

**T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BARİT VE BOR BİLEŞİKLERİNİN LADİN ODUNUNDA TUTUNABİLME  
ÖZELLİĞİ VE DIŞ MEKAN MOBİLYALARINDA KULLANILABİLME  
OLANAKLARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Seren ÇİÇEK**

**Artvin-2015**

**T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BARİT VE BOR BİLEŞİKLERİNİN LADİN ODUNUNDA TUTUNABİLME  
ÖZELLİĞİ VE DIŞ MEKAN MOBİLYALARINDA KULLANILABİLME  
OLANAKLARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Seren ÇİÇEK**

**Danışman  
Doç. Dr. Hüseyin PEKER**

**Artvin-2015**

**T.C.**  
**ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BARİT VE BOR BİLEŞİKLERİNİN LADİN ODUNUNDA TUTUNABİLME  
ÖZELLİĞİ VE DIŞ MEKAN MOBİLYALARINDA KULLANILABİLME  
OLANAKLARI

Seren ÇİÇEK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12.05.2015

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 01.06.2015

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin PEKER

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Selahattin BARDAK

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin TAN

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, AÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından.....tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun.....tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../.....

Doç. Dr. Turan SÖNMEZ

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

"Barit ve Bor Bileşiklerinin Ladin (*Picea orientalis* (L.) Link) Odununda Tutunabilme Özelliği ve Dış Mekan Mobilyalarında Kullanılabilme Olanakları " adlı bu çalışmada ülkemiz odun türlerinden ve yaygın olarak kullanılan ladin odununun Barit ve Bor türevleriyle emprenye edilebilme özelliği araştırılmış ve bazı fiziksel-mekanik özelliklerden hareketle özellikle dış mekan mobilyalarında kullanım alanlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Özellikle yapılan çalışmalar ışığında ülkemiz kaynaklarından biri olan Barit maddesinin emprenye maddesi olarak kullanımı ve bu maddenin odun üzerinde etkinliği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Yakın ilgi ve desteğini gördüğüm ve konu hakkında bana çalışma imkânı sunan Sayın Hocam Doç. Dr. Hüseyin PEKER'e teşekkürü bir borç bilirim. Yüksek Lisans tezi çalışmaları süresince yardımlarını, fikir ve düşüncelerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Selahattin BARDAK' a ve Yrd. Doç. Dr. Hüseyin TAN'a, Doç. Dr. Hasan BALTAŞ'a çalışmalar boyunca çok büyük desteğini gördüğüm tüm laboratuvar arkadaşlarıma ayrı ayrı teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Son olarak, emeklerini hiçbir zaman ödeyemeyeceğim fedakâr anne ve babama minnet duygularımı ifade etmek isterim.

Seren ÇİÇEK

Artvin - 2015

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>IV</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>V</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>VI</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>VVII</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>VVIII</b>
<b>1. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>1</b>
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Özeti .....	3
1.2.3. Ladin Odununun Özellikleri .....	6
1.2.3.1. Makroskopik Özellikleri .....	6
1.2.3.2. Mikroskopik Özellikleri.....	6
1.2.3.3. Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri .....	6
1.2.3.4. Ladin Odununun Kullanım Alanları .....	7
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>8</b>
2.1. Materyal .....	8
2.1.1. Ağaç Malzeme .....	8
2.1.2. Kimyasal Maddeler .....	8
2.1.2.1. Bor Türevleri.....	8
2.1.2.2. Borik Asit.....	10
2.1.2.3. Boraks (Sodyum Tetraborat Penta Hidrat) .....	11
2.1.2.4. Barit (FeS <sub>2</sub> ).....	12
2.1.2.5. Polivinilasetat Tutkalı (PVA) .....	13
2.2. Yöntem.....	13
2.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması .....	13
2.2.2. Emprenye Çözelti Hazırlığı .....	14
2.2.3. Emprenye İşlemi .....	14
2.2.4. Retensiyon Miktarları ve Oranları .....	15

2.2.5.	Fiziksel Özellikler.....	15
2.2.5.1.	Hava Kuruğu Özgöl Ağırlık.....	16
2.2.5.2.	Tam Kuru Özgöl Ağırlık.....	16
2.2.5.3.	Hacimsel Daralma ve Hacimsel Genişleme Özellikleri.....	17
2.2.5.4.	Su Alma Oranı.....	17
2.2.6.	Mekanik Özellikler.....	18
2.2.6.1.	Eğilme Direnci.....	18
2.2.6.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	18
2.2.6.3.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	19
2.2.6.4.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci.....	19
2.2.6.5.	Yapışma Direnci.....	20
2.2.7.	İstatistiksel Analiz.....	20
<b>3.</b>	<b>BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>22</b>
3.1.	Emprenye Çözültisi Özellikleri.....	22
3.2.	Toplam Retensiyon ve % Retensiyon Değeri.....	23
3.3.	Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulgular.....	25
3.3.1.	Hava Kuruğu ve Tam Kuru Özgöl Ağırlık.....	25
3.3.2.	Boyutsal Stabilite (Hacimsel Daralma,Hacimsel Genişleme,Su Alma Oranı) Değeri.....	27
3.4.	Mekanik Özelliklere İlişkin Bulgular.....	28
3.4.1.	Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü.....	28
3.4.2.	Basınç Direnci ((N/mm <sup>2</sup> ).....	30
3.4.3.	Dinamik (Şok) Eğilme Direnci (Kpm/cm <sup>2</sup> ).....	32
3.4.4.	Yapışma Direnci (N/mm <sup>2</sup> ).....	33
<b>4.</b>	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>36</b>
	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>43</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>48</b>

## ÖZET

Bu çalışmada, Ladin (*Picea orientalis* (L.)Link) odunu barit ve borlu bileşiklerden hazırlanan üç farklı (%1, %3, %5) çözelti konsantrasyonu ile ASTM 1413-76 standartına göre emprenye edilmiş ve bazı fiziksel-mekanik özelliklerde değişimleri araştırılmıştır. Toplam retensiyon, % retensiyon , tam-hava kurusu özgül ağırlık değeri, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, basınç direnci, yapışma direnci ve bazı fiziksel özellikler belirlenmek suretiyle mobilya endüstrisinde (dış mekan) kullanılabilme yeteneği belirtilmiştir.

Deney sonuçlarına göre; en yüksek hava kurusu özgül ağırlık değeri Barit+Ba (0.80 g/cm<sup>3</sup>), tam kuru özgül ağırlık Barit+Ba (0.98 g/cm<sup>3</sup>)' ta gerçekleşirken mekanik özelliklerde en yüksek eğilme direnci değeri Barit+Ba (100 N/mm<sup>2</sup>), eğilmede elastiklik modülü Barit+Bx (55 N/mm<sup>2</sup>), basınç direnci barit+ba (65 N/rmm<sup>2</sup>) , yapışma direnci Barit+Bx (8,47 N/mm<sup>2</sup>)'de gerçekleşmiş olup; en yüksek su alma oranı Bx'te % 121,9 konsantrasyonda gerçekleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler** : Ladin odunu, park-bahçe mobilyası, emprenye, borlu bileşikler

## SUMMARY

### FEATURE RETENTION ON SPRUCE WOOD OF BARITE AND BORON COMPOUNDS AND ABILITY OF USING AT FURNITURE OF OUTDOOR

In this study, Picea (*Picea orientalis* (L.)Link) wood was impregnated according to ASTM 1413-76 standard with the concentration of three different solution concentrations(1%,3%,5%) prepared from barite and boron compounds and changes in some physical-mechanical properties were investigated. Capability of Its use in furniture industry (outdoor) was specified by determining its total retention, % retention, whole air dried specific weight value, bending resistance, elasticity module in bending, pressure resistance, adhesion resistance, and some physical properties.

According to experimental results; while the highest air dried specific weight value was observed in Barite+Ba (0.80 g/cm<sup>3</sup>), whole air dried specific weight value was observed in Barite+Ba (0.98 g/cm<sup>3</sup>); among mechanical properties, the highest bending resistance was obtained in Barite+Ba (100 N/mm<sup>2</sup>), elasticity module in bending in Barite+Bx (55 N/mm<sup>2</sup>), pressure resistance in Barite+Ba (65 N/rmm<sup>2</sup>), and adhesion resistance in Barite+Bx (8.47 N/mm<sup>2</sup>); and the highest intake rate was observed in Bx at 121.9% concentration.

**Keywords:** Spruce wood, park-garden furniture, impregnation, boron compounds.



## TABLolar DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. Bor Elementinin Fiziksel Özellikleri .....	9
Tablo 2. Boraks'ın Teknik Özellikleri .....	11
Tablo 3. Boraks'ın Kimyasal Özellikleri .....	12
Tablo 4. Çözelti Özellikleri.....	22
Tablo 5. Toplam Retensiyon, % Retensiyon ve Duncan Testi Sonuçları .....	23
Tablo 6. Hava Kurusu-Tam Kuru Özgöl Ağırlık Değerleri ve Duncan Testi Sonuçları.....	25
Tablo 7. Su Alma, Çekme, Şişme Oranları (%).....	27
Tablo 8. Eğilme Direnci-Elastiklik Modülü ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm <sup>2</sup> )....	29
Tablo 9. Basınç Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ).....	31
Tablo 10. Dinamik (Şok) Eğilme Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (Kpm/cm <sup>2</sup> ) ...	32
Tablo 11. Yapışma Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ) .....	34

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Ladin Ağacı .....	6
Şekil 2. Emprenye Deney Düzeneği .....	15
Şekil 3. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü Deneyi .....	18
Şekil 4. Yapışma Direnci Deneyi .....	20
Şekil 5. Toplam Retensiyon (Kg/m <sup>3</sup> ) ve % Retensiyon Değişimi .....	23
Şekil 6. Hava Kuruşu Özgül Ağırlık Değişimi .....	26
Şekil 7. Tam Kuru Özgül Ağırlık Değişimi .....	26
Şekil 8. Hacimsel Daralma, Hacimsel Genişleme ve Su Alma Oranı Değerleri .....	28
Şekil 9. Eğilme Direnci Değişimi .....	30
Şekil 10. Eğilme Direnci-Elastiklik Modülü Değerleri.....	30
Şekil 11. Basınç Direnci Değişimi (N/mm <sup>2</sup> ).....	32
Şekil 12. Dinamik Eğilme Direnci Değişimi (Kpm/cm <sup>2</sup> ) .....	33
Şekil 13. Yapışma Direnci Değişimi (N/ mm <sup>2</sup> ).....	35

## KISALTMALAR DİZİNİ

Ba	Borik Asit
Bx	Boraks
EÖ	Emprenye Öncesi
ES	Emprenye Sonrası
EN	Avrupa Standardı (European Standards)
Mo	Tam Kuru Ağırlık
Vo	Tam Kuru Hacim
R	Retensiyon ( $\text{Kg/m}^3$ )
MOE	Elastikiyet Modülü (Modulus of Elasticity)
SAO	Su Alma Oranı

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Türkiye’de orman varlığı 20.199.296 ha olarak bilinmekte olup, Doğu Ladini yaklaşık 350.000 ha’lık alanda yayılış gösteren asli orman ağacı türlerimizden biridir. Bünyesinde yapılan değişiklikler sonucunda çok çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır. Bunların başlıcaları, odun hamuru, selüloz üretimi, direk ve kalıp tahtası imalatı, bina yapımı, taşıt araçları yapımı, marangoz, mobilya, yonga levha ve kaplama sanayii, müzik aletleri yapımı, kalem ve kibrit çöpü imalatıdır (OAE, 1987).

Ağaç malzeme insanoğlunun ilk çağlardan beri çok çeşitli amaçlarla kullandığı en önemli hammaddelerden birisidir. Dünyadaki teknolojik gelişmelerle birlikte ağaç malzemenin kullanım alanları oldukça çeşitlenmiş ve kullanılan miktar da artmıştır. Ancak ağaç malzeme aynı zamanda organik bir madde olduğundan, birçok biyotik ve abiyotik faktörler tarafından degradasyona uğratılmaktadır. Ağaç malzemenin sahip olduğu tüm bu olumsuz özellikler bazı koruyucu önlemler ve emprenye teknikleri ile azaltılabilmektedir. Ağaç malzeme kimyasal maddeler kullanılmadan da alınabilecek önlemlerle bu etkilere karşı bir dereceye kadar dirençli hale gelebilmekte fakat risk faktörlerinin şiddetli ve sürekli olması durumunda kimyasal önlemlere gereksinim duyulmaktadır (Kartal ve Ünamura, 2004).

Ağaç malzemenin diğer yapı malzemelerine göre bazı olumsuz özellikleri şunlardır; Ağaç malzeme yanabilir ve çürüyebilme özelliğine de sahiptir. Ayrıca, higroskopik olması nedeniyle kullanıldığı ortamın sıcaklık ve bağıl nemine göre ulaşacağı denge rutubetinden farklı rutubete sahip olması halinde, denge rutubetine ulaşmaya kadar ortam ile rutubet alış-verişi sonucu boyutlarında değişimler olması gibi dezavantajları da vardır. Bunun yanında, organik bir madde olması nedeniyle böcek ve mantarlar tarafından da tahrip edilebilmektedir (Budakçı, 2003).

Emprenye işlemi ağaç malzemenin bünyesinde oluşan çürüme, yanma ve boyutsal çalışmasını önlemek amacıyla belli standart ve normlara göre özel tesislerde değişik kimyasal maddelerin ağaç malzemeye nüfuz ettirilmesidir. Emprenye işlemi sonu-

cunda ağaç malzemenin ömrü 7-8 kat daha artmaktadır. Doğal koşullarda kalan ağaç malzeme beş yıldan (bazı odun türleri hariç) daha kısa bir zamanda tahrip olabilmektedir (Sheard, 1988).

Ülkelerin hızlı kalkınma süreçlerinde gittikçe artan demiryolu traversleri, telefon ve elektrik direkleri ihtiyacının giderilmesi için yüksek miktarlarda emprenyeli ahşap üretimi gerçekleştirilmektedir. Çürüme riski yüksek olan kullanım yerindeki biyolojik degradasyona karşı emprenye edilerek korunmuş ağaç malzemenin bazı durumlarda çevreye ve diğer canlılara da zararı olabilmektedir. Son yıllarda emprenye maddelerinin kullanımı bazı çevreci kuruluşlar tarafından baskı altında tutulmaktadır (Kartal ve Kantay, 2006).

Kartal ve Kantay (2006); özellikle CCA emprenye maddesinin piknik masaları ve çocuk oyun grubu elemanlarında kullanımından kaçınılması gerektiğini belirtmişlerdir. CCA emprenye maddesinin ABD, Japonya, Almanya, Fransa, İngiltere, Portekiz, Avusturya, İsveç, Norveç, Slovenya ve Slovekya gibi birçok ülkede kullanımı sınırlandırılmıştır. CCA direkt temas edilen ahşap malzemelerde kullanımı yasaklanmasına rağmen (USEPA 2002; USEPA 2003) halen Hindistan, Tayland, Zimbabve, G.Kore, Latvia, Costa Rica, Uruguay, G. Afrika Cumhuriyeti, Venezuela, Malezya, Şili, Meksika, Brezilya gibi ülkelerde kullanılmaktadır . Bununla beraber ABD’de bina temelleri, otoban konstrüksiyonları, telekomünikasyon direkleri ve deniz içi yapılarda kullanılacak ahşabın emprenyesinde kullanılmaktadır (Lebow, 2004).

