

**TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KULLANILAN SU İTİCİ  
KİMYASALLARIN AHŞAP MALZEMENİN BAZI  
FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**2019  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**VEYSEL KAPÇAK**

**TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KULLANILAN SU İTİCİ KİMYASALLARIN  
AHŞAP MALZEMENİN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Veysel KAPÇAK**

**Karabük Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK  
EYLÜL 2019**

Veysel KAPÇAK tarafından hazırlanan “TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KULLANILAN SU İTİCİ KİMYASALLARIN AHŞAP MALZEMENİN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç.Dr. Suat ALTUN

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 26/09/2019

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Suat ALTUN (KBÜ)

Üye : Dr.Öğr. Üyesi H. Hüseyin CİRİTCİOĞLU (DÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Raşit ESEN (KBÜ)



..../..../2019

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür V.





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

Veysel KAPÇAK

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KULLANILAN SU İTİCİ KİMYASALLARIN AĞŞAP MALZEMENİN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Veysel KAPÇAK**

**Karabük Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Doç. Dr. Suat ALTUN**

**Eylül 2019, 59 sayfa**

Bu çalışmada, tekstil sektöründe kullanılan su itici kimyasalların ahşap malzemenin bazı fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Ağaç malzeme olarak Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf) ve Doğu kayını odunu (*Fagus Orientalis* Lipsky), kimyasal malzeme olarak tekstil sektöründe kullanılan, florokarbon içermeyen su bazlı bir ürün olan Ruco-DryEco® ticari isimli kimyasal kullanılmıştır. Bu ürün tekstil ürünlerinin işleminde %3 konsantrasyonda kullanılmaktadır. Ağaç malzeme örneklerinin su itici ile empenyesinde 3 farklı konsantrasyonda çözelti kullanılmıştır. % 5 ve % 10 konsantrasyonda çözeltiler ile yapılan işlem sonrası beklenen su iticiliğin sağlanamaması nedeni ile çalışma %50 konsantrasyonda tekrarlanmıştır. Bu kimyasallar ile muamele edilen numunelerin yoğunluk değişimi, yüzde ağırlık artışı (YAA), şişirici etki (SE), su alma oranı (SAO), su itici etkinlik (SİE), hacimsel genişleme (HG) ve genişlemeyi önleyici etkinlik (GÖE) değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kontrol grubu örneklerine göre kıyaslanmıştır. Elde edilen

verilere göre, çözeltilerin konsantrasyonu arttıkça YAA ve şişirici etki değerleri artmaktadır. Ayrıca kimyasalda bekletme süresinin artışı ve bağlayıcı kullanımı da YAA değerlerinde nispeten az da olsa artışa neden olmaktadır. Şişirici etki üzerinde ise bekleme süresinin çok fazla etkili olmadığı görülmüştür. Örneklerin su alma oranları kontrol grubuna kıyasla bir miktar düşmektedir. Malzemeye tutunan su itici madde miktarı arttıkça su alma oranı da düşmektedir. Su itici etkinlik ise malzemenin suya maruz kalma süresi uzadıkça azalmakta ve işlemin etkisini kaybettiğini göstermektedir. Tüm işlem gruplarının hacimsel genişlemesinin kontrol grubuna oranla daha az olduğu görülmektedir. Ancak düşük konsantrasyonlu çözeltilerle işlemin etkisinin daha az olduğu belirlenmiştir. Her iki ağaç türü için de çözeltilerin konsantrasyonu arttıkça daha yüksek GÖE değerleri elde edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler :** Su itici, Su alma oranı, Hacimsel genişleme, GÖE.

**Bilim Kodu :** 711.3.023

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **THE EFFECT OF WATER REPELLENT CHEMICALS USED IN THE TEXTILE SECTOR ON SOME PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD**

**Veysel KAPÇAK**

**Karabük University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Furniture and Decoration Education**

**Thesis Advisor:**

**Assoc. Prof. Dr. Suat ALTUN**

**September 2019, 59 pages**

The effect of water repellent chemicals used in the textile sector on some physical properties of wood was investigated in this study. Uludağ Fir (*Abies bornmülleriana* Mattf) and Beech (*Fagus Orientalis* Lipsky) were used as a wood and a commercial water repellent chemical named Ruco-DryEco® (RD), a fluorocarbon-free water-based product used in the textile industry, was used as a chemical. This chemical is used as an 3% aqueous solution in the textile industry. So, in this study 5% and 10% solution of RD was used. After the treatment with 5% and 10% solutions, the expected water repellency was not achieved and the study was repeated at 50% concentration. Density change, weight percent gain (WPG), bulking effect (BE), water uptake (WU), water repellent efficiency (WRE), volumetric swelling (WS) and anti-swelling efficiency (ASE) values of the woods were determined and, were compared with the values of the untreated control samples. It was determined that, as the concentration of solution increases, WPG and BE values increase. In addition, the increase in treatment

time and the use of binders also cause a relatively small increase in WPG values. On the BE, it was observed that treatment time was not very effective. The WU of the samples decreased slightly compared to the WU of the control group. The higher the amount of water repellent attached to the material, the lower the rate of WU. WRE decreased as the immersing time of the material in water increased. Volumetric swelling of all treatment groups was found to be less than that of the control group. However, the effect of the treatment was found to be less with low concentration solutions. For both wood species, higher ASE values were obtained as solution concentration increased.

**Key Words** : Water repellency, Water uptake, Volumetric swelling, ASE.

**Science Code** : 711.3.023



## TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, sayın hocam Do. Dr. Suat ALTUN'a ve de üzerimde emeği geçen tüm saygı değer hocalarıma verdikleri emek için sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Sevgili aileme maddi ve manevi yardımı esirgemedен yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.....	4
GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. ODUNUN YAPISI.....	4
2.1.1. Odunun Makroskopik Yapısı.....	4
2.1.2. Odunun Mikroskopik Yapısı.....	5
2.1.3. Odunun Kimyasal Yapısı.....	7
2.2. ODUNDA BOZUNMA.....	9
2.2.1. Ağaç Malzemede Meydana Gelen Mantar Zararları.....	9
2.2.1.1. Mavi Renklenme.....	9
2.2.1.2. Ardaklanma.....	10
2.2.1.3. Mantar Çürüklükleri.....	11
2.3. ODUN SU ETKİLEŞİMİ.....	12
2.3.1. Odunun Su Alıp Vermesi (Absorpsiyon – Desorpsiyon).....	13
2.4. ODUNDA BOYUTSAL STABİLİZASYON.....	14
2.4.1. Odunun Kimyasal Modifikasyonu.....	15
2.4.2. Odunun Isıl İşleme Modifikasyonu.....	17
2.4.3. Odunun Su İtici Kimyasallar İle Modifikasyonu.....	19

	<b><u>Sayfa</u></b>
BÖLÜM 3.....	23
MATERYAL VE METOD.....	23
3.1. AĞAÇ MALZEME.....	23
3.2. KİMYASAL MALZEMELER.....	23
3.3. DENEY ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI.....	24
3.4. DENEY DENEME DESENİ.....	25
3.5. SU İTİCİ KİMYASAL İLE EMPRENYE İŞLEMİ.....	26
3.6. FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ.....	28
3.6.1. Yoğunluk ve Rutubet Miktarının Belirlenmesi.....	28
3.6.2. Yüzde Ağırlık Artışı (YAA) ve Şişirici Etki (ŞE) Değerlerinin Belirlenmesi.....	28
3.6.3. Su Alma Oranı ve Su İtici Etkinlik (SİE) Değerlerinin Belirlenmesi.....	29
3.6.4. Hacimsel Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (GÖE)..	30
3.6.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	30
BÖLÜM 4.....	31
BULGULAR.....	31
4.1. YOĞUNLUK VE RUTUBET.....	31
4.2. YÜZDE AĞIRLIK ARTIŞI VE ŞİŞİRİCİ ETKİ.....	31
4.3. SU ALMA ORANI VE SU İTİCİ ETKİNLİK.....	37
4.4. HACİMSEL GENİŞLEME (HG) VE GENİŞLEMİYİ ÖNLEYİCİ ETKİNLİK(GÖE).....	45
BÖLÜM 5.....	52
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	59

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1. İğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarında ana bileşen miktarları .....	7
Çizelge 3.1. Deney deneme deseni .....	26
Çizelge 4.1. Kullanılan ağaç malzemelerde yoğunluk ve rutubet .....	31
Çizelge 4.2. Yüzde ağırlık artışına ilişkin bilgiler .....	32
Çizelge 4.3. Su itici kimyasal ile işlemde ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin yüzde ağırlık artışı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	33
Çizelge 4.4. YAA değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin ikili karşılaştırma sonuçları .....	34
Çizelge 4.5. Su itici kimyasal ile işlemin şişirici etkisi .....	35
Çizelge 4.6. Su itici kimyasal ile işlemde ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin şişirici etki üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	36
Çizelge 4.7. ŞE değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları sonuçları .....	37
Çizelge 4.8. Su alma oranı ortalama ve SS değerleri .....	38
Çizelge 4.9. Su itici kimyasal ile işlemde ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin su alma oranı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	40
Çizelge 4.10. 24 saatte su alma oranı değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin ikili homojenlik grupları sonuçları .....	41
Çizelge 4.11. 72 saate su alma oranı değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları sonuçları .....	41
Çizelge 4.12. 168 saate su alma oranı değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları sonuçları .....	42
Çizelge 4.13. Su itici ile işlemin sağladığı Su itici etkinlik değerleri .....	43
Çizelge 4.14. Su itici kimyasal ile işlem görmüş örneklerin hacimsel genişleme değerleri .....	45
Çizelge 4.15. Su itici kimyasal ile işlemde ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin hacimsel genişleme üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	47

**Sayfa**

Çizelge 4.16. 24 saat sonunda HG değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları sonuçları .....	48
Çizelge 4.17. 72 saat sonunda HG değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin Homojenlik grupları sonuçları .....	49
Çizelge 4.18. 168 saat sonunda HG değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin Homojenlik grupları sonuçları .....	49
Çizelge 4.19. Su itici ile işlemin sağladığı GÖE değerleri .....	50



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Odunun enine kesiti.....	5
Şekil 2.2. İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç odunlarının mikroskop altındaki görüntüsü.....	6
Şekil 2.3. Hücre duvarı sistemi.....	7
Şekil 2.4. B-D glikopironoz bağının strüktürel yapısı ve sellobiyoz birimi.....	8
Şekil 2.5. Odunda mavi renk mantarlarının oluşturduğu renk durumu.....	10
Şekil 2.6. Biyolojik bozunma sonucu çürümeye maruz kalmış ahşap.....	11
Şekil 2.7. Odunun asetillendirilmesi ve açığa çıkan ürünler.....	16
Şekil 3.1. Deney örneklerinin emprenye edilmesi.....	27
Şekil 3.2. Deney örneklerinin ağırlık ve boyutlarının ölçümü.....	27
Şekil 3.3. Deney örneklerinin su alma oranının belirlenmesi.....	29
Şekil 4.1. Su itici kimyasal ile işlemin neden olduğu yüzde ağırlık artışı.....	33
Şekil 4.2. Su itici kimyasal ile işlemin şişirici etkisi.....	36
Şekil 4.3. Su itici ile işlem gruplarına göre ağaç malzemede su alma oranları.....	39
Şekil 4.4. Su itici kimyasal ile işlemin sağladığı su itici etkinlik değerleri.....	44
Şekil 4.5. Su içerisinde bekletilen örneklerin hacimsel genişleme değerleri.....	46
Şekil 4.6. Su içerisinde bekletilen örneklerin genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri.....	51

