.Ku.	+6	+9	-	-	-
PYR*	Adi dug.	Doğ.Ku.	-2	+4	-	-	-
FRT*	Adi dug.	Doğ.Ku.	-4	-1	-	-	-
FRT*	Adi dug.	Doğ.Ku.	-5	-1	-	-	-

(Tablo 1'in devamı)

Borax	Kavak kontrpl.	60.0	0	-	-40	-	-
MIN	"	60.0	-1	-	-20	-	-
PYR	"	60.0	-12	-	-27	-	-
FRT	"	60.0	-20	-	-39	-	-
CZC	Kavak kontrpl.	60.0	-37	-	-56	-	-
Borax	"	110.0	-33	-	-73	-	-
MIN	"	"	-32	-	-56	-	-
PYR	"	"	-37	-	-70	-	-
FRT	"	"	-36	-	-68	-	-
CZC	"	"	-59	-	-83	-	-
Borax	AD kont.	60	-23	-	-34	-	-
MIN	"	"	-27	-	-25	-	-
PYR	"	"	-14	-	-30	-	-
FRT	"	"	-24	-	-36	-	-
CZC	"	"	-21	-	-41	-	-
Borax	"	110	-34	-	-68	-	-
MIN	"	"	-25	-	-50	-	-
PYR	"	"	-30	-	-57	-	-
FRT	"	"	-36	-	-64	-	-

*AP: Amonyum fosfat; AS amonyum sülfat; APAS,AP+AS; Borax, boricasit+sodyum tetraborat ; CZC,kromlu çinkoklorür; FRT: ticari FR adı; MIN: minalith; PYR:pyresote; ZAB:çinko amonyum borat

** AWP A Std.ları esas alınarak yapılan kurutma olabilir.

Odunda, FR emprenyesi ile meydana gelen direnç kayıplarını hızlandıran faktörlerin başında, kimyasal maddenin etkisi, uygulama, kurutma ve kullanım sıcaklıkları ve bu sıcaklıklara maruz kalma süreleri ile odunun rutubeti ve ortamın nemliliğidir. Bu faktörlerin etki mekanizmaları ve hakkında verilen bilgiler aşağıda özet olarak açıklanmıştır:

1. FR, odunun tutuşma yeteneğini asit katalizli bir reaksiyonla azaltır. Reaksiyonda, odunun bozunmaya başladığı sıcaklık derecesi düşürülerek, yanıcı gazların oluşumu ve ısı iletiminin azalmasına neden olan kömür tabakasının miktarı artmaktadır. Ancak odun içinde asit varlığı direnç değerlerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Asidik formülasyonlar, karbohidratların hidrolizini hızlandırmakta ve zincirlerin parçalanarak depolimerize olmasına yol açmaktadır (30).

2. Asitli formülasyonların odunda meydana getirdikleri direnç azalmaları, sıcaklığın artmasına bağlı olarak artış göstermektedir. Emprenye işlemi sıcaklığı, emprenyeden sonra malzemenin kurutulma sıcaklığı ve malzemenin kullanılma yerindeki sıcaklık derecelerinin her birinde 10 °C'lik bir artış, dirençteki kaybın daha çok artmasına neden olmaktadır. Böylece, odundaki FR, sıcaklığın artışına bağlı olarak karbohidratlar üzerine hızlı bir asit hidrolizine ve özellikle sertlik azalmasına neden olmaktadır (31).

3. Bazı özel FR bileşikleri, odunun degradasyonunu diğerlerine göre daha fazla hızlandırır. Bu bileşikler genelde asidik karakterlidir. Kromlu, çinko klorür ve alüminyum sülfat'ın çok asidik olduğu ve önemli direnç kayıplarına yol açtığı bilinmektedir. Bu nedenle fazla asidik formülasyonların uygun tamponlayıcılarla nötr ya da nötre yakın bir pH değerine getirilmesiyle hazırlanacak farklı bileşimlerin odunun direnç değerleri üzerine etkisi araştırılmaktadır.

4. Kimyasal madde ve sıcaklığın birlikte kümülatif etkisi, bu faktörlerin direnç üzerine gösterdikleri bireysel etkiden daha fazladır. Ancak burada ağaç türleri de önemlidir. Örneğin,

yapraklı türlerde gerçekleştirilen asit hidrolizi iğne yapraklılardan daha fazla olmaktadır.

FR maddelerinin odunun mekanik özelliklerine etkisi kullanımlarını sınırlayan en önemli etkenlerdendir. Bu nedenle bor esaslı maddelerin ülkemiz açısından önemi dikkate alınarak yangın önleyici etkileri ile odunun mekanik özelliklerinde meydana getirebileceği değişikliklerin bilinmesi önem kazanacaktır. Bu maksatla, bor ürünlerimizden borikasit ve boraksın farklı kombinasyonlarda ağaç malzemeye uygulanması durumunda odunun statik eğilme direncine etkisi bu araştırmaya konu seçilmiştir.

1.7. Çeşitli Emprenye Maddelerinin Odunun Direnç Özelliklerine Etkileri Konusunda Yapılan Çalışmalar

Emprenye işleminde uygulanan basınç ve sıcaklık ile bunların süreleri, ağaç malzemenin özelliklerinde azalmaya sebep olmaktadır (32).

Suda çözünen yüksek konsantrasyonlardaki tuzlar ve özellikle yanmayı geciktirici maddeler, ağaç malzemenin denge rutubeti miktarını yükselterek direnç azalmasına sebep olabilmektedir (33).

Koruyucu maddelerin odunun direnç özellikleri üzerine etkileriyle ilgili ilk yayınlar 19. yüzyılın sonlarına doğru yapılmıştır.

Tetjamer (34), çinko klorür ve bakır sülfat (göztaşı) ile emprenyeli çam, melez ve ladin odunlarının basınç ve eğilme dirençlerinde önemli bir değişme olmadığını bildirmişlerdir. Hattâ (35), katran yağı ve çinko klorür ile

emprenye edilmiş odunların direncini, Luther (36) ve Wilson ve Bateman (37) çinko klorürün, Wilson (38), kreozotun bu bakımdan etkilerini araştırmışlardır.

Thunnel (39), Boliden K-33 ve katran yağı kullanarak kazanda basınç yöntemiyle çam odunlarını emprenye etmiş, 7 ay beklettikten sonra statik ve dinamik eğilme direnci ile basınç direncindeki değişimleri saptamışlardır. Buna göre; Boliden K-33 tuzunun odunun basınç direncini artırırken eğilme direncinde bir etki yapmadığı, katran yağınının sözü edilen dirençleri % 5 oranında artırdığı belirlenmiştir.

Czeviadajev , çeşitli emprenye maddelerini sıcak halde kullanarak Huş odununu emprenye etmiş ve tuzların basınç direncini etkilemediğini, yağların ise ortalama % 6 azalttığını ve bu değişimlerin istatistiksel anlamda önemli olmadığını saptamıştır.

Schultze ve Stamer (40), 122 odun koruyucu maddenin çeşitli zamanlarda ağaç malzemenin basınç direnci üzerine etkilerini araştırmışlar ve 18 örnekte meydana gelen farklılığın (artış yada azalış) % 20 sınır değerini aştığını belirlemişlerdir.

Stabnikov , antrasen ile emprenyeli çam, ladin, göknar, huş ve kavak odunlarının mekanik özelliklerini araştırmış, basınç direncinin % 6-40, eğilme direncinin % 10-22 arasında arttığını saptamıştır.

Kollman (41), maden ocaklarında suda çözünen tuzlarla emprenye edilerek kullanılan çam ve ladin odununun eğilme, çekme ve şok direncinde az miktarda azalma, basınç direncinde ise bir miktar artma olduğunu ifade etmiştir.

Gillwald (42), çam ve kayın odununun basınç, eğilme ve çekme direncini UA tuzları ve taşkömürü katran yağı ile emprenye işleminden sonra araştırmış; katran yağının basınç direncini % 10, tuzların ise önemsiz miktarda artırdığını; eğilme direncini ise katran yağlarının artırdığını, suda

çözünen tuzların azalttığını belirlemiştir.

Burmester ve Becker , Ladin, Çam ve Kayın odunlarını 10 çeşit tuz ve 3 çeşit katran yağı ile kazanda basınç yöntemi kullanarak emprenye etmişler ve liflere paralel ve dik basınç direnç değerleri ile statik ve dinamik eğilme dirençlerindeki değişimleri araştırmışlardır. Sonuçta direnç özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli bir değişme olmadığını belirtmişlerdir. Hesp ve Watson (43), CCA tuzlarıyla emprenyeli Çam odununun basınç ve eğilme direncinde değişme olmadığını saptamamışlardır.

Thompson(44), yapraklı iki odun türünden elde edilen kontrplağın şok direncine dört farklı krom preparatının etkisini incelemiştir.

Vologdin , Çam odunlarının basınç direnci üzerine sodyum pentaklorofenet, bakır sülfat, sodyum florür ve çinko klorürün etkisini araştırmış; basınç direncini sodyum pentaklorofenatin % 95, bakır sülfatin % 25, sodyum florürün % 3 artırdığını, çinkoklorürün ise % 9 azalttığını saptamıştır. Eğilme direnci ise sodyum pentaklorofenol etkisiyle artmıştır.

Pechman ve Aufsess(45) CCB(Bakır/Krom/Bor), CFA(Bikromat florit alkali arsenat), CF(asitli bikromat florit karışımı), CCA (Bakır/Krom/Arsenat) ve NaF(Sodyum florit) tuzlarının Çam, Ladin ve Kayın odunlarının şok direnci üzerine etkilerini denemişlerdir. Buna göre, koruyucu tuzların ağaç malzemenin rutubet derecesini yükselttiklerini ve rutubet miktarının artan tuz konsantrasyonlarıyla kontrol örneklerine göre % 2-3 daha fazla olduğunu, % 12 rutubette koruyucu tuzların şok direncini az miktarda azalttığını, özellikle % 5 ve daha yüksek konsantrasyonlarda direnç azalmasının çoğu kez % 10'a ulaştığını belirlemiştir.

Burmester (46), tuz ve yağ içeren koruyucu maddelerin odunda basınç ve eğilme direncine uzun dönemli etkilerini incelemiş, 3 ay bekletme ile 12 ay bekletme etkilerinin

farklı olduğunu ve en az etkilenmenin 52 hafta bekletme sonucu olduğunu belirlemiştir.

Chanmemodov , sodyum floritin Dişbudak odununda basınç direncini değiştirmediğini saptamıştır.

Isaacs(47) kazanda basınç yönteminin çeşitli odun türlerinde eğilme direncini % 8-10 kadar azalttığını kaydetmiştir.

Bendtsen ve arkadaşları(48), Pinus palustris odununda kromlu bileşiklerin (CCA ve ACA) eğilmede elastiklik modülünü etkilemediklerini saptamışlardır. Odunun direnç özellikleri üzerine CCF preparatlarının etkisi ile ilgili çalışmalar Peek(49) tarafından yürütülmüş, Çam ve Ladin odununun basınç ve eğilme dirençlerinde istatistiksel anlamda önemli farklılık çıkmamıştır.

Winandy ve arkadaşları(50), CCA tuzunun Pinus palustris ve Pinus elliottii odunlarının şok direncini % 20-36 arasında azalttığını saptamışlardır (51).

Dört Güney Afrika Ladin odununda CCA tuzlarının basınç direncine etkileri en çok %8 kadar olmuştur (52).

Wazny ve Krajewski(53), örnek çiftleri kullanarak Pinus sylvestris odununun basınç ve eğilme direnci üzerine Polanya'da üretilen 13 koruyucu maddenin(dokuzu suda çözünen ve dördü katran yağı) etkilerini araştırmış ve karşılaştırma amacıyla NaOH ve % 10'luk sülfirik asit ile destile su kullanılmıştır. Çam diri odununun direncini beş koruyucu tuz % 10-22 arasında, üç koruyucu katran yağı ise % 5-9 arasında azaltmıştır. Diğer koruyucu tuzlar direnci % 5-21 arasında artırmış, katran yağları ise değiştirmemiştir. Öz odununun basınç direnci beş koruyucu tuzun etkisiyle % 12-20 azalmış, üç koruyucu tuz ve üç katran yağı ile % 8-10 arasında artış

göstermiş, bir koruyucu tuz ve bir katran yağı ise direnci değiştirmemiştir. Destile suyun adsorpsiyonu sonucu basınç direnci olumsuz etkilenmiş ve diri odunda ortalama % 6, öz odunda % 8 basınç direnci azalması saptanmıştır. % 10 NaOH ve % 10'luk sülfirik asit ile emprenye edilmiş diri odunda önemli bir direnç azalması meydana gelmiş (sırasıyla % 35 ve % 39), öz odunda bu azalma yalnızca % 10-15 arasında kalmıştır.



2. MATERİYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında iki farklı malzeme kullanılmıştır. Bunlardan biri emprenye maddeleriyle muamele edilen odun örnekleri, diğeri kullanılan emprenye maddeleridir.

2.1.1. Ağaç Malzeme

Yapılan deneysel çalışmalarda, ülkemiz orman varlığının değerlendirilmesi ve mukayese açısından yapraklı ve iğneyapraklı ağaçlardan, sarıçam (Pinus sylvestris L.), doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky) kullanılmıştır.

2.1.2. Deney Örneklerinin Temini ve Hazırlanması

Çalışmada deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan türlerin coğrafi yayılış alanı incelenerek, yayılış gösterdiği bölgelerden aşağıda adları verilen işletmelerden deneme ağaçlarından alınmıştır:

<u>Ağaç Türü</u>	<u>Deneme Ağacının Alındığı İşletme</u>
Sarıçam (<u>Pinus sylvestris L.</u>)	Çaykara Orman İşletmesi
Doğu Kayını (<u>Fagus orientalis Lipsky</u>)	Maçka Orman İşletmesi

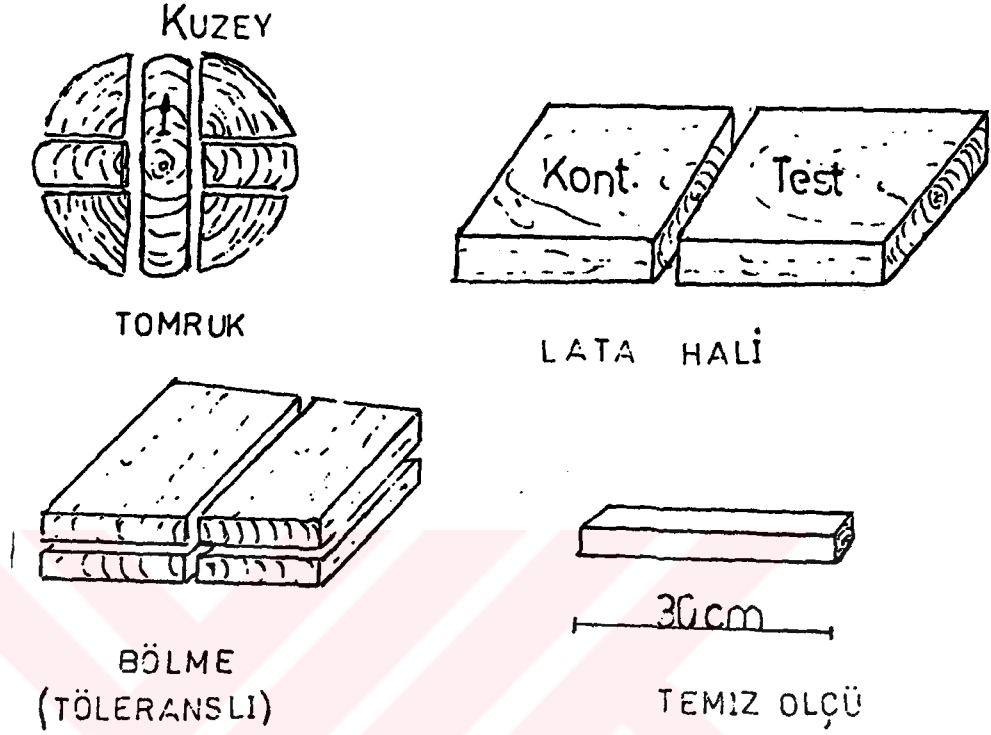
Meşcerelerin seçiminde homojen olmasına dikkat edilmiş, ekstrem yetişme muhiti şartlarından kaçınılmıştır (54).

Örnek ağaçların seçilmesinde yön, meyil, çap, yükseklik ve sıklık özellikleri göz önünde tutulmuştur (55). Gövde ve tepe oluşumu bakımından normal ve sağlıklı olmasına, odun renginin doğal, liflerin birbirine paralel olup, lif kıvrıklığı göstermemesine, böcek ve mantar zararlılarına uğramamış bulunmasına dikkat edilmiştir (56). Bundan başka, özellikle çok rutubetli veya çok kurak ya da devamlı rüzgâr ve fırtına etkileri altındaki ekstrem yetişme yerlerinden

kaçınılmış, fazla dallı budaklı, anormal tepe formları gösteren diğer ağaçların arasına sıkışmış ağaçlar alınmamış ve TS 4176 esaslarına uyularak ağaçlar işaretlenmiştir.

Örneklerin temin edildiği ağaçların, ılıman iklimli bir bölgeden iyi drenajlı toprak karakterine sahip doğal bir düzlükten seçilmesine dikkat edilmiştir. Tüm örnek ağaçların bulunduğu yerde bakı, arazi meyli, yükekliği ve kuzey-güney yönü işaretlenerek kesim yapılmıştır (57). Örnek ağaçların kesiminden sonra dalları temizlenmiş ve kuzey yön çizgisi ağaç gövdesi boyunca uzatılmıştır (58).

Ormandan kesilen ağaçlar süratle laboratuvara getirildikten sonra tomruk başlarına ve düşen kabuk ve budak yerlerine antisap stain (ANTIBLUE) maddesinin % 10'luk sulu çözeltisi fırça ile sürülmüştür. Odunda renk değişmesine sebep olan mantarların faaliyetlerine engel olmak amacı taşıyan bu uygulamanın yapıldığı kısımlardan en az 2.5 cm içerden deney örnekleri hazırlanmıştır. Deney örneklerinin hazırlandığı tomruklar Antiblue uygulamasından sonra, açık hava ortamında direkt güneş ve yağmur etkisinden korunarak 1 ay süreyle uygun hava sirkülasyonu sağlanacak aralıklarla istiflenmişlerdir. Daha sonra bu parçalardan kesilen prizmalar 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarındaki iklim odasında 15-25 gün süreyle bekletilerek rutubetlerinin % 25-30 olması sağlanmıştır. Bu durumda prizmalardan, statik eğilme direnci deneyleri için $2 \times 2 \times 30$ cm, özgül ağırlık deneyleri için $2 \times 2 \times 3$ cm, yıkanma deneyleri için $2 \times 2 \times 2$ cm boyutlarında örnekler hazırlanmış ve kodlanmıştır. Elde edilmiş plâni Şekil 2'de verilen örneklerin rutubeti Borlu bileşiklerle emprenye için hava kurusu, monomer ile emprenye halinde % 4-6 değerlerinde oluşturulmuştur (59,60,61).



Şekil 2. Deney ve kontrol örneklerinin kesim plânı

Eğilme direnci örnekleri deney öncesinde standartlarda belirtilen 65 ± 5 bağıl nem ve $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta klimatize edilerek kontrol ve deney örneklerinin aynı rutubette olmaları sağlanmıştır (62,63,64).