Çalışmada özellikle bir çok alanda kullanılan fakat dış ortam mobilya endüstrisinde (park,bahçe, kent mobilyası vb) fazla kullanılmayan ülkemiz orman kaynaklarından biri olan ladin odununun yine ülkemiz kaynaklarından olan barit maddesinin gerek tek başına ve gerekse bor türevleriyle ikili işlemlerle kullanmak suretiyle baritin bu odun türünde emprenye edilebilme özelliğini belirlemek ve borla olan ilişkisinin tespit edilerek dış ortamda kullanılabilirliğini kısmende olsa belirlemeye yönelik olarak çalışma gerçekleştirilmiştir.

## 1.2. Literatür Özeti

Orman ürünleri ile mobilya ve dekorasyon sektörünün hammaddesi olan ağaç malzeme uygun kullanım ve koruma yöntemleriyle, artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılamada yeterli olabilecektir. Odun hammaddesi masif, çeşitli levha ve kompozit ürünlere dönüştürülerek çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik zararları engellemek amacıyla, yapısına müdahale edilebilen odun hammaddesi, işlenebilirliğinin kolay olması, ısı ve elektriğe karşı izolasyon özelliği göstermesi, akustik özelliklerinin istenilen düzeyde olması, özgül ağırlığının düşük olmasına karşılık, yüksek mekanik özelliklerine sahip olması nitelikleriyle önemini devam ettirmektedir. Ağaç malzeme kullanımında farklı hava şartları ve boyutlarında meydana gelen değişiklikler, böcek, mantar ve oyucu deniz organizmalarının zararları gibi etkiler dikkate alınmalıdır (Örs, Atar ve Demirci, 2005).

Ağaç malzeme sahip olduğu üstün özellikler nedeniyle günümüzde birçok kullanım yerinde önemini korumaktadır. Kişi başına tüketimin artması ve orman alanlarının gün geçtikçe azalması üretilen ağaç malzemenin uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ağaç malzemenin bileşikleri çevre şartlarına göre kimyasal yada biyolojik etkenlerle bozulmaktadır. Bu olumsuz etkilere karşı ağaç malzemelere kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleri uygulanmaktadır (Higley and King, 1990).

Ağaç malzemenin emprenyesi amacıyla geniş spektrumlu biyositlerin kullanımının sınırlanması ve ağır metaller içeren kimyasal maddelerin oluşturduğu çevresel sorunlar nedeniyle, bor esaslı koruyucu emprenye maddeleri son yıllarda büyük önem kazanmakta ve bu konuda yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Bor esaslı emprenye maddeleri hem masif hem de odun esaslı kompozit malzemelerin korunmasında oldukça önemli maddeler olup, hem odunu degrade eden mantarlara hem de termit ve böcek gibi zararlılara karşı yüksek oranda toksik özellikler taşımaktadır. Bu yüzden borlu emprenye maddeleri odun esaslı malzemeleri toprak üstü yapılarda korumak için önemli kimyasal maddeler olarak kabul edilmektedir (Kartal and Ünamura, 2004).

Borlu Bileşiklerle Emprenye Edilmiş Kayın ve Sarıçam Ağaçlarının Yanma Özelliklerini araştırmıştır. Borlu bileşiklerle emprenye edilmiş kayın ve sarıçam

ağaçlarının yanması neticesinde, en fazla CO miktarı (1077 ppm) Boraks ile emprenye edilmiş kayın ağacı örneklerinde görülmüştür. En az CO miktarı (184 ppm) ise Boraks-Borik Asit karışımı ile emprenye edilmiş sarıçam ağacı örneklerinde, yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı en yüksek (%82,07) kayın ağacının kontrol örneklerinde görülmüş, en düşük değer (%9,89) ise Boraks-Borik Asit karışımı ile emprenye edilmiş sarıçam ağacı örneklerinde elde edildiği bildirilmiştir. Alev kaynaklı yanmada ağırlık kaybı en fazla kayın ağacı kontrol örneklerinde görülmüş, en düşük değer ise Boraks-Borik Asit karışımı ile emprenye edilmiş sarıçam ağacı örneklerinde bulunduğu bildirilmiştir (Uysal ve Kurt, 2005).

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

Aytaşkın (2009), yaptığı çalışmada, boraks ve borik asit gibi çeşitli emprenye maddeleri ile muamele edilmiş kavak, ıhlamur ve kestane odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Emprenye maddelerinin yoğunluk ve ısı iletkenliğini arttırdığını, eğilme direnci ve elastikiyet modülünü ise azalttığını bildirmiştir.

Boraks ile muamele edilen douglas odunu deney örneklerinde higroskopisite değerinin kontrol örneğine kıyasla %3'lük artış olduğu, borik asit ve boraks karışımı (7:3) ile muamele edilen deney örneklerinde kontrol örneğine kıyasla %4,98 azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Acar ve Akaltun,2007).

Baysal v.d. (2003), çeşitli emprenye maddeleri ile muamele edilen kayın odununun mekanik özellikleri isimli çalışmalarında; bor bileşikleri, ticari emprenye maddeleri ve su itici maddeler kullanarak yaptıkları emprenye işleminde, kayın odununun mekanik özelliklerini incelemişler ve borik asit ve boraks karışımı üzerine uygulanan izosiyanat muamelesiyle en yüksek eğilme direncini elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Şimşek (2009), borlu bileşikler muamelesiyle emprenye yaptıkları çalışmada, sarıçam ve doğu kayını odununun mekanik ve fiziksel özelliklerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda; borlu bileşiklerle emprenye işlemi eğilme ve basınç direncini azaltırken, çürüklük direncinde ise artışa sebep olduğunu bildirmiştir.

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

Palmero and Galyon (1991), hızlandırılmış-yaşlandırma ortamında çeşitli borlu bileşiklerle emprenye edilen ağaç malzemenin renk değerleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, borlu bileşiklerin ağaç malzemenin renk stabilitesini artırıcı yönde etkilerinin bulunduğunu, bununla birlikte borlu bileşiklerin renk stabilitesi üzerine etki mekanizmasının tam olarak açıklanamadığını ve konu ile ilgili olarak ilave çalışmalar yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Sefil (2010), Thermo wood ile ısıtma işlemi uygulanan doğu kayını ve Uludağ göknarı odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini incelediği çalışmada farklı sıcaklıklarda 2 saat süre ile ısıtma işlemine tabi tutulmuştur. Deneysel çalışmalar sonucunda ısıtma uygulamasının boyutsal stabilizasyon, ısı yalıtkanlık değeri, elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direncini arttırdığını; denge rutubet miktarı, eğilme direnci ve aşınma direncini azalttığını bildirmiştir.

Kartal (2006), borlu bileşikler ve ısıtma muamelesinin odun özellikleri ( borlu bileşiklerin yıkanması ve mantar ve termit direnci) üzerine etkilerini araştırmıştır. Isıtma işleminin borlu bileşiklerin yıkanması üzerine etkiye sahip olmadığını belirtmiştir. Isıtma işleminin Borik asit ne de di-sodyum oktaborat tehidratla muamele edilmiş örneklerde kahverengi çürüklük mantarlarına karşı mantar direncini arttırmadığını belirtmiştir. Ancak borik asitle muamele edilmiş örneklerin bazı mantarlara karşı çürüklük direncinin 220 C ve 2 saat muameleden sonra arttığını belirtmiştir. Ayrıca di-sodyum oktaborat tehidratla muamele ve 180 C 4 saat ve 220 C de 2 saat ısıtma işlem muamelesi için T versicolor çürüklük direncininin arttığı ifade edilmektedir. Isıtma işlemi ve di-sodyum oktaborat tehidratla muamelesinin sinerjik etkisinin beyaz mantar çürüklüğü ve termitlere karşı direnci arttırdığı belirtilmektedir.



### 1.2.3. Ladin Odununun Özellikleri

#### 1.2.3.1. Makroskopik Özellikleri

Doğu ladininde diri ve öz odun farkı yoktur (Şekil 1). Sarımsı beyaz, olgun odun özelliğindedir. Yıllık halka sınırı belirgindir. İlkbahar-yaz odunu geçişi yavaştır. Reçine kanalları genellikle yaz odununda bulunmaktadır. Öz ışınları çok incedir, gözle görülmezler. Odunu yumuşak ve orta ağırlıktadırlar (Berkel, 1960).



Şekil 1. Ladin Ağacı (URL-1).

#### 1.2.3.2. Mikroskopik Özellikleri

Kuzey Doğu Anadolu'nun sahil kesimleri ile Kafkasya'da doğal olarak yayılmaktadır. Ülkemizde Türkiye-Gürcistan sınırından başlar ve batıda Ordu İli yakınlarında Melet Irmağı ile son bulmaktadır. Bu kesimde dağların yalnızca denize dönük yamaçlarında görülür. Çoğunlukla 900-1500 m yükseltiler arasında karışık, 1500-2200 m, bazen de 2400 m yükseltiler arasında saf ormanlar kurar (Anşin ve Özkan, 1993).

Traheid çapı 20-40, uzunluğu 1.3-4.3mm'dir. Öz ışınları tek sıralı, heterojendir. Karşılaşma yeri geçitleri piceoid tiptedir. Boyuna reçine kanallarını çevreleyen epitel hücreleri kalın çeperlidir. (Berkel, 1960).

#### 1.2.3.3. Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri

İlk yaşlarda büyümesi çok yavaştır. Ancak 8-10 yaşlarından sonra büyüme hızlanmakta, uzun yıllar sürmektedir. Kök sistemi genelde sığdır. Ancak fiziksel özellikleri iyi olan topraklarda kuvvetli yan kökler ve derine inebilen ana kök sistemi

oluşturabilmektedir (Anşin ve Özkan, 1993). Sürgünler gövdeye yerleşmiştir. Genç sürgünler ince, açık renkli ve tüylüdür. Tomurcuk kahverengi, sivri ve reçinesizdir. İğne yaprak uzunluğu 6-11 mm, uçları keskin değil, kör yada küt olarak sonuçlanır. Cilalı görünümlü ve koyu yeşildir (Anşin ve Özkan, 1993).

#### **1.2.3.4. Ladin Odununun Kullanım Alanları**

Doğu Ladini odunundan gerek doğrudan gerekse bünyesinde yapılan değişiklikler sonucunda çok çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır. Bunların başlıcaları, odun hamuru, selüloz üretimi, direk ve kalıp tahtası imalatı, bina yapımı, taşıt araçları yapımı, marangoz, mobilya, yonga levha ve kaplama sanayii, müzik aletleri yapımı, kalem ve kibrit çöpü imalatıdır (OAE, 1989).

Doğu Ladini odunu üzerinde birçok araştırma yapılmış olup, anatomik ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir (Topçuoğlu, 1985, Akyüz, 1993). Ancak iç morfolojik yapısının detaylı olarak bilinmesi ile bu odunun emprenye, kağıt, kimyasal modifikasyon ve kurşun kalem sanayiinde kullanımının artırılmasına ve gelecekteki kullanım alanlarına uygunluk derecesini saptamaya yönelik çalışmalara bilimsel verilerin hazırlanması önemlidir. Doğu Ladini odununun lif morfolojisinin uygunluğu nedeni ile odun hamuru ve kağıt sanayisii için uygun olduğu belirlenmiştir (Bozkurt, 1971).

## **2. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **2.1. Materyal**

#### **2.1.1. Ağaç Malzeme**

Çalışma kapsamında Artvin bölgeden temin edilmiş Ladin tomrukları kullanılmış ve bunlar latalar halinde kesilmiştir. Bunlar, radyal yönde kesilerek diri odun örnekleri (3x3x1.5cm) hazırlanmıştır (Mutlu, 2013).

#### **2.1.2. Kimyasal Maddeler**

Araştırmada emprenye maddesi olarak barit, borik asit, boraks ve konsantrasyonları kullanılmış olup; bu maddelerin genel özellikleri şunlardır:

##### **2.1.2.1. Bor Türevleri**

Bor, ametal (metal olmayan) sınıfında B harfi ile gösterilen bir kimyasal elementtir. Aslında metal ile ametal arasındaki bir sınırdadır. Bor ilk defa 1808 yılında Gay-Lussac, Louis Jacques Thenard ve Sir Davy tarafından bor oksidin potasyum ile ısıtılmasıyla elde edilmiştir. Daha saf bor, ancak bromit veya klorit formlarının tantalum flamenti vasıtasıyla hidrojen ile reaksiyona sokulmasıyla elde edilmektedir. Bor ismi borun tuzu olan borakstan türetilmiştir. Bor mineralleri, içeriğinde değişik oranlarda bor oksit ( $B_2O_3$ ) içeren mineraller olup, dünyada bor elementi kapsayan yüzlerce mineral bulunmasına rağmen ticari öneme sahip olanları çok azdır (Demir, 2006).

Bor elementinin kimyasal özellikleri morfolojisine ve tane büyüklüğüne bağlıdır. Çok küçük boyutlardaki amorf bor kolaylıkla ve bazen şiddetli olarak reaksiyona girmesine rağmen bor kristali kolay reaksiyona girmez. Bor elementi yüksek sıcaklıkta sülfürik asitle reaksiyona girerek borik asit oluşturur (Arslan, 2007 ). Bor elementinin fiziksel özellikleri kısaca Tablo 1.'de verilmektedir.

Tablo 1. Bor Elementinin Fiziksel Özellikleri (Demir, 2006 ).

Özellik	Değeri
Atom Ağırlığı :	10.811 ± 0.005 g / mol
Kaynama Noktası :	2500°C
Yoğunluğu :	2.34g / cm <sup>3</sup>
Oksidasyon Sayısı :	3
Elektronegatifliği :	2.0
İyonlaşma Enerjisi :	191 k cal / g atom
Sertliği :	9.3 Mohs
Kristal Yapısı :	Hexagonal

Ayrıca bor, 2.34 gr/cm<sup>3</sup> özgül ağırlıklı ve 2300 °C de eriyen bir elementtir. Doğada saf halde bulunmaz, ancak oksijenle birleşerek bor tuzları (boratlar) silikatlar halinde bulunur (Toker, 2007). Borik asit, Boraks, Sodyum perborat, Magnezyum borat, Amonyum borat, Di amonyum oktaborat, Trietil borat, Amonyum pentaborat, Çinkoborat, Amonyum fluoborat, Di sodyum oktaborat, Bakır metaborat. Borlu bileşiklerin odun koruma endüstrisinde tercih edilmelerinin nedenleri şöyle özetlenebilir (Hafizoğlu ve ark., 1994).

1. Yangın gibi, ağaç malzemenin yüksek sıcaklıkla karşı karşıya kaldığı durumlarda, dış tabakalardaki suyu süratle dışarı vererek hızla kömürleştirilmesi, böylece kömürleşen dış tabakadan içeriye ısının iletilmesini önleyerek yavaş yanmayı temin etmesi ve yangında acil müdahaleye zaman kazandırarak can ve mal kaybının azaltılması,
2. Mantar ve böceklere karşı yüksek koruyuculuk etkisi,
3. Özellikle taze haldeki keresteye süratle ve derinlemesine nüfuzu ve böylece empenyede pahalı tekniklere ihtiyaç duyulmaması,
4. Ülkemizde, ucuza bolca bulunabilme imkanı,
5. Arsenikli, florlu veya çevreye yayılma imkânı bulunan asidik ve bazik zehirli bileşikleri içermemesi nedeniyle çevre dostu olması,
6. Suda veya yüksek rutubetli ortamlarda çözünübilirliği nedeniyle daha önceden koruyucu işlem görmüş veya görmemiş ahşap konstrüksiyonlarda tuz çubukları şeklinde ahşap üzerinde açılan deliklere yerleştirilmesi ve

buralarda su veya rutubet etkisi ile çözünerek malzemeye yayılması yoluyla tahribata engel olması vb.