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

- $d_0$  : tam kuru yoğunluk  
 $d_r$  : hava kurusu yoğunluk  
 $m_0$  : tam kuru ağırlık  
 $m_{is}$  : işlem sonrası tam kuru ağırlık  
 $m_{su}$  : işlem öncesi rutubetli ağırlık  
 $r$  : rutubet miktarı  
 $S$  : odunda genişleme oranı  
 $Si$  : silisyum  
 $ST$  : sitiren  
 $V_0$  : tam kuru hacim  
 $V_{is}$  : işlem sonrası tam kuru hacim  
 $V_{ms}$  : suya daldırıldıktan sonraki şişmiş hal  
 $V_{od}$  : tam kuru hacim  
 $V_r$  : hacim  
 $V_{su}$  : su içerisinde bekledikten sonraki hacimleri

### KISALTMALAR

- $B$  : Çapraz bağlayıcı  
 $DRM$  : Denge rutubet miktarı  
 $FA$  : Furfuril alkol  
 $GÖE$  : Genişlemeyi önleyici etkinlik  
 $HG_k$  : Kontrol grubunun hacimsel genişleme değeri  
 $HG_{su}$  : İşlem gören örneklerin hacimsel genişleme oranı

LDN : Lif doygunluğu noktası  
MMA : Metil metakrilat  
RD : RucoDry  
RH : Bağıl nem  
SAO : Su alma oranı  
SAO<sub>k</sub> : Kontrol grubunun su alma oranı  
SAO<sub>su</sub> : İşlem görmüş örneklerin su alma oranı  
SE : Şişirici etki  
SİE : Su itici etkinlik  
TS : Türk standartları  
UV : Ultraviole  
SS : Standart Sapma



## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Ahşap insan oğlunun varlığından bugüne onun hayatının bir parçası olagelmiştir. İnsan ile ahşap arasındaki sarsılmaz bağ yüzyıllar boyu devam etmiş ve artarakta devam edecektir. Ahşap insan için gün gelmiş barınak olmuş, gün gelmiş onu ısıtmış, gün gelmiş bir av gereci olarak kullanılmıştır. İnsan yüzyıllar geçmesine ve teknolojinin gelişmesine rağmen ahşapla arasındaki sıkı bağı kopartmamıştır. Teknoloji ile birlikte ahşabın işlenmesi ve kullanım alanları değişse de onun doğal yapısı korunmuştur. Ahşabın insan üzerinde fiziksel ve psikolojik anlamda oldukça olumlu etkileri olmuştur. Ahşap çevre, doğa ve insana dost bir malzeme olması ve biyolojik yollarla bozunuma uğraması dolayısıyla dünyanın sonuna kadar önem ve değerini koruyacaktır (Feist ve Tarkow, 1967).

Sağlam fiziksel gücü, estetik açıdan hoş özellikleri ve düşük işleme maliyeti nedeniyle ahşap önemli bir inşaat ve endüstriyel hammadde özelliğine sahiptir. Ancak ahşabın kullanımını sınırlayan çevresel değişikliklerle birlikte, yüksek nem alışverişi, biyolojik bozunum ve boyutsal değişim gibi bazı dezavantajları vardır (Kumar 1994,; Galberin vd., 1995). Ahşabın suyla kuvvetli etkileşimi, istenmeyen boyutsal değişim ve hızlandırılmış biyolojik bozunma işlemlerine neden olabilir (Sapieha vd., 1989). Nem ahşap ile temasa geçtiğinde, su molekülleri hücre duvarına nüfuz eder ve hidrojen bağı ile hücre duvarı bileşenlerine bağlanırlar. Hücre çeperine su ilave edildiğinde, ahşap hacmi, eklenen su hacmine neredeyse orantılı olarak artar. Şişme, hücre duvarı su ile dolana kadar devam eder. Bu noktaya lif doygunluk noktası denir ve yüzde 20 ila 50 arasında bir rutubet değişimi gözlemlenir (Feist ve Tarkow, 1967). Şişme, ahşap malzeme lif doygunluğuna ulaşana kadar devam eder. Bu noktanın ötesinde eklenen su, lümeninde serbest su olarak kalır ve daha fazla şişmeye neden olmaz (Stamm, 1964).

Yapı olarak higroskopik bir özellik gösteren ahşap malzeme, bulunduğu ortamın bağıl nemi ve sıcaklığına bağlı olarak su alıp vererek çalışmaktadır. Su alıp verme olayı da

ahşap malzemenin teğet, radyal ve boyuna yönlerde çalışmasına sebep olmaktadır (Kollman ve Cote, 1968). Bu yüzden ahşabın istenmeyen bu boyut değiştirme eğilimini azaltmak için yapılan bazı işlemler bulunmaktadır. Bunlar iki kategoriye ayrılabilir: su iticilerle muamele ve boyutsal stabilizasyon. Bu iki kavram aynı anlamda kullanılıyor olsalar da, aslında ahşabın rutubet kontrolünde tamamen farklı yaklaşımlardır. Su iticilerle muamele, ahşabın sıvı su alımı oranını önleme veya kontrol etme kabiliyeti olarak tanımlanabilir. Buna karşılık boyutsal stabilite ise ahşabın rutubet almasından kaynaklanan şişmeyi ve daralmayı önleme veya azaltma kabiliyeti olarak tanımlanabilir. Boyutsal stabilite, su alımı oranından ziyade ölçüye bağlıdır (Rowel ve Banks, 1985). Ahşap malzemenin su alıp vermesi sadece onun boyutsal özelliklerine değil, renk, fiziksel etkilere dayanım, biyolojik bozunma gibi özelliklerinde de olumsuz değişimlere neden olmaktadır. Aynı zamanda ahşap malzemenin mekanik özellikleri de lif doyunluğu noktası altında rutubetin artması ile azalmaktadır (Gerhards, 1982). Dolayısı ile ahşabın su almasının önlenmesi ile mekanik dirençlerindeki azalma da kontrol altına alınabilir.

Ahşap malzemenin yukarıda saydığımız olumsuz özelliklerinden dolayı, bu olumsuz özelliklerini iyileştiren, doğal ve faydalı özelliklerini bozmayan çeşitli yöntem ve kimyasal maddeler geliştirilmiştir. Bu geliştirilen yöntem ve kimyasalların ortak özelliği yüzeysel koruma sağlamasıdır. Boya ve vernikler bunlardan bazılarıdır. Boya ve vernikler yüzeyde katman yaparak ahşabı dış etkenlerden korumaktadır. Ancak çok kısa sürede dış etkenlerden (yağmur, kar, sıcaklık vb.) dolayı çatlayıp su almakta ve buda yüzeylerde renk bozulmalarına ve küf mantarlarının gelişmesine sebep olmaktadır. Bir diğer yöntem ise su iticilerle muameledir. Su iticilerle muamele ahşabın sıvı su alımı oranını önleme veya kontrol etme kabiliyeti olarak tanımlanabilir. Vaks veya silikon yağına daldırma bu tür uygulamaya bir örnektir (Rowel ve Banks, 1985). Oduna su itici özellik kazandırmada kimyasal yöntemler de ön plana çıkmaktadır. Kimyasal yöntemler açısından bakıldığında en uygun monomer grubu vinil monomerlerdir. Vinil monomerlere örnek olarak stiren, vinil klorür, metil metakrilat, akrilonitril ve t-bütül stiren verilebilir. Bu monomer grupları, hücre çeperinde bulunan hidroksil gruplarıyla bağ yapmazlar. Sadece hücre boşluklarını doldurarak bu noktalarda polimerleşirler (Küsefoğlu, 1988; Yıldız, 1992).

Su iticilik özelliği günümüzde daha çok florokarbon içeren kimyasal ürünlerle kazandırılmaktadır. Florokarbonlu bileşiklerin insan sağlığı açısından çok uygun olmadığı düşünölmektedir. Tekstil sektöründe kumaş yüzeylerine su itici özellik daha çok florlu bileşiklerin kullanıldığı konvansiyonel yöntemlerle kazandırılırken, bu bileşiklerin insan sağlığına ve çevreye zararlı etkileri olması nedeniyle flor içermeyen alternatif kimyasallar ve yöntemler araştırılmıştır (Bahners vd., 2008).

Tekstil ürünlerinin üretiminde kumaşların su ve kire karşı korunmasında kumaşın su ile ıslanması önemli olmaktadır. Bu amaçla da tekstil sektöründe silikajelnano parçacıklı, perfloro oksilat içeren süper hidrofobik karışımlar, flor içermeyen dayanıklı nanosilan karışımları gibi kimyasalların pamuklu kumaşlarda su iticilik özellikleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Ağıran vd., 2008). Tekstil sektöründe kullanılan kumaşların önemli bir kısmı pamuk esaslı kumaşlardır ve pamuğun da ana maddesi selülozdur. Ağaç malzemenin de temel bileşenlerinden birisi selülozdur ve ağaç malzemedeki genişlemenin en önemli nedeni selüloz zincirlerinin amorf bölgelerine yerleşen su molekülleridir. Dolayısı ile tekstil sektöründe pamuk kumaşların üretiminde kullanılan su itici kimyasalların, ağaç malzeme için de kullanılabilmesi mümkün olduğu düşünölmektedir.

Bu çalışmada, tekstil sektöründe kullanılan su itici kimyasal malzemelerin ağaç malzeme için kullanılabilme imkanları araştırılmıştır. Su itici tekstil kimyasalı olarak çevre dostu bir ürün olması da dikkate alınarak floro karbon içermeyen, sulu çözelti olarak kullanılabilen RucoDry® ticari isimli ürün seçilmiştir. Bu kimyasal ile mobilya ve yapı elemanları sektöründe yaygın olarak kullanılan Uludağ göknarı ve Doğu kayını malzemelere su itici özellik kazandırılması amaçlanmıştır. Çalışmada çözelti konsantrasyonunun ve çapraz bağlayıcı kullanımının etkisi de dikkate alınarak 6 farklı çözelti kullanılarak örnekler işleme tabi tutulmuş; bu işlemin ağaç malzemenin su alma oranı, su itici etkinlik, hacimsel genişleme ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## BÖLÜM 2

### GENEL BİLGİLER

#### 2.1. ODUNUN YAPISI

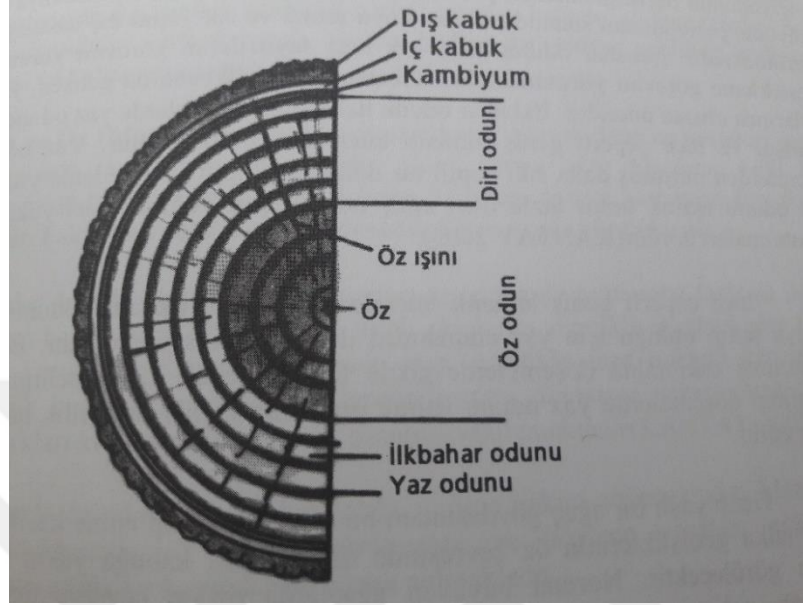
Ahşap iç ve dış mekan uygulamaları için çok yönlü ve yaygın olarak kullanılan yapısal bir malzemedir. Düşük yoğunluk ve ısı genleşme, yoğunluğuna oranla yüksek mukavemet, yenilenebilir olması gibi iyi özelliklere ve estetik olarak doğal bir görünüme sahiptir (Pandey, 1998).