2.1.3. Emprenye işleminde Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Emprenye Çözeltilerinin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan kimyasal maddelerin özellikleri aşağıda verilmiştir:

Borik asit

Etibank Bandırma Boraks ve Asit Fabrikaları işletmesi üretimi olup;

Formül yapısı	: H_3BO_3
Bileşimi	: % 56.30 $1/2 B_2O_3$ % 43.70 H_2O
Molekül ağırlığı	: 61.84
Özgül ağırlığı	: 1.435 gr/cm^3
Dökme ağırlığı	: 780-815 kg/m^3
Erime noktası	: 171 °C

Boraks (Sodyum tetraborat penta hidrat)

Bandırma Boraks ve Asit Fabrikaları işletmesi tarafından üretilmiş olup ;

Formül yapısı	: $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$
Bileşimi	: % 21.28 Na_2O % 47.80 B_2O_3 % 30.92 H_2O
Molekül ağırlığı	: 291.3
Özgül ağırlığı	: 1.815 gr/cm^3
Dökme ağırlığı	: 980 kg/m^3
Erime noktası	: 741 °C

Stiren (St)

Stirenin odun özelliklerine etkisini belirlemek için % 99' luk stiren monomeri kullanılmıştır. PETKİM İzmit Rafinerisi'nde bir petrol yan ürünü olarak elde edilen stiren, sentetik kauçuk hammaddesi olarak kullanılmakta olup;

Özgül ağırlığı (25 °C'de, kg/m^3)0.9088
Kinematik vizkozitesi (25 °C, cp)0.7500
Aldehit (%)0.0047
Peroksit (%)0.0032
Safsızlıklar (%)0.1900

Kaynama noktası (760 mm Hg'da, °C).....	140
Moleküler ağırlığı (gr).....	104
Renk (Hazen).....	5

Metilmetakrilat (MMA)

Polisan Kimya San. A.Ş.'inden temin edilen ve bir Vinil monomer olan MMA % 99'luk monomer halinde kullanılmış olup;

Moleküler ağırlığı (gr).....	100
Yoğunluk (20 °C'de, gr/ml).....	0.94
Kaynama noktası (760 mm Hg, °C).....	101
Suda çözünebilen monomer (25 °C, %).....	1.55
Monomerdeki su miktarı (25 °C, %).....	1.25

Poli-etilen glikol (PEG-400)

PEG 400 sıvı halde olup, SHELL Petroleum Co. tarafından bir petrol destilasyon yan ürünü olarak piyasaya arz edilmektedir.

PEG'ün mantarlara karşı zehirli etkide bulunmadığı, bu nedenle PEG'le muamele edilecek odunun ayrıca PEG muamelesi öncesi veya PEG çözeltisine katılmak sureti ile ilave bir fungusit emprenyesine tabi tutulması gerektiği bildirilmektedir.

Günümüzde çeşitli kullanım alanları için molekül ağırlığı 200 ile 20.000 arasında değişen PEG tipleri üretilmekte, emprenye amacıyla da 400 ile 4.000 arasındaki molekül ağırlığına sahip PEG tiplerinin kullanıldığı bildirilmektedir (65). Molekül ağırlığı düşük olan PEG ürünlerinin difüzyon özelliği yüksek ancak yıkanmaları daha kolaydır, tersi durumda yüksek moleküllü olanların difüzyonu güçleşirken stabilizasyon özellikleri artmakta ise de her durumda su ile yıkanabilmektedirler. Bu nedenle iç mekân kullanımlar için önerilmektedir olup % 80 bağıl nemin üstündeki ortamlarda direkt su

teması olmasa bile yıkandıkları belirlenmiştir (66).

Çalışmamızda PEG- 400 kullanılmıştır. PEG'ün bu çalışmada tercih edilmesinin sebebi, odundan yıkanma oranları ve su itici maddelerle yüzey kaplaması yapılması bakımından borlu bileşiklerden farkının ortaya çıkarılmasıdır. Bu maksatla PEG'le emprenye edilen bazı örnek gruplarında PEG sızmasının önlenmesi için Vinil monomerler ve bazı bloklayıcı maddelerle muamelelerin etkileri denenmiştir (67).

Çalışmamızda, özellikle çatlamaları önlediği ve düşük molekül ağırlığı dolayısıyla hücre çeperinde ince gözeneklere girebildiği bildirilen ve ayrıca PEG -1000'e oranla oldukça ucuz olan PEG- 400'ün saf halde oduna emprenyesi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, gerek PEG gerekse borlu bileşiklerin odundan yüksek bağıl nem ortamı ya da suyla yıkanarak uzaklaşmasını fiziksel ve kimyasal yoldan engelleyici ikinci bir yüzeysel stabilizör madde ile emprenye işlemleri yapılmıştır.

2,4 Toluen diizosiyanat

Bulking işlemlerinde genel olarak ortaya çıkan odunun direncinde meydana gelen azalmalar, su alma, işlem süresinin uzunluğu, işlem karmaşıklığı ve pahalılık gibi sorunların giderilmesi için önerilen bir uygulamada döşeme amaçlı ağaç malzemelerin PEG uygulamasından sonra izosiyanat buharıyla muamele edilmesi, böylece izosiyanatla PEG arasında meydana gelecek reaksiyonla bir poliüretan reçinesinin oluşturulması öngörülmektedir. Böylece emprenye sonrası ağaç malzemenin döşeme kaplaması işlerinde kullanılabileceği ve pahalı birçok polimer işlemlerine oranla bu uygulamanın kolay ve ucuz olduğu bildirilmektedir (68).

izosiyanat tek başına kullanılması durumunda da odunun boyutsal stabilitesi ve biyolojik zararlılara karşı dayanımını artırmaktadır (69).

Parafin

Çalışmamızda erime noktası 56°C olan ticari parafin kullanılmıştır.

Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan çözeltiler ve hazırlanma yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

1. % 13'lük kuru borik asit destile su içerisinde çözdürülmüş ve oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Çözeltinin borik asit eşdeğeri(%BAE) titrasyonla belirlenmiş ve mol ekivalansı 0.006962 gr B₂O₃(susuz)/ 0.2N NaOH ml alınarak hesaplanmıştır (70).

$$\% \text{ BAE} = \frac{\text{Tüketilen ml } 0.2\text{N NaOH} * 6.962 * 1000}{\text{Çözelti konsantrasyonu(\%)}}$$

2. Borax'ın % 13'lük sulu çözeltisi de BA çözeltisi gibi hazırlanmıştır.

3. PEG-400 saf olarak kullanılmıştır.

4. Stiren % 100' saflıkta kullanılmış, ön işlemlerde inhibitörler ve kalıntı su temizlenmiştir. inhibitörlerden temizlenme için % 2 oranında benzolperoksit, % 5 oranında divinilbenzen katılmıştır.

5. MMA % 100 saflıkta kullanılmış 500 - 600 ml MMA için 300 ml % 15'lik NaOH katılmış ve ayırma hunisinde karıştırılarak faz oluşumu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra huninin ağzı açılarak inhibitör uzaklaştırılmıştır. İşlem bir kez daha tekrar edildikten sonra MMA içinde kalan NaOH'ı temizlemek için çözeltiliye 200 ml destile su ilâve edilerek faz oluşumu sağlandığından huniden NaOH alınmıştır. Çözeltideki destile su, Çözeltiye CaCl₂ ilâve edilerek bir süre

beklendikten sonra alınmış ve MMA işleme hazır hale getirilmiştir. Gerek stiren, gerekse MMA inhibitörler uzaklaştırıldıktan sonra kısa sürede polimerleşme eğilimi gösterdiklerinden +4 °C'de en fazla 7-10 gün süreyle depolanıp bu süre içinde kullanılmıştır (71).

6. 2,4-toluen diizosiyanat saf halde kullanılmıştır. 11 Nolu emprenyede 70 °C'de kurutmaya tabi tutulan örneklerde oluşan değişmeler sebebiyle ikinci denemede (12. nolu emp.) ISO ile emprenyeli örneklerin soğutulularak kurutulması yoluna gidilmiştir (Freeze-drying).

7. Organik bir solvent olan VACSOL %100 saf halde kullanılmıştır.

8. % 13'lük Borik asit+Boraks(7:3, ağırlık:ağırlık)+ % 8'lik Parafin + (% 0.15 Trietilen amin + % 0.19 emülgatör):1lt. lik çözelti için, ağırlık esasına göre 7 kısım borik asit (49 gr) ve 3 kısım boraks (21 gr) alınmış ve % 8'lik parafin çözeltisi için 71.8 gr parafin, 4.5 gr emülgatör, 3.7 gr trietilenamin amin ile sonuçta 1 lt çözelti verecek şekilde (% 15' lik çözelti) destile suda çözündürülmüştür. Çözünmenin hızlanması için 60-70 °C'de ısıtma uygulanmış ve emprenye sırasında da çözelti sıcaklığının bu sınırlar içerisinde tutulmasına özen gösterilmiştir.

9. %13'lük (Ba+Bx) çözeltisi 7:3(ağırlık:ağırlık) esasına göre gerekli BA ve Bx'in birlikte destile suda çözündürülmesiyle hazırlanmış ve % BAE deki gibi hesaplanmıştır.

Hazırlanan çözeltilerin, emprenye öncesi ve sonrası sıcaklığı , (pH) ve yoğunlukları [gr/ml] belirlenmiştir. belirlenmiştir.

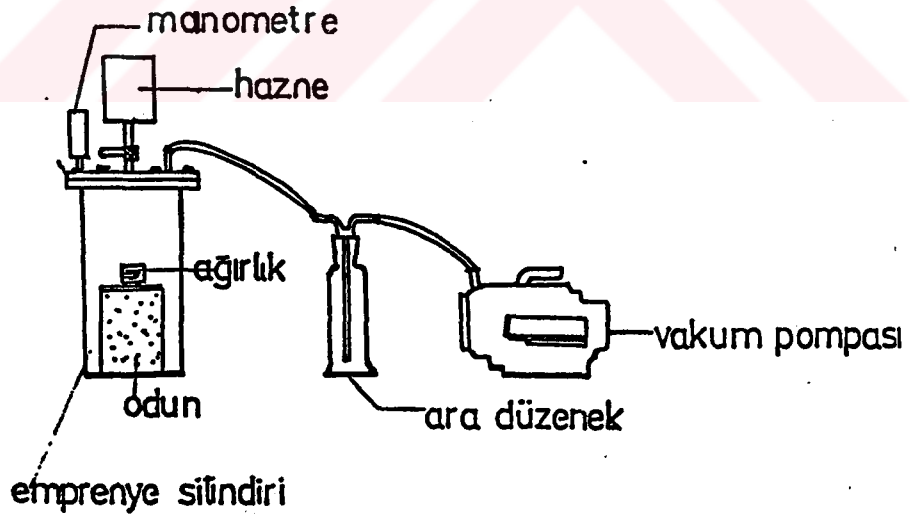
10. Borlu çözeltilerin BAE hesaplanması için çözelti hazırlandıktan sonra HCl asitle alevde bir süre tutularak CO₂'i alınıp ,1 ml titrasyon çözeltisinde 30-50 mg mannitol bulunacak şekilde karbonattan arındırılarak NaOH ile (0.2N) nötralleştirildikten sonra titre edilmiştir. Nötralleşme noktasında

yeteri miktarda mannitol katılarak bu kez fenol ftalein indikatörü varlığında (yaklaşık 10 damla) titrasyona devam edilmiştir. ikinci titrasyondaki dönüm noktası çözeltide değişmeden kalan hafif pembe renk oluşumudur.

2.2. Emprenye Yöntemi

Emprenye işlemlerinde ASTM D 1413- 76 (72) de belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre;

60 dakika süreyle örnekler 60 cm/ Hg'ya eşdeğer ön vakum uygulandıktan sonra, 60 dak. süreyle örnekler açık hava basıncı etkisindeki çözelti içerisinde bırakılmıştır. (Şekil 3)



Şekil 3. Emprenye işleminde kullanılan deney düzeneği

Deney örneklerinin emprenye öncesi ve sonrası ağırlıkları belirlenmiş ve retensiyon değerleri emprenye sonrası retensiyonlarının belirlenmesi için deney öncesi rutubet derecelerine kadar kurutulduktan sonra aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır.

1. Retensiyon(absorplanan net kuru madde miktarı, kg/m^3) (R_1),

$$R_1 = \frac{G \cdot C}{V} * 10$$

$$G = T_2 - T_1$$

T_2 =Emprenye sonrası numune ağırlığı [gr]

T_1 = Emprenye öncesi numune ağırlığı [gr]

V = Numune hacmi [cm^3]

2. Retensiyon(tam kuru oduna oranla % net kuru madde miktarı) (R_2),

$$R_2 = \frac{M_{oes} - M_{oeö}}{M_{oeö}} * 100$$

$M_{oeö}$: Emprenye öncesi numunenin tam kuru ağırlığı [gr]

M_{oes} : " sonrası " " " "

3. Monomer yükü (MY) (%)= $\frac{M_{oes} - M_{oeö}}{M_{oeö}} * 100$

$$4. \text{ Monomer kaybı (MK) (\%)} = \frac{M_{res} - M_{90}}{M_{res}} * 100$$

M_{res} : Monomer emprenyesi sonrası yaş ağırlık[gr]
 M_{90} : 90 °C'de polimerleşmeyi takiben ölçülen ağırlık(gr)

Emprenye deney plânı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Emprenye deney plânı

Kimyasal Madde Grubu	Temsil Ettiği Maddeler	Empr. Den. No	Empren. İşlem Sayısı	İşlem Sırası		Çöz. Kons. (%)		Çözücü Madde	
				1. İşlem	2. İşlem	1. Empr.	2. Empr.	1. Empr.	2. Empr.
I. Grup Ticari Emprenye Maddeleri	Borlu Bileşik.	1	1	Tanalith-CBC	-	13	-	DS	-
	Amonyum Bileşik.	2	1	Amonyum Sülf. (AS)	-	13	-	DS	-
	Fosforlu Bileşik.	3	1	Diamonyum Fos. (DAP)	-	13	-	DS	-
	Organik Çözücüler	4	1	VACSOL (V)	-	100	-	-	-
II. Grup Borlu Bileşikler	Yangın önleyiciler, insektisitler ve fungusit odun koruyucular	5	1	Borikasit (BA)	-	13	-	DS	-
		6	1	Borax (Bx)	-	13	-	DS	-
		7	1	Ba+Bx * (7:3, A:A)	-	13	-	DS	-
		8	2	Ba+Bx (7:3)*	Stiren (St)	13	100	DS	-
		9	2	"	MMA	13	100	DS	-
		10	2	"	St+MMA	13	70:30*	DS	-
		11	2	"	ISO	13	100	DS	-
		12	2	"	ISO	13	100	DS	-
		13	1	P+Ba+Bx	-	13	-	DS+***	-
III. Grup PEG Grubu		14	1	PEG-400 (P4)	-	100	-	-	-
		15	2	P4	St	100	100	-	-
		16	2	P4	MMA	100	100	-	-
		17	2	P4	St+MMA	100	70:30	-	-
		18	2	P4	ISO	100	100	-	-
IV. Grup WR Bileşik.	Su itici Maddeler	19	1	St	-	100	-	-	-
		20	1	MMA	-	100	-	-	-
		21	1	St+MMA	-	70:30*	-	-	-
		22	1	ISO	-	100	-	-	-

* (Ağırlık:Ağırlık)

** ISO katılaşması soğutmayla gerçekleşmiştir(+4°C)

***Emülgatör +Trietilenamin +Destile Su

-Tüm emp.'de 60 dk. vakum 60 dk. difüzyon uygulanmıştır

-P+Ba+Bx ile yapılan 13 nolu emp. dışındaki tüm emp.'ler oda sıcaklığında (22±2°C) yapılmıştır. 13 nolu emprenyede parafinin donmaması için çözelti sic. 70°C tutulmuştur.

2.3. Statik Eğilme Direnci

Deneylerden önce hava kurusu hale kadar kurutulan örneklerin ortasından genişlik ve yükseklikleri 0.01 mm duyarlıklı kompasla ölçülmüş ve kesit yüzeyleri hesaplanmıştır. Deneyler TS 2474 (46)'da belirtilen esaslara uygun olarak "Universal" deney makinasında yapılmıştır. Yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anından itibaren 1-2 dk içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dk hızla çalıştırılmıştır. Deformasyon 0.01 mm, kuvvet ise 10 kp hassasiyetle ölçülmüştür.

Deneyler yapıldıktan sonra kırılan her bir deney örneğinin kırılma noktasına yakın yerlerinden 2*2*3 cm boyutlarında örnekler alınarak özgül, ağırlık ve rutubetleri belirlenmiştir.

Eğilme direncinin hesaplanmasında:

$$\sigma_e = \frac{3 F_{\max} L}{2 b \cdot h^2} \quad \text{kp / cm}^2$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada:

σ_e : Eğilme direnci [kp/cm²]

F: Kırılma anındaki maksimum kuvvet [kp]

L: Dayanak noktaları arasındaki açıklık 24 [cm]

b: Örnek genişliği [cm]

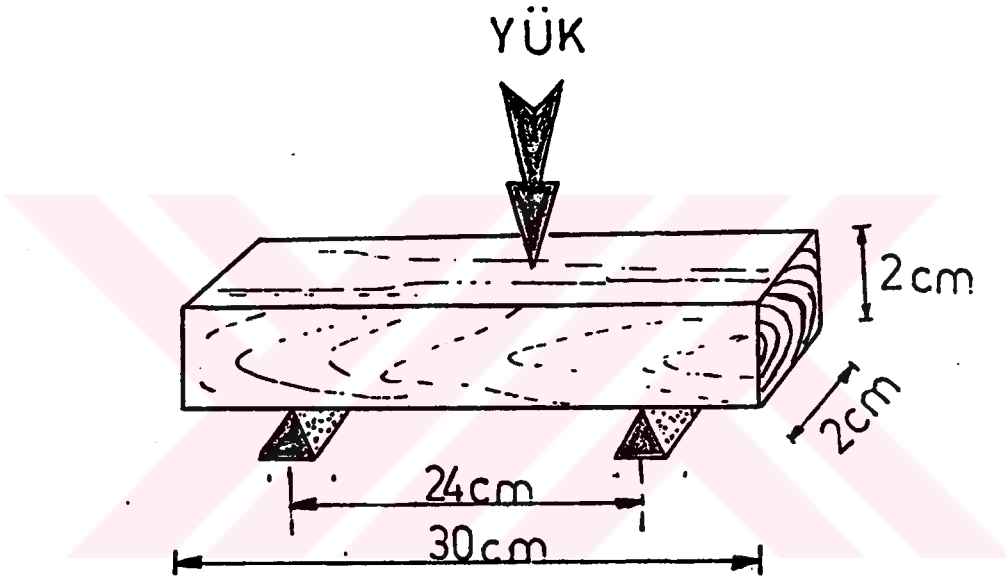
d: Örnek yüksekliği [cm]

Deneme sonunda her örneğin rutubeti TS 2471 (48) esaslarına göre belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı örneklerin eğilme dirençleri aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak % 12 rutubetteki eğilme direncine çevrilmiştir.

$$\sigma_e(12) = \sigma_e_r [1 - 0.04(12 - r)]$$

$\sigma_e(12)$: %12 rutubetteki eğilme direnci [kp/cm²]

σ_{er} : %r rutubetteki ölçülen eğilme direnci [kp/cm^2]
Eğilme direnci örneği ve deneyin yapılışı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Eğilme direnci deneyi

2.4. Özgül Ağırlıklar

Özgül ağırlık deney örnekleri TS 2472 esaslarına bağlı kalınarak eğilme direnci deneyinin hemen ardından numunenin kırılma bölgesine en yakın sağ ve soldaki sağlam kısımlardan 2*2*3 cm boyutlarda hazırlanmıştır.