Türkiye’de bilinen bor yatakları özellikle Kırka/Eskişehir, Bigadiç/Balıkesir, Kestel/Bursa ve Emet/Kütahya’da bulunmaktadır (URL -2, 2015).

#### **2.1.2.2. Borik Asit**

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O kimyasal formülüne sahip borik asit düşük sıcaklıklarda eriyebilen ve bileşimdeki diğer oksitleri etkileyerek eritebilen bir oksittir. Tek başına suda ve asitlerde kolay çözünür. (Ağaoğlu, 2006). Borik asit doğada mineral halinde bulunabilir. Fakat daha çok çözeltilerde bulunur. Küçük öz biçimli, beyaz ve yağlı parlak görümlü kristaller şeklinde, doğal olarak amonyum tuzları ve kükürtle birlikte volkan bacalarında ve sıcak su kaynakları etrafında bulunur (Kavak, 2004). Laboratuarda borik asit, bor halojenürlerin hidrolizinden elde edilir. Ticari maksatlı borik asit, boraks çözeltilisine klorür veya sülfürik asit ilavesiyle elde edilir. Ticari borik asit % 99,9 saflıktadır. Seramik bünyelerde borik asit ilavesi, sinterleme esnasında camsı faz oluşumunda ve camsı fazın viskozitesinin düşmesi üzerinde etkisi vardır (Cook, 2002).

Borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), molekül ağırlığı 61,83 g/mol, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 56,3, ergime noktası 169°C, özgül ağırlığı 1,44, oluşum ısısı -1089 kJ/mol, çözünme ısısı 22,2 kJ/mol olan kristal yapılı bir maddedir. Oda sıcaklığında sudaki çözünürlüğü az olmasına rağmen, sıcaklık yükseldikçe çözünürlüğü de önemli ölçüde artmaktadır. Bu nedenle sanayide borik asidi kristallendirmek için genellikle doymuş çözeltiyi 33 80°C'den 40°C'ye soğutmak yeterli olmaktadır. Bor minerallerinden geniş ölçüde üretilen borik asit başlıca; cam, seramik ve cam yünü sanayinde kullanılmakta olup kullanım alanları çok çeşitlidir. Borik asit, bor minerallerinin genel olarak sülfürik asit ile asitlendirilmesi ile elde edilmektedir. Türkiye'de borik asit üretimi başlıca;

Bandırma'daki Etibor A.Ş. Boraks ve Asit Fabrikaları İşletmeleri tarafından yapılmaktadır. Borik asit, ısıya dayanıklı borosilikat camı ve aynı zamanda cam elyafı üretiminde kullanılır. Metalurjide kaynak ve bakırın pirinçle kaplanması için de kullanılır. Ahşap malzemeyi havaya karşı korumada ve kumaşları ateşe dayanıklı hale getirmede kullanılır. Dahilen kullanıldığında borik asit zehirleyicidir. Özellikle

çocuklar için çok az miktarı dahi zehirlidir. Borik asit haricen hafif antiseptik olarak kullanılır. Göz damlasında, ağız gargarası ve kozmetikte kullanılır. Yara tozlarının içine de katılabilir. Suların sertliğini gidermekte de faydalıdır. (Anonim, 1997).

### 2.1.2.3. Boraks

Boraks, taze haldeki kerestenin difüzyon metodu ile emprenyesinde kullanılan bir maddedir. Kereste kalınlığı ile ilgili olarak % 5-15 konsantrasyon tavsiye edilir. Bu maddeler yongaların depo edilmesi halinde de koruyucu olabilmektedirler. Ayrıca borlu bileşiklerin polietilen glikol'ü (PEG) çözeltileri, sulu çözeltilerine göre diğer emprenye maddelerine oranla tüm yıkanma süreleri itibarıyla daha olumlu yönde daralmayı engelleyici etki göstermişlerdir (Baysal, 2003).

Periyodik sistemin üçüncü grubunun başında bulunan bor elementi, kütle numaraları 10 ve 11 olan iki kararlı izotopundan oluşur. Bor yüksek sıcaklıkta su ile reaksiyona girerek borik asit ve bazı diğer ürünler oluşturur. Mineral asitleri ile reaksiyonu, konsantrasyona ve sıcaklığa bağlı olarak yavaş veya patlayıcı olabilir ve ana ürün olarak borik asit oluşur.

Boraksın teknik özellikleri Tablo 2'de, çalışmada kullanılan Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne ait işletmelerde üretilen boraksın kimyasal özellikleri ise Tablo 3'de verilmiştir (URL-3).

Tablo 2. Boraks'ın Teknik Özellikleri (Çalım, 2013).

Bileşimi	% 21,28 Na <sub>2</sub> O / % 47,80 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / % 30,92 H <sub>2</sub> O
Molekül ağırlığı	291,3
Özgül ağırlığı	1,815 g/cm <sup>3</sup>
Dökme ağırlığı	980 kg/m <sup>3</sup>
Erime noktası	741 °C

Tablo 3. Boraks'ın Kimyasal Özellikleri

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

#### 2.1.2.4. Barit (BaSO<sub>4</sub>)

Baryum sülfattan oluşan bir mineraldir. Barit genellikle beyaz renklidir, fakat sarı, esmer, pembe, açık yeşil, açık mavi, gri ve siyah renkli olanlarına rastlanmaktadır. Baryumun ana kaynağıdır. Işıma yapan şekline bazen Bologna Taşı da denir. Bazen yumru, bazen de kumtaşları içinde, "çöl gülleri" denen ve güle benzer parçalar halinde bulunur. Mat, bazen yarı saydam olan barit camı veya reçine parlaklığına sahiptir. Kokusuz, tatsız ve renksiz ortorombik kristal veya beyaz şekilsiz bir tozudur. Su, asit, alkali veya organik çözücülerde çözünmez; kararlı yapıya sahiptir. Erime noktası 1.580 °C , bağıl moleküler kütlesi 233.39, sertliği 2,5-3,5 olup, özgül, ağırlığı 4,3-4,6 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişir. Kimyasal bileşimi BaSO<sub>4</sub> şeklinde olup, % 65,70 BaO, % 34,30 SO<sub>3</sub> içerir. Baryum oranı ise % 58,8 dir. Baritin yoğunluğunun yüksek olması, aşındırıcılığının düşük olması, yüksek basınç ve ısıya karşı stabil olması, manyetik özelliğinin olmaması, çeşitli kaynaklardan kolay ve ucuz maliyetle elde edilebilmesi sondaj sektöründe yaygın olarak tüketimini sağlamaktadır (URL-4, 2006).

Barit kullanımı genel olarak üçe ayrılarak incelenir: Sondajlık (%90), kimyasal (%7) ve dolgu malzemesi (%3).

Kaba haliyle ya da sadece yıkama, sudan geçirme, eleme, yüzdürme ve manyetik ayırma gibi basit işlemlerden geçirilen barit ilk ürün olarak alıcı bulur. Kaba hâldeki baritin çoğunluğu minimum bir saflığa ve yoğunluğa ulaşana kadar işleminden geçirilir. Ağır çimento olarak kullanılan barit ezildikten sonra elenerek aynı büyüklüğe getirilir. Baritin çoğu öğütülerek sanayi ürünlerinde katkı malzemesi

olarak ya da petrol veya doğalgaz kuyularını açarken ağırlık yapan katkı malzemesi olarak kullanılır. Dünya üzerinde sondajda kullanılan barit, API 13A uluslararası standardına göre, Türkiye'de ise TS 919 standardına göre üretilmektedir.

Barit boya ve kâğıt yapımında da kullanılır. Her ne kadar baritin içinde ağır metal olan baryum bulunsa da , baryumun yüksek çözünürlüğü nedeniyle birçok hükümet tarafında toksik maddeler arasında sayılmaz (URL-4, 2006).

#### **2.1.2.5. Polivinilasetat Tutkalı (PVA)**

Polivinilasetat; kömür, kireç, su ve sirke asidinin polimerizasyonu yolu ile üretilmektedir. Kok kömürü ve kireç karışımı, fırında ısıtılarak karpit ( $\text{CaC}_2$ ) elde edilir. Kızgın karpitin üstüne su püskürtülmesiyle, asetilen gazı ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) açığa çıkmakta ve asetilen gazı ile sirke asidinin ( $\text{CH}_3\text{CCOH}$ ) birleşmesinden, Vinilester meydana gelmektedir. Vinilester moleküllerinin polimerleştirilmesi ile de polivinilasetat elde edilir. Polivinilasetat tutkalının, soğuk şartlarda preslenmesi için ideal sıcaklık  $20^\circ\text{C}$ 'dir.  $10^\circ\text{C}$  altındaki sıcaklıklarda, tutkal kireçleşmekte ve özelliğini kaybetmektedir. Tutkaldaki sertleşme, tamamen fiziksel olarak gerçekleşmekte ve sıcaklık arttığında sertleşme süresi azalmaktadır. Oda sıcaklığında, minimum presleme süresi, 4 saattir. Sıcak preslemede, maksimum  $80^\circ\text{C}$  sıcaklık ve 8-10 dakika presleme süresi uygulanmaktadır.  $80^\circ\text{C}$ 'nin üstündeki sıcaklıklarda tutkalda çözülme meydana gelmekte ve sertleşmemektedir. Sıcak preslemeden sonra  $50^\circ\text{C}$ ' a kadar, iş parçası, preste sıkılı vaziyette kalmalıdır ( Gürtekin, 2002).

## **2.2.Yöntem**

### **2.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması**

Örneklerin hazırlanmasında kullanılan ağaç malzemelerin düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusurları bulunmayan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış diri odun kısımlarından TS 2470'e göre hazırlanmıştır.



Hava kurusu haldeki ağaç malzemelerden, liflere dik eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü için TS EN 2474 standartlarına uygun ve 20x20x300 ±1mm ölçülerinde 180 adet, liflere paralel basınç direnci deneyi için TS 2595 esaslarına göre ve 20x20x30 ±1 mm boyutlarında 180 adet, dinamik eğilme (şok) direncini belirlemek için TS 2477 standartlarında 20x20x300 ±1mm ölçülerinde 180 adet deney örneği hazırlanmıştır.

### **2.2.2. Emprenye Çözelti Hazırlığı**

Çözeltiler % 1, %3, %5 Konsantrasyonunda hazırlanmış olup; Barit, borikasit, boraksın toz halinde kullanılması çözünme işlemini kısmen de olsa kolaylaştırmıştır. Çözeltiler destile su ile hazırlanmış, gerek tek başına ve gerekse karışım halinde hazırlık aşamalarında kademeli sıcaklık uygulaması gerçekleştirilmiştir. Barit ve diğer emprenye maddelerinin ergime noktalarının farklı olmasından dolayı sıcaklık 150-500 °C kadar uygulanmış ve emprenye aşamasında da ısının 150-200 °C olmasına özen gösterilmiştir. Tuzlar da % 100 çözünme Olması her zaman mümkün olmamakla beraber kullanılan madde tipine bağlı olarak değişim gösterdiği yapılan bir çok çalışmalarda bildirilmiştir. İkili karışımlarda (ağırlık : ağırlık ) esasına göre çözeltiler hazırlanmıştır.

### **2.2.3. Emprenye İşlemi**

Emprenye işlemi ASTM–D 1413-76 ‘da belirtilen koşullarda gerçekleştirilmiştir. Bunun için 100x50x30 mm boyutlarında hazırlanan odun örnekleri, 60 cm Hg-1 (Hg-1:Vakum)’ya eşdeğer ön vakum 60 dk süreyle uygulandıktan sonra, 60 dk süreyle normal atmosfer basıncında çözelti içerisine bırakılmıştır. Emprenye maddesi tutunma oranının belirlenmesi ve odunun rutubetinden etkilenmemesi için örnekler emprenye öncesi ve sonrası tam kuru hale getirilmiştir. Tüm fiziksel ve mekanik testleri yapılacak örnekler de emprenye işlemi gerçekleştirilmiştir. Emprenye sonrası örneklerin absorbe ettiği emprenye maddesi miktarı (toplam retensiyon ) ve % retensiyon miktarları hesaplanmıştır. Emprenye deney düzeneği Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Emprenye Deney Düzenegi (Baysal ve ark., 2006)

#### 2.2.4. Retensiyon Miktarları ve Oranları

Emprenye maddesi tutunma (retensiyon) miktarları (R: Kg/m<sup>3</sup>) ve % retensiyon oranları (R: %) örnekler emprenye öncesi ve sonrası tam kuru hale getirildikten sonra, aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

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

$$G = T_2 - T_1$$

T<sub>1</sub>= Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı (g)

T<sub>2</sub>= Emprenye sonrası deney örneğinin ağırlığı (g)

V= Örnek hacmi (%), C= Çözelti konsantrasyonu (%)

$$R(\%) = \frac{Moes - Moeö}{Moeö} \times 100$$

Moes= Emprenye sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)

Moeö= Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g) (Örs ve ark., 2011)

#### 2.2.5. Fiziksel Özellikler

Ağaç malzemenin fiziksel özelliklerinden; hava kurusu özgül ağırlık, tam kuru özgül ağırlık ve boyutsal stabilite deneyleri yapılmıştır.

### 2.2.5.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık

Deney örneklerin rutubetleri TS 2471, yoğunlukları ise TS 2472 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Standartlara göre; deney örnekleri  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve %  $65 \pm 5$  bağıl nem şartlarındaki kabinde değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar bekletildikten sonra 0,01g duyarlıklı terazi ile tartılmıştır. Aynı zamanda boyutları  $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kompas ile ölçülerek hacimleri stereo metrik metot ile belirlendikten sonra hava kuru haldeki ağırlık ( $M_{12}$ ) ve hacim ( $V_{12}$ ) değerine göre hava kuru yoğunluk ( $D_{12}$ ) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Özçifçi, 2001).

$$D_{12} = M_{12}/V_{12}$$

Burada; ( $D_{12}$ ): Hava Kuru özgül ağırlık ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ),

( $M_{12}$ ) : Deney numunesinin hava kuru ağırlığı (g),

( $V_{12}$ ) : Deney numunesinin hava kuru hacmi ( $\text{cm}^3$ ) tür.

### 2.2.5.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

Deney örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerini belirlemek için hava kuru haldeki örneklerden yararlanılmıştır. Bu maksatla TS 2472 esaslarına uyulmuş; hava kuru haldeki örnekler  $103 \pm 2$  °C sıcaklıktaki havalandırılabilen etüvde değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuştur. Tam kuru hale gelen örnekler, kurutma fırınından alınarak içerisinde  $\text{CaCl}_2$  bulunan desikatörde soğutulduktan sonra 0,001 g duyarlıklı elektronik terazide tartılmıştır. Örneklerin boyutları  $\pm 0,01$  mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri stereo metrik metod ile hesaplandıktan sonra tam kuru özgül ağırlıkları ( $D_0$ ), tam kuru ağırlık ( $W_0$ ) ve hacim ( $V_0$ ) değerlerine göre;

$$D_0 = W_0/V_0 \text{ g/cm}$$

Formülde;

$D_0$  : Tam kuru yoğunluk ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$W_0$  : Tam kuru ağırlık (g)

$V_0$  : Tam kuru hacim ( $\text{cm}^3$ ) (Çalım, 2013)

### 2.2.5.3. Hacimsel Daralma ve Hacimsel Genişleme Özellikleri

Daralma ve genişleme yüzdeleri; TS 4083, 4084, 4085 ve 4086 standartlarına göre belirlenmiştir. Her örnek ağacın 2 metrelik gövde kısımlarından enine kesit ölçüleri 20×20 mm ve uzunluğu 30 mm olan örnekler hazırlanmıştır. Daralma yüzdelerini hesaplamak için hava kurusu hale getirilen örnekler, rutubetleri lif doygunluk noktasını aşmıyaca kadar 20±5 °C sıcaklığındaki su içerisine batırılarak bekletilmiştir. Üç gün ara ile yapılan ölçümlerle, iki kontrol deney örneğinin aynı doğrultularındaki değişimler kontrol edilmiştir. Artarda yapılan iki ölçme arasındaki farkın 0,02 mm'yi aşmaması durumunda suya batırma işlemine son verilmiştir. Örnek boyutları ±0,01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Deney örnekleri hava kurusu hale gelinceye kadar laboratuvar koşullarında bekletildikten sonra kurutma fırınına yerleştirilmiştir. Kurutma fırınında 103±2 °C sıcaklıkta tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru haldeki boyutları ±0,01 mm duyarlıkta ölçülmüştür (Bozkurt ve Göker., 1996).