Ağaçların genel yapısına bakıldığında iki ana grupta incelenmektedir. Geniş yapraklı (*Angiosperm*) yaprağını döken ağaçlar; iğne yapraklı (*Gymnosperm*) kozalaklı ve yapraklarını dökmeyen ağaçlar olarak sınıflandırılmaktadır. Genel olarak yaprağını döken geniş yapraklı ağaçlar sert ağaç (hardwood), yaprağını dökmeyen iğne yapraklı ağaçlar ise yumuşak ağaç (softwood) olarak gruplandırılır (Hamilton, 1999).

##### 2.1.1. Odunun Makroskopik Yapısı

Odunun makroskopik özellikleri, gözle görülebilen veya mikroskop altında görülebilen özellikleridir. Odunun makroskopik yapısı enine, radyal ve teğet kesitlerine göre farklı özellikler göstermektedir (Christensen, 2013). Genellikle odun hücreleri gövde ekseninin paralel doğrultusunda uzanmaktadır. Gövde odununun enine kesiti incelendiğinde, orta kısımda koyu renkli, canlılığını kaybetmiş olan öz odunu ve onu çevreleyen daha açık renkli ve canlı parankim hücrelerinden oluşan diri odundan oluşmaktadır (Unger vd., 2001). Diri odun su ve besin maddelerinin taşınmasını sağlayan canlı kısımdır. Ağacın yaşam sürecinde aktif bir rol oynamaktadır. Diri odunun boyutları, ağacın türüne ve yaşam alanına göre değişir. Öz odun ise ölü hücrelerden oluşmaktadır, ağaç üzerinde herhangi bir iletim görevi

bulunmamaktadır. Odun endüstrisinde yüksek dayanım özelliklerinden dolayı öz odun diri odundan daha değerlidir (Peydecastaing, 2008).



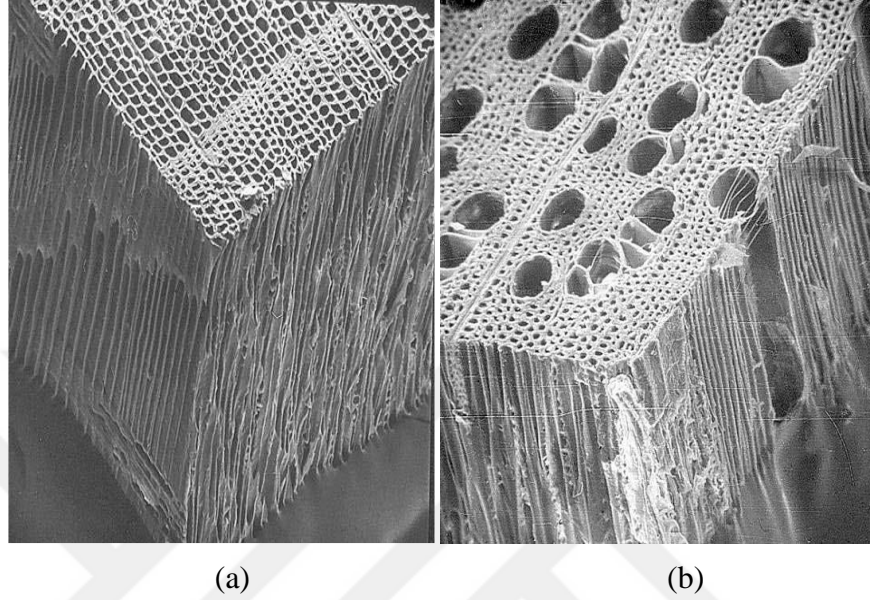
Şekil 2.1. Odunun enine kesiti (Kantay, 2012).

Ölü dokulardan oluşan dış kabuk iç kabuğu (floem) yaralanmaya, hastalanmaya ve desikasyona karşı korur. Kambiyum ise kabuk ve floem arasında bulunur, ağacın enine büyümesinden sorumludur. Floem fotosentez ile üretilen şekerlerin yapraklardan köklere ve ağacın büyüyen kısmına taşındığı hücreleri içeren dokudur. Ksilem, bitkinin köklerinden gelen su ve çözünabilir bitki besin maddelerinin taşınmasından sorumludur (Peydecastaing, 2008). Yıllık halkalar öz odundan dışarıya doğru birbiri içerisine geçmiş halkalar şeklinde olup, yaz ve ilkbahar odunu tabakalarından oluşmaktadır (Unger vd., 2001). İlk bahar odunu açık renkli bir yapıya sahipken, yaz odunu koyu renklidir. Erken gelişim dönemlerinde ilkbahar odunu su ve besin iletimi görevi görürken, yaz odunu mekanik destek görevi görmektedir (Peydecastaing, 2008).

### 2.1.2. Odunun Mikroskopik Yapısı

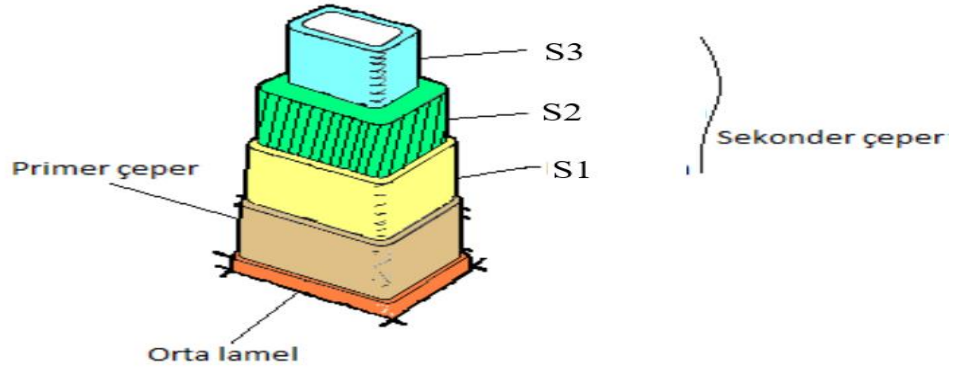
Odunun mikroskop altında yapısı incelendiğinde, ince ve uzun yapıda hücrelerden oluştuğu gözle çarpılmaktadır. Hücreler odunun eksenine paralel yönde uzanmaktadır

(Sundar, 2005). Odun hücresinin orta kısmında lümen boşluğu bulunmaktadır (Christensen, 2013). İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçların mikroskop altındaki görünüşü aşağıdaki resimde gösterilmiştir (Peydecastaing, 2008):



Şekil 2.2. İğne yapraklı (a) ve yapraklı (b) ağaç odunlarının mikroskop altındaki görüntüsü (Peydecastaing, 2008).

Odun hücre duvarı bir dizi ayırtelebılır katmandan oluşmaktadır. Bunlar birincil (Primer) ve ikincil (Sekonder) katmanlardır. İkincil (S) katmanda kendi içerisinde S1, S2 ve S3 katmanlarına ayrılmaktadır. Birincil tabaka (P) hücre oluşumu esnasında ortaya ilk çıkan katmandır. Birincil katman hücre büyümesi esnasında genişlemeyi sağlayan esasen rastgele bir yönelime sahip olan mikro-iplikçiklerden oluşur. İkincil (S) katman mikro-iplikçiklerin birbiriyle uyumuyla farklı desenler sergileyen alt katmanların (S1, S2, S3) biraraya gelmesiyle oluşur (Şekil 2.3). Bunlardan S2 tabakası duvarın en büyük hacmini kaplar. Sonuç olarak hücrenin büyük ölçüde özelliklerine ve odun üzerindeki en büyük etkiye sahiptir. S3 tabakası selülozdan meydana geldiğinden dolayı su ile en çok yakınlık gösteren kısımdır. Ayrıca az miktarda lignin içermektedir (Peydecastaing, 2008).



Şekil 2.3. Hücre duvarı sistematığı (Hafızoğlu, 1995).

### 2.1.3. Odunun Kimyasal Yapısı

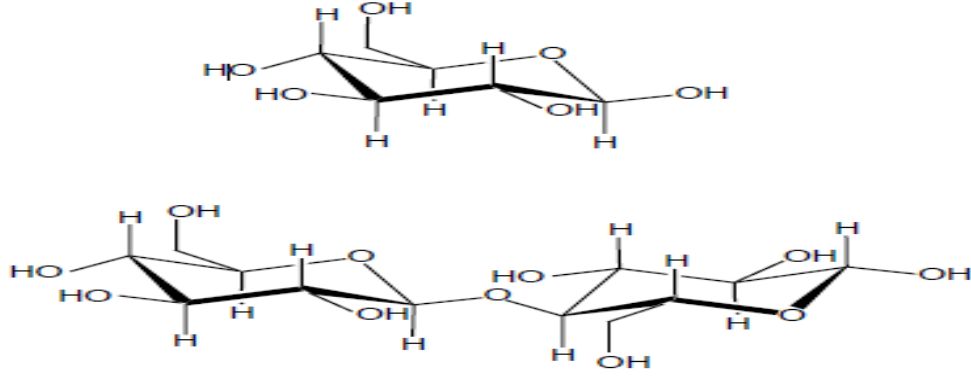
Odun kimyasal olarak selüloz, hemiselüloz, lignin ve ekstraktif maddelerden oluşmaktadır. Bu ana bileşenlerin miktarı ağacın türüne ve hücre çepherindeki dağılımına göre değişiklik gösterebilmektedir (Hon ve Shiraishi, 2001). Odunun yapısı incelendiğinde odun içerisindeki polimerlerden: Selüloz %40-50, lignin %18-32 ve hemiselülozlar %15-35 oranında bulunmaktadır (Pettersen, 1984; Fengel ve Wegener, 1989; Hon ve Shiraishi 2001). Christensen (2013)'e göre iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç odunlarında bulunan ana bileşenlerin oranları Çizelge 2.1'de görülmektedir:

Çizelge 2. 1. İğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarında ana bileşenlerin miktarları (%) (Cristensen, 2013).

Ana Bileşenler	İğne yapraklı ağaç	Geniş yapraklı ağaç
Selüloz (%)	40 – 50	40 - 45
Hemiselüloz (%)	20 - 30	30 - 40
Lignin (%)	25 - 35	15 - 20

Selüloz bütün bitkilerin ve ağaçların temel yapı taşıdır. Selüloz odunun ağırlıkça %40'ını, pamuk liflerinin %85-90'ını, ketenin %60-85'ini oluşturur (Johansson, 1999).

Selüloz, D-glukopiranoz birimlerinin bir polimeridir. Bu monomerik birimler (anhidroglukoz birimleri, AGU), halkanın düzleminde dönüşümlü olarak ters çevrilmiştir. AGU, doğrusal polimer selülozu oluşturan  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4) glikozidik bağlarla birbirine bağlanmıştır (Peydecasting, 2008).



Şekil 2.4. B-D glukopiranoz bağının strüktürel yapısı ve sellobiyoz birimi (Hill, 2006).