Örnek yüzeylerinin tam prizmatik ve düzgün olmasına özen gösterilmiş, uygun olmayanlar iskartaya ayrılmıştır.

2.4.1. Hava Kuruşu Özgöl Ağırılık

Eğilme direncinin belirlendiğı rutubetteki özgöl ağırılık örneklerinin ağırılık ve boyutları 0.001gr duyarlılıkılı analitik terazide tartılmış, boyutları 0.01 mm duyarlılıkılı mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Bunlara göre,

$$d_r = M_r/V_r \text{ gr/cm}^3$$

eşitliğinden özgöl ağırılıklar hesaplanmıştır. Rutubetleri %12'den farklı örneklerin hava kuruşu özgöl ağırılıkları:

$$d_1 = d_0 + p'(r_2-r_1)$$

eşitliğinden %12 rutubetteki özgöl ağırılıklara dönüştürülmüştür.

2.4.2. Tam Kuru Özgöl Ağırılık

Rutubetli haldeki ağırılıkları belirlenen özgöl ağırılık örnekleri elektrikli kurutma fırınında 103 ± 2 ° C sıcaklık derecesinde, tartılarla kontrol edilerek ağırılıkları değışmez hale gelinceye kadar kurutulmuştur.

Tam kuru hale gelen örnekler, kurutma dolabından çıkarılarak içerisinde CaCl_2 bulunan desikatörde soğutulduktan sonra 0.001 gr duyarlılıkılı analitik terazide tartılmıştır. Boyutları 0.01 mm duyarlılıkılı mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplandıktan sonra, $d_0 = M_0/V_0 \text{ gr/cm}^3$ eşitliğinden özgöl ağırılıkları hesaplanmıştır.

Elektrikli kurutma fırınında 103 ± 2 ° C sıcaklıkta tam kuru hale getirilen örneklerin rutubetleri ;

$$\% r = \frac{Mr \text{ gr} - Mo \text{ gr}}{Mo \text{ gr}} * 100$$

Mr = Rutubetli ağırlık gr

Mo = Tam kuru ağırlık gr

r = Rutubet miktarı(%)

2.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Deneylerden elde edilen veriler, STATGRAF bilgisayar programı yardımıyla değerlendirilerek basit varyans analizleri, veriler arasındaki ilişkiler DUNCAN testleriyle incelenmiştir.

3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. Emprenye Çözeltileri

Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan çözeltilerin özellikleri emprenye deney numaralarına göre Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan çözeltilerin özellikleri

Grup no	Emprenye Deneme No	İşlem sayısı ve sırası	Çözücü Madde	Çözelti konst. (%)	pH		Yogunluk		%BAE	
					E0	ES	E0	ES	E0	ES
I	1	1.Tanalith-CEC	DS	13	2.48	2.79	1.080	1.080	48.24	48.24
	2	1.AS	DS	13	4.55	4.06	1.070	1.070	-	-
	3	1.DAP	DS	13	6.64	6.70	1.070	1.070	-	-
	4	1.V	-	100	5.91	6.00	0.810	0.810	-	-
II	5	1.BA	DS	13	4.60	4.64	1.020	1.020	35.38	35.38
	6	1.Bx	DS	13	11.2	11.3	1.025	1.025	33.42	33.42
	7	1.BA+Bx	DS	13	7.86	7.91	1.110	1.110	62.3	62.3
	8	1.BA+Bx 2.St	DS	13	7.86	7.91	1.110	1.110	62.3	66.8
			-	100	4.14	4.10	0.910	0.910	-	-
	9	1.BA+Bx 2.MMA	DS	13	7.86	7.91	1.110	1.110	62.3	66.8
			-	100	7.41	7.85	1.220	1.220	-	-
	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	DS	13	7.86	7.91	0.910	0.910	62.3	66.8
-			70:30	5.70	5.73	1.120	1.120	-	-	
11	1.BA+Bx 2.ISO	DS	13	7.82	7.92	0.910	0.910	62.3	66.8	
		-	100	4.60	4.62	1.210	1.210	-	-	
12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
13	1.F+BA+Bx	DS+E+T	13	8.12	8.07	1.030	1.030	-	-	
III	14	1.P4	-	100	5.67	5.60	1.125	1.125	-	-
	15	1.P4 2.St	-	100	5.67	5.60	1.125	1.125	-	-
			-	100	4.14	4.10	0.910	0.910	-	-
	16	1.P4	-	100	5.67	5.60	1.125	1.125	-	-
	17	1.P4 2.St+MMA	-	100	5.67	5.60	1.125	1.125	-	-
-			70:30	5.70	5.65	1.120	1.120	-	-	
18	1.P4 2.ISO	-	100	5.67	5.60	1.125	1.125	-	-	
		-	100	4.60	4.60	1.210	1.210	-	-	
IV	19	1.St	-	100	4.14	4.10	0.910	0.910	-	-
	20	1.MMA	-	100	7.41	7.85	1.220	1.220	-	-
	21	1.St+MMA	-	70:30	5.70	5.65	1.120	1.120	-	-
	22	1.ISO	-	100	4.60	4.60	1.210	1.210	-	-

* P+BA+Bx çözeltisinin emprenyesinde P'in donmaması için çözelti sıcaklığı 75±5°C'de tutulmuş olup, diğer çözeltilerin emprenye öncesi ve emprenye sonrası sıcaklıkları oda sıcaklığı olan 23±2°C'de sabit tutulmuştur.

Buna göre;

1. Çözeltilerin empenye öncesi ve sonrasında ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında değişimler olmamıştır. Bu durum her empenyede taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanmış olabilir.
2. BA'ın tek başına kullanıldığı çözeltilerde ve özellikle ticari Tanalith-CBC'nin % 13'lük çözeltisinde pH değerlerinin asidik bölgede olması, bu çözeltilerin odundaki polisakkaritleri olumsuz etkilemesi (Hidroliz) olasılığını güçlendirmektedir.
Boraksın tek başına kullanılmasında, çözeltinin bazik bölgede olması bazların odunda lignin ve bazı ekstraktifleri çözündürücü etkisinin dikkate alınmasını gerektirebilir. Bu durumda direnç özelliklerinin etkilenmesi sözkonusudur. BA ve Bx'in 7:3 (ağırlık:ağırlık) oranında karıştırılması ile hazırlanan çözeltilerde tespit edilen pH değerleri 7.81-7.95 olmak üzere nötre yakın olduğundan, odundaki kimyasal bileşiklerin çok az etkilenecekleri varsayılmıştır.
3. PEG-400'ün saf haldeki çözeltisi asidik bölgede (5.60 - 5.67) bulunduğundan eğilme direncinde bir miktar azalma ihtimali sözkonusudur.
4. Odunda mekanik özellikleri iyileştirdiği bilinen, su itici etkinlik değerleri yüksek WR maddelerden St ve ISO'ın pH'sının asidik bölgede bulunduğu, MMA'ın ise nötre yakın olduğu belirlenmiştir. Bu durumda MMA'nın mekanik özellikleri olumlu yönde etkilemesi beklenir. St'le MMA'ın karışımında ise (70:30) her iki maddenin bireysel pH değerlerinin bir ortalaması elde edilmiştir (5.65-5.70).

3.2. Emprenye Sonrası Deney Örneklerinin Retensiyon (net kuru emprenye maddesi tutunma miktarı) Oranları

3.2.1. kg/m^3 Retensiyon Oranları

3.2.1.1. Sarıçam Odununda Retensiyon Oranları

Sarıçam odunu deney örneklerinin emprenyesinden sonra hesaplanan her bir deneme grubuna ait kg/m^3 retensiyon oranları, işlem sırasına göre ve topluca Tablo 4'da, bu oranlara ilişkin BVA ve DT sonuçlarından elde edilen HG'ları Tablo 5 ve 6'da verilmiştir. Bunlara göre;

- 1) En yüksek retensiyon oranları PEG'li çözeltilerle ve WR maddelerle yapılan tek emprenyelerden elde edilmiş, en düşük retensiyonlar ise tuzlarda gerçekleşmiştir.
- 2) Sarıçam odununda BVA ve DT sonuçlarına göre, retensiyonlar çoktan aza doğru aşağıdaki HG'ları oluşturmuştur.
 - a) St, (BA+Bx)+ ISO, (BA+Bx)+St
 - b) (BA+Bx)+ISO^{*}, ISO, MMA, St+MMA, P4+(St+MMA), P4+ISO,
 - c) P4
 - d) Tanalith-CBC, AS, DAP, BA, Bx, BA+Bx

Tablo 4. Sarıçam odunu retensiyon oranları

GRUP NO	Empr. Den. No	işlem Sayısı ve Sırası	Retensiyon Oranları Kg/m ³					
			1.Emprenye		2.Emprenye		Toplam	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.	Ort.	St.Sp.
I	1	Tanalith-CBC	19.38	2.27	-	-	19.38	2.27
	2	1.AS	58.31	18.28	-	-	58.31	18.28
	3	1.DAP	30.84	11.56	-	-	30.84	11.56
	4	1.VACSOL	113.88	7.65	-	-	113.88	7.65
II	5	1.BA	56.00	18.07	-	-	56.00	18.07
	6	1.Bx	50.91	5.22	-	-	50.91	5.22
	7	1.BA+Bx	41.64	7.77	-	-	41.64	7.77
	8	1.BA+Bx 2.St	44.52 -	4.87 -	282.26	112.80	326.77 -	113.81 -
	9	1.BA+Bx 2.MMA	47.50 -	6.50 -	86.75	100.02	133.71 -	82.98 -
	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	46.00 -	3.58 -	169.13	70.21	213.49 -	78.56 -
	11	1.BA+Bx 2.ISO	42.00 -	21.40 -	330.49	78.82	372.27 -	69.80 -
	12	1.BA+Bx 2.ISO	39.99 -	4.05 -	231.25	23.93	270.75 -	21.96 -
	13	1.P+BA+Bx	49.45	4.50	-	-	49.45	4.50
III	14	1.P4	113.88	7.65	-	-	113.88	7.65
	15	1.P4 2.St	137.27 -	6.74 -	71.06	11.50	208.97 -	12.73 -
	16	1.P4 2.MMA	124.84 -	13.54 -	75.08	48.72	195.87 -	60.75 -
	17	1.P4 2.St+MMA	133.35 -	3.27 -	99.45	8.67	232.80 -	10.23 -
	18	1.P4 2.ISO	150.74 -	12.13 -	83.24	34.90	233.98 -	37.67 -
IV	19	1.St	374.50	75.53	-	-	374.50	75.53
	20	1.MMA	186.09	67.34	-	-	186.09	67.34
	21	1.St+MMA	225.00	105.00	-	-	225.00	105.00
	22	1.ISO	276.25	62.09	-	-	276.25	62.09

* Freeze Drying

3) BA+Bx empenyesinden sonra uygulanan St ve ISO gibi WR'lerin retensiyonuyla, St'in yalnız başına uygulanmasından elde edilen retensiyon oranı arasında fark bulunmaması tuzların WR retensiyonlarını engellemediği, aksine P4'den daha yüksek bir WR retensiyonuna olanak sağladığı söylenebilir.

Tablo 5. Sarıçam odununda retensiyon oranlarına ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	1066056.9	21	50764.6	14.96	0.0000
Gİ	223896.1	66	3392.4		
T	1289952.9	87			

Tablo 6 . Sarıçam odununda retensiyon oranlarına ilişkin DT sonuçları

Grup No	Empr. De.No	işlem Sa. ve sırası	ORT.	HG
I	1	Tanalith CBC	19.38	a
	2	1.AS	58.31	a
	3	1.DAP	30.84	a
	4	1.VACSOL	113.88	bc
II	5	1.BA	56.00	a
	6	1.Bx	50.91	a
	7	1.BA+Bx	41.64	a
	8	1.BA+Bx 2.St	326.77	def
	9	1.BA+Bx 2.MMA	133.71	bc
	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	213.49	c
	11	1.BA+Bx 2.ISO	372.27	ef
	12	1.BA+Bx* 2.ISO	270.75	cde
	13	1.P+BA+Bx	49.45	bc
III	14	1.P4	113.88	ab
	15	1.P4 2.St	208.97	c
	16	1.P4 2.MMA	195.87	bc
	17	1.P4 2.St+MMA	232.80	c
	18	1.P4 2.ISO	233.98	c
IV	19	1.St	374.50	f
	20	1.MMA	186.09	c
	21	1.St+MMA	225.00	c
	22	1.ISO	276.25	cde

* Freeze Drying

3.2.1.2. Kayın Odununda Retensiyon Oranları

Kayın odunu deney örneklerinin emprenyesinden sonra hesaplanan her bir deneme grubuna ait retensiyon oranları işlem sırasına göre topluca Tablo 7'de, bunlara ilişkin BVA ve DT sonuçlarından elde edilen HG'ları Tablo 8 ve 9'da verilmiştir. Bunlara göre:

- 1) En yüksek retensiyon oranların Tuz+WR ve P4+WR emprenyelerinde, en düşük retensiyon oranları tuzların tek emprenye işlemleri uygulamasında elde edilmiştir.
- 2) Kayın odunu için BVA ve DT sonuçlarına göre, retensiyonların çoktan aza doğru aşağıdaki homojenlik gruplarını oluşturduğu belirlenmiştir.
 - a) P4+ISO
 - b) (BA+Bx)+(St+MMA), (BA+Bx)+ISO, (BA+Bx)+St, (BA+Bx)+MMA, V, P4+St, P4(St+MMA)
 - c) (BA+Bx)+ISO^{*}, ISO, MMA, St, P+BA+Bx
 - d) P4
 - e) Tanalith-CBC, AS, DAP, BA, Bx, BA+Bx
- 3) Sarıçamda olduğu gibi kayın odununda da (BA+Bx) monomer absorpsiyonunu engellememiş, aksine monomerlerin tek işlemde yalnız başına uygulamalarından daha yüksek retensiyon elde edildiğinden arttırmıştır.

Tablo 7. Kayın odunu retensiyon oranları

GRUP NO	Emp. Den. No	İşlem Sayısı ve Sırası	Retensiyon Oranları Kg/m ³					
			1. Emprenye		2. Emprenye		Toplam	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.	Ort.	St.Sp.
I	1	Tanalith-CBC	32.36	1.80	-	-	32.36	1.80
	2	1.AS	70.93	12.18	-	-	70.93	12.18
	3	1.DAP	81.83	9.12	-	-	81.83	9.12
	4	1.VACSOL	343.25	24.10	-	-	343.25	24.10
	5	1.BA	98.00	2.94	-	-	98.00	2.94
	6	1.Bx	88.25	6.60	-	-	88.25	6.60
	7	1.BA+Bx	80.19	10.57	-	-	80.19	10.57
	8	1.BA+Bx 2.St	68.69 -	20.78 -	- 406.28	- 40.03	474.73 -	30.30 -
	9	1.BA+Bx 2.MMA	70.78 -	7.60 -	- 396.01	- 20.11	466.16 -	87.35 -
II	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	72.82 -	11.15 -	- 401.61	- 48.07	472.13 -	51.83 -
	11	1.BA+Bx 2.ISO	80.00 -	5.77 -	- 400.60	- 90.36	480.48 -	89.38 -
	12	1.BA+Bx 2.ISO	89.14 -	9.72 -	- 163.00	- 9.74	252.56 -	7.32 -
	13	1.P+BA+Bx	68.25	22.88	-	-	68.25	22.28
III	14	1.P4	237.00	4.50	-	-	237.00	4.50
	15	1.P4 2.St	227.70 -	3.59 -	- 124.08	- 19.86	352.00 -	21.92 -
	16	1.P4 2.MMA	251.71 -	29.92 -	- 163.03	- 25.35	419.76 -	8.03 -
	17	1.P4 2.St+MMA	240.00 -	6.85 -	- 169.18	- 47.34	409.89 -	52.05 -
	18	1.P4 2.ISO	248.12 -	29.65 -	- 297.54	- 150.30	546.34 -	162.41 -
IV	19	1.St	320.75	74.87	-	-	320.75	74.87
	20	1.MMA	305.75	28.55	-	-	305.75	28.55
	21	1.St+MMA	204.00	118.00	-	-	204.00	118.00
	22	1.ISO	327.00	14.46	-	-	327.00	14.46

Tablo 8 . Kayın odununda retensiyon oranlarına ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	2312748.7	21	110130.8	36.94	0.0000
Gi	196763.3	66	2981.36		
T	2509512.0	87			

Tablo 9. Kayın odununda retensiyon oranlarına ilişkin DT sonuçları

Grup No	Empr. De.No	İşlem Sa. ve sırası	ORT.	HG
I	1	Tanalith-CBC	32.36	a
	2	1.AB	70.93	a
	3	1.DAP	81.83	a
	4	1.VACSOL	343.25	def
II	5	1.BA	98.00	a
	6	1.Bx	88.25	a
	7	1.BA+Bx	80.19	a
	8	1.BA+Bx 2.St	474.73	f
	9	1.BA+Bx 2.MMA	466.16	f
	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	472.13	fg
	11	1.BA+Bx 2.ISO	480.48	fg
	12	1.BA+Bx 2.ISO	252.56	de
	13	1.P+BA+Bx	68.25	cd
III	14	1.P4	237.00	b
	15	1.P4 2.St	352.00	def
	16	1.P4 2.MMA	419.76	ef
	17	1.P4 2.St+MMA	409.89	def
	18	1.P4 2.ISO	546.34	g
IV	19	1.St	320.75	d
	20	1.MMA	305.75	cd
	21	1.St+MMA	204.00	bc
	22	1.ISO	327.00	de

3.2.2. % Retensiyon Oranları

3.2.2.1. Sariçam Odununda % Retensiyon Oranları

Sarıçam odunu örneklerinin emprenyesinden sonra hesaplanan her bir deneme grubuna ait tam kuru odun ağırlığına oranla % retensiyon oranları işlem sırasına göre ve topluca Tablo 10'da, bu oranlara ilişkin EVA ve DT sonuçlarından elde edilen HG' ları Tablo 12'da verilmiştir. Bunlara göre:

- 1) Kimyasal maddelerin odun içerisindeki tutunma oranları (retensiyon) tam kuru odun ağırlığına oranla % 10.92 - 63.02 arasında değişmiştir.
- 2) En yüksek tutunma oranı tuzların tek başına veya WR maddelerle ikili işlemle uygulanması ve WR' lerin tek işlemle emprenyesinde gerçekleşirken, en az tutunma P4' lü çözeltilerin tek ve WR'li ikili emprenye işlemleri ve Vacsol dışındaki ticari emprenye maddelerinde gerçekleşmiştir.
- 3) İstatistiksel değerlendirmeler sonucu % retensiyon oranları bakımından çoktan aza doğru aşağıdaki homojenlik gruplarının oluştuğu tespit edilmiştir.
 - a) Bx, (BA+Bx) +St
 - b) BA, (BA+Bx) + (St+MMA), V, (BA+Bx)+ISO*, P+BA+Bx, P4+(St+MMA), P4+ISO, St, MMA, St+MMA, ISO
 - c) Tanalith-CBC, AS, DAP, BA+Bx, (BA+Bx)+MMA, P4, P4+St P4+MMA
- 4) BA ve Bx'in tek başına kullanılması durumunda veya özellikle St'in ikinci bir işlemde uygulanmasıyla en yüksek tutunma yanında, Vacsol gibi oduna nüfuzu son derece kolay bir organik çözücülü emprenye maddesinden daha üstün retensiyon oranları sağlanmıştır.