### 2.2.5.4. Su Alma Oranı

Absorbe edilen su miktarı bakımından, emprenyeli örnekler ile kontrol örneklerini karşılaştırmak amacıyla, örnekler, oda şartlarında, destile (saf) su içinde 6, 24, 48 ve 72 saat bekletilmiştir. Her bir suda bekletme periyodunun sonunda örnekler, sudan çıkarılmış, kâğıtla kurulanmış ve hemen tartılmıştır. Böylece, her bir örneğin aldığı su miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Rowell 1985; Schchneider,1980).

$$SA=[(As - Ao) / Ao] \times 100$$

Burada;

SAO = Su alma (absorpsiyon) oranı (%),

As = Suda bekletilen örneğin ağırlığı (g)

Ao = Örneğin tam kuru ağırlığı (g)'dir.

## 2.2.6. Mekanik Özellikler

### 2.2.6.1. Eğilme direnci

Eğilme direnci deneyleri TS 2474/1976 esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Örnekler 20x20x360 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Örnekler zımparalanmış; iklimlendirme dolabında  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\% 65 \pm 5$  bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık  $\%12$  olması sağlanmıştır. Deneyler yapılmadan önce tüm örnekler hava kurusu hale getirilmiş ve  $\pm 0,01$  mm duyarlığa sahip olan dijital bir kumpasla örneklerin radyal yönü genişlik teğet yönü ise yükseklik olarak alınmak suretiyle genişliği ve yüksekliği ölçülmüştür. Daha sonra üniversal test makinesinin yükleme mekanizmasının hızı  $1,5 \pm 0,5$  dakikada kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Aşağıda verilen eşitlik yardımıyla eğilme direnci hesaplanmıştır.(Çıtak, 2012). Eğilme direnci deneyi Şekil 3'te gösterilmiştir.

$$\delta_e = (3 \times P_{\max} \times L_s) / (2 \times b \times h^2) \quad \text{Formülde;}$$

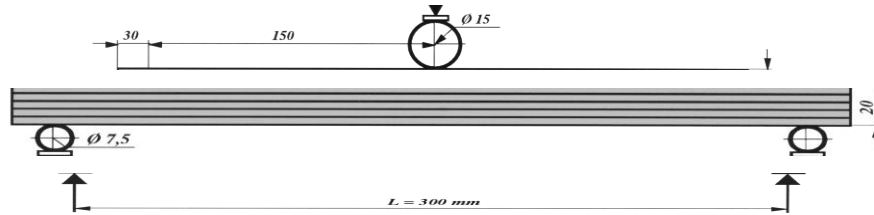
$\delta_e$ : Eğilme direnci (N/mm<sup>2</sup>)

$P_{\max}$ : Kırılma anındaki kuvvet (N)

$L_s$ : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

$b$ : Örnek genişliği (mm)

$h$ : Örnek kalınlığı (mm)



Şekil 3. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü Deneyi (Mutlu, 2013).

### 2.2.6.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilme direnci denemeleri için aynı boyutlardaki numunelerde Emodülü denemeleri yapılmıştır. Deformasyonların tespitinde özel bir tensometreden yararlanılmıştır. E-modülünün bulunmasında ise aşağıdaki eşitlikten faydalanılmış ve elastiklik sınırına kadar olan bölgede her 20 kp'ta bir, örnekte oluşan deformasyon okunarak her biri

için ayrı ayrı E-modülü bulunmuştur. Bunların ortalaması alınarak her bir deneme numunesi için ayrı bir E-modülü saptanmıştır.

$$E = (\Delta P \times L_s^3) / (4 \times f \times b \times h^3) \quad \text{Formülde;}$$

E: Elastikiyet modülü (N/mm<sup>2</sup>)

$\Delta P$ : Elastik bölgedeki kuvvet (N)

$L_s$ : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b: Örnek genişliği (mm)

h: Örnek yüksekliği (mm)

f: Eğilme miktarı (mm)

### 2.2.6.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci denemelerinde enine kesiti 20x20x30 mm olan numuneler klimatize edilerek hava kurusu (% 12) rutubete getirilmiş ve daha sonra ağaç malzeme deneme makinasında liflere paralel yönde basınca tabi tutulmuş ve böylece kırılma anındaki maksimal basınç değeri saptanmıştır. Daha sonra makinada okunan kırılma anındaki maksimal basınç değeri numune enine kesit alanına bölünerek kg/cm<sup>2</sup> olarak basınç direnci bulunmuştur (TS 2595 , 1977).

$$\delta_b = P_{\max} / a \times b \quad \text{Formülde;}$$

$\delta_b$  : Liflere paralel basınç direnci (N/mm<sup>2</sup> )

a,b: Örnek enine kesit boyutları (mm)

$P_{\max}$  : Kırılma anındaki kuvvet (N)

### 2.2.6.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Dinamik Deneyler TS 2477/1976 (1976) esaslarına göre yürütülmüştür. Deney örnekleri 20x20x300 mm boyutlarında hazırlandıktan sonra iklimlendirme dolabında  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\% 65 \pm 5$  bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık %12 olması sağlanmıştır. İklimlendirme işleminden sonra, örneklerin radyal yönü genişlik, teğet yönü de kalınlık alınmak suretiyle boyutları örneğin ortasından  $\pm$

0,01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler makineye çarpma, radyal yüzeye olacak şekilde yerleştirilmiştir. Aşağıdaki formülle hesaplanmıştır ;

$$\delta \text{ } \xi = W / (b \times h)$$

$$\xi = \text{Sok direnci (kpm/cm}^2\text{)}$$

$$W = \text{Örnek kırıldığında elde edilen iş miktarı (kpm)}$$

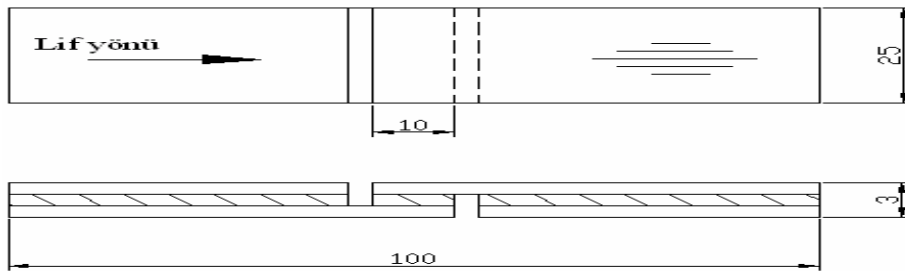
$$b = \text{Örnek genişliği (cm)}$$

$$h = \text{Örnek yüksekliği (cm)}$$

### 2.2.6.5. Yapışma Direnci

TS EN 205 standartlarında belirlenen esaslara göre parça kalınlığı 5 mm olacak şekilde, 10x20x150 mm ebatlarında net ölçülerde hazırlanmıştır. Tutkal türü, sıcaklık, bekletme süresi, kesit, sevk hızı, tekerrür ve ağaç türüne göre her grubu temsil edecek şekilde örnek hazırlanmıştır. Deney örneklerinin yapışma yüzeyine 5 mm/dk yükleme hızıyla kademeli çekme kuvveti uygulanarak Üniversal test cihazı ile tutkal hattından koparılmaya çalışılmıştır. Tutkal olarak poliüretan tutkalı kullanılmış, üretici firma kriterlerine uyulmuştur. Kopma anındaki maksimum kuvvet (Fmax) tespit edilerek yapışma direnci ( $\sigma_y$ );  $A = a \times b =$  yapışma yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ ) dir. Yapışma direnci deneyi Şekil 4'te gösterilmiştir. Yapışma direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Özcan, 2011).

$$\text{Yapışma Direnci: } \sigma_y = F_{\text{max}} / A \text{ ( N/mm}^2\text{)}$$



Şekil 4. Yapışma Direnci Deneyi (Özalp, 2009).

### 2.2.7. İstatistiksel Analiz

Ağaç malzemenin bazı teknolojik özelliklerinin istatistiksel analizinde SPSS 15.0 for Windows programı kullanılmıştır. Emprenye maddeleri ve emprenye edilmiş ağaç malzemelerin bazı teknolojik özellikleri arasındaki farkın belirlenmesi amacıyla

Basit varyans Analizi (BVA) yapılmış; gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesi için ( $\alpha = 0.05$ ) güven düzeyinde Duncan testi uygulanmıştır.



### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Emprenye Çözeltisi Özellikleri

Emprenyede kullanılan çözelti özelliklerine ilişkin bulgular Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. Çözelti Özellikleri

Grup No	Çözelti (%)	Emprenye Maddesi	Çözücü Madde	Oda Sıcaklık (°C)	Ph	Yoğunluk (g/ml)		
I	1%	Barit	DS	22 °C	6,86	6,88	0,952	0,952
	3%		DS	22 °C	6,42	6,4	0,979	0,979
	5%		DS	22 °C	5,51	5,5	1,037	1,037
II	1%	Barit+Ba	DS	22 °C	7,53	7,53	1,001	1,001
	3%		DS	22 °C	5,23	5,24	0,947	0,947
	5%		DS	22 °C	5,02	5,01	0,945	0,945
III	1%	Barit+Bx	DS	22 °C	5,97	5,96	0,945	0,945
	3%		DS	22 °C	7,22	7,2	0,95	0,95
	5%		DS	22 °C	6,88	6,9	0,936	0,936
IV	1%	Ba	DS	22 °C	6,01	6,01	0,962	0,962
	3%		DS	22 °C	7,87	7,86	0,972	0,972
	5%		DS	22 °C	7,81	7,8	0,996	0,996
V	1%	Bx	DS	22 °C	6,89	6,9	0,949	0,949
	3%		DS	22 °C	7,25	7,26	0,947	0,947
	5%		DS	22 °C	7,62	7,63	0,988	0,988
VI	1%	Barit+(ba+bx)	DS	22 °C	7,73	7,74	0,952	0,952
	3%		DS	22 °C	7,71	7,72	0,937	0,937
	5%		DS	22 °C	6,42	6,4	0,951	0,951

DS:Destile su EÖ: Emprenye öncesi ES: Emprenye sonrası

Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen pH ve yoğunluk değerlerinde önemli bir değişme olmamıştır. Bu durum her emprenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanmıştır. pH değerinin asidik yapıya yakın olması odunda hidroliz olayını düşündürmektedir. Örs'ün yapmış olduğu çalışmada benzer bir sonuç bulunmuş ve bu durumun her seferinde taze çözelti ile çalışmaktan kaynaklandığını bildirmiştir (Örs, 2001).

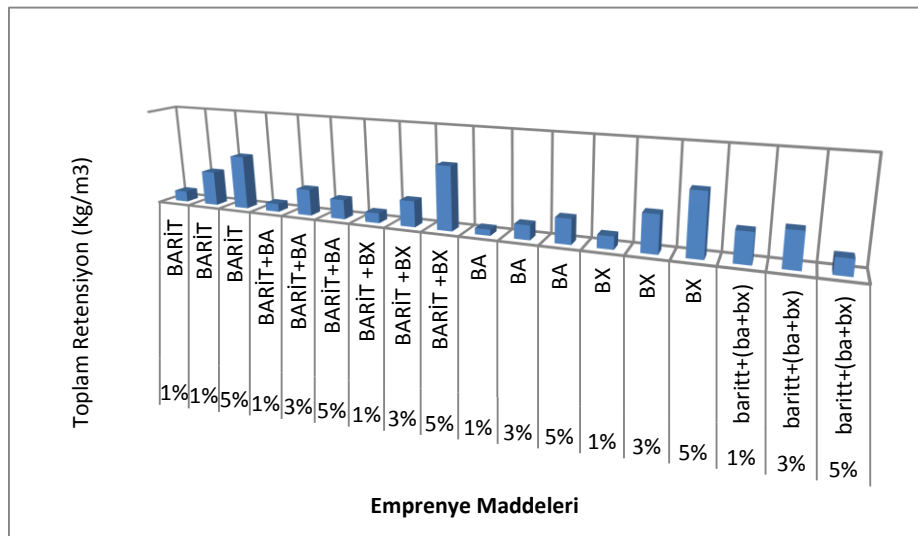
### 3.2. Toplam Retensiyon ve % Retensiyon Değeri

Toplam retensiyon, % retensiyona ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 5'da, bunlara ilişkin grafik Şekil 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Toplam Retensiyon, % Retensiyon ve Duncan Testi Sonuçları

S.No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	Toplam Retensiyon (Kg/m <sup>3</sup> )	HG	BVA Analizi	Retensiyon (%)	HG	BVA Analizi
I	1%	Barit	22,3	C	<b>p&lt;0.05: 0.045</b>	2,46	J	<b>p&lt;0.05: 0.053</b>
	3%		71,9	E		3,92	F	
	5%		111,53	C		7,35	B	
II	1%	Barit+Ba	16,9	P		1,38	N	
	3%		54,68	H		2,95	I	
	5%		40,5	K		2,02	L	
III	1%	Barit+Bx	20,6	Ö		4,05	E	
	3%		53,25	I		6,15	C	
	5%		130,21	A		9,31	A	
IV	1%	Ba	12,47	R		1,35	N	
	3%		29,31	M		2,18	K	
	5%		50,29	J		3,76	G	
V	1%	Ba	25,33	N		1,49	M	
	3%		75,12	D		4,68	D	
	5%		124,7	B		6,12	C	
VI	1%	Barit (Ba+Bx)	60,33	G	3,11	H		
	3%		71,18	F	4,07	E		
	5%		31,87	L	1,94	L		

**HG:** Homojen gruplar ( **p<0.05** yanılma olasılığı ) **K:**Konsantrasyon



Şekil 5. Toplam Retensiyon (Kg/m<sup>3</sup>) ve % Retensiyon Değişimi

BVA ve Duncan testi sonuçlarına göre; %5 Barit+Bx' ta ( $130,21 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 Ba'te ( $12,47 \text{ Kg/m}^3$ ); en yüksek % retensiyon %5 Barit+Bx'ta (% 9.31), en düşük %1 Barit+Ba'te (%1,38) gerçekleşmiştir. Çözelti konsantrasyonu arttıkça toplam retensiyon miktarının arttığı belirlenmiştir. I. grup emprenye maddesinde barit'te en yüksek % 5 ile ( $111,53 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $22,3 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. II. grup emprenye maddesinde barit+Ba 'te en yüksek % 3 ile ( $54,68 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $16,9 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. III. grup emprenye maddesinde barit+Bx 'te en yüksek % 5 ile ( $130,21 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $20,6 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. IV. grup emprenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 5 ile ( $50,29 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $12,47 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. V. grup emprenye maddesinde Bx 'te en yüksek % 5 ile ( $124,7 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $25,33 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. VI. grup emprenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx )'te en yüksek % 3 ile ( $71,18 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %5 ile ( $31,87 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. Görüldüğü gibi % 5 konsantrasyonlarda değerler genelde yüksektir. %1 konsantrasyonlarda ise değerler düşük olarak gözlenmiştir. Çözelti konsantrasyonu arttıkça toplam retensiyon miktarının arttığı tespit edilmiştir. Bu durum çözelti özelliği, odun türü, anatomik yapı vb nedenlerden kaynaklanabilir. Vakum-basınç yöntemi ile emprenye işlemi sonunda, emprenye maddelerinin ağaç malzemedeki retensiyon oranı belirlenmiştir. En yüksek retensiyon oranı (% 1,53) Imersol AQUA ile emprenye yapılan göknar odununda, en düşük (% 0,59) Tanalith-E ile emprenye edilen göknar odununda tespit edilmiştir. Bu durumun emprenye maddesinin viskozitesinden ve Asidik veya Bazik özelliğinden dolayı kaynaklandığı söylenebilir (Kaçamer, 2010). Özçifci ve Batan, (2009) retensiyon miktarını en fazla sarıçamda ( $19,39 \text{ kg/m}^3$  - % 21,81), en az meşede ( $8,742 \text{ kg/m}^3$  - % 9,15) tespit etmişler; en yüksek değerlerin sarıçam örneklerinde elde edilmesinin iğne yapraklı ağaçların boyuna yönde sıvı akışını sağlayan geçit çiftlerinin açık olması ve böylece fazla emprenye maddesi depo etmesinden kaynaklanabileceği bildirmişlerdir.