Kristallığı nedeniyle selüloz nispeten reaktif değildir ve termal olarak stabildir. Selülozun odundan saf halde ayrıştırılması zordur, çünkü lignin ve hemiselülozlar ile yakından ilişkilidir (Peydecasting, 2008). Mikrofibriller ve molekül içi-moleküller arası hidrojen bağları selülozu oluşturmaktadır. Selüloz mikrofibrilleri, yönlendirilmiş ise kristalize selüloz olarak, düzensiz şekilde bir araya geldiğinde ise amorf selüloz olarak adlandırılmaktadır (Niemenmaa, 2008).

Odun polimerleri içerisinde selülozdan sonra hemiselülozlar gelmektedir. Hemiselülozlar içerdikleri şeker ile ifade edilir. Hemiselülozlar ayrıca karboksil, asetil ve metil ikameli grupları da içerebilir. Galaktoglukomananlar (yaklaşık %20) ve arabinoglucuronoksilan (%5-10) yumuşak ağaçlardaki başlıca hemiselülozlardır. Sert ağaçlardaki ana hemiselülozlar ise Glukuronoksilan (%15-30) ve glikomannan (%2-5) dir. Hemiselülozlar, mikrofibrillerin yüksek polar yüzeyi ile çok daha az polar lignin matrisi arasında bağ vazifesi görmektedir (Peydecasting, 2008).

Odunun kimyasal bileşenlerinden birisi de lignindir. Lignin hücre duvarına sertlik sağlamaktan sorumludur ve aynı zamanda orta lamel bölgesinde hücrelerin tek tek



birbirine bağlanmasına hizmet eder. Lignin biyosentezinin öncüleri p-kumarzil alkol, koniferil alkol ve sinapil alkoldür (Peydecasting, 2008).

## **2.2. ODUNDA BOZUNMA**

Dünya üzerindeki toplam biyokütlenin % 60'ından fazlasını odun ve zirai bitkiler oluşturmaktadır (Niemenmaa, 2008). Odun mantarlar, bakteriler ve böceklerde dahil olmak üzere çeşitli biyolojik elemanlar tarafından ayrıştırılmaktadır. Biyolojik bozunma, yaşayan ağaçların, kütüklerin veya ahşap ürünlerin görünümünü etkileyebilir veya yapılarında değişikliklere neden olabilir. Bu değişiklikler, basit renk değişimleri olabileceği gibi, odunu tamamen işe yaramaz hale getiren mekanik değişikliklere kadar ulaşabilmektedir. Odunun biyo-bozunabilirliği, hayatının sonunda yaşadığı yaşam alanı içerisinde olumlu bir özellik olarak düşünülebilir. Kendi doğal döngüsü içerisinde çürüyerek bulunduğu ortamda yeni bitkilerin yetişmesi için faydalı olabilir. Ancak endüstriyel bir ürün olarak düşünüldüğünde hizmet ömrü boyunca, büyük bir sorun teşkil etmektedir (Peydecasting, 2008).

### **2.2.1. Ağaç Malzemedeki Meydana Gelen Mantar Zararları**

Mantarlar ahşap üzerine tesir ederek kolonileşir ve kahverengi, yumuşak veya beyaz çürük oluşturmak için hücre duvarı bileşenlerini (selüloz, hemiselüloz, lignin) bozar. Bakteriler sert ağaç formundaki canlı ağaçlarda koyu renkli renk değişikliğinin nedeni olarak kabul edilir (Peydecasting, 2008).

#### **2.2.1.1. Mavi renklenme**

Mantarların odun yapısına saldırmasıyla birlikte, odunda renk bozulmaları ve çürümeler meydana gelir. Odun üzerinde en çok göze çarpan mantar oluşumu mavi leke mantarlarıdır. Genellikle öz odun üzerinde mavimsi veya siyaha yakın bir renk ile göze çarparlar. Bozunma estetik anlamda meydana gelir mekanik özelliklere çok fazla etki etmez (Şekil 2.5).

Mavi renklenmeyi önlemek için; kesimden hemen sonra tomruklar kereste haline getirilip istiflenmelidir. Bir başka yöntem olarak tomruklar biçilinceye kadar su havuzları içerisinde depolanmalıdır. Kerestelerin depolandığı alanlar temiz tutulmalı, istifleme esnasında beton ayaklar üzerinde yerden yükseltilmeli ve biçimden hemen sonra kereste üzerindeki, talaş artıkları vs. temizlenmelidir. Bir diğer mavi renklenmeyi önleme yöntemi ise biçilmiş kerestelerin emprenye maddeleri ile emprenye edilmesidir (Örs ve Keskin, 2001 ).



Şekil 2.5. Odunda mavi renk mantarlarının oluşturduğu renk durumu (Şimşek, 2013).

#### **2.2.1.2. Ardaklanma**

Ardaklanma iki safhada gerçekleşmektedir. Renk değişimi ve beyaz çürüklük şeritlerinin oluşumu. Birinci safha kahverengi renk değişiminin olduğu süreçtir. Ağacın bulunduğu ortamdan kesiminden sonra bir süre daha paranzim hücreleri canlı kalmaktadır. Canlı kalan bu paranzim hücrelerinin trahe lümenlerine geçmesi ile tül oluşması ve paranzim hücrelerinin sahip olduğu içeriğin okside olması ve içlerine öz odun maddelerinin nüfuz ederek yerleşmesi sonucu meydana gelir (Örs ve Keskin, 2001). İkinci safhada ise, renk değişimi olan kısımlarda ardak mantarlarının etkisi ile düzenli bir çevre yapısına sahip olmayan beyaz çürüklük oluşur. Renk değişimi

safhasında odunun direnci, yoğunluğu ve işlenme durumları etkilenmez. Sadece doğal renk değiştii için estetik bir kusur sayılabilir (Örs ve Keskin, 2001).

### 2.1.1.3. Mantar çürüklükleri

Çürüme mantarları odunun bozunmasının en önemli nedenidir. Çürüme ahşabın doğuştan gelen bir özelliği değildir; sadece nem, hava ve sıcaklığa maruz kaldığında ve mantarların yaşam aktiviteleri için uygun ortam oluştduğunda meydana gelir. Çürüklük mantarları 10°C'den düşük ve 30°C'den yüksek sıcaklıklarda ve % 20'nin altındaki nemli ortamlarda gelişemez. Ahşap sürekli su altında bulunursa mantarların yıkıcı etkilerine maruz kalmaz. Bazı ağaç türlerinin doğal reçineli bir yapıya sahip olması da mantarlara karşı bir koruma sağlar (Peydecasting, 2008).

Mantar saldırısı, ahşabın bozunmasını takiben ahşabın dış görünüşüne göre adlandırılan üç sınıfa ayrılır;

1. Beyaz çürüklük,
2. Esmer çürüklük,
3. Yumuşak çürüklük.



Şekil 2.6. Biyolojik bozunma sonucu çürümeye maruz kalmış ahşap (<http://tuzker.com.tr/ahsabin-dusmanlari/>).

Beyaz çürüklük mantarları (*Basidiomycetes*'e aittir) hücre çeperindeki lignine saldırarak odunun ağartılmasına neden olur. Ahşabın yüzeyi, çürümenin ileri aşamalarında meydana gelen büzülme ile yumuşar. Sert ağaçlar yumuşak ağaçlara oranla daha fazla beyaz çürümeye maruz kalmaktadır (Peydecasting, 2008).

Esmer çürüklük mantarları daha çok iğne yapraklı ağaçların odunlarına zarar vermektedir. En tehlikeli çürüklük mantarları olup, odunsu hücre çeperinde yer alan selülozu tahrip ederler. Selülozun tahrip olmasıyla geriye kalan ligninin rengi nedeniyle esmer çürüklük olarak adlandırılır. Esmer çürüklüğe maruz kalmış odunlarda enine ve boyuna yönde meydana gelen çatlamalardan dolayı odun küp parçalar şeklinde dağılır (Örs ve Keskin, 2008). Esmer çürüklük mantarının saldırısına maruz kalan odun; ağırlık, hacim, sertlik ve eğilme direnci yönünden büyük kayıp yaşamaktadır. Selüloz parçalandığından dolayı sadece ligninden ibarettir (Şen, 2001).

Yumuşak çürüklük (*Ascomycetes* ve *Fungi imperfectiye* aittir) genellikle ahşabın yüksek neme maruz kalması veya toprağa teması ile maruz kaldığı çürüklüktür. Yumuşak çürüklük mantarları ile çürümenin ilk aşamalarında yüksek mukavemet kayıpları meydana gelir (Peydecasting, 2008). Yumuşak çürüklüğe sebep olan mantarlara karşı, yapraklı ağaç odunları iğne yapraklı ağaç odunlarına göre daha az dayanıklıdır. Dış mekan mobilyalarında, ahşap direklerde ve ahşap su havuzlarında çok fazla görülmektedir (Örs ve Keskin, 2008). Yumuşak çürüklük mantarlarına karşı çok yüksek oranda ahşap malzeme emprenye edilmelidir. Ahşap malzemenin çeşitli su itici kimyasal maddelerle muamele edilmesi de çözüm olabilmektedir. Yine ahşap malzemenin ısıtılma tabii tutulmasında önleyici bir tedbir olabilmektedir.

### **2.3. ODUN SU ETKİLEŞİMİ**

Odun farklı noktalarında farklı özellik gösteren heterojen bir malzemedir. Buna rağmen düzenli bir organize yapıya sahiptir. Özellikle mekanik özelliklerinde anizotropik bir durum sergiler. Odun higroskopik bir malzeme olduğundan dolayı, boyutları, termal, mekanik ve biyolojik özellikleri nemden etkilenmektedir. Ahşabın su ile olan ilişkisini anlayabilmek için termal, mekanik ve biyolojik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir (Peydecasting, 2008).

### 2.3.1. Odunun Su Alıp Vermesi (Absorpsiyon – Desorpsiyon)

Su ve nem odunun en büyük düşmanlarından birisidir. İster sıvı şekilde olsun isterse buhar şeklinde uygun yöntemler ile muamele edilmemiş ahşap çürümeye, mantar oluşumuna ve boyutsal kararlılıkta olumsuz durumlara maruz kalmaktadır (Feist, 1990).

Odun, hücre duvarı polimerlerinden dolayı higroskopik bir malzemedir, hidroksil grupları içerir. Su, hücre boşluklarında veya lümenlerde (serbest su) bulunur ve hücre duvarında ise bağlı su olarak bulunur. Odunun rutubeti, ortamın bağıl nemine (RH) bağlı olan dinamik bir özelliktir. Odun sabit bağıl neme sahip bir ortamda muhafaza edilmesi durumunda, denge rutubet miktarına (DRM) ulaşır (Peydecasting, 2008).

Ahşap su ile temas ettiğinde, su molekülleri hücre duvarına nüfuz eder ve hidrojen bağı ile hücre duvarı bileşenlerine bağlanırlar. Suyun hücre duvarına nüfuzu ile birlikte ahşap hacmi, eklenen su hacmine neredeyse orantılı olarak artar. Ahşaptaki hacim artışı, lif doygunluğu noktasına ( LDN) kadar devam eder. LDN ulaştığında su, hücre lümeninde serbest su olarak kalır ve hacim artışı bu noktadan sonra durur (Stamm, 1964). Bu nokta odun türüne, sıcaklığa ve ekstraksiyon içeriğine bağlı olarak %20-%50 arasında değişmektedir (Peydecasting, 2008). Bu işlem geri dönüşümlü olarak devam etmektedir. Ahşap su vererek kurumaya başladığında ise hacim olarak küçülmeye başlar (Stamm, 1964).