Tablo 10. Sarıçam odununda t.k.o.o. % retensiyon oranları

Grup No	Empr. Den. No	İşlem Sayısı ve Sırası	kg/m ³ retensiyon oranları					
			1. Emprenye		2. Emprenye		Toplam % ret.	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.	Ort.	St.Sp.
I	1	Tanalith-CBC	10.12	1.33	-	-	10.12	1.33
	2	1.AS	14.72	1.90	-	-	14.72	1.90
	3	1.DAP	11.25	0.73	-	-	11.25	0.73
	4	1.Vacsol	28.64	19.11	-	-	28.64	19.11
II	5	1.BA	41.00	30.33	-	-	41.00	30.33
	6	1.Bx	62.50	10.37	-	-	62.50	10.37
	7	1.BA+Bx	16.37	12.21	-	-	16.37	12.21
	8	1.BA+Bx 2.St	19.37 -	10.73 -	31.14	15.28	50.51 -	16.50 -
	9	1.BA+Bx 2.MMA	14.77 -	13.88 -	13.28	9.51	28.62 -	10.58 -
	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	15.03 -	11.08 -	13.57	8.26	28.60 -	5.93 -
	11	1.BA+Bx 2.ISO	12.25 -	3.54 -	34.19	14.22	46.44 -	14.79 -
	12 *	1.BA+Bx 2.ISO	39.54 -	5.74 -	19.61	3.03	59.15 -	3.91 -
	13	1.P+BA+Bx	14.72	4.03	-	-	14.72	4.03
III	14	1.P4	11.20	1.55	-	-	11.20	1.55
	15	1.P4 2.St	13.08 -	0.36 -	5.28	3.22	18.70 -	2.26 -
	16	1.P4 2.MMA	11.83 -	1.73 -	6.09	6.57	17.93 -	8.28 -
	17	1.P4 2.St+MMA	23.29 -	0.52 -	11.35	0.62	34.64 -	1.12 -
	18	1.P4 2.ISO	12.64 -	0.80 -	14.29	1.27	27.69 -	0.68 -
IV	19	1.St	56.33	15.48	-	-	56.33	15.48
	20	1.MMA	51.78	14.22	-	-	51.78	14.22
	21	1.St+MMA	28.87	19.56	-	-	28.87	19.56
	22	1.ISO	22.29	10.79	-	-	22.29	10.79

Tablo 11. Sariçam odununda % retensiyon oranlarına ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	22378.99	21	1065.7	7.62	0.0000
Gi	9232.70	66	139.9		
T	3161.70	87			

Tablo 12. Sariçam odunununda % retensiyon oranlarına ilişkin DT sonuçları

Grup No	Empr. De.No	işlem Sa. ve sırası	ORT.	HG
I	1	Tanalith-CBC	10.92	a
	2	1.AS	14.15	a
	3	1.DAP	11.25	a
	4	1.VACSOL	28.65	ab
II	5	1.BA	41.42	bc
	6	1.Bx	63.02	d
	7	1.BA+Bx	16.35	a
	8	1.BA+Bx 2.St	50.50	cd
	9	1.BA+Bx 2.MMA	17.87	a
	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	23.22	ab
	11	1.BA+Bx 2.ISO	41.12	bc
	12	1.BA+Bx* 2.ISO	59.39	ab
	13	1.P+BA+Bx	14.72	a
III	14	1.P4	11.82	a
	15	1.P4 2.St	18.67	a
	16	1.P4 2.MMA	17.92	a
	17	1.P4 2.St+MMA	23.27	ab
	18	1.P4 2.ISO	27.62	ab
IV	19	1.St	56.35	ab
	20	1.MMA	21.18	ab
	21	1.St+MMA	29.17	ab
	22	1.ISO	22.22	ab

3.2.2.2. Kayın Odununda % Retensiyon Oranları

Kayın odunu örneklerinin emprenyesinden sonra hesaplanan her bir deneme grubuna ait tam kuru odun ağırlığına oranla % retensiyon oranları işlem sırasına göre Tablo 13'de, bu oranlara ilişkin BVA ve DT sonuçlarından elde edilen HG'ları Tablo 14,15'de verilmiştir.

Bunlara göre:

- 1) Kimyasal maddelerin % retensiyon oranları % 13.40-73.62 arasında değişmekte olup , en yüksek retensiyon BA, Bx, BA+Bx ve (BA+Bx)+ISO emprenyelerinde elde edilirken en düşük % retensiyon oranları ticari emprenye maddeleri ve P4 'lü çözeltilerde gerçekleşmiştir.
- 2) Monomerlerden St'nin % retensiyon oranı St+MMA'dan belirgin miktarda daha yüksektir.
- 3) Borlu tuzlarda sağlanan yüksek retensiyon oranları kayın odununun bu tuzlarla kolaylıkla emprenye edilebileceğini göstermektedir.
- 4) İstatistiksel değerlendirmelerden kayın odununun sözkonusu kimyasal maddelerle emprenyesinde t.k.o. oranla % retensiyon bakımından kimyasal maddeler çoktan aza doğru aşağıdaki homojenlik gruplarını oluşturmaktadır.
 - a) (BA+Bx)+ISO, BA, Bx
 - b) BA+Bx, (BA+Bx)+St , (BA+Bx)+(St+MMA)
 - c) (BA+Bx)+MMA, St, V, P+BA+Bx, P4+St, P4+MMA, P4+(St+MMA), P4+ISO, MMA, DAP
 - d) AS, (BA+Bx)+ISO^{*}, ISO, St+MMA, P4, Tanalith -CBC

Tablo 13. Kayın odununda t.k.o.o. % retensiyon oranları

Grup No	Empr. Den. No	işlem sayısı ve sırası	Retensiyon Oranları %					
			1. Emprenye		2. Emprenye		Toplam	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.	Ort.	St.Sp.
I	1	Tanalith-CBC	13.11	1.33	-	-	13.11	1.33
	2	1.AS	20.45	1.98	-	-	20.45	1.98
	3	1.DAP	23.00	0.84	-	-	23.00	0.84
	4	1.Vacsol	28.29	3.57	-	-	28.29	3.57
II	5	1.BA	70.62	14.15	-	-	70.62	14.15
	6	1.Bx	68.25	9.94	-	-	68.25	9.94
	7	1.BA+Bx	48.14	11.87	-	-	48.14	11.87
	8	1.BA+Bx 2.St	35.08 -	6.52 -	39.03	5.91	74.56 -	3.91 -
	9	1.BA+Bx 2.MMA	28.68 -	2.78 -	30.43	10.86	59.10 -	8.01 -
	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	27.12 -	6.72 -	21.03	3.33	48.16 -	4.36 -
	11	1.BA+Bx 2.ISO	45.26 -	13.44 -	29.24	12.70	73.63 -	4.29 -
	12 *	1.BA+Bx 2.ISO	110.00 -	11.98 -	7.35	4.03	117.37 -	12.89 -
	13	1.P+BA+Bx	25.08	8.97	-	-	25.08	8.97
III	14	1.P4	15.14	4.37	-	-	14.14	4.37
	15	1.P4 2.St	21.62 -	1.41 -	3.98	1.63	25.38 -	4.27 -
	16	1.P4 2.MMA	20.70 -	1.93 -	10.21	4.25	30.92 -	2.85 -
	17	1.P4 2.St+MMA	18.81 -	0.97 -	9.38	2.48	28.19 -	3.00 -
	18	1.P4 2.ISO	19.82 -	2.81 -	16.26	2.27	36.01 -	2.43 -
IV	19	1.St	32.67	8.40	-	-	32.67	8.40
	20	1.MMA	23.37	14.36	-	-	28.37	14.36
	21	1.St+MMA	15.19	0.83	-	-	15.19	0.83
	22	1.ISO	18.36	2.48	-	-	18.36	2.48

* Freeze Drying

Tablo 14. Kayın odununda % retensiyon oranlarına ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	34437.46	21	1639.88	16.63	0.0000
Gi	6509.15	66	98.62		
T	40946.61	87			

Tablo 15. Kayın odununda % retensiyon oranlarına ilişkin DT sonuçları

Grup No	Empr. De.No	İşlem Sa. ve sırası	ORT.	HG
I	1	Tanalith-CBC	13.85	a
	2	1.AS	20.22	abcde
	3	1.DAP	23.55	abcde
	4	1.VACSOL	28.12	abcdef
II	5	1.BA	71.06	abcdef
	6	1.Bx	68.66	abcdef
	7	1.BA+Bx	48.15	gh
	8	1.BA+Bx 2.St	34.55	h
	9	1.BA+Bx 2.MMA	39.10	efg
	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	41.50	fgh
	11	1.BA+Bx 2.ISO	73.62	fgh
	12	1.BA+Bx* 2.ISO	18.37	abc
	13	1.P+BA+Bx	25.07	abcdef
III	14	1.P4	13.40	a
	15	1.P4 2.St	25.62	abcdef
	16	1.P4 2.MMA	30.90	bcdef
	17	1.P4 2.St+MMA	28.20	abcdef
	18	1.P4 2.ISO	36.10	cdef
IV	19	1.St	32.65	cdefg
	20	1.MMA	29.10	abcdef
	21	1.St+MMA	15.25	ab
	22	1.ISO	18.37	abc

3.2.3. WR Retensiyon Oranları

3.2.3.1. Sarıçam Odununda WR Retensiyon Oranları

Sarıçam odunu deney örneklerinin emprenyesinden sonra hesaplanan WR emprenyeli herbir deneme grubuna ait WR kg/m^3 ve % retensiyon oranları, işlem sırasına göre ve topluca Tablo 16 ve 17'de, bu oranlara ilişkin BVA ve DT sonuçlarından elde edilen HG'ları Tablo 18 ve 19'de verilmiştir. Bunlara göre:

- 1) Kullanılan monomerlerden en yüksek kg/m^3 retensiyon oranı St'ne aittir (374.5kg/m^3), bunu sırasıyla ISO (276.2kg/m^3), St+MMA (225.0kg/m^3) ve MMA (186.1kg/m^3) izlemektedir.
- 2) İkili işlemlerde monomerlerin tek başına kullanıldıklarında gerçekleşen kg/m^3 retensiyonlar kontrol kabul edildiğinde, buna göre en fazla azalma P4'ün ardından yapılan uygulamalarda görülmüştür. St'nin BA+Bx'ten sonra uygulanmasında kontrole oranla azalma % 24.6 iken, P4'den sonra bu azalma %81.0'dir. Böylece, su ile yıkanabilen borlu bileşiklerle ve PEG'in yıkanmasının engellenmesi için yapılacak monomer yüzey emprenyesinde borlu bileşiklerin daha uygun olacağı anlaşılmaktadır.
- 3) BA+Bx emprenyeli sarıçam odununun ISO ile ikinci emprenyesi yapıldıktan sonra 70°C 'de kurutulması sırasında kontrol örneklerine oranla ISO retensiyonunda % 20'ye yakın bir artış sağlanmış, ancak örneklerde ortaya çıkan çatlamlar üzerine, % 16.3 ISO kaybına karşılık boyutsal deformasyonların görülmediği "freeze drying" işlemi ile katılaştırma sağlanarak ikinci bir emprenye işlemi yapılmıştır.
- 4) kg/m^3 WR retensiyon değerlerinden elde edilen bulgular % retensiyon değerleri için de geçerlidir.

5) WR % retensiyon oranları üzerine uygulanan BVA ve DT sonuçlarına göre, kimyasal maddelerin çoktan aza doğru aşağıdaki homojenlik gruplarını oluşturdukları belirlenmiştir:

a) St

b) (BA+Bx)+ISO, (BA+Bx)+St, St+MMA, ISO, MMA, (BA+Bx)+ISO*

c) P4+ISO, (BA+Bx)+MMA, (BA+Bx)+(St+MMA), P4+(St+MMA), P4+MMA, P4+St

Tablo 16. Sarıçam odununda kg/m³ WR retensiyon oranları

Grup No	Empr. Deneme No	işlem sayısı ve sırası	1.Emprenye		2.Emprenye		Kon.Or.Far.	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.	(+)	(-)
IV	19	1.St	374.50	75.73	-	-	-	-
II	8	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.St	-	-	406.28	40.03	-	24.59
III	15	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.St	-	-	71.06	11.50	-	81.01
IV	20	1.MMA	186.09	67.34	-	-	-	-
II	9	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.MMA	-	-	86.75	10.02	-	53.76
III	16	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.MMA	-	-	75.08	48.72	-	59.67
IV	21	1.St+MMA	225.00	105.00	-	-	-	-
II	10	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.St+MMA	-	-	169.13	70.21	-	24.88
III	17	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.St+MMA	-	-	99.45	8.67	-	56.00
IV	22	1.ISO	276.25	62.09	-	-	-	-
II	11	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	330.49	78.82	19.56	-
II	12*	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	231.25	23.93	-	16.30
III	18	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	83.24	34.99	-	69.92

Tablo 17. Sarıçam odununda % WR retensiyon oranları

Grup No	Empr. Deneme No	işlem sayısı ve sırası	1. Emprenye		2. Emprenye		Kon.Or.Far.	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.	(+)	(-)
IV	19	1.St	56.33	15.48	-	-	-	-
II	8	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.St	-	-	31.11	15.28	-	44.37
III	15	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.St	-	-	5.25	2.12	-	90.67
IV	20	1.MMA	22.08	13.18	-	-	-	-
II	9	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.MMA	-	-	13.18	9.51	67.0	-
III	16	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.MMA	-	-	6.09	6.57	73.57	-
IV	21	1.St+MMA	28.87	19.56	-	-	-	-
II	10	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.St+MMA	-	-	13.57	8.26	-	52.99
III	17	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.St+MMA	-	-	11.35	0.60	-	60.68
IV	22	1.ISO	22.29	10.79	-	-	-	-
II	11	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	34.19	14.22	53.38	-
II	12*	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	19.61	3.03	-	12.02
III	18	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	14.29	1.27	-	35.89

* Freeze Drying

Tablo 18. Sariçam odununda % retensiyon sonuçlarına ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	9191.82	12	765.98	6.84	0.0000
Gi	4366.23	39	111.95		
T	13558.06	51			

Tablo 19. Sariçam odunda WR % retensiyon sonuçlarına ilişkin DT sonuçları

Grup No	Empr. De.No	işlem Sa. ve sırası	ORT.	HG
IV	19	1.St	56.33	e
II	8	1.BA+Bx 2.St	31.14	cd
III	15	1.P4 2.St	5.58	a
IV	20	1.MMA	22.09	abcd
II	9	1.BA+Bx 2.MMA	13.08	ab
III	16	1.P4 2.MMA	6.09	a
IV	21	1.St+MMA	29.03	bcd
II	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	13.57	ab
III	17	1.P4 2.St+MMA	11.35	a
IV	22	1.ISO	22.29	abcd
II	11	1.BA+Bx 2.ISO	34.19	d
II	12	1.BA+Bx* 2.ISO	19.68	abcd
III	18	1.P4 2.ISO	14.98	abc

3.2.3.2. Kayın Odununda WR Retensiyon Oranları

Kayın odunu deney örneklerinin emprenyesinden sonra hesaplanan WR emprenyeli her bir deneme grubuna ait WR kg/m³ ve % retensiyon oranları, işlem sırasına göre ve topluca Tablo 20 ve 21'de bu oranlara ilişkin BVA ve DT sonuçlarından elde edilen HG'lar Tablo 22 ve 23'de verilmiştir. Bunlara göre:

- 1) Sarıçamdan farklı olarak, kayın odununda WR maddelerin kg/m³ retensiyon oranlarında BA+Bx emprenyesinden sonra dikkate değer oranda artışlar olduğu görülmektedir. Ayrıca BA+Bx'in emprenyesinden sonra tüm WR kg/m³ retensiyon oranları eşdeğer seviyelerde gerçekleşmiştir. P4'ün sarıçam odununda olduğu gibi kayın odununda da WR absorpsiyonunu engelleyici özelliği kg/m³ retensiyon oranlarında ortaya çıkmıştır.
- 2) ISO'nun BA+Bx'tan sonra ısı ile katılaştırılması sonucu yüksek retensiyon sağlanmasına karşılık, numunelerin boyutsal deformasyona uğradıkları görülmüştür. Bunun üzerine % 60'a yakın ISO kaybı gözönüne alınarak soğuk kurutma yoluyla ISO katılaşmasının sağlandığı bir deneme daha yapılmıştır. Bu denemedeki ISO retensiyonu ise 163 kg/m³ (% 7.35) olarak gerçekleşmiştir.
- 3) % 95 güvenle St, MMA ve St+MMA'nın tek başına ve BA+Bx'tan sonra uygulanmasında % retensiyon bakımından belirgin fark yoktur. P4'te ise St ve MMA'nın tek başına uygulanmasıyla P4'ten sonra uygulanması arasında belirgin farklılık bulunmaktadır. ISO emprenyesinde ise, BA+Bx'tan sonra sıcak katılaşmada önemli ISO retensiyon artışı görülürken, soğuk katılaşmada önemli azalış ortaya çıkmıştır. P4'ten sonra ISO uygulamasında herhangi bir önemli retensiyon farklılığı kaydedilmemiştir.