### 3.3. Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulgular

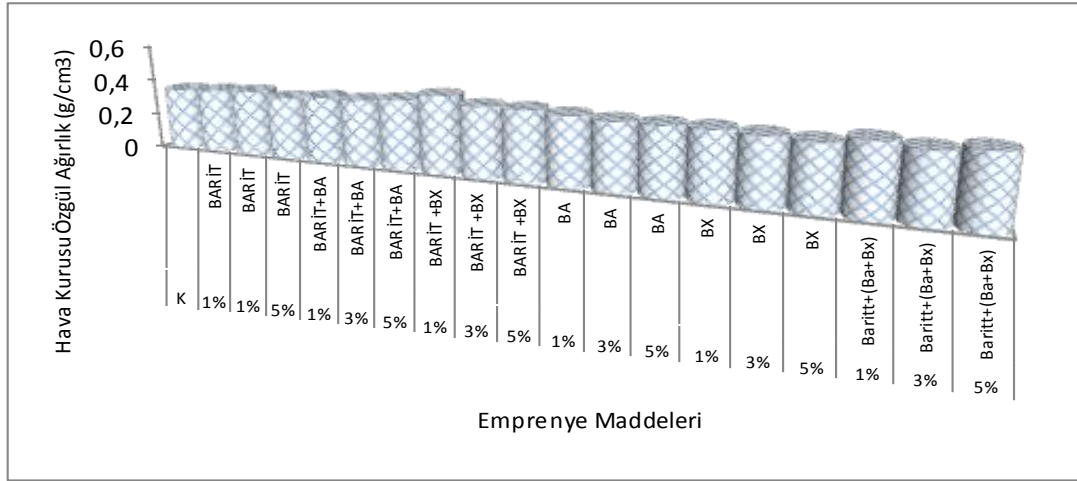
#### 3.3.1. Hava Kuru ve Tam Kuru Özgül Ağırlık

Hava kuru ve tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 6'de, bunlara ilişkin grafik Şekil 6 ve Şekil 7 'de verilmiştir.

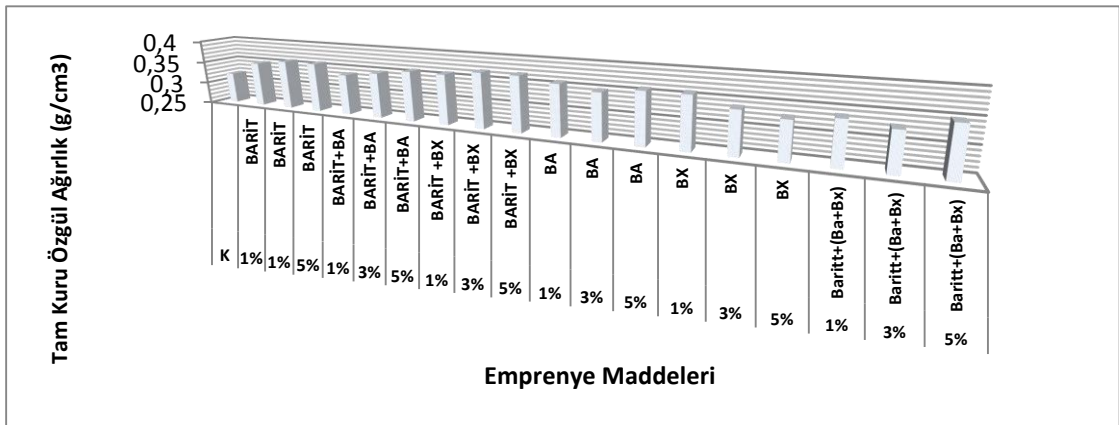
Tablo 6. Hava Kuru ve Tam Kuru Özgül Ağırlık Değerleri ve Duncan Testi Sonuçları

Grup No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	HAVA KURUSU (12%)	HG	BVA Analizi	TAM KURU 0%	HG	BVA Analizi
	KONTROL		0,35	E		0,32	E	
I	1%	Barit	0,36	DE	p<0.05: 0.048	0,35	BC	p<0.05: 0.044
	3%		0,37	CD		0,36	AB	
	5%		0,35	E		0,36	AB	
II	1%	Barit+Ba	0,37	CD		0,34	CD	
	3%		0,37	CD		0,35	BC	
	5%		0,39	B		0,36	AB	
III	1%	Barit+Bx	0,43	A		0,36	AB	
	3%		0,39	B		0,37	A	
	5%		0,39	B		0,37	A	
IV	1%	Ba	0,38	BC	0,36	AB		
	3%		0,37	CD	0,35	BC		
	5%		0,37	CD	0,36	AB		
V	1%	Bx	0,37	CD	0,36	AB		
	3%		0,36	DE	0,34	CD		
	5%		0,35	E	0,33	DE		
VI	1%	Barit (Ba+Bx)	0,38	BC	0,34	CD		
	3%		0,36	DF	0,33	DE		
	5%		0,38	BC	0,35	BC		

HG: Homojen gruplar (p<0.05 yanılma olasılığı ) K:Konsantrasyon



Şekil 6. Hava Kuru Özgül Ağırlık Değişimi



Şekil 7. Tam Kuru Özgül Ağırlık Değişimi

Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek hava kuru özgül ağırlık değeri %1 Barit+Bx'ta ( $0,43\text{g/cm}^3$ ), en düşük %5 Barit'te ( $0,35\text{ g/cm}^3$ ); en yüksek tam kuru özgül ağırlık değeri %3-%5 Barit+Bx'ta ( $0,37\text{ g/cm}^3$ ), en düşük %5 Bx'ta ( $0,33\text{ g/cm}^3$ ) gerçekleşmiştir. Kontrol örneğine oranla gerek hava ve gerekse tam kuru özgül ağırlık değerlerinde artış gözlemlenmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık belirlenmiştir. Isıl işlemin odunda ağırlık kaybına neden olduğu belirlenmiştir. Kayın odununda ağırlık kaybının göknar odununa göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Örs'e göre odunların yoğunluğundaki farklılığın başlıca sebebi birim hacimlerindeki hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranlarının farklı oluşudur (Örs, 2001). Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin hava kuru yoğunluk değerlerinin farklılık göstermesi, ağaç malzemelerin anatomik yapısına bağlı olarak hava boşluğu oranı (porozite), yıllık halka genişliği ve emprenye maddesi çeşidinden kaynaklanmış olabilir.

Korkut and Bektas (2008) Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun fiziksel özellikleri (tam kuru özgül kütle, hava kuru

özgül kütle ve genişleme) üzerine uygulanan sıcaklığın etkisini araştırmışlar; her iki ağaç türünde de uygulanan sıcaklığa ve süreye bağlı olarak tam kuru ve hava kuru su özgül kütlelerinin azaldığı, ısı işlemin boyutsal stabilite üzerine olumlu etkisinin olduğu tespit edildiğini bildirmişlerdir.

### 3.3.2. Boyutsal Stabilite (Hacimsel Daralma, Hacimsel Genişleme, Su Alma Oranı) Değerleri

Boyutsal stabilite değerleri (hacimsel daralma, hacimsel genişleme, su alma oranı) değerlerine ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 7’de, bunlara ilişkin grafik Şekil 8’de verilmiştir.

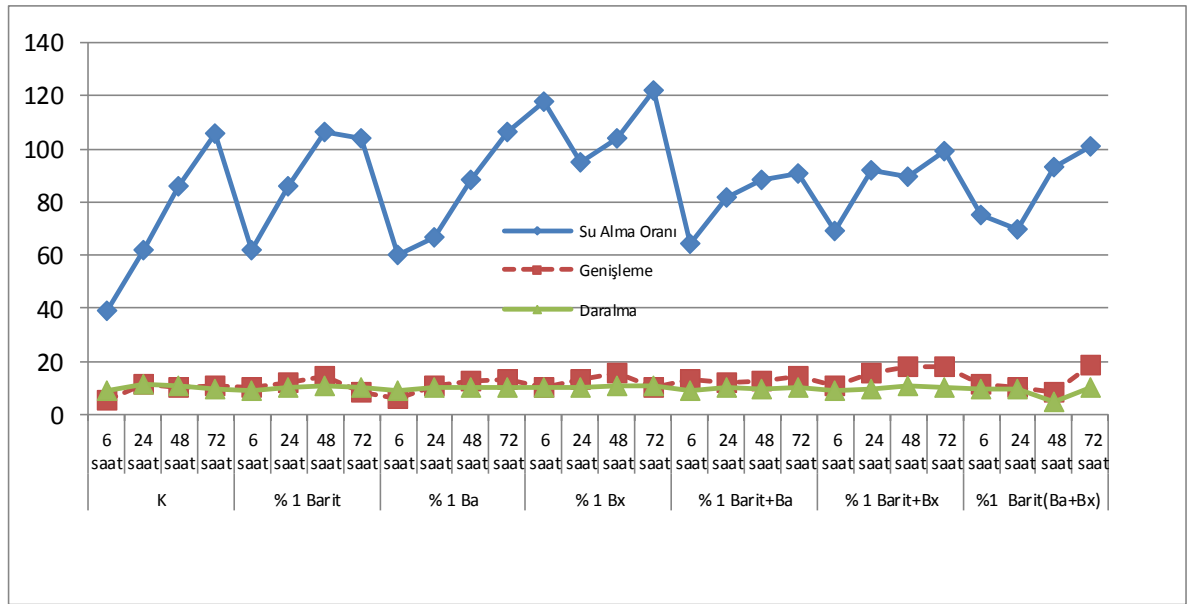
Tablo 7. Su Alma, Çekme, Şişme Oranları (%)

Grup No	Emprenye Maddesi	Su Alma Oranı (%)			Darlama (%)		Genişleme (%)	
		SÜRE	Ort	HG	Ort	HG	Ort	HG
KONTROL		6 saat	39,23	T	5,28	J	8,89	D
		24 saat	61,75	R	11,35	G	11,16	A
		48 saat	85,66	K	10,33	H	10,62	B
		72 saat	105,9	CD	10,69	H	9,62	C
I	% 1 Barit	6 saat	61,62	R	10,39	H	9,13	C
		24 saat	85,89	K	11,68	G	10,25	B
		48 saat	106,16	C	14,16	D	10,59	B
		72 saat	103,94	E	8,43	I	10,3	B
II	% 1 Ba	6 saat	60,01	S	5,86	J	9,03	C
		24 saat	66,71	O	10,94	H	9,91	C
		48 saat	88,07	J	12,34	F	10,33	B
		72 saat	106,34	C	13,29	E	10,34	B
III	% 1 Bx	6 saat	118,07	B	10,17	H	9,92	C
		24 saat	94,97	G	12,91	F	9,95	C
		48 saat	104,25	D	15,27	C	10,88	B
		72 saat	121,97	A	10,44	H	11	A
IV	% 1 Barit+Ba	6 saat	64,02	P	13,4	E	8,85	D
		24 saat	81,49	L	11,89	G	10,27	B
		48 saat	88,46	J	12,56	F	9,47	C
		72 saat	90,75	HI	14,3	D	10	B
V	% 1 Barit+Bx	6 saat	68,95	N	10,66	H	9,1	C
		24 saat	91,82	H	15,48	C	9,36	C
		48 saat	89,37	J	17,77	B	10,61	B
		72 saat	99,28	F	17,92	B	10,2	B
VI	1% Barit (Ba+Bx)	6 saat	74,89	M	11,09	G	9,42	C
		24 saat	69,8	N	10,14	H	9,32	C
		48 saat	93,06	G	14,37	D	4,92	E
		72 saat	100,83	EF	18,44	A	9,91	C

**HG:** Homojen gruplar (  $p < 0.05$  yanılma olasılığı ) **K:**Konsantrasyon

Tablo incelendiğinde; en yüksek su alma oranı 72 saatte %1 Bx'ta (% 121.97), en düşük 6 saatte%1 Barit'te (% 61.62) gerçekleşmiş olup; istatistiksel anlamda önemli

farklılık göstermemiştir. En yüksek hacimsel daralma (çekme) değeri 48 saatte % 1 Prit+(Ba+Bx)'te (% 13,77), en düşük hacimsel daralma değeri 72 saatte %1 Barit (Ba+Bx)'ta (% 18.44), en düşük %1 Barit'te (% 8.43) gerçekleşmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermemiştir. En yüksek hacimsel genişleme (şişme) değeri 72 saatte %1 Bx'ta (%11), en düşük 48 saatte % 1 Barit+(Ba+Bx)'ta (%4,92) gerçekleşmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık belirlenmiştir. Shukla ve Kamdem (2009) farklı tutkal türleri ile üretilen LVL'de, 2 saatlik daldırma sonrası ölçülen (Kalınlığına şişme) ile SAO (Su alma oranı) yüzdeleri arasında doğrusal ve pozitif-güçlü bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 8. Hacimsel Daralma, Hacimsel Genişleme ve Su Alma Oranı Değerleri

### 3.4. Mekanik Özellikler

#### 3.4.1. Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü

Eğilme direnci, elastiklik modülü değerlerine ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 8'da, bunlara ilişkin grafik Şekil 9 ve Şekil 10'de verilmiştir.