Odun yaşam alanı içerisinde kesilip tomruk haline getirildiğinde ve bu tomruklar işlenerek kereste, kaplama ve yongalandığında haline getirildiğinde içerisindeki rutubeti dış ortama vermeye başlar. Ancak bu rutubet verme olayı esnasında odun tamamen kuru hale gelmez. Hücre çepherin de mutlaka bir miktar su kalır. Zamanla ve bulunduğu ortamın rutubet şartlarına bağlı olarak değişim gösteren bu su miktarı, ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri ile biyolojik bozunmaya karşı olan direncini etkiler (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Odunun rutubeti lif doygunluğu noktasının altında olduğunda, boyutsal değişimler meydana gelir (Peydecasting, 2008). Odun % 0-28 rutubet miktarları arasında hücre

çepherin de bulunan bağı su kayboldukça daralır, tam aksi durumda lif doygunluğu noktasına ulaşıncaya kadar hücre çepherindeki suyun miktarı arttıkça genişler. Lif doygunluğu noktasının altında meydana gelen bu olaylara çalışma denir. Lif doygunluğu noktasına ulaştıktan sonra boyutsal değişimler durur. Yani hücre serbest su alıp vermeye başladığında çalışma meydana gelmez (Örs ve Keskin, 2001).

Odun boyuna, radyal ve teğet olarak anizotropik bir yapıya sahiptir. Odun bünyesine su aldığı bu üç ana yönün herbirinde farklı olarak şişer. Genel olarak teğet yönde % 8- 12 aralığında, radyal yönde % 4 – 6 aralığında ve boyuna yönde % 1 den daha düşük bir çalışmaya sahiptir ( Zhang vd., 2006).

Odun hücrelerinin su alması ile birlikte, malzemenin yapı taşları olan selüloz, hemiselüloz ve lignin bu durumdan etkilenmektedir. Selüloz ve hemiselüloz, ligninden daha higroskopik bir yapıya sahiptir ve bu yüzden odunun nem almasından çoğunlukla bu yapı elemanları sorumludur (Sumi vd., 1964). Browning (1964) ligninde, selüloz ve hemiselülozlara kıyasla su emme oranının düşük olduğunu göstermiştir. Okalıptüs odunu üzerinde yaptığı çalışmada her bir hücre duvarı polimerinin, toplam su emme oranına % 47 selüloz, hemiselüloz % 37, ligninin ise % 16 oranında katkıda bulunduğunu tespit etmiştir. Buradan bakıldığında selüloz ve hemiselülozun odunun su alımında olan etkileri anlaşılmaktadır. Higroskopik genişleme nedeniyle odunda oluşan genişleme miktarı, odunun yoğunluğuna bağlı olarak farklılık göstermektedir (Stamm, 1964).

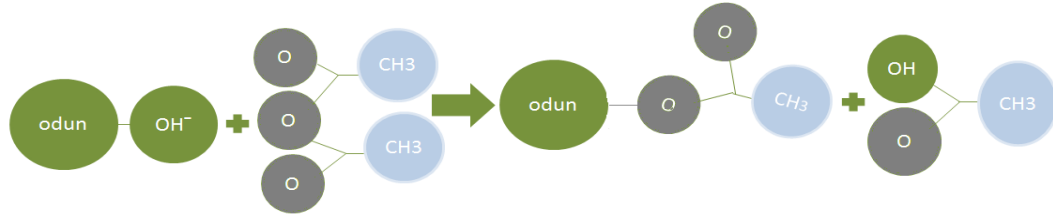
#### **2.4. ODUNDA BOYUTSAL STABİLİZASYON**

Ahşap malzemenin su ile olan uzun süreli etkileşimi fiziksel ve kimyasal yapısına olumsuz etkide bulunmaktadır. Ahşap ve ahşap esaslı dış cephe kaplamaları, kapı ve pencere, yer döşemeleri, bahçe ve kent mobilyaları vb. gibi dış mekan uygulamalarında kullanılan ağaç malzemenin en önemli problemlerinden biriside nem ve rutubet etkilerine açık bir şekilde maruz kalmasıdır. Ağaç malzemede gerekli koruyucu önlemlerin alınmaması halinde yüksek rutubet, eğilme, burkulma, çatlaklar gibi mekanik değişimlere neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, nemli ortamdan beslenen ve yaşamsal faaliyetlerini sürdüren biyolojik zararlıların da ağaç malzemeye nüfuz

etmesine sebep olmaktadır. Bu sebepten dolayı ağaç malzemede bulunması istenmeyen nem ve rutubetin ağaç malzemeden uzaklaştırılarak denge rutubet değerlerinin düşük seviyelerde tutulması önem arz etmektedir (Williams ve Feist, 1999). Ağaç malzeme anizotropik yapısından dolayı farklı yönlerde çalışma eğilimine sahiptir. Daha önce de bahsedildiği gibi boyuna, radyal ve teğet yönlerde farklı oranlarda çalışır. Ahşaptaki farklı rutubet içeriği gerilme, eğilme ve basınç dayanımı gibi mekanik özelliklerini etkilemektedir. Boyutsal stabilitenin artırılması amacı ile birçok modifikasyon yöntemi ve kimyasal kullanılmaktadır. Bu nedenle ahşabın boyutsal stabilitesini ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için kimyasal modifikasyon, termal modifikasyon ve su iticiler ile modifikasyon gibi yöntemlerle çalışmalar yapılmıştır. Bu açıdan bakıldığında ağaç malzemenin çeşitli emprenye, su itici kimyasallar ve ısı işlem yöntemleri ile modifikasyona tabi tutulması boyutsal kararlılık özelliklerini iyileştirir. Boyutsal kararlılık yönünden iyileştirilmiş bir ağaç malzemenin servis ömrü önemli ölçüde artmaktadır (Stamm, 1964).

#### **2.4.1. Odunun Kimyasal Modifikasyonu**

Kimyasal modifikasyon yöntemleri odunun modifikasyonu esnasında kullanılan etkili yöntemler arasında yer almaktadır. Kimyasal modifikasyon hücre çeperi bileşenleri olan selüloz, hemiselüloz, lignin ve ekstraktif maddeler ile oduna uygulanan kimyasal madde arasında güçlü bir kovalent bağ kurulması esasına dayanmaktadır. Kimyasal modifikasyonla birlikte odunda boyutsal stabilitenin artması, biyolojik dayanımın ve dış ortam koşullarına karşı dayanımın artırılması amaçlanmaktadır (Rowell vd., 1988). Bu olumlu özelliklerinin yanında kimyasal maddeler olarak asit ve baz kullanıldığı için yıkımlanma reaksiyonları da meydana gelmektedir (Hill, 2006). Odun modifikasyonu esnasında çok çeşitli kimyasal maddeler ve bu maddelere uygun teknik kullanılmıştır (kimyasal çapraz bağlanma sağlayan maddeler, asetillendirme, furfurilasyon, silikon bileşikleri, ısı işlem, vb.) (Can, 2018). Bu yöntemlerden en çok kullanılanları asetillendirme ve furfurilasyon yöntemleri olduğu görülmüştür. Asetillendirme reaksiyonu Şekil 2.7’de verilmiştir.



Şekil 2.7. Odunun asetillendirilmesi ve açığa çıkan ürünler (Can, 2018).

Asetillendirme odun modifikasyonu işlemlerinde en çok araştırılan ve üzerine çalışmalar yapılan konu olmuştur (Kumar, 1994). Odun içerisindeki maddelerin asetik anhidritle reaksiyona girmesi sonucunda asetillendirme meydana gelir ve asetik asit elde edilir (Yıldız, 1994). Asetillendirme işlemi ile kimyasal modifikasyona tabi tutulan odun çevreye olumsuz etkiye bulunmamaktadır (Rowell, 2006). Asetik anhidritle ilgili bir çok çalışma yapılmış ve buna paralel olarak diğer anhidritler (süksinik, bütirik, maleik, valerik, propionik, hekzonik, heptanoik, fitalik, vb.) üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Çetin vd. (2009), yaptıkları çalışmada, Ökalyptus odununu % 26 ağırlık artışı değeri verecek şekilde propiyonik anhidrit ile gerçekleştirilen modifikasyon işleminde daralmaya veya şişmeye karşı % 83 oranında etkinlik derecesi kazandırılmıştır.

Tomak ve Temiz (2014), yaptıkları çalışmada sarı çam odununu asetik, propiyonik ve fitalik anhidritleri ile modifikasyon işlemine tabi tutmuştur. Örnekleri 2, 4 ve 8 saat boyunca 120°C'de sarıçam odunu örneklerine emprenye işlemin uygulamışlar ve bu örneklerin su alma oranı, boyutsal kararlılığı ve mantar çürüklüğüne karşı dayanımını belirlemişlerdir. Yıkanmış ve yıkanmamış örneklerin mantar çürüklüğüne karşı dayanımını belirlemek için bir esmer çürüklük mantarı olan *C. puteana*'ya maruz bırakılmıştır. Buna göre, yapılan çalışma sonucunda, propiyonik anhidrit modifikasyonunun, odunun boyutsal kararlılığını artırdığı ve mantar çürüklüğü zararına karşı daha iyi bir dayanım özelliği kazandırdığı bulunmuştur. Fitalik anhidrit modifikasyonu ise, araştırılan değerler açısından en olumsuz sonucu veren anhidrit olmuştur. Reaksiyon süresinin odunun su alma ve boyutsal kararlılık, ağırlık artış değerlerine çok fazla etkisinin olmadığı ancak uygulanan işlemin süresi arttıkça



*C.puteara* mantarının saldırısı nedeniyle oluşan ağırlık kaybının azaldığı bulunmuştur (Tomak ve Temiz, 2014).

Furfurilasyon bir diğer kimyasal modifikasyon yöntemi olarak birçok çalışmada araştırma konusu olmuştur. Furfurilasyon, furfural alkol kullanılarak (2-furilmetanol) kullanılarak uygulama yapılan bir yöntemdir. Bu modifikasyonda furan polimeri odun hücre polimeri çeperlerine çok dallı ve çapraz bağ oluşturarak bağlanmaktadır. Uygulama esnasında kimyasal madde ile lignin arasında kovalent bağ oluşmaktadır. Modifikasyon işlemi sırasında ilk olarak dolu hücre yöntemine göre odun emprenye edilmektedir. Daha sonra kurutma safhasına geçilmekte ve sertleştirme reaksiyonu için beklenilmektedir. Sertleştirme reaksiyonu esnasında odun, buhar enjeksiyonu uygulaması ile 80-140 °C sıcaklıklara getirilir (6-8 saat). Son olarak odun içerisindeki emülsiyon değerlerinin en düşük seviyeye indirilmesi için kurutma fırınlarında kurutulur. Furfurillenmiş odun yüksek boyutsal stabiliteye, mantarlara karşı yüksek dayanıklılığa, alkali ve asitlere karşı yüksek dirence sahiptir (Homan ve Jorissen, 2004; Hill, 2007; Can. A., 2018.).

Furfuril alkol (FA) ile yapılan modifikasyon işlemlerinde FA odun içerisine kolayca nüfuz etmekte ve kendiliğinden polimerizasyonu gerçekleşmektedir. FA hem hücre boşluklarını doldurduğu hem de hücre çeperleriyle bağ yaptığı için odunun fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmektedir (Esteves vd., 2011; Li vd., 2017; Can, 2018).