Tablo 20. Kayın odununda kg/m^3 WR retensiyon oranları

Grup No	Empr. Deneme No	işlem sayısı ve sırası	1. Emprenye		2. Emprenye		Kon.Or.Far.	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.	(+)	(-)
IV	19	1.St	320.75	74.87	-	-	-	-
II	8	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.St	-	-	406.28	40.03	26.42	-
III	15	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.St	-	-	124.08	19.86	-	61.31
IV	20	1.MMA	305.75	28.55	-	-	-	-
II	9	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.MMA	-	-	396.01	20.11	29.52	-
III	16	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.MMA	-	-	163.03	25.35	-	46.67
IV	21	1.St+MMA	204.00	118.00	-	-	-	-
II	10	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.St+MMA	-	-	401.61	48.07	96.56	-
III	17	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.St+MMA	-	-	169.18	47.34	-	17.06
IV	22	1.ISO	327.00	14.46	-	-	-	-
II	11	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	400.60	90.36	22.32	-
II	12*	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	163.00	9.74	-	50.15
III	18	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	297.54	150.30	-	9.17

* Freeze Drying

Tablo 21. Kayın odununda % WR retensiyon oranları

Grup No	Empr. Deneme No	işlem sa- yısı ve sırası	1. Emprenye		2. Emprenye		Kon.Or.Far.	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.	(+)	(-)
IV	19	1.St	32.67	8.40	-	-		
II	8	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.St	-	-	39.03	5.91	19.46	-
III	15	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.St	-	-	3.98	1.63	-	87.81
IV	20	1.MMA	29.10	13.18	-	-	-	-
II	9	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.MMA	-	-	30.43	10.86	9.3	-
III	16	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.MMA	-	-	10.25	4.25	62.57	-
IV	21	1.St+MMA	15.19	0.83	-	-	-	-
II	10	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.St+MMA	-	-	21.03	3.33	38.44	-
III	17	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.St+MMA	-	-	9.38	2.48	-	38.24
IV	22	1.ISO	17.60	2.48	-	-	-	-
II	11	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	29.24	12.70	64.24	-
II	12*	1.BA+Bx	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	7.35	4.03	-	48.02
III	18	1.P4	-	-	-	-	-	-
		2.ISO	-	-	16.26	2.27	-	9.89

* Freeze Drying

Tablo 22. Kayın odununda WR maddelerin % retensiyon sonuçlarına ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	6277.31	12	523.11	14.50	0.0000
Gi	1406.76	39	36.07		
T	7684.07	51			

Tablo 23 .Kayın odununda WR maddelerin % retensiyon sonuçlarına ilişkin DT sonuçları

Grup No	Empr. De.No	işlem Sa. ve sırası	ORT.	HG
IV	19	1.St	32.47	ef
II	8	1.BA+Bx 2.St	39.05	f
III	15	1.P4 2.St	3.98	a
IV	20	1.MMA	29.10	de
II	9	1.BA+Bx 2.MMA	30.43	ef
III	16	1.P4 2.MMA	10.21	ab
IV	21	1.St+MMA	15.19	bc
II	10	1.BA+Bx 2.St+MMA	21.02	cd
III	17	1.P4 2.St+MMA	9.38	ab
IV	22	1.ISO	17.60	bc
II	11	1.BA+Bx 2.ISO	29.03	de
II	12	1.BA+Bx* 2.ISO	7.35	a
III	18	1.P4 2.ISO	16.26	bc

* Freeze Drying

3.3. Özgül Ağırlıklar

3.3.1. Hava Kurusu Özgül Ağırlık Değerleri

3.3.1.1. Sarıçam

Sarıçam odunu deney ve kontrol örneklerinde kırılmanın sağ ve sol tarafındaki sağlam kısımlardan alınan özgül ağırlık örneklerinde belirlenen hava kurusu özgül ağırlık değerleri Tablo 24'da verilmiştir. Buna göre:

- 1) Kontrol örneklerine oranla özgül ağırlık artışı WR maddelerle tek işlemler veya ikincil WR empenyeli işlemlerde gerçekleşmiştir.
- 2) Bulking(hücre çeperinin şişirilmesi veya genişletilmesi) amaçlı PEG uygulamasında özgül ağırlığın azalması, ağırlığın değişmemesine karşın hacim artışından kaynaklanmıştır. Diğer bir ifadeyle PEG empenyesinde hacim artışı ağırlık artışından fazladır. Aynı durum P katkılı P+BA+Bx empenyesinde ve ISO ile tek işlemler empenyede de gözlenmiştir.

Tablo 24. Sarıçam odunu deney ve kontrol örneklerinde hava kuruşu özgül ağırlık değerleri

Grup No	Emp. Den. No	İşlem Sayısı ve sırası	Hava kuruşu özg.ağ.deg. (gr/cm ³)			
			Kontrol örneği		Deney	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.
I	1	Tanalith-CBC	0.56	0.01	0.63	0.01
	2	1.AS	0.56	0.06	0.60	0.04
	3	1.DAP	0.57	0.08	0.59	0.06
	4	1.VACSOL	0.56	0.01	0.63	0.06
II	5	1.P4	0.56	0.01	0.56	0.06
	6	1.P4 2.St	0.57	0.01	0.52	0.01
	7	1.P4 2.MMA	0.62	0.01	0.51	0.02
	8	1.P4 2.St+MMA	0.67	0.06	0.52	0.02
	9	1.P4 2.ISO	0.57	0.02	0.72	0.01
III	10	1.BA	0.51	0.02	0.51	0.02
	11	1.Bx	0.64	0.04	0.84	0.09
	12	1.BA+Bx	0.51	0.02	0.53	0.02
	13	1.BA+Bx 2.St	0.63	0.04	0.84	0.09
	14	1.BA+Bx 2.MMA	0.60	0.02	0.75	0.06
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	0.52	0.02	0.58	0.06
	16	1.BA+Bx 2.ISO	0.65	0.02	0.70	0.02
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	0.73	0.13	0.82	0.13
	18	1.P+BA+Bx	0.60	0.01	0.52	0.03
IV	19	1.St	0.54	0.05	0.88	0.03
	20	1.MMA	0.59	0.02	0.69	0.02
	21	1.St+MMA	0.55	0.06	0.67	0.03
	22	1.ISO	0.65	0.02	0.50	0.02
ORT.			0.58	0.02	0.64	0.03

* Freeze Drying

** Sonuçlar 4'er adet deney ve kontrol örneklerinden alınan 8'er adet örnekte özgül ağırlık ortalamasıdır.

3.3.1.2. Kayın

Kayın odunu deney ve kontrol örneklerinde kırılmanın sağ ve sol tarafındaki sağlam kısımlardan alınan özgül ağırlık örneklerinde belirlenen hava kurusu özgül ağırlık değerleri Tablo 25'de verilmiştir. Buna göre:

- 1) Hava kurusu özgül ağırlık değerlerinde en yüksek artış St ve MMA'ın tek ve BA+Bx'tan sonra ikincil işlemede uygulanması ile elde edilmiştir.
- 2) P4'l çzeltiilerle yapılan emprenyelerde sariçamdaki gibi ağırlık artışının hacim artışından daha küçük olması sebebiyle hava kurusu özgül ağırlık değerinde azalma olmuştur.
- 3) Sariçamdaki ISO uygulamasının aksine kayında hava kurusu özgül ağırlık değerinde ISO emprenyesiyle artışlar kaydedilmiştir.

Tablo 25. Kayın odununda hava kuru özgül ağırlık değerleri

GRUP NO	Emp. Den. No	İşlem Sayısı ve Sırası	Hava kuru özgül ağırlık değ. gr/cm ³			
			Kontrol örneği		Deney	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.
I	1	Tanalith-CBC	0.78	0.03	0.76	0.03
	2	1.AS	0.72	0.04	0.70	0.05
	3	1.DAP	0.71	0.01	0.86	0.02
	4	1.VACSOL	0.76	0.03	0.73	0.09
II	5	1.P4	0.72	0.02	0.75	0.02
	6	1.P4 2.St	0.71	0.03	0.78	0.01
	7	1.P4 2.MMA	0.76	0.02	0.74	0.02
	8	1.P4 2.St+MMA	0.75	0.01	0.90	0.02
	9	1.P4 2.ISO	0.74	0.04	0.81	0.16
III	10	1.BA	0.70	0.01	0.95	0.04
	11	1.Bx	0.72	0.02	0.75	0.01
	12	1.BA+Bx	0.71	0.04	0.99	0.04
	13	1.BA+Bx 2.St	0.74	0.08	0.94	0.04
	14	1.BA+Bx 2.MMA	0.73	0.01	0.86	0.04
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	0.72	0.02	0.91	0.04
	16	1.BA+Bx 2.ISO	0.73	0.02	0.79	0.05
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	0.74	0.03	0.91	0.02
	18	1.P+BA+Bx	0.69	0.02	0.82	0.04
IV	19	1.St	0.70	0.02	0.77	0.02
	20	1.MMA	0.75	0.08	0.77	0.08
	21	1.St+MMA	0.75	0.06	0.67	0.03
	22	1.ISO	0.65	0.02	0.50	0.02
ORT.			0.73	0.03	0.81	0.03

* Freeze Drying

** Sonuçlar 4'er adet deney ve kontrol numunesinden alınan 8'er adet örnekte özgül ağırlık ortalamasıdır

3.3.2. Tam Kuru Özgül Ağırlıklar

3.3.2.1. Sariçam

Sarıçam odunu deney ve kontrol örneklerinde statik eğilme direnci deneyinden hemen sonra kırılmanın gerçekleştiği kısmın sağ ve solundaki sağlam bölümlerden alınan özgül ağırlık örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerleri Tablo 26'de verilmiştir. Buna göre:

- 1) DAP dışındaki 1.grup emprenye maddeleri tam kuru özgül ağırlık değerlerini arttırmışlardır.
- 2) ISO dışındaki P4'lü tüm muamelelerde tam kuru özgül ağırlık değeri azalmış, saf P4'le tek muamelede ise değişmemiştir.
- 3) P+BA+Bx muamelesinde P'in hacmi artırıcı etkisiyle tam kuru özgül ağırlık değeri azalırken BA ve BA+Bx'ta aynı kalmış, diğerlerinde ise değişik oranlarda artışlar görülmüş, en fazla artış Bx, (BA+Bx)+St ve (BA+Bx)+ MMA işlemlerinde kaydedilmiştir.

Tablo 26. Sarıçam odununda tam kuru özgül ağırlık değerleri

Grup No	Emp. Den. No	İşlem sayısı ve sırası	Tam kuru özg.ağ.değ. gr/cm ³			
			Kontrol örneği		Deney	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.
I	1	Tanalith-CBC	0.48	0.01	0.59	0.07
	2	1.AS	0.54	0.04	0.62	0.03
	3	1.DAP	0.53	0.06	0.53	0.06
	4	1.VACSOL	0.48	0.01	0.59	0.07
II	5	1.P4	0.53	0.01	0.53	0.01
	6	1.P4 2.St	0.54	0.01	0.49	0.01
	7	1.P4 2.MMA	0.59	0.02	0.49	0.02
	8	1.P4 2.St+MMA	0.66	0.06	0.47	0.01
	9	1.P4 2.ISO	0.54	0.02	0.65	0.01
III	10	1.BA	0.49	0.01	0.49	0.01
	11	1.Bx	0.57	0.04	0.77	0.11
	12	1.BA+Bx	0.49	0.01	0.49	0.01
	13	1.BA+Bx 2.St	0.55	0.03	0.77	0.11
	14	1.BA+Bx 2.MMA	0.57	0.03	0.73	0.07
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	0.54	0.10	0.55	0.05
	16	1.BA+Bx 2.ISO	0.60	0.02	0.67	0.02
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	0.56	0.04	0.77	0.14
	18	1.P+BA+Bx	0.53	0.09	0.49	0.04
IV	19	1.St	0.51	0.04	0.86	0.01
	20	1.MMA	0.56	0.03	0.70	0.03
	21	1.St+MMA	0.52	0.06	0.64	0.03
	22	1.ISO	0.58	0.01	0.49	0.01
ORT.			0.54	0.03	0.60	0.03

* Freeze Drying

**Sonuçlar 4'er adet deney numunesinden alınan 8'er adet örnekte özgül ağırlık ortalamasıdır.

Tablo 27. Kayın odununda tam kuru özgül ağırlık değerleri

GRUP NO	Emp. Den. No	İşlem Sayısı ve Sırası	Tam kuru özg.ağ.değ. gr/cm ³			
			Kontrol örneği		Deney	
			Ort.	St.sp.	Ort.	St.sp.
I	1	Tanalith-CBC	0.67	0.03	0.70	0.03
	2	1.AS	0.69	0.03	0.66	0.05
	3	1.DAP	0.76	0.04	0.70	0.03
	4	1.VACSOL	0.66	0.02	0.74	0.05
II	5	1.P4	0.72	0.03	0.71	0.02
	6	1.P4 2.St	0.68	0.01	0.71	0.01
	7	1.P4 2.MMA	0.68	0.09	0.76	0.01
	8	1.P4 2.St+MMA	0.71	0.02	0.68	0.01
	9	1.P4 2.ISO	0.66	0.01	0.81	0.03
III	10	1.BA	0.71	0.15	0.74	0.21
	11	1.Bx	0.68	0.01	0.90	0.03
	12	1.BA+Bx	0.65	0.02	0.64	0.09
	13	1.BA+Bx 2.St	0.61	0.03	0.96	0.02
	14	1.BA+Bx 2.MMA	0.68	0.01	0.91	0.04
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	0.68	0.01	0.77	0.02
	16	1.BA+Bx 2.ISO	0.66	0.03	0.86	0.05
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	0.68	0.02	0.66	0.06
	18	1.P+BA+Bx	0.67	0.03	0.73	0.02
IV	19	1.St	0.69	0.02	0.87	0.02
	20	1.MMA	0.69	0.03	0.02	0.04
	21	1.St+MMA	0.68	0.01	0.74	0.02
	22	1.ISO	0.66	0.02	0.79	0.05
ORT.			0.65	0.03	0.76	0.04

* Freeze Drying

** Sonuçlar 4'er adet deney numunesinden alınan 8'er adet örnekte özgül ağırlık ortalamasıdır.

3.3.3. Hava Kuruşu Özgöl Ağırlık Değişimi

Sarıçam ve kayın odunu hava kuruşu özgöl ağırlık değerlerine ilişkin BVA ve DT sonuçları emprenye maddeleri grup numaralarına göre ve iki tür için Tablo 28,29,30,31,32 ve 33 34'da verilmiştir.

Tablo 28. Sarıçam ve kayın odunu I. grup (Ticari emprenye maddeleri) için hava kuruşu özgöl ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.4808	15	0.0320	8.36	0.0000
Gi	0.1840	48	0.0038		
T	0.6649	63			

Tablo 29. Sarıçam ve Kayın odunu II. grup (PEG'li ve PEG + WR) için hava kuruşu özgöl ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.8169	19	0.4299	19.75	0.0000
Gi	0.1306	60	0.0022		
T	0.9475	79			

Tablo 30. Kayın odunu III. grup (Borlu bileşikler ve borlu bileşikler+ WR'ler) için hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.3389	17	0.0199	2.79	0.0022
Gİ	0.3859	54	0.0071		
T	0.7247	71			

Tablo 31. Sarıçam odunu III. grup (Borlu bileşikler ve borlu bileşikler+ WR'ler) için hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.8407	17	0.0494	10.027	0.0000
Gİ	0.2663	54	0.0049		
T	1.1070	71			

Tablo 32. Sarıçam ve kayın odunu IV. grup (WR) için hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.7229	15	0.0489	14.17	0.0000
Gİ	0.1654	48	0.0034		
T	0.8983	63			

Bunlara göre:

- 1) I. grup emprenye maddeleri kayın odununun hava kurusu özgül ağırlığında % 5 yanılma olasılığı için önemli değişikliğe neden olmamıştır.
- 2) I. grup emprenye maddelerinden sadece Vacsol sariçam odununda istatistiksel anlamda önemli bir artış sağlarken diğer maddeler önemli bir değişiklik yapmamışlardır.
- 3) II. grup emprenye maddelerinden sadece P4+ISO kayın odununda % 95 güvenle önemli bir artış sağlarken diğer işlemler önemli bir artış yapmamışlardır.
- 4) II. grup emprenye maddelerinden P4+MMA, P4+(St+MMA) ve P4+ISO sariçam odununda önemli değişikliklere neden olmamıştır.
- 5) III. grup emprenye maddelerinden (BA+Bx)+St ve (BA+Bx)+(St+MMA) kayın odununda istatistiksel anlamda önemli artışlara neden olurken, diğer maddeler önemli değişiklik yapmamışlardır.
- 6) III. grup emprenye maddelerinden (BA+Bx) ve (BA+Bx)+ISO sariçam odununda istatistiksel anlamda önemli artışlar sağlarken, diğerleri önemli değişiklik yapmamışlardır.
- 7) IV. grup emprenye maddelerinden St ve ISO kayın odununda, St+MMA ve ISO sariçam odununda önemli artışlar sağlamışlardır. Diğer WR ise her iki türde de hava kurusu özgül ağırlık değerlerinde önemli değişikliğe neden olmamışlardır.

Tablo 33.Sarıçam odununda I,II,III ve IV.grupların hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin DT sonuçları

Grup No	Emp. Den. No	işlem sayısı ve sırası	Hava kur.özg.ağ.değ. gr/cm ³			
			Kontrol Örneği		Deney	
			Ort.	HG	Ort.	HG
I	1	Tanalith-CBC	0.60	ab	0.62	bc
	2	1.AS	0.57	ab	0.60	ab
	3	1.DAP	0.58	ab	0.59	ab
	4	1.VACSOL	0.50	a	0.73	de
II	5	1.P4	0.57	ab	0.60	b
	6	1.P4 2.St	0.56	ab	0.52	a
	7	1.P4 2.MMA	0.62	bc	0.54	a
	8	1.P4 2.St+MMA	0.68	cd	0.52	a
	9	1.P4 2.ISO	0.57	ab	0.72	de
III	10	1.BA	0.61	abc	0.52	a
	11	1.Bx	0.55	a	0.55	ab
	12	1.BA+Bx	0.66	bcd	0.82	f
	13	1.BA+Bx 2.St	0.64	bcd	0.75	def
	14	1.BA+Bx 2.MMA	0.53	a	0.58	ab
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	0.65	bcd	0.71	cde
	16	1.BA+Bx 2.ISO	0.63	abc	0.82	f
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	0.52	a	0.56	ab
	18	1.P+BA+Bx	0.78	ef	0.82	f
IV	19	1.St	0.62	ab	0.55	a
	20	1.MMA	0.62	ab	0.69	bcd
	21	1.St+MMA	0.55	a	0.67	bc
	22	1.ISO	0.55	a	0.88	e

* Freeze Drying

** Sonuçlar 4'er adet deney ve kontrol numunesinden alınan 8'er adet örnekte özgül ağırlık ortalamasıdır.

Tablo 34. Kayın odununda I, II, III ve IV. grupların hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ilişkin DT sonuçları

Grup No	Emp. Den. No	İşlem sayısı ve sırası	Hava kur.özg.ağ.değ. gr/cm ³			
			Kontrol Örneği		Deney	
			Ort.	HG	Ort.	HG
I	1	Tanalith-CBC	0.79	de	0.72	cde
	2	1.AS	0.70	cd	0.69	cd
	3	1.DAP	0.75	de	0.75	de
	4	1.VACSOL	0.71	cde	0.81	e
II	5	1.P4	0.76	de	0.68	cd
	6	1.P4 2.St	0.73	de	0.71	de
	7	1.P4 2.MMA	0.71	dc	0.78	e
	8	1.P4 2.St+MMA	0.76	de	0.74	de
	9	1.P4 2.ISO	0.74	de	0.90	f
III	10	1.BA	0.74	abc	0.76	abc
	11	1.Bx	0.71	a	0.73	ab
	12	1.BA+Bx	0.79	abcd	0.88	cde
	13	1.BA+Bx 2.St	0.75	abc	0.95	e
	14	1.BA+Bx 2.MMA	0.73	a	0.85	abcde
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	0.72	a	0.91	de
	16	1.BA+Bx 2.ISO	0.72	a	0.79	abcd
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	0.74	abc	0.81	abcd
IV	18	1.P+BA+Bx	0.75	abc	0.87	bcde
	19	1.St	0.68	bc	0.78	d
	20	1.MMA	0.71	bcd	0.78	d
	21	1.St+MMA	0.71	bcd	0.77	cd
	22	1.ISO	0.74	cd	0.91	e

* Freeze Drying

** Sonuçlar 4'er adet deney ve kontrol numunesinden alınan 8'er adet örnekte özgül ağırlık ortalamasıdır.

3.3.4. Tam Kuru Özgül Ağırlık Değişimleri

Sarıçam ve kayın odunu statik eğilme direnci deney ve kontrol örneklerinden hazırlanan özgül ağırlık örneklerinin $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de değişmez ağırlığa kadar kurutulduktan sonra belirlenen tam kuru özgü ağırlık değerlerine ilişkin BVA ve DT sonuçları Tablo: 35,36,37,38,39 de verilmiştir.