Tablo 8. Eğilme Direnci-Elastiklik Modülü ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm<sup>2</sup>)

Grup No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	EĞİLME DİRENCİ	HG	BVA Analizi	ELASTİKLİK MODÜLÜ	HG	BVA Analizi						
	Kontrol	-	54,98	K		6183	S							
I	1%	Barit	59,63	I	p<0.05: 0,037	7346	L	p<0.05: 0,047						
	3%		64,96	H		8113	K							
	5%		68,66	F		8333	GHI							
	1%		Barit+Ba	75,27		BC	9696		A					
3%	74,45	C		6050		R								
5%	69,63	EF		5136		Ş								
III	1%	Barit+Bx	66,97	G		F Değeri: 128,94	8450		F	F Değeri: 1265,12				
	3%		64,66	H			8340		GH					
	5%		64,87	H			8526		E					
IV	1%	Ba	70,43	DE			F Değeri: 128,94		6883		N	F Değeri: 1265,12		
	3%		66,07	G					6826		NO			
	5%		68,51	F					8370		G			
V	1%	Bx	79,11	A	F Değeri: 128,94			9160	C		F Değeri: 1265,12			
	3%		71,23	DE				8863	D					
	5%		57,77	J				6200	P					
VI	1%	Barit (Ba+Bx)	69,73	EF				F Değeri: 128,94	7293				LM	F Değeri: 1265,12
	3%		74,42	C					9260				B	
	5%		76,37	B					8236				J	

HG: Homojen gruplar ( p<0.05 yanılma olasılığı ) K:Konsantrasyon

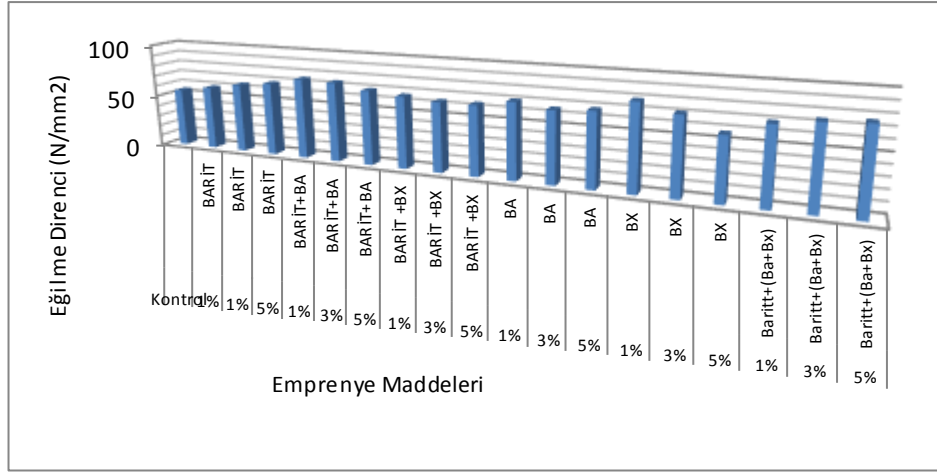
Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek eğilme direnci % 1 Bx'ta (79,11 N/mm<sup>2</sup>), en düşük % 5 Bx'ta (57,77 N/mm<sup>2</sup>); en yüksek elastiklik modülü değeri % 1 Barit+Ba'te (9696 N/mm<sup>2</sup>), en düşük % 5 Barit+Ba'te (5136 N/mm<sup>2</sup>) gerçekleşmiştir.

Kontrol örneğine oranla eğilme direnci ve elastiklik modülünde artış belirlenmiştir. Bu durum odunun anatomik yapısı ile çözelti konsantrasyonundan kaynaklandığı söylenebilir. Aynı zamanda hücre çeperindeki boşlukları doldurmasından kaynaklanabilir ve özgül ağırlıklarının artması olabilir.

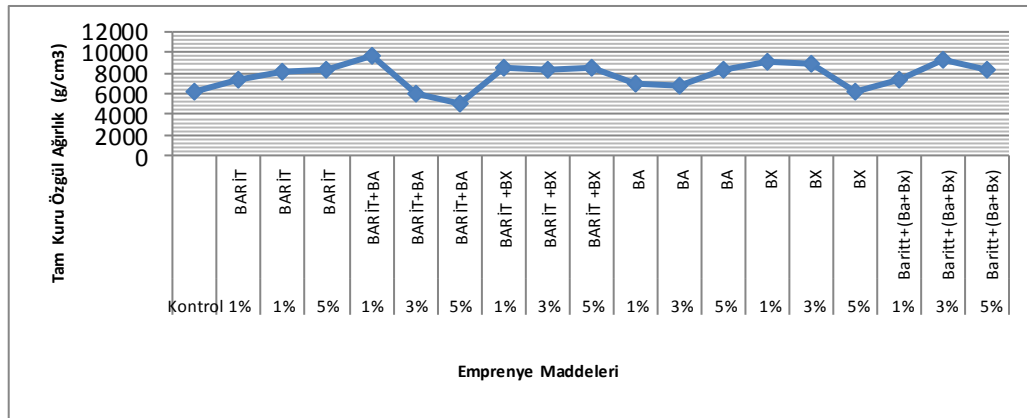
Laks ve Palardy, (1990) Eğilmede elastikiyet modülü; ağaç türünde en fazla kayında (10350 N/ mm<sup>2</sup>), en az sarıçamda (9501 N/ mm<sup>2</sup>) gerçekleştiğini, kontrole göre, Bx ve Bx+Ba'nın eğilmede elastikiyet modülünde artırıcı etki gösterdiğini, diğer işlem çeşitlerinin azaltıcı etki gösterdiğini; bunun nedeninin kayın odununun yoğunluğunun yüksek olması ve dağınık küçük trahe yapısına sahip olması sebebi ile artış gösterdiğini bildirmişlerdir.



Levan ve ark., (1990) Eğilme direncini en fazla kayında (102,7 N/mm<sup>2</sup>), en az sarıçamda (86,72 N/mm<sup>2</sup>) gerçekleştiğini, kontrole göre Bx çözeltisinin eğilme direncini arttırıcı etki gösterdiği, diğer işlem çeşitlerinin de eğilme direncini azaltıcı etki gösterdiği bildirmişler ve Bx'in kayın'da kontrole göre eğilme direncini arttırıcı etki gösterdiği, diğer işlem çeşitlerinin kontrole göre azaltıcı etki gösterdiğini ortaya koymuşlardır.



Şekil 9. Eğilme Direnci Değişimi (N/mm<sup>2</sup>)



Şekil 10. Eğilme Direnci-Elastiklik Modülü Değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

### 3.4.2. Basınç Direnci ((N/mm<sup>2</sup>))

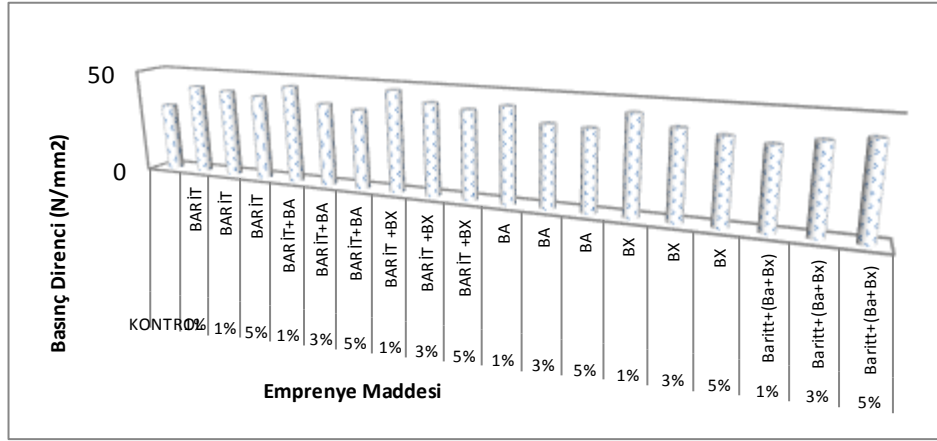
Basınç direncine ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 9'da, bunlara ilişkin grafik Şekil 11'de verilmiştir.

Tablo 9. Basınç Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm<sup>2</sup>)

Grup No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	BASINÇ DİRENCİ	HG	BVA Analizi
	KONTROL		32,43	Ö	
I	1%	Barit	42,87	E	p<0.05: 823 0.39
	3%		41,77	G	
	5%		40,26	I	
II	1%	Barit+Ba	46,22	B	
	3%		39,02	K	
	5%		37,39	N	
III	1%	Barit+Bx	47,74	A	
	3%		43,19	E	
	5%		41,43	H	
IV	1%	Ba	44,18	D	F Değeri: 2282.43
	3%		37,86	M	
	5%		37,27	N	
V	1%	Bx	45,18	L	
	3%		40,39	I	
	5%		38,59	L	
VI	1%	Barit (Ba+Bx)	36,59	O	
	3%		39,73	J	
	5%		42,15	F	

**HG:** Homojen gruplar (**p<0.05** yanılma olasılığı) **K:**Konsantrasyon

Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek basınç direnci % 1 Barit+Ba'te (47,74N/mm<sup>2</sup>), en düşük % 1 Barit+(Ba+Bx)'ta (36,59 N/mm<sup>2</sup>) belirlenmiştir. Emprenye maddeleri basınç direncini azaltıcı etki göstermemiştir. Kontrol örneğine oranla basınç direnci değerinin yüksek çıkması özellikle inşaat endüstrisinde (depremlerde vb) kullanımını mümkün kılacağı ve bu durumun emprenye maddesi, anatomik yapı ve konsantrasyondan kaynaklandığı söylenebilir. Özçifci ve Batan,( 2009) basınç direncini en fazla sarıçamda (63,27 N/ mm<sup>2</sup>), en az meşede (58,55 N/ mm<sup>2</sup>) tespit etmişler; kullanılan emprenye maddesinin ağaç malzemenin selüloz zincir yapısını zayıflatarak hücrenin kohezyon gücünü azaltıcı etki yapmış olabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 11. Basınç Direnci Değişimi (N/mm<sup>2</sup>)

### 3.4.3. Dinamik (Şok) Eğilme Direnci (Kpm/cm<sup>2</sup>)

Dinamik eğilme direncine ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları sonuçları Tablo 10’da, bunlara ilişkin grafik Şekil 13’ te verilmiştir.

Tablo 10. Dinamik (Şok) Eğilme Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (Kpm/cm<sup>2</sup>)

Grup No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	Dinamik Eğilme Direnci (Kpm/cm <sup>2</sup> )	HG	BVA Analizi
	Kontrol	-	0,27	FGH	
I	1%	Barit	0,35	BC	p<0.05: 0.036
	3%		0,29	EFG	
	5%		0,3	EF	
II	1%	Barit+Ba	0,34	BCD	
	3%		0,32	CDE	
	5%		0,39	A	
III	1%	Barit+Bx	0,35	BC	
	3%		0,27	FGH	
	5%		0,3	EF	
IV	1%	Ba	0,24	H	
	3%		0,28	FGH	
	5%		0,25	GH	
V	1%	Bx	0,29	EFG	
	3%		0,3	EF	
	5%		0,3	EF	
VI	1%	Barit (Ba+Bx)	0,4	A	
	3%		0,31	DE	
	5%		0,25	GH	

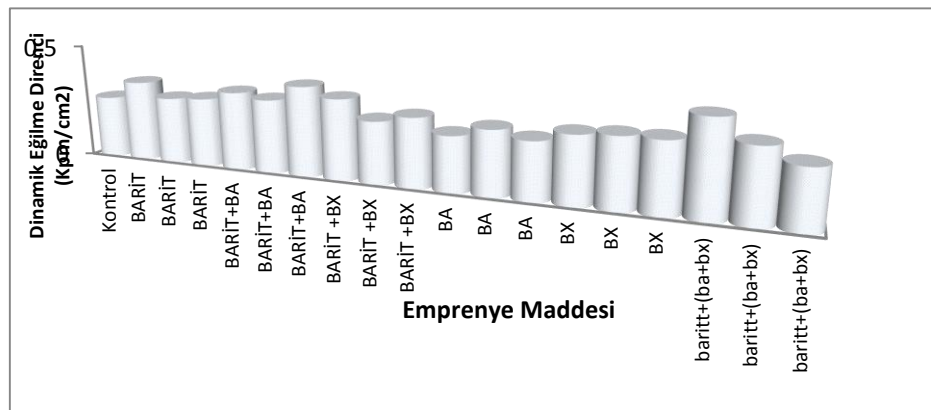
**HG:** Homojen gruplar (  $p<0.05$  yanılma olasılığı ) **K:**Konsantrasyon

Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek dinamik eğilme direnci % 5 Barit+Ba'te (0,39 Kpm/cm<sup>2</sup>), en düşük % 1 Ba'te (0,24 Kpm/cm<sup>2</sup>) belirlenmiştir. Dinamik (Şok) Eğilme Direnci artmasının nedeni; hücre çeperindeki boşlukları doldurmasından kaynaklanabilir ve özgül ağırlıklarının artması olabilir.

Mayes and Oksanen (2002), ısıtıl işlem görmüş odunun şok direnci değerlerinin normal kurutulmuş kerestelerden daha az olduğunu göstermiştir. Yüksek sıcaklıkta (220 °C ve 3 saat) test sonuçları ısıtıl işlem görmüş odunun şok direncinin yaklaşık olarak % 25 kadar düşürüğünü belirlemiştir.

Özçifçi ve ark. (2009), dinamik eğilme direnci değerini en yüksek kayın odunu kontrol örneklerinde (0,85 kgm/cm<sup>2</sup>), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (0,21 kgm/cm<sup>2</sup>) elde edildiğini, emprenye yöntemi ve ağaç malzemenin basınç ve şok direncini azaltıcı yönde etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bal ve ark. (2012), Toros sedirinde (0.52 kgm/cm<sup>2</sup>) olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Malkoçoğlu (1994) Doğu Kayını odununda yapmış olduğu çalışmada dinamik eğilme direncini (0.95 kgm/cm<sup>2</sup>) olarak tespit etmiştir. Ay (1998) kızıl ağaç odununda yapmış olduğu çalışmada dinamik eğilme direnci değerini (0.36 - 0.86 kgm/cm<sup>2</sup>) olarak bildirmiştir.



Şekil 12. Dinamik Eğilme Direnci Değişimi (Kpm/cm<sup>2</sup>)

#### 3.4.4. Yapışma Direnci (N/mm<sup>2</sup>)

Yapışma direnci ve Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 11'de, bunlara ilişkin grafik Şekil 13'te verilmiştir.

Tablo 11. Yapışma Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm<sup>2</sup>)

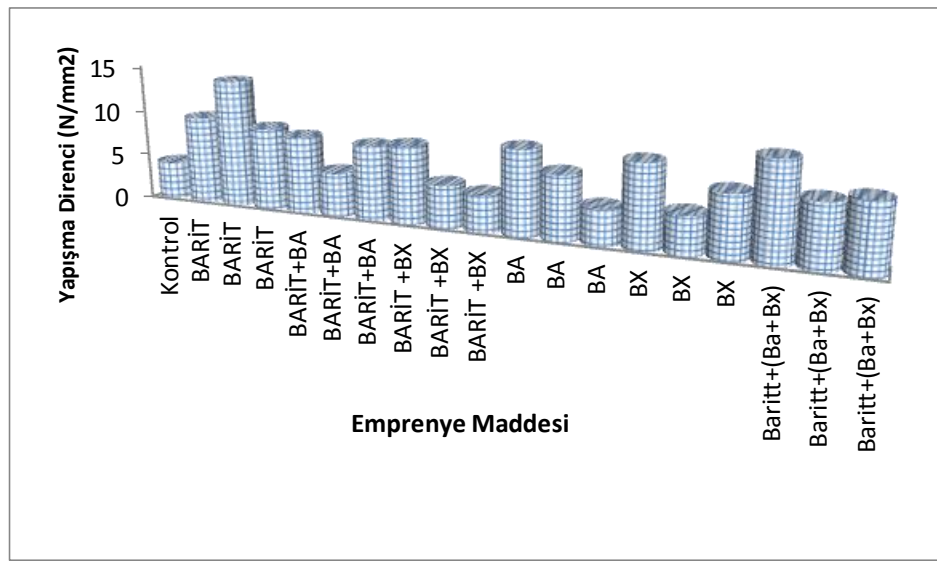
S.No	Çözelti (%)	Emprenye Maddesi	YAPIŞMA DİRENCİ (N/mm <sup>2</sup> )	HG	BVA Analizi
	Kontrol	-	4,13	P	
I	1%		9,57	B	p<0.05: 0.039 F Değeri: 1615.89
	3%	Barit	9,01	A	
	5%		8,99	E	
II	1%		8,38	G	
	3%	Barit+Ba	4,81	M	
	5%		8,1	H	
III	1%		8,47	GF	
	3%	Barit+Bx	4,68	N	
	5%		4,05	O	
IV	1%		9,23	C	
	3%	Ba	7,02	J	
	5%		3,95	R	
V	1%		9	D	
	3%	Bx	4,2	O	
	5%		6,78	K	
VI	1%		10,51	B	
	3%	Barit (Ba+Bx)	6,83	L	
	5%		7,38	I	

**HG:** Homojen gruplar (  $p<0.05$  yanılma olasılığı ) **K:**Konsantrasyon

Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yapışma direnci %3 Barit 'te (13.92 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %3 Barit+Bx'te (4,68 N/mm<sup>2</sup>) belirlenmiştir. Yapışma direnci % 1' ler de daha yüksektir. Nedeni; yapışmanın iyi olabilmesi için odunun tutkalı biraz emmesi istenir. Konsantrasyon arttığında % 5 olduğunda çeperdeki boşluklar emprenye maddesini neredeyse tamamen doldurduğu için tutkalı yeterince emmez. Bu yüzden % 1' ler de daha yüksektir. Dişbudak odunun ile ilgili yapılan çalışmada 80 nolu zımparalama sonucu adhezyon değeri 180 nolu zımparalamada elde edilen değerden yüksek çıkmıştır (Vitosyte and ark; 2012). Buda yapılan çalışma ile benzer sonuç verdiğini göstermektedir. Literatürde yüzeyle bir miktar pürüzlü olması yapışma direncini artırdığı belirtilmektedir (Özdemir, 2003). Gökna ve Kayın odunu örnekleri arasında en yüksek yapışma direnci kayın kontrol örneklerinde (12,42 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir. Bunun nedenini; kayında elde edilen yüksek yapışma değeri, dağınık küçük traheli olan yapısının spesifik adezyonu artırıcı bir etki yapmasından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Sönmez ve Budakçı, 2001). Sönmez ve Budakçı,( 2001) yapışma direncini Gökna ve Kayın odunu örneklerinde en yüksek kayın kontrol örneklerinde (12,42 N/ mm<sup>2</sup>) elde

etmişler; bunun nedenini; kayında elde edilen yüksek yapışma değeri, dağınık küçük traheli olan yapısının spesifik adezyonu artırıcı bir etki yapmasından kaynaklanabileceği bildirmişlerdir.