#### **2.4.2. Odunun Isıl İşleme Modifikasyonu**

Yaşayan bir ağaç % 75'in üzerinde bir rutubet içeriğine sahiptir. Yaş odun kullanıma sunulmadan önce olabildiğince kurutulmalıdır. Kereste endüstrisinde kurutma işlemi genellikle açık havada kurutma ya da fırında kurutma yöntemleri ile yapılmaktadır. Odunun mukavemeti tam yaş halden lif doygunluğu noktasının altındaki rutubet düzeyine düştüğüe artar. Ancak odunun mukavemeti kurutma işleminde kullanılan sıcaklıktan ve kimyasal koruyucu maddelerden ve yangın geciktirici gibi başka malzemelerin kullanılmasından olumsuz etkilenebilmektedir. Odunun mukavemeti ve sertliği ısıtıldığında azalır ve soğuduğunda artar. Odunun uzun süre yüksek sıcaklıklara maruz kalması, odun maddesinin bozulmasına ve odunsu madde ve

ağırlığında sıcaklığa bağlı olarak kaybedilmesi nedeni ile dayanıklılığında kalıcı olarak azalmaya sebep olur. Bu kalıcı etkilerin büyüklüğü rutubet içeriğine, ısıtma ortamına, sıcaklığa maruz kalma süresine ve daha düşük bir düzeyde de odunun türüne ve örnek büyüklüğüne bağlıdır (Winandy, 1996).

Yoğunluk olarak bakıldığında ısıtılmış odun, ısıtılmamış oduna göre daha az yoğunluğa sahiptir. Yoğunluk ısıtılmanın sıcaklığına ve süresine bağlıdır. Isıtılmanın sıcaklığının ve süresinin artması ile birlikte odunun hacimsel olarak daralır, ağırlık kaybı artar buna bağlı olarak yoğunluk azalır (Sefil, 2010). Isıtılmadan dolayı odunun denge rutubeti önemli ölçüde azalır ve bu da boyutsal değişimin azalmasına yol açar. Bu sayede düşük denge rutubet içeriğine sahip malzeme çok kolaylıkla dış cephe kaplamalarında, havuz kenarlarının kaplanmasında, yaşam alanlarında ve dış mekan mobilyalarında kullanılmaktadır.

Isıtılma tabii tutulmuş odunun kimyasal ve fiziksel özellikleri kalıcı bir şekilde değişime uğrar. Odunda hemiselülozun termik yıkımından dolayı fiziksel, kimyasal, mekanik ve biyolojik özelliklerinde değişim meydana geldiği bilinmektedir. Odunda olumlu anlamda olması istenilen değişimler yaklaşık olarak 150 °C’de elde edilmeye başlanır ve bu değişimler kademe kademe sıcaklığın artırılmasıyla birlikte devam eder. Bu uygulamanın sonucunda odunun bünyesindeki rutubetten dolayı oluşan şişme ve daralma düşer, biyolojik direnç artar, renk koyulaşır ve odun yapısında bulunan birçok ekstraktif madde uzaklaşmış olur. Isıtılma uygulamasında en önemli öğe sıcaklıktır. Ancak ağacın türü, ısıtılma süresi, ısıtılma atmosferi, basınç, rutubet miktarı ve sıcaklığın eşit dağılımı sonuca doğrudan etki etmektedir (Viitanen vd., 1994).

Odunun termal bozunması 100 °C sınırından itibaren başlamaktadır. 200 °C’ nin üzerinde yapısal hasar meydana gelmekte, odun bileşenlerinin tamamen dönüşmesi ve gaz fazındaki degradasyon ürünlerinin açığa çıkması gibi oluşumlar söz konusu olmaktadır. Sıcaklığın 270 °C’ nin üzerine çıkması odunda piroliz ve yanma olayını başlatmaktadır (Fengel ve Wegener, 1989). Kimyasal modifikasyon ve su iticilerle modifikasyonla karşılaştırıldığında ısıtılma ile modifikasyon insan sağlığına olan etkilerinin olumlu yönde olduğu gayet açık ve net olarak söylenebilmektedir.

Sefil (2010), Thermowood yöntemiyle göknar ve kayın odunlarına ısıtma işlemi uygulayarak fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit için yaptığı çalışmada, göknar ve kayın odunu örneklerini beş farklı sıcaklıkta (170, 180, 190, 200 ve 212 °C) ve ortalama iki saat süreyle ısıtma işlemine tabi tutmuştur. Yapılan çalışma sonucunda her iki odun örneklerinde ağırlık kaybı tespit edilmiş, kayın odununda ağırlık kaybının göknar odununa göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. 200°C ve üzeri sıcaklıklarda denge rutubet miktarında (DRM) %50 oranında azalma tespit edilmiştir. Isıtma işlemi sıcaklığı arttıkça yoğunluktaki düşüş de artmıştır. Odunun çabukluğu azalmış ve boyutsal stabilite %50 oranında artmıştır. Sıcaklığın artması ile birlikte odun kahverengiye yakın renk değişimi oluşmuştur. Isı iletkenliği %20 oranında azalmıştır. Basınç direncinin liflere paralel yönde arttığı görülmüştür. Eğilme direncinde ise %15 oranında bir azalma tespit edilmiştir. Sıcaklığın artışı ile birlikte eğilme direncinin de azaldığı, bu azalmanın 212 °C’de en üst noktaya ulaştığı tespit edilmiştir (Sefil, 2010).

#### **2.4.3. Odunun Su İtici Kimyasallar İle Modifikasyonu**

Ağaç malzemenin degradasyonunun önlenmesi amacıyla birçok kimyasal emprenyeme yöntemi kullanılmaktadır. Bazı ağaç türleri biyolojik bozunmaya karşı doğal bir dayanıma sahiptir. Sekoya ve sedir ağacı odunları buna örnek olarak verilebilir. Ancak birçok ağaç türü biyolojik bozunmaya karşı dayanım gösterememektedir. Bu yüzden dayanımı düşük olan ağaç odunları bir çok dayanım artırıcı işleme tabi tutulmaktadır. Odunun kimyasal maddeler ile emprenye işlemine tabi tutulması, dayanıklı olmayan ağaç türü odunlarını koruyarak, onların hizmet ömrünün artırılmasına yardımcı olmaktadır. Odunun küf ve mantar, çürüklük oluşturan bakteri ve böceklere karşı dayanımını artırarak onun kullanım ömrünü uzattığı bilinmektedir. Ayrıca yapılan birçok çalışma göstermiştir ki odunun boyutsal stabilitesini de iyileştirmiştir. Bu olumlu özelliklerinin yanında hedef canlılar dışında diğer canlı ve memeliler üzerinde yapılan araştırmalarda olumsuz etkileri görülmektedir.

Genel olarak ahşap koruyucu emprenye maddelerinde 4 özellik göze çarpmaktadır;

1. Güvenli olması
2. Etkin olması
3. Sürekli olması
4. Ekonomik olması (N. Kartal, 1992).

Burada güvenlik ilk planda gelmektedir. Emprenye maddelerinin üretiminde kullanılan birçok kimyasalın çevreye olan etkileri gün geçtikçe daha anlaşılır bir şekilde ortaya konulmaktadır. Emprenye işlemi uygulanmış ağaç malzemenin uygun şekilde depolanması ve kullanılacağı zamana kadar uygun istifleme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Ayrıca açık ortamda kullanılacak olan emprenye edilmiş ağaç malzemenin nem ve suya maruz kalması sonucu içerisine emdirilmiş emprenye maddesinin yıkanarak toprağa karışmasına ve hedeflenmeyen canlılara ve çevreye zarar vermesine sebep olacağı düşünülmektedir. Bu yüzden emprenye işlemi esnasında emprenye kimyasalı ile birlikte kullanılacak veya direk ağaç malzemeye uygulanabilecek su itici kimyasallar üzerinde yapılan çalışmalar gün geçtikçe büyük önem arz etmektedir (Sefil, 2010).

Su iticilik, odunda sıvı ve su alma oranını kontrol etme ya da su alınımını önleme kabiliyeti olarak açıklanabilir (Koski, 2008). Su itici maddeler, ağaç malzemeye uygulandıklarında, malzeme ile sıvı arasında bariyer görevi görmektedir. Su iticiler su ve nemin ağaç malzeme ile temasını önleyip onun biyolojik bozunuma karşı dayanımını artırmaktadır. Odunun çürüme, renk değişimi ve mantar oluşumuna karşı direnç özelliklerinde olumlu değişimler meydana gelmektedir. Ayrıca boyutsal stabilitesinin de iyileşmesine yardımcı olmaktadır (Feist, 1999).

Odun yüzeyi su itici uygulanması ile birlikte hidrofobik bir özellik göstermektedir. Oduna su itici madde uygulanması onun rutubet artış oranını azaltmakta, fakat zamanla malzeme üzerinden ayrılarak genişleme derecesi doğal haldeki odunla yaklaşık eş değer olmaktadır. Bunu şu şekilde de açıklamak mümkündür; ahşabın genişleme ve çalışması doğal haldeki oduna göre daha fazla bir zaman almaktadır (Williams ve Feist, 1999; Can, 2018).

Su itici maddeler odun ile kimyasal bir bağ kurmamalarından dolayı, oduna uygulamalarında daldırma ve vakumlu emprenye yöntemleri uygulanmaktadır. Bu işlemlerin sonucunda su itici maddeler ile odun arasında zayıf Van Der Waals bağları oluşmaktadır (Koski, 2008; Can, 2018).

Su iticiler ile ilgili bir çok bilimsel çalışma yapılmıştır. Son dönemlerde ise odunun degradasyonunun önlenmesinde ve boyutsal stabilizasyonun artırılmasında çok önemli sonuçlara ulaşılmıştır.

Var (2001) ağaç malzemeye hidrofobik özellik kazandırmak için Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Geartn.), Ladin (*Picea orientalis* L.), Kayın (*Fagus orientalis* L.Cavr.) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarını, vaks, bezir yağı ve parafin ile daldırma yöntemini kullanarak emprenye etmiştir. Bu uygulamanın sonucunda parafin, vaks/bezir yağı uygulanmış örneklerin su alma oranının % 50 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Emprenyeleme süresinin uzamasıyla su iticilik etkisinin arttığı tespit edilmiştir. Ancak emprenyeleme işleminden sonra örneklerin suda bekletme süresinin uzaması ile birlikte su itici etkinin süresinin azalmasına neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum su itici etkinin suya maruz kalma süresi ile ters orantılı olduğu sonucunu doğurmuştur (Var, 2001).

Soylamış (2007), su itici bazı emprenye maddelerinin üst yüzey işlemlerine etkisini araştırmıştır. Bu amaçla su itici özelliği olan WR-230 ve İmersol aqua maddelerini, Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağaç odunlarına, basınç yöntemi ile uygulamıştır. Su iticiler ile emprenye işleminden sonra yüzeyi su bazlı ve poliüretan vernikler ile verniklemiştir. Buna göre su itici emprenye maddeleri malzemenin, parlaklığını renk değişimini ve yüzey sertliğini etkilemiştir. Ancak su itici emprenye maddesinin etkisi vernik çeşidine göre değişiklik göstermiştir (Soylamış, 2007).

Can (2018) ‘Su İtici Maddeler ile Kombine Edilmiş Bazı Emprenye Maddelerin Performansının İncelenmesi ile İlgili’ yaptığı çalışmada, emprenye işleminde kullanılan bakırlı ve borlu bileşiklerin odundan yıkanmasının azaltılması amacı ile

çeşitli yağlar (Tall yağı, Keten yağı) ve su itici kimyasallar ( Borik asit, nano bor, alkali bakır kuat, mikronize bakır kuat, sodyum silikat, poli etilen glikol, alüminyum sülfat, metil hidrojen silikon, naftalin hidroksilomin) ile odunda hidrofobik bir tabaka oluşturmayı hedeflemiştir. Bu amaçla deney örneği olarak Sarıçam odununu kullanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda su itici maddeler bor bileşiğinin yıkanmasını önleyememiştir. Ancak su iticiler korozyon etkisinin azaltılmasında fayda sağlamıştır (Can, 2018).