Tablo 35. Sarıçam ve kayın odunu I. grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.4045	15	0.2697	7.454	0.0000
Gi	0.1737	48	0.0036		
T	0.5782	63			

Tablo 36. Sarıçam ve kayın odunu II. grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.5998	19	0.0316	6.62	0.0000
Gi	0.2862	16	0.0048		
T	0.8859	35			

Tablo 37. Sarıçam odunu III. grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.7491	17	0.0441	6.43	0.0000
Gi	0.3699	54	0.0068		
T	1.11899	71			

Tablo 38. Kayın odunu III. grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.4303	17	0.0253	1.89	0.0391
Gi	0.7216	54	0.0134		
T	1.1519	71			

Tablo 39. Sarıçam ve kayın odunu IV. grup örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	0.5596	15	0.0373	4.25	0.0001
Gi	0.4209	48	0.0088		
T	0.9805	63			

BVA Tablolarına göre, tüm gruplarda kimyasal madde ve odun türleri arasındaki tam kuru özgül ağırlık farklılıkları % 95 güvenle belirgindir. Bu belirginliklerin hangi gruplar, kimyasal maddeler ve örnek grupları arasında anlamlı olduğu DT ile araştırılmış ve sonuçları Tablo 42'de verilmiştir. Buna göre:

- 1) I. grup emprenye maddelerinde sadece Vacsol, sarıçam odununun tam kuru özgül ağırlık değerinde % 95 güven düzeyinde önemli artışa neden olmuştur. Kayın odununda ise bu grupta önemli artış gerçekleşmemiştir.
- 2) II. grup emprenye maddelerinden P4+(St+MMA) uygulaması ile sarıçam odunu tam kuru özgül ağırlığında önemli azalma olmuş, bu durum sözkonusu uygulamada hacimsel genişlemenin çok daha büyük olmasından kaynaklanmıştır. Aynı grupta P4+ISO uygulaması, kayın odununda önemli artışlara neden olmuştur. Bu gruptaki diğer maddeler % 5 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.
- 3) III. grup emprenye uygulamalarında, sarıçam odununun tam kuru özgül ağırlık değerinde önemli artışlar oluşturan işlemler şunlardır:

- (BA+Bx)+ISO (sıcak katılaşma)
- (BA+Bx)+ISO (soğuk katılaşma)
- P+BA+Bx

Aynı grupta kayın odunu için önemli değişiklik görülmemiştir.

- 4) IV.grupta, tam kuru özgül ağırlıkta önemli artışa neden olan uygulama sarıçamda ISO olmuş, kayında ise istatistiksel anlamda önemli değişiklik tespit edilmemiştir.

Tablo 40. Sarıçam odununda tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin DT sonuçları

Grup No	Emp. Den. No	İşlem sayısı ve Sırası	Tam kuru özg.ağ.değ. gr/cm ³			
			Kontrol Örneği		Deney	
			Ort.	HG	Ort.	HG
I	1	Tanalith-CBC	0.53	ab	0.59	bcd
	2	1.AS	0.56	abc	0.61	bcde
	3	1.DAP	0.53	ab	0.53	ab
	4	1.VACSOL	0.47	a	0.66	defg
II	5	1.P4	0.55	abc	0.59	abcde
	6	1.P4 2.St	0.53	ab	0.50	ab
	7	1.P4 2.MMA	0.78	bcde	0.60	bcde
	8	1.P4 2.St+MMA	0.64	cdef	0.47	a
	9	1.P4 2.ISO	0.55	abcd	0.66	cdef
III	10	1.BA	0.54	abc	0.53	abc
	11	1.Bx	0.48	a	0.54	abc
	12	1.BA+Bx	0.64	cde	0.74	efg
	13	1.BA+Bx 2.St	0.62	bcde	0.66	cde
	14	1.BA+Bx 2.MMA	0.49	ab	0.59	abcd
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	0.62	bcde	0.65	cde
	16	1.BA+Bx 2.ISO	0.56	abc	0.79	fg
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	0.49	ab	0.64	cde
18	1.P+BA+Bx	0.71	def	0.84	g	
IV	19	1.St	0.57	ab	0.60	abc
	20	1.MMA	0.62	abc	0.69	bc
	21	1.St+MMA	0.56	ab	0.65	abc
	22	1.ISO	0.51	a	0.87	e

* Freeze Drying

** Sonuçlar 4'er adet deney ve kontrol numunesinden alınan 8'er adet örnekte özgül ağırlık ortalamasıdır.

Tablo 41. Kayın odununda tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin DT sonuçları

Grup No	Emp. Den. No	İşlem sayısı ve Sırası	Tam kuru özg. ağırlık değ. gr/cm ³			
			Kontrol örneği		Deney	
			Ort.	HG	Ort.	HG
I	1	Tanalith-CBC	0.67	defg	0.66	def
	2	1.AS	0.70	efg	0.64	cdef
	3	1.DAP	0.76	g	0.70	efg
	4	1.VACSOL	0.66	defg	0.71	fg
II	5	1.P4	0.72	fg	0.66	cdef
	6	1.P4 2.St	0.73	fg	0.67	ef
	7	1.P4 2.MMA	0.68	ef	0.76	fg
	8	1.P4 2.St+MMA	0.72	fg	0.68	ef
	9	1.P4 2.ISO	0.66	def	0.81	g
III	10	1.BA	0.70	abc	0.69	abc
	11	1.Bx	0.63	abc	0.60	ab
	12	1.BA+Bx	0.77	bc	0.79	bc
	13	1.BA+Bx 2.St	0.78	bc	0.83	c
	14	1.BA+Bx 2.MMA	0.71	abc	0.75	bc
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	0.72	abc	0.80	c
	16	1.BA+Bx 2.ISO	0.68	abc	0.64	abc
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	0.71	abc	0.54	a
	18	1.P+BA+Bx	0.83	c	0.66	abc
IV	19	1.St	0.71	bcd	0.70	bcd
	20	1.MMA	0.76	cde	0.70	bcd
	21	1.St+MMA	0.70	bcd	0.68	bc
	22	1.ISO	0.74	cde	0.85	cde

* Freeze Drying

** Sonuçlar 4'er adet deney ve kontrol numunesinden alınan 8'er adet örnekte özgül ağırlık ortalamasıdır.

3.4. Statik Eğilme Direnci

3.4.1.Sarıçam

Sarıçam odunu deney ve kontrol örneklerinin statik eğilme değerleri Tablo 42'de verilmiştir. Buna göre:

- 1) Sarıçam odunu kontrol örneklerinin eğilme direnci ($\sigma_{E(12)}$) ortalamasının 1140.8 kg/cm^2 olduğu ve bu değer $864.0 - 1847.0 \text{ kg/cm}^2$ arasında değiştiği tespit edilmiştir.
- 2) WR maddelerin (ISO dışında) P4'den sonra uygulanmasında ortalama eğilme direnci değerlerinde pek fazla bir iyileşme olmamıştır.
- 3) pH değeri 7:3 (ağırlık:ağırlık) BA+Bx karışımı ile nötre yaklaştırılan BA ve Bx'in bu pH değerinde sarıçam odununun $\sigma_{E(12)}$ değerinde herhangi bir olumsuz etkide bulunmadığı, ancak bireysel kullanımda $\sigma_{E(12)}$ değerinde bir miktar azalmaya neden oldukları tespit edilmiştir.
- 4) WR maddeler BA+Bx emprenyesinden sonra uygulandıklarında kendilerinden beklenen direnç artışını göstermemişlerdir. (BA+Bx) + MMA dışında diğer WR uygulamalarında beklenen direnç artışlarının gerçekleşmemesi sebepleri araştırılmalıdır.
- 5) Buna benzer bir durum (St+MMA)'nın tek işleme emprenyesi dışında diğer WR maddelerin tek başlarına kullanılması durumunda da gerçekleşmiştir. Bu durum eğilme direnci deneme örneklerinin boyutsal deformasyona uğramamaları için emprenye sonrası kurutulmaların 70°C 'nin üzerine çıkılmamasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü sözkonusu WR maddeler en az 90°C 'de polimerleşebilen maddeler olarak bilinmektedir. Bu çalışmada 90°C 'ye çıkılmaması eğilme direnci numunelerinde boyutsal deformasyonu önlemişse de polimerleşmeyi sağlamadığından beklenen direnç artışı gerçekleşmemiştir.

Tablo 42. Sarıçam odununda statik eğilme direnci değerleri

Grup No	Emp. Den. No	İşlem sayısı ve Sırası	$\sigma_E(12)$			
			Kontrol örneği		Deney	
			Ort.	St.Sp.	Ort.	St.Sp.
I	1	Tanalith-CBC	1746.0	84.0	1344.0	111.0
	2	1.AS	1086.7	275.0	763.7	80.0
	3	1.DAP	1324.7	664.0	1091.2	80.0
	4	1.VACSOL	805.0	119.0	1167.0	165.0
II	5	1.P4	956.2	185.6	1211.0	212.0
	6	1.P4 2.St	986.7	39.2	903.3	55.0
	7	1.P4 2.MMA	1253.7	129.0	825.7	84.0
	8	1.P4 2.St+MMA	1513.0	302.0	1215.0	72.3
	9	1.P4 2.ISO	1003.7	135.2	1310.2	80.8
III	10	1.BA	1020.2	220.9	879.0	120.0
	11	1.Bx	1059.5	48.4	1295.5	164.9
	12	1.BA+Bx	1054.2	123.5	1613.5	229.0
	13	1.BA+Bx 2.St	1187.0	182.2	1243.7	317.2
	14	1.BA+Bx 2.MMA	1156.2	134.7	940.2	337.6
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	934.2	38.9	707.7	119.0
	16	1.BA+Bx 2.ISO	1451.0	231.2	1225.0	303.6
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	1104.0	216.0	917.7	235.6
IV	18	1.P+BA+Bx	1108.5	293.0	950.5	205.0
	19	1.St	1123.7	309.3	1419.5	561.1
	20	1.MMA	1084.0	88.8	792.3	47.1
	21	1.St+MMA	1013.5	73.8	1387.0	400.6
	22	1.ISO	1124.0	37.9	1134.0	31.0
Ort.			1140.8		1105.0	
St.Sp.			211.18		245.23	

** Veriler 4'er adet eğilme direnci örneğini temsil etmektedir.

3.4.2. Kayın

Kayın odunu deney ve kontrol örneklerinin statik eğilme direnci değerleri Tablo 43'te verilmiştir. Buna göre:

- 1) 1. grup maddelerden Tanalith-CBC ve V ile emprenye edilen örneklerin $\sigma_E(12)$ değerinde artışlar olmuştur. Bu artışın sebebi sözkonusu emprenye maddelerinin odunun özgül ağırlığında neden oldukları artış olabilir. Bu sebeple borik asit kullanılması halinde, miktarının diğer bileşenlere oranı ve odunun zamanla rutubet alması sonucu direnç özelliklerine etkilerinin araştırılması önerilebilir.
- 2) PEG'li çözeltilerle ve V çözeltisinden sonra uygulanan WR emprenyelerinde beklenenin aksine önemli miktarda direnç azalması meydana gelmiştir. Bu sonuçlar, 70 °C'de kurutma işlemine tabi tutulan numunelerde WR polimerleşmesi veya ISO katılaşmasının gerçekleşmediğini, ayrıca PEG'in direnç özelliklerini olumsuz etkilediğini göstermektedir.
- 3) BA+Bx emprenyesinden sonra yapılan ISO(sıcak katılaşma işlemi) kayın odununun direnç özelliklerinin iyileşmesinde en iyi sonucu vermiştir.
- 4) BA ve BA+Bx'ın kayın odununda $\sigma_E(12)$ değerini azaltırken, Bx'in tek başına kullanılması bu bakımdan azaltıcı etki yapmamıştır. Bu durum Bx'in yüksek alkalilik özelliği gösteren çözeltisinden kaynaklanabilir.
- 5) BA+Bx emprenyesini takiben uygulanan WR emprenyelerinde (ISO dışında) sağlanan direnç artışlarının önemsiz çıkması 70 °C'de yeterli polimerleşme oluşmadığını göstermektedir.
- 6) IV. grup WR maddelerin tek başına uygulandığı 19,20, 21 ve 22. emprenyelerde de önemli bir direnç artışı sağlanmamış olması, polimerleşmenin yetersizliğini desteklemektedir.

Tablo 43. Kayın odununda statik eğilme direnci değerleri

Grup No	Emp. Den. No	İşlem sayısı ve Sırası	$\sigma_E(12)$			
			Kontrol örneği		Deney	
			Ort.	St.Sp.	Ort.	St.Sp.
I	1	Tanalith-CBC	563.5	92.9	1187.2	122.4
	2	1.AS	866.2	56.0	856.7	286.0
	3	1.DAP	1587.7	263.0	1466.2	310.0
	4	1.VACSOL	1012.0	144.0	1235.0	124.0
II	5	1.P4	1426.0	67.0	1079.0	158.0
	6	1.P4 2.St	1244.5	48.0	1044.2	72.0
	7	1.P4 2.MMA	1221.2	56.0	1054.2	102.0
	8	1.P4 2.St+MMA	1487.7	222.0	1540.0	393.0
	9	1.P4 2.ISO	1537.5	171.0	929.0	67.0
III	10	1.BA	1472.5	155.0	1095.2	122.0
	11	1.Bx	1026.0	106.0	1146.2	544.0
	12	1.BA+Bx	2147.0	99.0	1639.7	143.0
	13	1.BA+Bx 2.St	1130.5	137.0	1246.3	505.0
	14	1.BA+Bx 2.MMA	1286.5	172.0	1323.5	124.0
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	1500.2	102.0	1239.5	342.0
	16	1.BA+Bx 2.ISO	1160.2	135.0	2149.7	289.0
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	1046.7	106.0	1180.2	107.0
	18	1.P+BA+Bx	1058.5	200.0	959.0	97.0
IV	19	1.St	1190.0	71.0	1119.4	198.0
	20	1.MMA	1081.0	87.0	1115.2	145.0
	21	1.St+MMA	824.0	484.0	1317.0	24.0
	22	1.ISO	1214.0	41.0	1018.2	192.0
Ort.			1230.8		1224.5	
St.Sp.			326.14		282.31	

** Veriler 4'er adet eğilme direnci örneğini temsil etmektedir.

3.4.3. Statik Eğilme Direnci Değerlerine İlişkin Değişmeler

Sarıçam ve kayın odunu $\sigma_E(12)$ değerlerine uygulanan BVA sonuçları Tablo 44 ve 45'te verilmiştir. Bunlara göre, tüm gruplar arası farklılıkların % 95 güven düzeyinde anlamli çıkması üzerine, bu farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için her ağaç türü ve kimyasal madde grubu için DT'leri yapılmış, ve sonuçları Tablo 46 ve 47'de verilmiştir.

Tablo 44. I. grup emprenye maddeleriyle muamele edilen örneklerde $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin BVA Sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	6532177.3	15	435478.5	3.11	0.0014
Gi	6719056.5	48	139980.3		
T	13251234.0	63			

Tablo 45. II. grup emprenye maddeleriyle muamele edilen örneklerde $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	3781050.2	19	199002.6	4.76	0.0000
Gi	2509172.2	60	41819.5		
T	6290222.4	79			

Tablo 46. III.grup emprenye maddeleriyle muamele edilen sarıçam odunu örneklerinde $\sigma_E(12)$ değerlerine ait BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	4353889.7	17	256111.2	5.23	0.0000
Gİ	2645218.9	54	48985.5		
T	6999108.7	71			

Tablo 47. III.grup emprenye maddeleriyle muamele edilen kayın odunu örneklerinde $\sigma_E(12)$ değerlerine ait BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	8304811.1	17	488518.3	9.07	0.0000
Gİ	2909254.7	54	53875.1		
T	11214066.0	71			

Tablo 48. IV. grup emprenye maddeleriyle muamele edilen örneklerde $\sigma_E(12)$ değerlerine ait BVA sonuçları

VK	KT	SD	KO	Fh	Ö.D.
GA	1481210.1	15	98747.3	1.47	0.1558
Gİ	3228773.9	48	67266.1		
T	4709984.0	63			

Bunlara göre:

- 1) I. grup emprenye maddeleri sarıçam odununda $\sigma_E(12)$ değerini önemli miktarda etkilememişlerdir ($P \leq 0.5$). Kayın odununda ise Tanalith-CBC dışında anlamlı bir değişme gerçekleşmemiş, Tanalith- CBC büyük olasılıkla odunun özgül ağırlık değerinde meydana getirdiği artışa uygun bir direnç artışı sağlamıştır.
- 2) II. grup emprenye maddelerinden P4+MMA sarıçam odununda $\sigma_E(12)$ değerini önemli miktarda azaltmıştır. Kayın odununda ise P4, önemli azalmaya sebep olurken P4+ISO arttırıcı etki yapmıştır.
- 3) III. grup bileşikler sarıçam odununda $\sigma_E(12)$ değerini anlamlı düzeyde etkilemezlerken, kayın odununda BA+Bx önemli miktarda azaltmış, sıcak katılaşma uygulanan (BA+Bx)+ISO ise istatistiksel anlamda önemli artışa sebep olmuştur.
- 4) IV. grup maddeler statik eğilme direncinde anlamlı bir etki oluşturmemiştir. Bu durum, 70°C'de kurutulan örneklerde yeterli polimerleşme sağlanmamış olmasından kaynaklanabilir.