Atar, (2007) ağaç türüne göre yüzeye yapışma direnci en yüksek Doğu kayınında ( $7.347 \text{ N/mm}^2$ ), en düşük sarıçamda ( $5.087 \text{ N/mm}^2$ ) bulmuş; Doğu kayınında yapışma direnci, sapsız meşeden %13, sarıçamdan % 44 daha fazla çıktığını bildirmiş, yapışma direncinde ağaç türünün etkili olduğu, bu etkinin başlıca yoğunluk ve yüzey özelliklerinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.



Şekil 13. Yapışma Direnci Değişimi (N/ mm<sup>2</sup>)

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çözeltilerin empenye öncesi ve sonrasında ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında önemli bir değişme olmamıştır. Bu durum her empenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanabilir. Kullanılan empenye maddelerinden borik asit, boraks, pirit ve konsantrasyonlarının asidik yapıya yakın olması odundaki polisakkaritleri olumsuz etkilediği ve hidroliz olasılığını güçlendirdiği bildirilmektedir (Özçifçi, 2001). Buna rağmen fiziksel ve mekanik özelliklerde olumsuzluk gözlenmemiştir.

Retensiyon ve % retensiyon literatür çalışmaları kıyaslandığında olumluluk ve paralellik göstermiştir. En yüksek toplam retensiyon değeri % 5 ile Barit+Bx' te ( $130,21 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük % 1 ile Ba 'te ( $12,47 \text{ Kg/m}^3$ ); en yüksek % retensiyon % 5 ile Barit+Bx'ta (%9,31), en düşük % 1 ile Barit+Ba'te (%1,38) gerçekleşmiştir. Toplam retensiyon değeri: I. grup empenye maddesinde Barit'te en yüksek % 5 ile ( $111,53 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $22,3 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek % 3 ile ( $54,68 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $16,9 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek % 5 ile ( $130,21 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $20,6 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 5 ile ( $50,29 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $12,47 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde Bx 'te en yüksek % 5 ile ( $124,7 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $25,33 \text{ Kg/m}^3$ )'t gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx)'te en yüksek % 3 ile ( $71,18 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %5 ile ( $31,87 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. % Retensiyon değeri: I. grup empenye maddesinde Barit'te en yüksek % 5 ile ( $7,35 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $2,46 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek % 3 ile ( $2,95 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $1,38 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek % 5 ile ( $9,31 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $4,05 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 5 ile ( $3,76 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile ( $1,35 \text{ Kg/m}^3$ )'te gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde Bx 'te en yüksek % 5 ile ( $6,12 \text{ Kg/m}^3$ ), en düşük %1 ile

(1,49 Kg/m<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx)'te en yüksek % 3 ile (4,07 Kg/m<sup>3</sup>), en düşük %5 ile (1,94 Kg/m<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. Çözelti konsantrasyonu arttıkça toplam retensiyon miktarının arttığı tespit edilmiştir. Bu durum çözelti özelliği, odun türü, anatomik yapı vb nedenlerden kaynaklanabilir.

Hava kuru ve tam kuru özgül ağırlık değerleri bakımından en yüksek hava kuru özgül ağırlık değeri % 1 Barit+Bx'ta (0,43 g/cm<sup>3</sup>), en düşük en düşük %5 Barit'te (0,35g/cm<sup>3</sup>); en yüksek tam kuru özgül ağırlık değeri %3 ve %5 Barit+Bx'te (0,37g/cm<sup>3</sup>), en düşük % 3 Barit (Ba+Bx)'te (0,33 g/cm<sup>3</sup>) gerçekleşmiştir. Kontrol örneğine oranla gerek hava ve gerekse tam kuru özgül ağırlık değerlerinde artış gözlemlenmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık belirlenmiştir. Hava kuru değeri: I. grup empenye maddesinde Barit'te en yüksek %3 ile (0,37 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %5 ile (0,35 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek % 5 ile (0,39 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %5 ve % 3 ile (0,37 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek % 1 ile (0,43 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %3 ve % 5 ile (0,39 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 1 ile (0,38 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %3 ve %5 ile (0,37 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde Bx 'te en yüksek %1 ile (0,37 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %5 ile (0,35 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx)'te en yüksek % 1 ve %5 ile (0,38 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %3 ile (0,36 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. Tam kuru değeri: I. grup empenye maddesinde Barit'te en yüksek %3 ve % 5 ile (0,36 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %1 ile (0,35 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek % 5 ile (0,36 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %1 ile (0,34 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek %3 ve % 5 ile (0,37 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %1 ile (0,36 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 1 ve %5 ile (0,36 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %3 ile (0,35 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde Bx 'te en yüksek % 1 ile (0,36 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %5 ile (0,33 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx)'te en yüksek % 5 ile (0,35 g/cm<sup>3</sup>), en düşük %3 ile (0,33 g/cm<sup>3</sup>)'te gerçekleşmiştir.

Boyutsal Stabilite (Hacimsel Daralma, Hacimsel Genişleme, Su Alma Oranı) bakımından en yüksek su alma oranı (SAO) 24 saatte %1 Bx'te (121,97), en düşük



su alma oranı 6 saatte %1 Ba'te (%60,01) gerçekleşmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermemiştir. En yüksek daralma (çekme) değeri 72 saatte % 1 Barit+(Ba+Bx)'te (%18,44), en düşük daralma değeri 6 saatte %1 Ba'te (%5,86) gerçekleşmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermemiştir. En yüksek genişleme (şişme) değeri 72 saatte %1 Bx'te (11,00), en düşük genişleme değeri 6 saatte % 1 Barit (Ba+Bx)'te (%8,11) gerçekleşmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık tesbit edilmemiştir. Su alma değeri: I. grup empenye maddesinde Barit'te en yüksek 48 saat ile (% 106,16 ), en düşük 6 saat ile (% 61,62 )'de gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde Ba 'te en yüksek 72 saat ile (% 106,34 ), en düşük 6 saat ile (% 60,01 )'de gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde Bx 'te en yüksek 72 saat ile (% 121,97 ), en düşük 24 saat ile (% 94,97)'te gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek 72 saat ile (% 90,75 ), en düşük 6 saat ile (% 64,02 )'te gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek 72 saat ile (% 99,28 ), en düşük 6 saat ile (% 68,95 )'te gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx )'te en yüksek 72 saat ile (% 100,83 ), en düşük 24 saat ile (% 69,80 )'de gerçekleşmiştir. Hacimsel daralma değeri: I. grup empenye maddesinde Barit'te en yüksek 48 saat ile (% 14,16 ), en düşük 72 saat ile (% 8,43 )'da gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde Ba 'te en yüksek 72 saat ile (% 13,29 ), en düşük 6 saat ile (% 5,86 )'de gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde Bx 'te en yüksek 48 saat ile (% 15,27 ), en düşük 6 saat ile (% 10,17 )'te gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek 6 saat ile (% 13,4 ), en düşük 24 saat ile (% 11,89 )'te gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek 72 saat ile (% 17,92 ), en düşük 6 saat ile (% 10,66 )'te gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx )'te en yüksek 72 saat ile (%18,44 ), en düşük 24 saat ile (% 10,14 )'da gerçekleşmiştir. Hacimsel genişleme değeri: I. grup empenye maddesinde Barit'te en yüksek 48 saat ile (%10,59), en düşük 6 saat ile (% 9,13 )'da gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde Ba 'te en yüksek 72 saat ile (% 10,34 ), en düşük 6 saat ile (% 9,03 )'de gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde Bx 'te en yüksek 72 saat ile (% 11 ), en düşük 6 saat ile (% 9,92 )'te gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek 24 saat ile (% 10,27 ), en düşük 6 saat ile (% 8,85 )'te gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek 48 saat ile(% 10,61 ), en düşük 6 saat ile (% 9,1 )'te gerçekleşmiştir. VI. grup empenye

maddesinde Barit+ (Ba+ Bx )'te en yüksek 72 saat ile (% 9,91 ), en düşük 48 saat ile (% 4,92 )'da gerçekleşmiştir. Basınç direnci, en yüksek basınç direnci % 1 Barit+Bx'te (47,74N/mm<sup>2</sup>), en düşük % 1 Barit (Ba+Bx)'te (32,43 N/mm<sup>2</sup>) belirlenmiştir. Emprenye maddeleri basınç direncini azaltıcı etki göstermemiştir. Kontrol örneğine oranla basınç direnci değerinin yüksek çıkması özellikle inşaat endüstrisinde (depremlerde vb) kullanımını mümkün kılacağı ve bu durumun emprenye maddesi, anatomik yapı ve konsantrasyondan kaynaklandığı söylenebilir.

Basınç direnci değeri: I. grup emprenye maddesinde Barit'te en yüksek %1 ile (42,87 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %5 ile (40,26 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. II. grup emprenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek % 1 ile (46,22 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %5 ile (37,39 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. III. grup emprenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek % 1 ile (47,74 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %5 ile (41,43 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. IV. grup emprenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 1 ile (44,18 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %5 ile (37,27 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. V. grup emprenye maddesinde Bx 'te en yüksek %1 ile (45,18 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %5 ile (38,59 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. VI. grup emprenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx )'te en yüksek % 5 ile (42,15 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %1 ile (36,59 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir.

Eğilme direnci ve elastiklik modülü sonuçlarına göre en yüksek eğilme direnci % 1 Bx'te (79,11 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %3 Barit+Bx'te (64,66 N/mm<sup>2</sup>); en yüksek elastiklik modülü değeri %1 Barit+Ba'te (9696 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %5 Barit+Ba'te (5136 N/mm<sup>2</sup>) gerçekleşmiştir. Kontrol örneğine oranla eğilme direnci ve elastiklik modülünde artış belirlenmiştir. Bu durum odunun anatomik yapısı ile çözültü konsantrasyonundan kaynaklandığını söylenebilir. Eğilme direnci değeri: I. grup emprenye maddesinde Barit'te en yüksek %5 ile (68,66 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %1 ile (59,63 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. II. grup emprenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek % 1 ile (75,27 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %5 ile (69,63 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. III. grup emprenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek % 1 ile (66,97N/mm<sup>2</sup>), en düşük %3 ile (64,66 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. IV. grup emprenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 1 ile (70,43 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %3 ile (66,07 N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. V. grup emprenye maddesinde Bx 'te en yüksek %1 ile (79,11 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %5 ile (57,77N/mm<sup>2</sup>)'te gerçekleşmiştir. VI. grup emprenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx )'te en yüksek % 5 ile (76,37 N/mm<sup>2</sup>), en düşük %1 ile

(69,73 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. Elastiklik modülü değeri: I. grup emprenye maddesinde Barit'te en yüksek %5 ile (8333N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %1 ile (7346 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. II. grup emprenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek % 1 ile (9696 N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %5 ile (5136 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. III. grup emprenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek % 5 ile (8526N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %3 ile (8340 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. IV. grup emprenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 5 ile (8370 N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %3 ile (6826 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. V. grup emprenye maddesinde Bx 'te en yüksek %1 ile (9160 N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %5 ile (6200 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. VI. grup emprenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx )'te en yüksek % 3 ile (9260 N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %1 ile (7293 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir.

Dinamik eğilme direnci en yüksek %1 Barit+(Ba+Bx)'te (0,40 Kpm/cm<sup>2</sup>), en dŒk % 1 Ba'te (0,24 Kpm/cm<sup>2</sup>) belirlenmiŒtir. Basınç direnci değeri: I. grup emprenye maddesinde Barit'te en yüksek %1 ile (0,35 Kpm/cm<sup>2</sup>), en dŒk %3 ile (0,29 Kpm/cm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. II. grup emprenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek % 5 ile (0,39 Kpm/cm<sup>2</sup>), en dŒk %3 ile (0,32 Kpm/cm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. III. grup emprenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek % 1 ile (0,35 Kpm/cm<sup>2</sup>), en dŒk %3 ile (0,27 Kpm/cm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. IV. grup emprenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 3 ile (0,28 Kpm/cm<sup>2</sup>), en dŒk %1 ile (0,24 Kpm/cm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. V. grup emprenye maddesinde Bx 'te en yüksek %3 ve %5 ile (3,00 Kpm/cm<sup>2</sup>), en dŒk %1 ile (0,29 Kpm/cm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. VI. grup emprenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx )'te en yüksek % 1 ile (0,4 Kpm/cm<sup>2</sup>), en dŒk %5 ile (0,25 Kpm/cm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir.

YapıŒma Direnci en yüksek % 3 ile Borikasit'te (13,92N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %5 ile Borikasit'te (3,95 N/mm<sup>2</sup>) ıkmıŒtır.YapıŒma direnci değeri: I. grup emprenye maddesinde Barit'te en yüksek %3 ile (13,92 N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %5 ile (8,99 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. II. grup emprenye maddesinde Barit+Ba 'te en yüksek % 1 ile (8,38 N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %3 ile (4,81 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. III. grup emprenye maddesinde Barit+Bx 'te en yüksek % 1 ile (8,47 N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %5 ile (4,05 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. IV. grup emprenye maddesinde Ba 'te en yüksek % 1 ile (9,23 N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %5 ile (3,95 N/mm<sup>2</sup>)'te gerekleŒmiŒtir. V. grup emprenye maddesinde Bx 'te en yüksek %1 ile (9,00 N/mm<sup>2</sup>), en dŒk %3 ile (4,20

$N/mm^2$ 'te gerekleŒmiŒtir. VI. grup emprenye maddesinde Barit+ (Ba+ Bx )'te en yüksek % 1 ile ( $10,51 N/mm^2$ ), en dŒk %3 ile ( $6,83 N/mm^2$ )'te gerekleŒmiŒtir.