Pelit vd. (2017) farklı ahşap malzemelerin bazı fiziksel özelliklerine su itici maddelerin etkilerini araştırdığı çalışmada, su itici özelliğe sahip maddeler ile işlem yapılmış farklı ahşap malzemelerin boyutsal değişim, su alma, yoğunluk ve retensiyon gibi bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies bornmulleriana* Mattf.), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarından hazırladıkları örnekleri katı parafin, sıvı parafin, vazelin ve baz yağı ile 24 saat süresince emprenye etmişlerdir. Örnekleri daha sonra distile su içerisinde çeşitli değişik sürelerde (2, 8, 24 ve 48 saat) bekletmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, katı parafin ile muamele edilen göknar örneklerinde en yüksek retensiyon değerleri elde edilmiştir. Uygulanan emprenye maddeleri, örneklerin (özellikle çam ve göknar) boyutsal stabilitesini arttırmıştır ve su alma oranı değerini önemli derecede düşürmüştür. Su alma ve boyutsal stabilite testlerinde en iyi sonuçlar sırası ile katı parafin ve vazelin ile muamele edilmiş örneklerde bulunmuştur (Pelit, 2017).

## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE METOD

#### 3.1. AĞAÇ MALZEME

Bu çalışmada ağaç malzeme olarak Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf) ve Doğu kayını odunu (*Fagus Orientalis* Lipsky) kullanılmıştır. Kullanılacak olan ağaç malzemeler Balıkesir ili, Dursunbey ilçesinde bulunan kereste işletmelerinden tedarik edilmiştir. Atölyede merkezi biçme yöntemi ile elde edilen yaklaşık 10 cm kalınlığındaki keresteler istiflenerek, 4 ay boyunca doğal kurutmaya bırakılmışlardır. Daha sonra geleneksel ağaç işleme makineleri ile kerestelerin diri odun kısımlarından Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler TS 2470 esaslarına uygun olarak deney örnekleri hazırlanmıştır. Ayrıca örneklerin çatlak, budak, lif kıvrıklığı, mantar ve küf oluşumu gibi kusurları içermemesine dikkat edilmiştir.

#### 3.2. KİMYASAL MALZEMELER

Su itici malzeme olarak tekstil sektöründe kullanılan, florokarbon içermeyen su bazlı bir ürün olan Ruco-DryEco® ticari isimli kimyasal kullanılmıştır. Tekstil kimyasalı Rudolf Duraner GmbH Bursa, Türkiye'den temin edilmiştir. Ürüne ait bilgiler üretici firma tarafından sağlanmıştır.

Ürünün kimyasal yapısı, süper dallanmış yapıda dendrimerler ve polimerler karışımı ile birlikte katyonik bir yapıdadır. Her çeşit tekstil lifinden yapılan kumaşlar için florsuz su iticilik apresidir. Özelliklerine bakıldığında;

1. Çok iyi su iticilik özellikleri sağlar.
2. Kumaş tutumu yumuşak olur.

3. Apreli kumaş yüksek kayganlık özelliklerine sahip olur.
4. Sulu kirlere karşı koruma sağlar.
5. Çapraz bağlayıcılarla kombine kullanıldıklarında yıkama dayanıklılıkları yüksek olur.
6. Aşınmaya karşı dayanımı iyidir.
7. Yüksek fikse sıcaklıkları gerektirmez.
8. Florokarbon bileşikleri de dahil organik halojen bileşikleri içermez.
9. APEO içermez.
10. Solvent içermez.
11. Alev almaz.
12. Kuru temizlemeye dayanıklı değildir.

Teknik verilerine bakıldığında;

1. Beyaz emülsiyon
2. Özgül ağırlığı, 20°C'de 1.1 g/cm<sup>3</sup>
3. pH değeri yaklaşık 3,0-7,0
4. Soğuk suda kolayca seyreltilebilir (<http://www.rudolf-duraner.com.tr>).

### **3.3. DENEY ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI**

Deney ve kontrol örnekleri ilgili deneyler için ilgili standartların öngördüğü boyutlarda hazırlanmıştır. Odunun kendi bünyesinden kaynaklanacak farklılıkları en aza indirmek için, deney ve kontrol örneklerinin gövde ekseni boyunca birbirini izleyen ve aynı yıllık halkaları içeren kısımlardan elde edilmesine özen gösterilmiştir.

Hava kurusu haldeki kerestelerden 25x90x600 mm ölçülerinde taslak parçalar geleneksel ağaç işleme makineleri kullanılarak kesilmiştir. Bu taslaklar 20<sub>+3</sub> °C sıcaklık ve % 65<sub>+5</sub> bağıl nem ortamında değişmez ağırlığa gelinceye kadar 3 hafta bekletilmişlerdir. Denge rutubetine gelen taslaklardan 20x20x100mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. Su itici kimyasal ile emprenye işlemi öncesinde deney ve kontrol örnekleri TS 2472 esaslarına uygun olarak, 103 ± 2°C' deki bir etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş, bu haldeki ağırlıkları 0,01 gr duyarlıkta



ölçülmüş ve tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Örneklerin boyutları da 0,01 mm hassasiyette dijital kumpas ve 0,01 hassasiyetinde dijital komperatör saati ile ölçülerek tam kuru hacimleri ve yoğunlukları hesaplanmıştır. Her deney varyasyonu için kullanılacak deney ve kontrol örneklerinin ağaç numunelerinin tümünün temsil edilmesini sağlamak amacıyla farklı kereste parçalarından elde edilmesine özen gösterilmiştir.

### **3.4. DENEY DENEME DESENİ**

Deney örneklerinin su itici ile empenyesinde 3 farklı konsantrasyon kullanılmıştır. Üretici tarafından sağlanan bilgilere göre su itici kimyasal pamuk esaslı tekstil ürünlerin empenyesinde %3 konsantrasyonda sulu çözelti kullanılmaktadır. Bu bilgiye dayalı olarak % 5 ve % 10 konsantrasyonda çözeltiler ile yapılan empenye sonrası beklenen su iticiliğin sağlanamaması nedeni ile çalışma %50 konsantrasyonda tekrarlanmıştır.

Kullanılan su itici kimyasal hem çapraz bağlayıcı ile hem de tek başına kullanılabilir. Buna göre çapraz bağlayıcının etkisinin belirlenmesi için hem yalnızca su itici kimyasal çözeltileri, hem de su itici kimyasala oranla %50 çapraz bağlayıcı içeren çözeltiler olmak üzere toplamda 6 farklı şekilde kullanılmıştır.

Daldırma yöntemi ile yapılan işlemde empenye süresinin, su itici kimyasalın nüfuzuna etkisinin belirlenmesi amacı ile de 2 ve 4 saat olmak üzere 2 farklı empenye süresi kullanılmıştır.

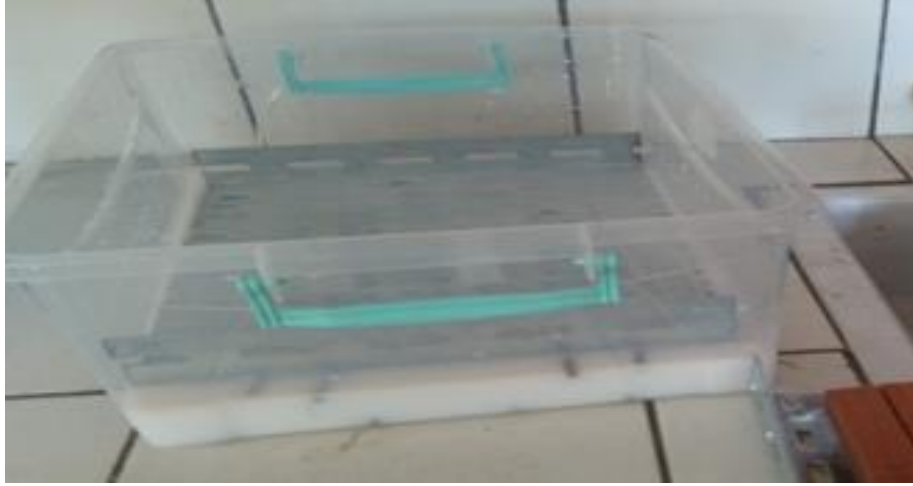
Çizelge 3.1’de deney deneme deseni görülmektedir. Her grup için 10’ar adet numune kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Deney deneme deseni.

Ağaç Malzeme	Su itici Kimyasal	Çapraz bağlayıcı	Saf Su	Emprenye Süresi
Doğu kayını	Kontrol	---	---	---
	% 5	-----	% 95	2 saat
				4 saat
		% 2.5	% 92.5	2 saat
				4 saat
	% 10	-----	% 90	2 saat
				4 saat
		% 5	% 85	2 saat
				4 saat
	% 50	-----	% 50	2 saat
				4 saat
		% 25	% 25	2 saat
4 saat				
Uludağ göknarı	Kontrol	-----	-----	-----
	% 5	-----	% 95	2 saat
				4 saat
		% 2.5	% 92.5	2 saat
				4 saat
	% 10	-----	% 90	2 saat
				4 saat
		% 5	% 85	2 saat
				4 saat
	% 50	-----	% 50	2 saat
				4 saat
		% 25	% 25	2 saat
4 saat				

### 3.5. SU İTİCİ KİMYASAL İLE EMPRENYE İŞLEMİ

Tam kuru haldeki örnekler zemine ve birbirlerine teması azaltmak için paslanmaz çelik çubuklar kullanılarak plastik bir kap içerisine istiflenmiş ve üzerlerine de parçaların yüzmesini önlemek için yine çelik ızgaralar yerleştirilmiştir. Hazırlanan empenye çözeltileri örneklerin üzerini tamamen örtecek şekilde kaba doldurulmuştur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Deney örneklerinin empenye edilmesi.

2 veya 4 saat empenye süresinin sonunda parçalar çıkarılarak üzerlerindeki fazla çözelti kağıt peçete yardımıyla alındıktan sonra hassas terazi ile empenye sonrası yaş ağırlıkları tespit edilmiştir. Su itici kimyasalın polimerizasyonu için örnekler 150 °C sıcaklıktaki etüvde 10 dk süre ile fikse işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra örnekler 24 saat normal koşullarda bekletilmiş ve ardından  $103 \pm 2^\circ \text{C}$  sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutularak empenye sonrası tam kuru ağırlıkları 0,01g hassaslığındaki terazi ile tartılarak belirlenmiştir. Örneklerin işlem sonrası hacimleri de, boyutları 0,01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas ve 0,01 hassasiyetinde dijital komperatör saati ile ölçülerek (Şekil 3.2) hesaplanmıştır.



Şekil 3. 2. Deney örneklerinin ağırlık ve boyutlarının ölçümü.

### 3.6. FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ

Su itici kimyasal ile emprenye edilecek Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunlarının işlem öncesi hava kuru yoğunluğu, rutubet miktarı, tam kuru yoğunluğu değerleri ile işlem sonrası ağaç malzemelerin yoğunluk, yüzde ağırlık artışı, işlemin şişirici etkisi değerleri belirlenmiştir. İşlem görmüş örneklerin su alma oranı ve hacimsel genişleme değerleri belirlenerek su itici etkinlik ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri hesaplanmıştır.