Tablo 49. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilen sarıçam odununda $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin DT sonuçları

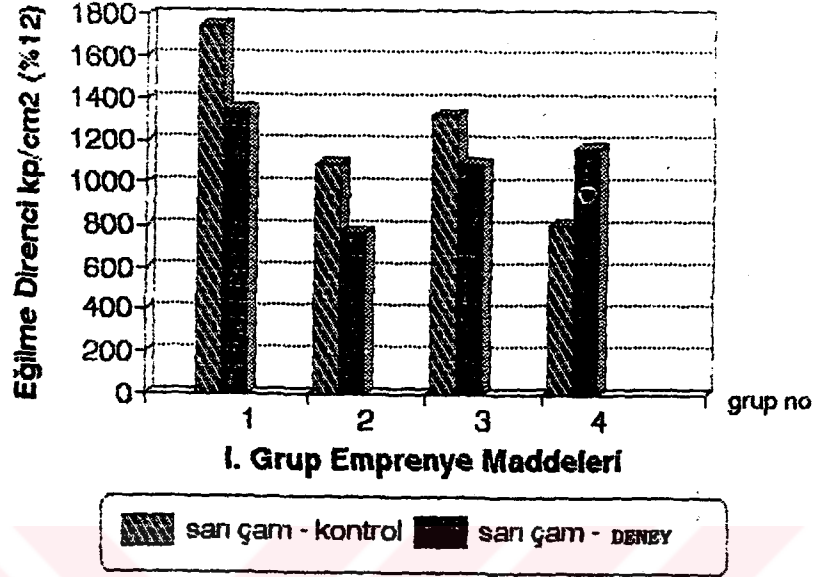
Grup No	Emp. Den. No	İşlem sayısı ve Sırası	$\sigma_E(12)$			
			Kontrol örneği		Deney	
			Ort.	HG	Ort.	HG
I	1	Tanalith-CBC	1746.0	e	1344.0	bcde
	2	1.AS	1086.7	abcd	763.7	ab
	3	1.DAP	1324.7	bcde	1091.2	de
	4	1.VACSOL	805.0	ab	1167.0	abcde
II	5	1.P4	956.2	abc	1211.0	bcde
	6	1.P4 2.St	986.7	abcd	903.3	ab
	7	1.P4 2.MMA	1253.7	cde	825.7	a
	8	1.P4 2.St+MMA	1513.0	e	1215.0	bcde
	9	1.P4 2.ISO	1003.7	abcd	1310.2	de
III	10	1.BA	1020.2	abc	879.0	ab
	11	1.Bx	1059.5	abc	1295.5	cde
	12	1.BA+Bx	1054.2	f	1613.5	ef
	13	1.BA+Bx 2.St	1187.0	bcd	1243.7	bcd
	14	1.BA+Bx 2.MMA	1156.2	bcd	940.2	abc
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	934.2	abc	707.7	a
	16	1.BA+Bx 2.ISO	1451.0	def	1225.0	bcd
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	1104.0	bcd	917.7	ab
	18	1.P+BA+Bx	1108.5	bcd	950.5	abc
IV	19	1.St	1123.7	abc	1419.5	ab
	20	1.MMA	1084.0	abc	792.3	a
	21	1.St+MMA	1013.5	abc	1387.0	c
	22	1.ISO	1124.0	abc	1134.0	abc

* Freeze Drying

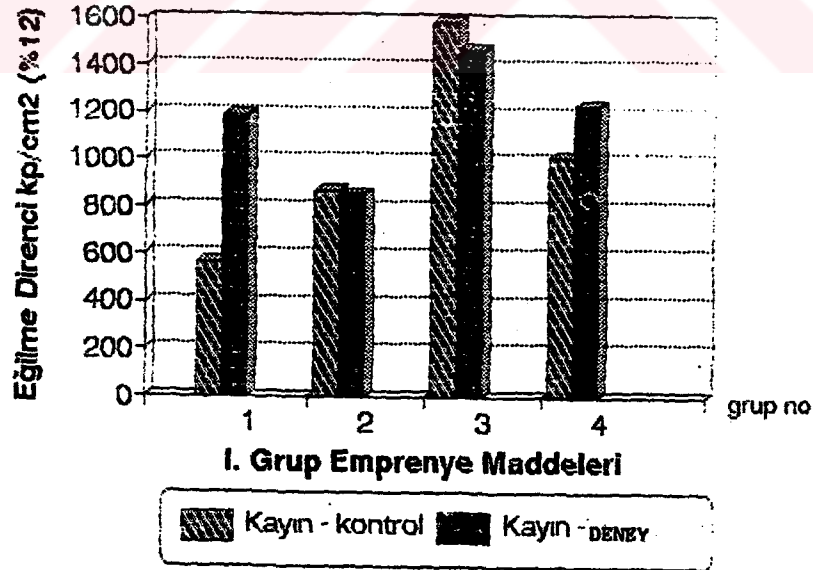
Tablo 50. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilen kayın odununda $\sigma_E(12)$ değerlerine ilişkin DT sonuçları

Grup No	Emp. Den. No	İşlem sayısı ve Sırası	$\sigma_E(12)$			
			Kontrol Örneği		Deney	
			Ort.	HG	Ort.	HG
I	1	Tanalith-CBC	563.5	a	1187.2	bcd
	2	1.AS	866.2	ab	856.7	abc
	3	1.DAP	1585.7	de	1466.2	cde
	4	1.VACSOL	1012.0	abcd	1235.0	bcde
II	5	1.P4	1426.0	e	1079.0	abcd
	6	1.P4 2.St	1244.5	bcde	1044.2	abcd
	7	1.P4 2.MMA	1221.2	bcde	1054.2	abcde
	8	1.P4 2.St+MMA	1488.7	e	1540.0	e
	9	1.P4 2.ISO	1537.5	e	929.0	abc
III	10	1.BA	1472.5	bcd	1095.2	ab
	11	1.Bx	1026.0	a	1146.2	abc
	12	1.BA+Bx	2147.0	e	1639.7	d
	13	1.BA+Bx 2.St	1130.5	abc	1246.3	abc
	14	1.BA+Bx 2.MMA	1286.5	abcd	1323.5	abcd
	15	1.BA+Bx 2.St+MMA	1500.2	cd	1239.5	abc
	16	1.BA+Bx 2.ISO	1160.2	abc	2149.7	e
	17	1.BA+Bx* 2.ISO	1046.7	a	1180.2	abc
	18	1.P+BA+Bx	1058.5	a	959.0	a
IV	19	1.St	1190.0	abc	1119.4	abc
	20	1.MMA	1081.0	abc	1115.2	abc
	21	1.St+MMA	824.0	c	1317.0	bc
	22	1.ISO	1214.0	abc	1018.2	abc

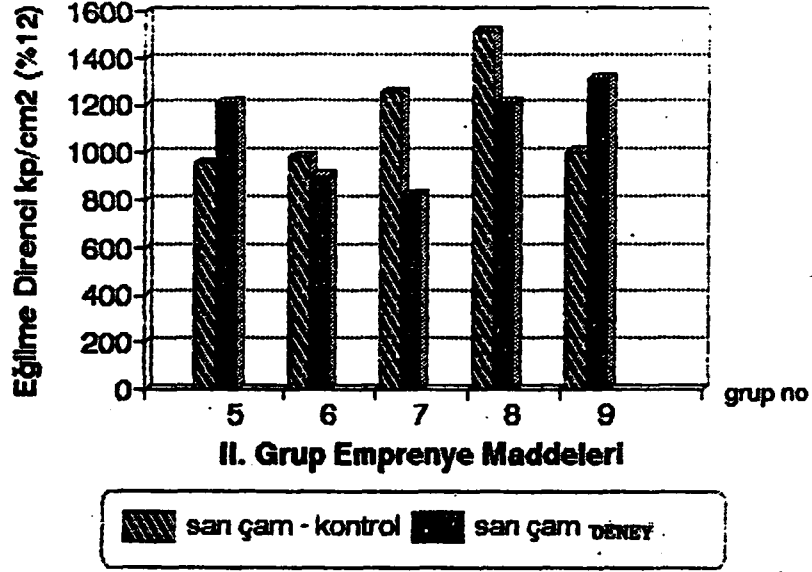
* Freeze Drying



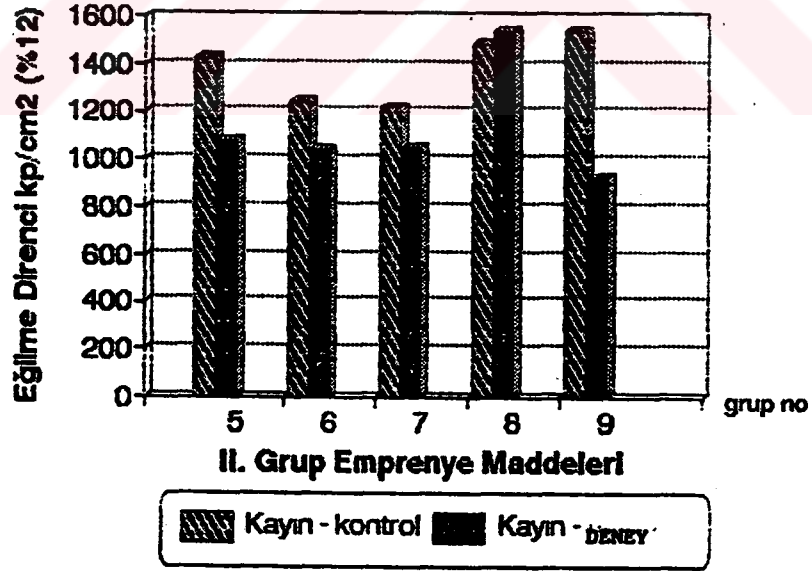
Şekil 3. Sarıçam odununda I. grup emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri



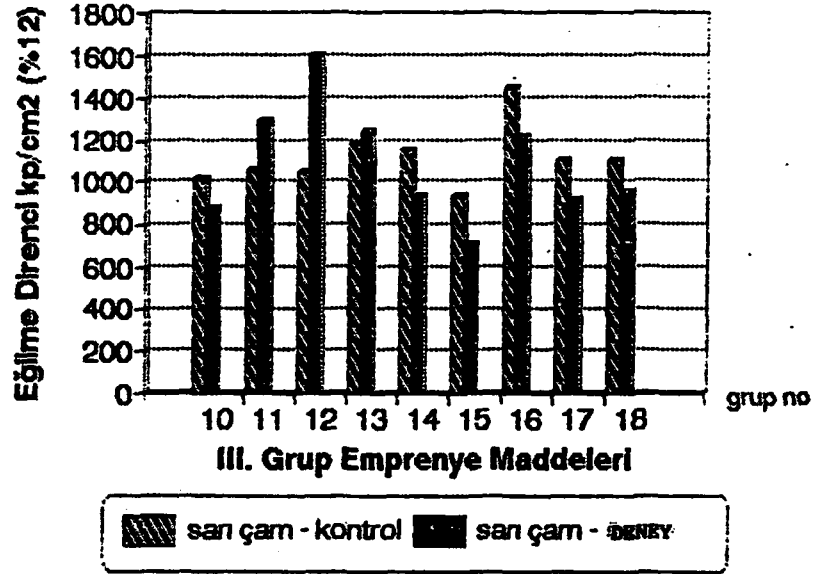
Şekil 4. Kayın odununda I. grup emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri



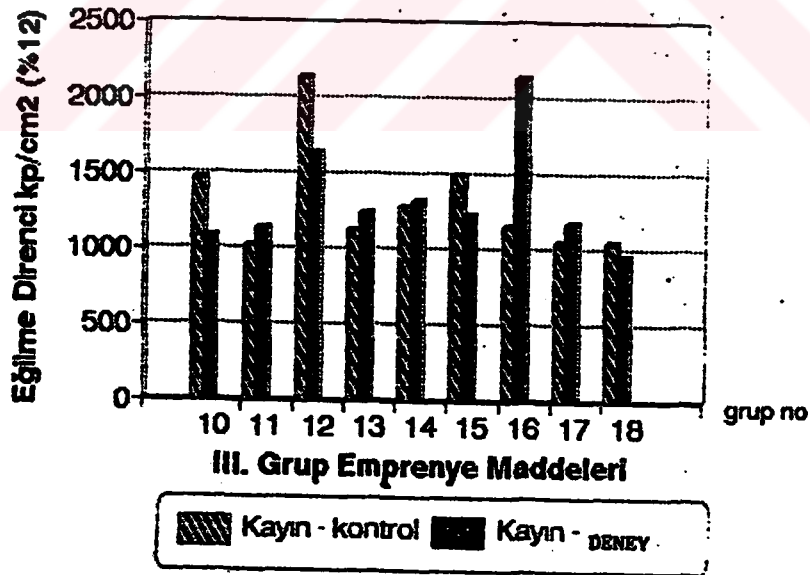
Şekil 5. Sarıçam odununda II.grup emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş örneklerde $\sigma_g(12)$ değerleri



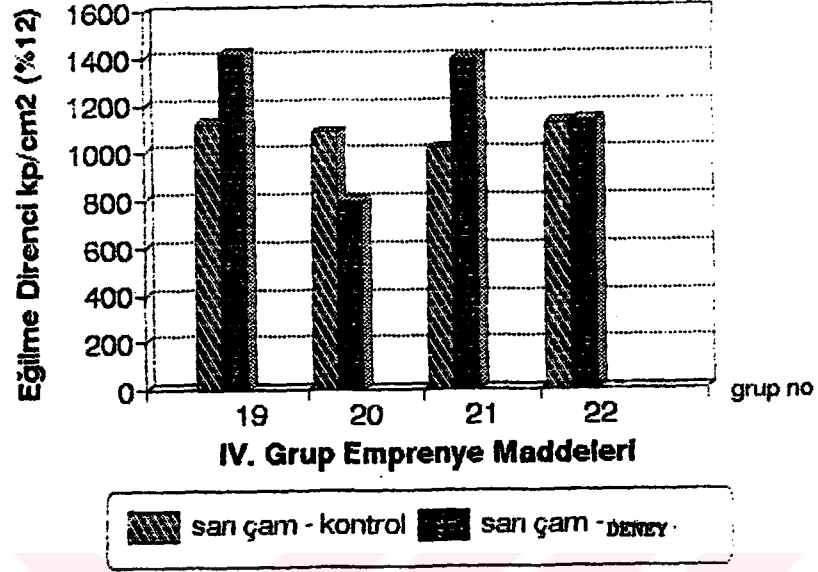
Şekil 6. Kayın odununda II.grup emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş örneklerde $\sigma_g(12)$ değerleri



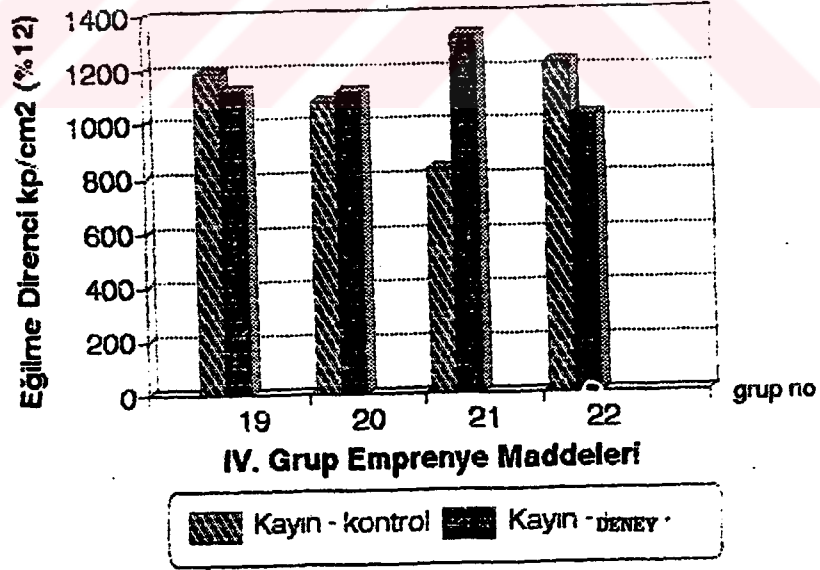
Şekil 7. Sarıçam odununda III. grup emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş örneklerde $\sigma_{g(12)}$ değerleri



Şekil 8. Kayın odununda III. grup emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş örneklerde $\sigma_{g(12)}$ değerleri



Şekil 9. Sarıçam odununda IV. grup emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri



Şekil 10. Kayın odununda IV. grup emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş örneklerde $\sigma_E(12)$ değerleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ağaç malzemenin değişik kimyasal maddelerle emprenyesinde genellikle yangın önleyici maddelerin sakıncaları arasında değerlendirilen mekanik özelliklerdeki azalmanın belirlenmesi için, statik eğilme direncinde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. Çalışma kapsamında ticari kullanıma sahip Tanalith-CBC, amonyum sülfat, Diamonyum fosfat ve organik çözücü emprenye maddelerinden vacsol, I. grup emprenye maddeleri olarak denemeye alınmıştır. Denemeye alınan diğer emprenye maddeleri şunlardır:

II. grup PEG-400 ve PEG-400+WR'ler

III. grup Borlu bileşikler ve Borlu Bileşikler+WR'ler

IV. grup WR maddeler

III.grup borlu bileşiklerin kullanılmasında ana etkenler, bu maddelerin biyotik zararlılara karşı koruyucu etkisi ve yanmayı engelleyici özelliği olmuştur. Borlu bileşiklerin içerdiği asidik veya bazik karakterli tuzların odunun statik eğilme direncinde meydana getireceği muhtemel düşmeyi engellemek ve bu maddelerin emprenye maddeleri piyasasında dezavantajları olarak görülen odundan yıkanma özelliğini gidermek amacıyla WR maddeler ikincil bir emprenye işlemi olarak uygulanmıştır. Böylece çalışmanın ana amacı bor rezervlerimizin ülke ve dünya emprenye maddesi piyasasında gereken düzeyde kullanılması imkanlarını araştırmak olmuştur. Sonuç olarak:

A. Çalışmada kullanılan çözeltiler asidik karakter taşıyan maddelerin; Tanalith-CBC, BA, P4, St ve ISO olduğu Bx, P+BA+Bx'in % 13'lük sulu çözeltisinin ise bazik karakterde olduğu tespit edilmiştir. BA+Bx (7:3, ağırlık:ağırlık) bileşiminde ve MMA'da nötre yakın pH değerleri elde edildiğinden bu maddelerin odun lifleri üzerinde olumsuz etki göstermesi beklenmemiştir.

- B. Retensiyon oranları [kg / m³] açısından her iki türde de son sırayı Tanalith-CBC, AS, DAP, BA, Bx ve BA+Bx almıştır. İkili işlemlerden özellikle (BA+Bx)+WR'ler en yüksek kg/m³ retensiyon oranlarının elde edildiği denemeler olmuştur. Her iki türde de BA+Bx'in WR absorpsiyonunu engellemediği, aksine monomerlerin tek işlemde yalnız başına uygulamalarında görülen daha yüksek retensiyon oranlarından anlaşılacağı gibi BA+Bx'in WR absorpsiyonunu artırdığı söylenebilir.
- C. Tam kuru odun ağırlığına oranla % retensiyon oranlarının sarıçamda % 10.92-63.02, kayında % 13.40- 73.62 arasında değiştiği görülmüştür. Sarıçamda en yüksek tutunma oranı tuzların tek başına veya WR maddelerle ikili işlemle uygulanması, ayrıca WR'lerin tek işlemle empenyesinde gerçekleşen en az tutunma P4'lü çözeltiler ve P4+W_r'le yapılan ikili empenyelerde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Vacsol dışındaki ticari empenye maddelerinin % retensiyon oranları da düşüktür. Kayın odununda da, en yüksek retensiyon BA, Bx, BA+Bx ve (BA+Bx)+ISO empenyelerinde, en düşük % retensiyon oranlarının yine ticari empenye maddeleri ve P4'lü çözeltilerde gerçekleşmiştir.
- D. % retensiyon oranlarında en dikkat çekici husus, BA ve Bx'in tek başına kullanılması durumunda ve özellikle St'in ikinci bir işlemde uygulanmasıyla en yüksek tutunma oranlarının(Vacsolden daha üstün) sağlanmasıdır. Böylece borlu bileşiklerin oduna nüfuz yeteneği bakımından organik çözücülü empenye maddelerinden avantajlı oldukları görülmektedir.
- E. Sarıçam ve kayın odunu örneklerinde,% WR retensiyonlarında en yüksek oranların St ve (BA+Bx)+W_r işlemlerinde ortaya çıktığı, P4+WR işlemlerinde ise en az WR retensiyonu gerçekleştiğinden, P4'ün WR retensiyonunu engellediği sonucuna varılmıştır.