Sonuç olarak, ağaç malzemenin kullanım yerinde hizmet süresini arttıarak, onu bozunduran ve yıkıma uğratan faktörlere karŒı korunması pratik olarak emprenye iŒlemi ile mümkün olabilmektedir. Günümüzde, ağaç malzemenin eŒitli biyotik zararlılara, abiyotik faktörlere ve yanmaya karŒı korunması amacı ile birçok emprenye maddesi kullanılmaktadır. Borlu bileŒiklerin biyotik faktörlere karŒı zehirli etkileri, ağaç malzemenin yanmasını geciktirici etkisi, çevreyle dost özellikte olması ve ülkemizin dünya bor rezervlerinin önemli bir kısmına sahip olması nedeniyle emprenye maddeleri içinde büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte, özellikle tuz esaslı olması sebebi ile borlu bileŒikler ağaç malzemenin mekanik özelliklerinde belli düzeyde dŒŒe sebep olabilmektedirler. Bu amaçla, özellikle mekanik dayanımın söz konusu olduğu yerlerde bu özellik unutulmamalıdır. Bu gibi yerlerde, ya dŒk konsantrasyonlu zeltilelerle alıŒılmalı ya da mekanik özellikleri en alt düzeyde etkileyen bileŒiklerin kullanılması tavsiye edilebilir.

Tüm dıŒ mekanlarda pergole, bank, çiçeklikler, park ve bahçelerde kullanımı mümkün gibi görünen bu malzemenin st yüzey iŒlemleri ile beraber kullanılması deneylerinin yapılması (parlalık, yüzey yapıŒma, renk, yüzey sertliği vb) insan sağlığına etkisi ve malzeme dayanımının ne kadar süre etkili olacağı saptanmalıdır.

Yüzey sertliğine maruz kalacak yerlerde özellikle yer dŒemelerinde poliüretan verniğin kullanılması önerilebilir. İ veya dıŒ dekorasyonda kullanılan mobilya elemanlarının yüzeylerinin parlak olması istenilen yerlerde poliüretan vernik kullanılabilir. Verniklerin yzeeye yapıŒma direnci bakımından en iyi değeri su bazlı verniğin vermesi nedeniyle adezyonun yüksek olması gereken yerlerde bu verniğin kullanılması önerilebilir.

Borlu bileŒiklerde zelti konsantrasyonu (%0 - %6) arttıka retensiyon oranı ve miktarı da artmaktadır. Bu durumdan dolayı ağaç malzemelerin yoğunlukları da zelti konsantrasyonlarına paralel olarak artıŒ gstermiŒtir. Ağaç malzemenin korunmasında borlu bileŒikler dŒk ısılarda ısıtıldıkça bu oran bir miktar daha arttırılabilir. Emprenye maddesi olarak boraks sosyal yaŒamın birçok alanında kullanılmaktadır. Bunlardan biride ağaç malzemenin korunmasıdır. Bu bağlamda

borlu bileşikler oldukça iyi sonuçlar vermekte ve insan veya hayvan sağlığına da zarar vermemektedir. Borlu bileşiklerin kristaliz yapıya sahip olması nedeniyle ağaç malzemeye nüfuz ettirildikten sonra liflere dik eğilme direnci ve elastiklik modülünde bir miktar düşüşe neden olsa da bu oran çok azdır. Yararlarına rağmen liflere paralel basınç direncinde de eğilme direncinde olduğu gibi bir miktar azalma tespit edilmesi de ağaç malzemenin genel kesiti göz önüne alındığında bu oran dikkate alınmayabilir. Bu nedenle basınç kuvvetine maruz kalacak yerlerde özellikle Doğu kayını kullanılabilir. Eğilme zorlamasına maruz kalacak yerlerde ise kızılçam' ın kullanılması önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- Acar, A. ve Akaltun, C., 2007. Çeşitli borlu bileşiklerle muamele edilen kayın ve karaçam ağaç malzemenin higroskopisite özelliklerinin incelenmesi, Lisans tezi, Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim fakültesi, 13.
- Ağaoğlu, M., 2006. B2O3 katkısının sentetik volastonit üretimi üzerine etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon, 31.
- Anonim, 1997. Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Katoloğu, 85.
- Anşin, R. ve Özkan Z.C., 1993. Tohumlu Bitkiler (*Spermatophyta*), K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:19, Trabzon
- Arslan M., 2007. Emet Borik Asit Ürününün Üretim Sürecinin İyileştirme Analizi, Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon, 31.
- Atar, M., 2007. PVAc tutkalında viskozite değişiminin bazı ağaç malzemelerde yapışma direncine etkileri, Politeknik Dergisi, 10 (1): 85-91.
- Ay, N., 1998. Rize çayeli bölgesi kızılâğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (c. a. mey) yalt) odununun mekanik özellikleri, Pamukkale Üniversitesi , Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4, (1-2) 641-647.
- Aytaşkın, A., 2009. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş ağaç malzemelerin bazı teknolojik özellikleri Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 6-7.
- Bal, B., Bektaş İ., ve Kaymakçı A., 2012. Toros Sedirinde Genç Odun ve Olgun Odunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(2).
- Baysal, E., 2003. Borlu bileşikler ve doğal sepi maddeleriyle empenye edilen sarıçam odununun yanma özellikleri Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Kayseri, 19 (1-2): 59-69.
- Baysal, E., Şimşek, H., Toker, H., Çolak, M. ve Yiğitbaşı, O. N., 2006. Borlu Bileşiklerle Muamele Edilmiş Ağaç malzemedeki Higroskopisite Seviyelerinin belirlenmesi, III. Uluslar arası Bor Sempozyumu, Ankara, 45-51.
- Baysal, E., Yalınkılıç, and M. K., 2005. A Comparative Study on Stability and Decay Resistance of Some Environmentally Friendly Fire Retardant Boron Compounds, Wood Science and Technology, (In Press), 122-125.

- Berkel, A., 1960: Dopu Lasini (*Picea orientalis*)’de Brinell Sertlik Denemeleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: , Cilt: X Sayı 1, İstanbul
- Bozkurt, A. Y., Göker ve Y., Erdin, N., 1993. Emprenye tekniği, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 3779: 429.
- Bozkurt, AY. ve Göker Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3944, Fakülte Yayın No: 436, İstanbul.
- Budakçı, M., 2003. Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi ve Ahşap Verniklerinde Denenmesi Doktora Tezi, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 126-130
- Cook, S. G., 2002. Borate fluxes in ceramic bodie, Ceramic Engineering and Science Proceedings, Volume 23 (2), 47-55.
- Çalım, O., 2013. Sıvı Azot Muamele Görmüş ve Boraks İle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemenin Yanma Özelliklerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük 10-37.
- Çıtak, O., 2012. Boraks Ve Borik Asit İle Emprenye Edilmiş Ve Isıl İşleme Tabi Tutulmuş Kayın Odununun Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük 41-45.
- Demir, C., 2006. Bor Minerallerinden Enerji Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Gürtekin, A. ve Oğuz, M., 2002. Tutkallar, Mesleki ve Teknik Öğretim Okulları Mobilya ve Dekorasyon Gereç Bilgisi, Temel Ders Kitabı, Milli Eğitim Basım Evi,
- Hafizoğlu, H., Yalınkılıç, M. K., Yıldız, Ü. C., Baysal, E., Demirci, Z. ve Peker, H., 1994. Türkiye bor kaynaklarının odun koruma (Emprenye) endüstrisinde değerlendirilme imkanları, TÜBİTAK Projesi, TOAG-875 No’lu Proje, 377-378.
- Highley, T.L. and Kicle, T.K., 1990. Biologuel Degraation of Wor Phytopst Hology, 69: 1151-1157
- Kaçamer, S., 2010. İmersol aqua ve tanalith-e ile emprenye edilmiş ısıl işlemli ağaç malzemelerin yapışma ve yanma değerlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Karabük, 44-48.
- Kartal, S. N., 2006. Combined effect of boron compounds and heat treatments on wood properties: boron release and decay and termite resistance, *Holzforschung*, 60, 455–458.
- Kartal, SN. ve Kantay, R., 2006. Emprenye maddelerinin piknik masaları ve çocuk oyun alanı elemanlarında kullanımı, DÜ Orman Fakültesi Dergisi, 56(2), 43-51

- Kartal, S., N. ve Unamura, Y., 2004. Borlu Bileşiklerin Emprenye Maddesi Olarak Ağaç Malzeme ve Kompozitlerde Kullanılması, Ü. Uluslararası Bor Sempozyumu (23-25 Eylül), Eskisehir, 334.
- Kavak, D., 2004. Adsorpsiyonla Bor Giderimini Etkileyen Parametrelerin ve Optimum Değerlerinin Belirlenmesi Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, 6.
- Korkut, S. ve Bektaş, G., 2008. The effects of heat treatment on physical properties of uludag fir and scots pine (*Pinus sylvestris* L. ) wood, Forest Products Journal, 58 (3): 95-99.
- Laks, P. E., and R. D. Palardy. 1990. The development of borate-containing flakeboard. Proceedings of 1st international conference on wood protection with diffusible preservatives.
- Lebow, ST., 2004. Alternatives to chroöated copper arsenate (CCA) fpr residential construction In: Proceedings of Environmental Impacts of preservative treated wood Conference, Orlando, USA
- Le Van, S.L. and Winandy, J.E., 1990. Effects of Fire Retardant Treatments on Wood Strength: A Revie, Wood and Fiber Science, 22 (1): 113-131
- Malkoçoğlu, A. 1994. Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky. ) Odununun Teknolojik Özellikleri , KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Trabzon.
- Mayes, D. and Oksanen, O., 2002. Finnish ThermoWood Association, ThermoWoodHandbook, Helsinki, Finland, 684-689.
- Mutlu, E., 2013. Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilen Bazı Ağaç Türlerinin Teknolojik Özellikleri (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 26-34.
- OAE, 1987. Türkiye Orman Varlığı Muhtelif Yayınlar Serisi, No:48, Ankara.
- OAE, 1989. Dogu Ladini, El Kitabı Dizisi: 5, Ormancılık Arastırma Enstitüsü Yayınları, Ankara,
- Örs, Y. ve Keskin, H., 2001. Ağaç malzeme bilgisi, Atlas yayın Dağıtım Ltd. Şt., Ankara, 02: 150.
- Örs, Y., Atar. M. ve Demirci. Z., 2005. Borlu Bileşikler İle Emprenye Etmenin Ağaç Malzemede Üst Yüzey İşlemleri ve Yanma Özelliklerine etkileri Tübitak Projesi, MİSAG-237, 1-35, Ankara,
- Özalp, M., Altınok, M., Karaaslan, A. ve Perçin, O., 2009. Borla Modifiye Edilmiş Tutkalların Kestane (*Castenea sativa* Mill.) Odununun Yapışma Direncine Etkileri, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11 (15), 17-24.



- Özcan, S., 2011. Ağaç Malzeme Türü, Sıcaklık Farkı Ve Yüzey Pürüzlüğünün Yapışma Direncine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük 32-35.
- Özçifçi, A., 2001. Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemelerin teknolojik özellikler, Doktora Tezi, Gazi üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 89-96.
- Özçifçi, A. ve Batan, F., 2009. Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi, Journal of Polytechnic, 12 (4): 287-292.
- Özçifçi, A., Altun, S. ve Yapıcı, F., 2009. Isıl işlem uygulamasının ağaç malzemenin teknolojik özelliklerine etkisi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük, Türkiye 13-15 Mayıs.
- Özdemir, T., 2003. Türkiye’de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması, Doktora tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Palmero, V., and Galyon, S., 1990. Coating Performance Over Borate-Treated Wood First International Conference on Wood Predection With Diffusible Preservatives, Nashville, Tennessee, 110-111
- Şahin, K. H., 2010. Characteristics of heat-treated Turkish pine and fir wood after ThermoWood processing, Journal of Environmental Biology, 31: 1007-1011.
- Schneider, M. H., 1980., Hygroscopicity of Wood Impregnated with Linseed oil, Wood Science, 14 (4), 107-114..
- Sefil, Y., 2010. Thermowood yöntemiyle ısıl işlem uygulanmış göknar ve kayın odunlarının fiziksel ve mekanik özellikleri, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karabük, 103-104.
- Sheard, F. W., and Toombs, G. A., 1988: Space-charge buildup and bistability in resonant-tunneling double-barrier structures. *Applied physics letters* 52.15 1228-1230.
- Shukla, S. R., and Kamdem, P. D., 2009. Properties of laboratory made yellow poplar (*Liriodendron Tulipifera*) laminated veneer lumber: effect of the adhesives. European Journal of Wood and Wood Product, 67: 397-405.
- Şimşek, H., 2009. Ülkemiz için yeni bazı borlu bileşiklerin ağaç malzemenin yoğunluk, mekanik özellikler, biyolojik direnç ve üst yüzey özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemiştir. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 6.
- Sönmez, A. ve Budakçı, M., 2001. Tahta koruyucunun dış cephe verniklerinin yapışma direncine etkisi, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 14 (2): 305-314.

- Toker, H., 2007. Borlu Bileşiklerin Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Topçuğlu, M., 1993. Doğu Ladini (*Picea orientalis*) Odununun İç Morfolojisi Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Tekn. Akyüz, M., Doğu Ladini (*Picea orientalis*), K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon,
- Unsal, O. and Ayrilmis, N., 2005. Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood, J Wood Sci, 51 (1): 405–409.
- Ünsal, O., Korkut, S. and Atik, C., 2003. The effect of heat treatment on some properties and colour in eucalyptus, Wood. Maderas. Cienciay Tecnologia, 52 (2): 145-152.
- URL- 1. [http://tr.wikipedia.org/wiki/Doğu\\_ladini](http://tr.wikipedia.org/wiki/Doğu_ladini) (10.02.2015 , 14:00).
- URL-2. [www.meraklisinateknikbilgiler.blogspot.com/p/2-agac-secimi.html](http://www.meraklisinateknikbilgiler.blogspot.com/p/2-agac-secimi.html), (10.02.2015 , 14:00).
- URL-3. <http://www.etimaden.gov.tr/bor-rezervleri.html>, (10.02.2015 , 15:00).
- URL-4. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Barit> (10.02.2015 , 14:00).
- Uysal, B. ve Kurt, G., 2005. Borlu bileşiklerle emprenye edilmiş kayın ve sarıçam ağaçlarının yanma özellikleri, I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, 33-41.
- Uysal, B. ve Özçifci, A., 2000. Ihlamur (*Morus alba* L. ) odunundan PVAc tutkalı ile üretilen lamine ağaç malzemenin yanma özellikleri, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 13 (4): 1023-1035.
- Uysal, B., Özçifçi, A. ve Yılmaz S., 2002. Farklı ağaç türlerinin yanma özellikleri, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Elazığ, 14 (1): 79-87.
- Vitosyte, J., Ukvalbergiene K. and Keturakis G., 2012. The effects of surface roughness strength of coated ash (*Fraxinus excelsior* L. ) and Birch (*Betula* L.) wood, Materilas Science, 18 (4), 347-351.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÇİÇEK, Seren  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve Yeri : 19/08/1991 – KARS  
Medeni Hali : Bekar  
Telefon : 0 (531) 691 62 48  
Faks : 0466 215 1034  
e-mail : seren-cicek@hotmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Başlangıç-Bitiş
Lisans	Artvin Çoruh Üniv./Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü	2009 – 2013
Lise	Artvin Lisesi/ ARTVİN	2006 – 2009
	Gazi Kars Anadolu Lisesi/ KARS	2005 – 2006

### Yabancı Dil

İngilizce