F. Hava kuru özgül ağırlıklarda % 95 güvenle önemli artışlara neden olan emprenye maddeleri ;

Sarıçamda:

- 1) Vacsol
- 2) BA+Bx
- 3) (BA+Bx)+ ISO
- 4) St+ MMA
- 5) ISO

Kayında:

- 1) P4+ ISO
- 2) (BA+Bx)+St
- 3) (BA+Bx)+ (St+MMA)
- 4) St
- 5) ISO

olarak belirlenmiştir.

G) Tam kuru özgül ağırlıklarda %95 güvenle önemli değişikliğe neden olan maddeler ;

Sarıçamda:

Madde adı	Değişiklik
1.Vacsol	Artış
2.P4+(St+MMA)	Azalış
3.(BA+Bx)+ISO	Artış
4.(BA+Bx)+ISO*	Artış
5.P+BA+Bx	Artış
6.ISO	Artış

Kayında:

<u>Madde adı</u>	<u>Değişiklik</u>
1)P4+ISO	Artış

olmuştur. Bunlara göre, tam kuru özgül ağırlık en çok sarıçamda etkilenmiştir. P4+(St+MMA)'da görülen özgül ağırlık azalması, sözkonusu uygulamada gerçekleşen hacimsel genişlemenin ağırlık artışından çok daha fazla olmasından kaynaklanmıştır.

H. Statik eğilme direnci deneylerine göre, Sarıçam için:

- 1) pH değerini nötre yaklaştırmak amacıyla 7:3 (ağırlık, ağırlık) oranında karışım halinde hazırlanan BA+Bx azaltıcı bir etki yapmamıştır.
- 2) WR maddeler BA+Bx empenyesinden sonra uygulandıklarında direnç artışı olmamıştır.
- 3) (St+MMA)'nın tek işleme uygulanması dışında, diğer WR maddelerin tek işlemde empenyesinde de direnç artışı tesbit edilmemiştir. Bu durum eğilme direnci örneklerinin boyutsal deformasyona uğramamaları için empenye sonrası kurutulmalarında önerilen 70°C'nin üzerine çıkılmamasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü sözkonusu WR maddelerin en iyi polimerleşmeyi 90°C'de yaptıkları bildirilmektedir (46). Çalışmada, 90°C'de bekletmeden çok daha uzun süreyle kademeli olarak 70 °C'de sabit tutulan ısı işlem uygulanmış olup, ağırlık artışına karşılık yeterli polimerleşme oluşmamıştır. Bu maksatla borlu bileşiklerin zarar görmeyeceği bir polimerleşme yöntemi için araştırma önerilebilir.
4. WR maddelerin (ISO dışında) P4'ten sonra uygulamasında ortalama statik eğilme direnci değerlerinde belirgin bir iyileşme olmamıştır.

Kayın için:

1. I. grup maddelerden Tanalith-CBC ve Vacsol ile $\sigma_E(12)$ değerlerinde önemli artışlar olmuş ancak bu artış Tanalith-CBC'deki borla birlikte bulunan özellikle Cr'un degradasyonu engelleyici etkisi ile Vacsol'daki tri-bütül-n-kalay oksitten ya da yüksek tutunma düzeyinde özgül ağırlık artışından kaynaklanabilir. Diğer taraftan tuzların odunda denge rutubeti miktarını önemli miktarda artırması sebebiyle borlu tuzların bu bakımdan araştırma konusu yapılması ve odunun direnç özelliklerine etkilerinin belirlenmesi yararlı olacaktır.
2. PEG'li çözeltilerle ve bu çözeltinin ardından uygulanan WR emprenyelerinde belirgin direnç azalmaları Wr maddelerin 70 °C' deki kurutmada sertleşmemesinden ya da bu sıcaklıkta PEG 400' ün degrade edici bir özellik kazanmasından kaynaklanabilir.
3. BA+Bx emprenyesinin ardından yapılan ISO(sıcak katılaşma işlemli), eğilme direncinin iyileştirilmesi bakımından en uygun sonucu vermiştir.
4. Yüksek alkali özelliği gösteren Bx'ın tek başına kullanıldığı emprenyede $\sigma_E(12)$ değişmezken, nötre yakın ve asidik özellikteki BA ve BA+Bx' ın $\sigma_E(12)$ değerini düşürmesi bu bakımdan sarıçam odunundan farklılığını göstermiştir. Buna göre; kayın odununun suda çözünen tuzlarla emprenyesinde çözelti pH'sının bir miktar yüksek tutulması ve alkali sınırlarda ayarlanması gerektiği söylenebilir.
5. IV. grup Wr maddelerinin tek başına uygulandığı emprenye denemelerinde de beklenen direnç artışı görülmediğinden, yukarıda açıklanan polimerleşme reaksiyonunun tam olarak gerçekleşme olasılığını artırmaktadır.

Bunlara göre:

1. Borlu ve diğer suda çözünen tuzlar için farklı pH ve farklı retensiyon seviyeleri için statik eğilme direnci deneyleri yapılarak emprenyeler için optimum pH ve retensiyon düzeyleri belirlenmelidir.
2. WR uygulamalarında boyutsal deformasyonların önlenileceği bir polimerleşme veya katılaşma işlemi araştırılmalıdır.
3. Borlu bileşiklerle WR maddelerin tek işlemle ağaç malzemeye uygulanabileceği kimyasal formülasyonlar denenmelidir.
4. Ağaç malzemenin direnç özellikleri yanında, biotik zararlılara karşı dayanımı, ağaç malzemenin yanma özelliğinde meydana gelen değişim ve özellikle borlu bileşiklerin ardından yıkanma özelliği ile borlu bileşikler+WR uygulamalarının etkileri araştırma konuları olarak önerilebilir.

5. KAYNAKLAR

- (1) Bozkurt, Y., Yaltırık, F., Özdönmez, M., Türkiye'de Orman Yan Ürünleri, i.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 2845/302, İstanbul, 1982.
- (2) Bozkurt, Y. , Göker, Y. , Orman Ürünlerinden Faydalanma, i.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No:3402/379, İstanbul,1986.
- (3) Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, i.Ü. Orman Fakültesi Cilt I, Yayınları No:1448/147, Kutulmuş Matbaası,İstanbul, 1970.
- (4) Goldstein, I.S., Acetylation of Wood in Lumber Thickness, Forest Product Journal, 11, 8 (1961) 363-370.
- (5) Norimoto, M., Rheological Properties of Chemically Modified Wood, Wood and Fiber Science , 24, 1(1992) 25-35.
- (6) Winandy, S.E, Levan, S., Ross, L.J., Hoffman, S.P., Melntyre, C.R., Thermal Degradation of Fire-Retardant-Treated Plywood, USDA , Forest Product Laboratory, 21 (1991) 498-500.
- (7) Levan, S.L., Winandy, J.E., Effects of Fire Reterdant Treatments On Wood Strength, Wood and Fiber Science, 22, (1990) 113-131.
- (8) Yalınkılıç, M. K., Daldırma ve Vakum Yöntemleriyle Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Kreozot,İmersol WR,Tanalith CBC ve Tanalith CS Kullanılarak Emprenyesi ve Emprenye Edilen Örneklerin Yanma Özellikleri, I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Eylül, 1992, Trabzon, Bildiriler Kitabı Cilt I, 373-403 .
- (9) White, R.H. , Analytical Methods for Determining Fire Resistance of Timber Members the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Wood Science Techonology , 8, (1988) 133-142.
- (10) Ellis, W.O., Rowell, R.M., Flame Reterdant Treatment of Wood With a Diizosiyanate and an Oligomer Phosphonate , Wood and Fiber Science, 21, 4 (1989) 367-375.
- (11) İlhan, R., Ağaç Koruma ve Emprenye Tekniği , K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 74, Trabzon, 1983.

- (12) Wilkinson, J.G., Industrial Timber Preservation , First Edition, Associated Business Press, London, 1979.
- (13) Stamm, A.S., Baechler, R.H., Decay Resistance and Dimensional Stability of Five Modified Woods, Forest Product Journal, 10, 1 (1960) 22-26.
- (14) Yalınkılıç, M.K., Alma, H., Ağaç Malzemenin Monomerik Kimyasal Maddelerle İşlem Görmesiyle Elde Edilen Yeni Bir Ürün, Odun-Plastik Kompoziti , Yeşile Çerçeve , 7 (1992) 30-32.
- (15) VonBonin, W., Ebneith, H., Untersuchungen Über die Roh - Wichte des Rotbuchenholzes, Holz als Roh- und Werkstoff, 3 (1987) 528-754.
- (16) Meyer, J.A., Wood Plastic Materials and Their Current Commercial Applications, Poly-Plastic Technology Engineering , 9, 2 (1977) 181-206 .
- (17) Youngquist, J.A., Mechanical and Physical Properties of Air-Formed Wood-Fiber / Polymer Fiber Composites, Forest Product Journal, 42, 6 (1992) 42-48 .
- (18) Williams, L.H., Mauldin, J. K. , Integrated protection Against Lyctid Beetle infestations, III. Implementing Boron Treatment of Virola Lumber in Brazil, Forest Prod. Journal, 36 (1986) 11-28.
- (19) Ellis, W.O., Rowell, R.M., Reaction of isocyanates With Southern Pine Wood to Improve Dimensional Stability and Decay Resistance, Wood and Fiber Science, 16, 3 (1984) 349-356.
- (20) Kent, J.A., Winston ,A., Boyle, W. R., Preparation of Wood - plastic Composites Using Gamma Radiation to Induce Polymerization ; Effects of Gamma Radiation on Wood, U.S. Atomic Energy Commission Annual Report AT-40-1, Morgantown, West Virginia, 1963.
- (21) Casey, J.P., Pulp and Paper , Vol: I-III Interscience Publishers, New York, 1966.

- (22) White, R.H., Reporting of Fire Incidents in Heavy Timber Structures, Forest Product Journal, 9, 2 (1985) 9-12.
- (23) Rowell, R.M., Konkol, P., Treatments that Enhance Physical Properties of Wood, Gen.Tec. Rep., FPL-55, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory, Madison, WL,1987.
- (24) Richardson , B. A., Wood Preservation, The Construction Press Ltd. , Lancaster, 1978.
- (25) Schneider, M.H., Phillips, J.G., Tingley, D.A., Brebner, K.I., Mechanical Properties of Polymer - impregnated Sugar Maple, Forest Product Journal, 40, 1 (1990) 37-41.
- (26) Malz, H., Kassack, F. , Der Feuchtegehalt Von Buchen Industrie-holz, Holz als Roh-Und Werkstoff, 2, (1971) 56-66.
- (27) İlhan, R., Türkiye'nin Bazı Ağaç Türlerinin Kurşun Kalem Yapımında Değerlendirilmesi imkanları Üzerine Araştırmalar, Doğa Türk Tarım ve Orm-Dergisi, 14 (1990) 202-214.
- (28) İskenderoğlu, E., Bazı Ağaç Türlerinin Kurşun Kalem Endüstrisinde Kullanılma imkânları, Yüksek Lisans, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1993.
- (29) Alma, H., Çeşitli Ağaç Türlerinde Su Alımının ve Çalışmanın Azaltılması, Yük.Lis., K.T.Ü. Fen Bil.Enst., Trabzon, 1991.
- (30) Hafızoğlu, H., Orman Ürünleri Kimyası Ders Kitabı K.T.Ü. Orman Fak., Yayın No: 52, Trabzon ,1982.
- (31) Yıldız, Ü.C., Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun - Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bil.Ens., Trabzon, 1994.
- (32) Young, R.A., Meyer, Heartwood and Sapwood Impregnations With Vinyle Monomers, Forest Product Journal , 18, 4 (1968) 393-409.
- (33) Burmester, A., Becker, G., Untersuchungen Überden Einfluss Von Holzschutzmitteln Auf die Holzfestigkeit, Holz als Roh-und Werkstoff , 21 (1963) 393-409.

- (34) Tetmajer, L., Methoden und Resultate der Prüfung Schweizerischen Bauhölzer, Materialprüfungsamt am Schweizerischen Polytechnikum, Paul Parey Verlag, Zürich, 1986.
- (35) Hatt, W.K., Experiments on The Strength of Treated Timber, USDA , Forest Service, 39 (1986) 221-226.
- (36) Luther, B., The Effect of The Zinc Chloride Process of Preservation on The Strength of Structural Timber, Process AWPA , 17 (1921) 89-114.
- (37) Wilson, T.R., Bateman, E., Results of Some Tests on the Effect of Zinc Chloride on The Strength of Wood , Process AWPA , 17 (1921) 80-88.
- (38) Wilson, T.R., The Effect of Creosote on Strength of Creosoted Fir Timber, Timberman , 31 (1930) 50-56.
- (39) Thunell, B., Dimensions and Structures of Fibres in Tension Wood From of Peuramericana Clane 214, Cellulasa e Carta, 5, 8 (1954) 8-10.
- (40) Schulze, B., The Proportion of Different Types of Cell in Beech Wood, Holz als Roh-und Werkstoff , 15, 3 (1957) 113-121.
- (41) Kollman, F., Principles of Wood Science and Techonology , Solid Wood, Springer - Verlag Berlin Heidelberg, New York, 1968.
- (42) Gillwald, W., Der Einfluss Verschiedener Imprgnier mittel auf die Physikalischen und Festigkeitseigen schaften des Holzes, Holztechnologie , 2 (1961) 4-16.
- (43) Hesp, T., Watson, R.W., The Effects on Water-Born Preservatives Applied By Vacuum - Pressure Methods on The Strength Properties of Wood, Forest Product Journal, 29 (1964) 50-53.
- (44) Thompson, W.S., Effect of Preservative Salts on Properties of Hardwood Veneer, Forest Product Journal , 13 (1964) 124-128.

- (45) Pechman, H.V., Aufsess, H.V., Untersuchungen über den Einfluss Verschiedener Holzschutzmittel auf die Schlabiegefestigkeit von Buchen-Kiefern- und Fichten Holz, Holz als Roh-und Werkstoff , 26 (1968) 115-120.
- (46) Burmester, A., Langzeiteinwirkung von Holzschutzmitteln Auf Physikallische Und Mechanische Holzeigenschaften Holz als Roh-und Werkstoff , 28 (1970) 478-485.
- (47) Isaacs , C.P., The Effect of Two Accerelated Treating Methods on Wood Strength, Process AWPA , 68(1972) 175-182.
- (48) Bendtsen, B.A., Mechanical Properties of Longleaf Pine Treated Waterborn Salt Preservatives, USDA Forest Service , 3 (1984) 480-484.
- (49) Peek, R.D., Strength Properties of Preservative Treated Pine and Spruce Wood After Superheated Steaming, USDA Forest Service, 30 (1984) 120-128.
- (50) Winandy, J.E., Boone, R.S., Bendtsen, B.A., Interaction of CCA Preservative Treatment and Redrying; Effect on the Mechanical Properties of Southern Pine, Forest Product Journal , 35 (1985) 62-68.
- (51) Winandy, J.E., Bendtsen, B.A., Boone, R.S., Effect of Delay Between Treatment and Drying on Toughness of CCA-Treated Southern Pine, Forest Product Journal , 3 (1983) 53-58.
- (52) Knuffel, W.E., The Effect of CCA Preservative Treatment on The Compression Strength of South African Pine Structural Timber, Holz Roh-Und Werkstoff, 37 (1985) 96-99.
- (53) Wazny, J., Krajewski, K.J., Untersuchungen über Den Einflussvon Holzschutzmitteln auf Druck-und Biegefestigkeit des Kiefernholzes, Holztechnologie, 28 (1987) 239-247.
- (54) TS 1476 / Kasım 1984, Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini için Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, I.Baskı, T.S.E., Ankara.

- (55) TS 2470 / Kasım 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Numune Alma Metodları ve Genel Özellikleri I.Baskı , T.S.E. , Ankara.
- (56) TS 53 / Kasım 1981, Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayini için Numune Alma Muayene ve Deney Metodları, I.Baskı, T.S.E. , Ankara.
- (57) Göker, Y., Dursunbey ve Elekdağ Karaçamlarının Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında Araştırmalar, Doktora Tezi, Orman Bakanlığı, O.G.M. Yayınları, Sıra No: 613 / 22, Ankara, 1977.
- (58) Örs, Y., Fiziksel ve Mekaniksel Ağaç Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fak., Yayın No: 11, Trabzon, 1986.
- (59) Akyüz, M., Doğu Ladini Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Trabzon, 1993.
- (60) Örs, Y., Kurutma ve Buharlama Tekniği, K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Teksiri Seri No: 15, Trabzon, 1977.
- (61) Berkel, A., Orman Mahsullerinden Faydalanma Bilgisi, Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından Özel Sayı, Yayın No: 75, İstanbul, 1948.
- (62) Yıldız, Ü.C., Treatment of Wood Specimens in Slate Thickness With PEG-1000, Holz als Roh-Und Werkstoff ,50, (1992) 206-207.
- (63) TS 2474 / Aralık 1976, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini I.Baskı, T.S.E. , Ankara.
- (64) Malkoçoğlu, A., Doğu Kayını Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bil.Ens., Trabzon, 1993
- (65) Hafors, B., The Role of The Wasa in the Development of PEG Preservation Method, Archaeological Wood Properties Chemistry and Preservation, Advances in Chemistry Series, 125, (1990) 195-217.
- (66) Baysal, B., Polimer Kimyası , Cilt I, ODTÜ - Fen Ed.Fak., Yayın No: 33, Ankara, 1981.
- (67) Baysal, B., Polimerizasyon Kimyası , Cilt I, ODTÜ - Fen. Ed. Fak., Yayın No:3, Ankara, 1961.

- (68) Tümsek, M., Emprenye Maddeleri, ilgili Standart Test Metodları ve Türkiye'de Emprenye Maddeleri Üretimi, Yük. Lis., K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1987.
- (69) TS 345 / Ekim 1984 , Ahşap Emprenye Maddeleri Etkilerinin Muayene Metodları, II. Baskı, T.S.E. , Ankara.
- (70) Yıldız, Ü.C., Hafızoğlu, H., Su itici Maddelerle Odunda Su Alınımının Azaltılması, Doğa - Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi , 14, (1990) 368-375.
- (71) ÖRS, Y., Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikle, K.T.Ü. Orman Fak., Yayınları No:112/11, Trabzon, 1982.
- (72) ASTM D 1413 - 76, Standard Method of Testing Wood Preservatives By Laboratory Soilblock Cultures, Annual Book of ASTM Standards , U.S., (1976) 452-460.

ÖZGEÇMİŞ

1967 Yılında Niğde'de doğdu. İlk öğrenimini burada, orta öğrenimini Ankara'da lise tahsilini Trabzon'da tamamladı. Aynı yıl girdiği üniversite sınavında G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Ağaçlıları Endüstrisi Eğitimi bölümünü kazandı. 1989 yılında yüksek öğrenimini bölüm ikincisi olarak tamamladı. Aynı yıl K.T.Ü. Orman Fakültesine Arş. Gör. olarak atandı ve 1991 yılında Fen.Bil.Enst.Yüksek Lisans Programına başladı.

Evli ve iki çocuk babasıdır.