#### 3.6.1. Yoğunluk ve Rutubet Miktarının Belirlenmesi

Deney örneklerinin hava kuru ve tam kuru yoğunluklarının belirlenmesinde TS 2472, rutubet miktarının tespitinde ise TS 2471’de belirtilen esaslara uyulmuştur. Örnekler  $\pm 0,01$  g hassasiyetli terazi ile tartılarak hava kuru ağırlıkları ( $m_r$ ) belirlenmiş, boyutları  $\pm 0,01$  mm hassasiyetli dijital kumpas ve dijital komperatör saati ile ölçülerek hacimleri ( $V_r$ ) hesaplanmıştır.  $103 \pm 2$  °C sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa kadar bekletilen örneklerin tam kuru ağırlıkları ( $m_0$ ) ve tam kuru hacimleri ( $V_0$ ) belirlenmiştir. Hava kuru ( $d_r$ ) ve tam kuru ( $d_0$ ) yoğunluklar ile rutubet miktarı ( $r$ ) aşağıda verilen eşitliklere göre hesaplanmıştır.

$$d_r = \frac{m_r}{V_r}(\text{g/cm}^3) \quad (3.1)$$

$$d_0 = \frac{m_0}{V_0}(\text{g/cm}^3) \quad (3.2)$$

$$r = \frac{m_r - m_0}{m_0} * 100 (\%) \quad (3.3)$$

#### 3.6.2. Yüzde Ağırlık Artışı (YAA) ve Şişirici Etki (ŞE) Değerlerinin Belirlenmesi

Su itici kimyasal ile emprenye ve kurutma işlemi sonrasında, kimyasalın tutunma miktarının tespiti için yüzde ağırlık artışı (YAA); kimyasalın malzemenin hacminde meydana getirdiği artışı tespit etmek için de şişirici etki (ŞE) değerleri belirlenmiştir.

Örneklerin işlem sonrası tam kuru ağırlıkları ( $m_{is}$ ) ve işlem sonrası tam kuru hacimleri ( $V_{is}$ ) belirlenmiş, YAA ve ŞE değerleri aşağıda verilen eşitliklere göre hesaplanmıştır.

$$YAA = \frac{m_{is}-m_0}{m_0} \times 100 \quad (3.4)$$

$$\text{ŞE} = \frac{V_{is}-V_0}{V_0} \times 100 \quad (3.5)$$

### 3.6.3. Su Alma Oranı ve Su İtici Etkinlik (SİE) Değerlerinin Belirlenmesi

Su itici kimyasal ile emprenye edilen örneklerin su alma oranlarının tespitinde aynı zamanda hacimsel genişleme oranının tespit edildiği TS 4086 standardında verilen esaslara uyulmuştur. İşlem sonrası tam kuru hacim ve ağırlıkları bilinen örnekler tamamen suyun altında kalacak şekilde oda sıcaklığındaki saf su içerisine batırılmışlardır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Deney örneklerinin su alma oranının belirlenmesi.

Ardından takip eden her 24 saatte bir örnekler sudan çıkarılarak üzerlerindeki su kağıt mendil ile alındıktan sonra ağırlıkları ve hacimleri belirlenmiştir. Örneklerin hacimlerinin artmadığının tespit edildiği 7. günün sonunda işleme son verilmiştir. Örneklerin su alma oranı (SAO) ve işlem görmüş örneklerin kontrol grubuna oranla su alma oranlarındaki yüzde azalışı ifade eden “Su İtici Etkinlik” (SİE) değeri, kontrol grubunun su alma oranı (SAOk) ve işlem görmüş örneklerin su alma oranı (SAOsu) değerleri kullanılarak aşağıda verilen eşitliklere göre hesaplanmıştır:

$$SAO = \frac{m_{su}-m_{is}}{m_{is}} \times 100 \quad (3.6)$$

$$SİE = \frac{SAO_{su}-SAO_k}{SAO_k} \times 100 \quad (3.7)$$

#### 3.6.4. Hacimsel Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (GÖE)

Hacimsel genişleme değerinin tespitinde TS 4086’da belirtilen esaslara uyulmuş ve su alma deneylerinde kullanılan örnekler üzerinden hesaplama yapılmıştır. Söz konusu deneylerde kullanılan deney ve kontrol örneklerinin tam kuru haldeki radyal, teğet ve lifler yönündeki boyutları 0,01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Sonrasında, suda bekletilen kontrol ve deney örnekleri aynı noktalardan yapılan ölçümlerle genişlemiş haldeki boyutlar saptanmıştır. Hacimsel genişleme (HG) örneklerin empenye sonrası tam kuru hacimleri ( $V_{is}$ ) ve su içerisinde bekledikten sonraki hacimleri ( $V_{su}$ ) değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Su itici kimyasalın örneklerin hacimsel genişlemesini azaltma oranını tespit etmek için kontrol grubunun hacimsel genişleme değeri ( $HG_k$ ) ve işlem gören örneklerin hacimsel genişleme oranı ( $HG_{su}$ ) kullanılarak “Genişlemeyi Önleyici Etkinlik” (GÖE) değeri aşağıda verilen eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır.

$$HG = \frac{V_{su}-V_{is}}{V_{is}} \times 100 \quad (3.8)$$

$$GÖE = \frac{GÖE_{su}-GÖE_k}{GÖE_k} \times 100 \quad (3.9)$$

#### 3.6.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Su itici kimyasal ile Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunlarının empenye edilmesinde, ağaç türü, çözelti konsantrasyonu, bağlayıcı kullanılması ve empenye süresi faktörlerinin, belirlenen sonuçlar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olup olmadığının tespiti için çoklu varyans analizi yapılmıştır. Çözelti konsantrasyonu ve bağlayıcı etkisinin önemli olduğunun tespit edildiği durumlarda Duncan testi ile gruplar arasındaki farkın hangi grup ya da gruplardan kaynaklandığı belirlenmiştir.

## BÖLÜM 4

### BULGULAR

Su itici tekstil kimyasalının ağaç malzemelerin boyutsal stabilizasyonu için kullanılabilirliğinin tespit edilmesi için, işlem görmüş örneklerin bazı fiziksel özellikleri, işlemin neden olduğu yüzde ağırlık artışı, şişirici etki değerleri belirlenmiş; işlem sonrası hacimsel genişleme, genişlemeyi önleyici etkinlik, su alma oranı ve su itici etkinlik değerleri hesaplanarak elde edilen veriler bu bölümde verilmiştir.

#### 4.1. YOĞUNLUK VE RUTUBET

Su itici kimyasal ile emprenye edilen Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunlarının işlem öncesi hava kurusu yoğunluğu, rutubet miktarı, tam kuru yoğunluğu değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kullanılan ağaç malzemelerde yoğunluk ve rutubet.

Ağaç malzeme	$d_r$ (g/cm <sup>3</sup> )	$d_0$ (g/cm <sup>3</sup> )	r (%)
Uludağ Göknarı	0,44	0,39	11,3
Doğu Kayını	0,65	0,58	10,8

#### 4.2. YÜZDE AĞIRLIK ARTIŞI VE ŞİŞİRİCİ ETKİ

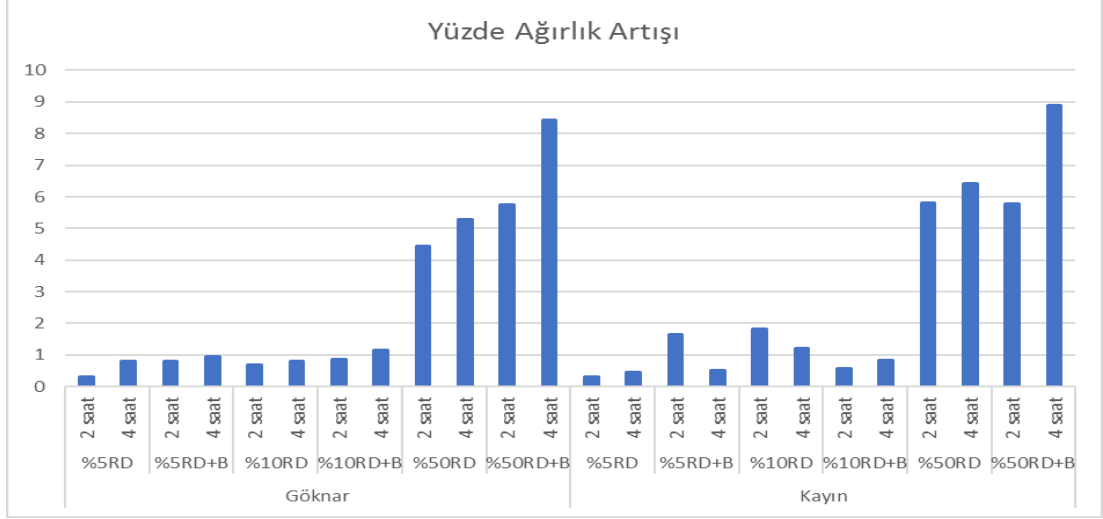
Su itici kimyasal ile işlem sonrasında ağaç malzemelerde meydana gelen ağırlık artışı yüzde değişim olarak hesaplanarak, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, çözelti konsantrasyonu arttıkça YAA da artmaktadır. Ayrıca kimyasalda bekletme süresinin artışı ve bağlayıcı kullanımı da YAA değerlerinde nispeten az da olsa artışa neden olmaktadır. YAA artışı değerlerindeki değişim Şekil 4.1'de daha açık bir şekilde görülebilmektedir.

Çizelge 4. 2. Yüzde ağırlık artışına ilişkin bilgiler.

Ağaç Türü	Kimyasal Maddeler	Süre	Ortalama	SS	
Uludağ Göknaarı	%5RD	2 saat	,3100	,04761	
		4 saat	,7940	,09879	
	%5RD+B	2 saat	,8140	,06467	
		4 saat	,9660	,34626	
	%10RD	2 saat	,7040	,10058	
		4 saat	,8190	,04433	
	%10RD+B	2 saat	,8570	,11116	
		4 saat	1,1490	,11435	
	%50RD	2 saat	4,4310	,26104	
		4 saat	5,2800	,30063	
	%50RD+B	2 saat	5,7660	,39303	
		4 saat	8,4320	,46166	
	Doğu Kayını	%5RD	2 saat	,3090	,04408
			4 saat	,4590	,07233
%5RD+B		2 saat	1,6630	,67644	
		4 saat	,5230	,06430	
%10RD		2 saat	1,8280	,46501	
		4 saat	1,2060	,13745	
%10RD+B		2 saat	,5770	,06464	
		4 saat	,8280	,07729	
%50RD		2 saat	5,8060	,35914	
		4 saat	6,4140	,70151	
%50RD+B		2 saat	5,7690	,26266	
		4 saat	8,8890	,57782	

Şekil 4.1'e göre yüzde ağırlık artışında en önemli etkenin çözelti konsantrasyonu olduğu görülmektedir. Ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin YAA değeri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çok faktörlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.





Şekil 4.1. Su itici kimyasal ile işlemin neden olduğu yüzde ağırlık artışı.

Çizelge 4.3. Su itici kimyasal ile işlemde ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin yüzde ağırlık artışı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kareler	F hesap	Önem düzeyi
Düzeltilmiş Model	1798,614	23	78,201	279,256	,000
Sabit terim	1738,440	1	1738,440	6208,009	,000
Ağaç_T	6,498	1	6,498	23,204	,000
Çözelti	1674,741	5	334,948	1196,107	,000
Süre	19,982	1	19,982	71,354	,000
Ağaç_T * Çözelti	17,074	5	3,415	12,194	,000
Ağaç_T * Süre	2,000	1	2,000	7,143	,008
Çözelti * Süre	73,845	5	14,769	52,741	,000
Ağaç_T * Çözelti * Süre	4,474	5	,895	3,196	,008
Hata	60,487	216	,280		
Toplam	3597,541	240			
Düzeltilmiş toplam	1859,101	239			

Varyans analizi sonuçlarına göre hem faktörler tek başlarına hem de bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimleri su itici kimyasalın neden olduğu YAA değeri üzerinde istatistiksel olarak etkilidir. Ağaç türü ve süre açısından değerlendirildiğinde Doğu kayınında ve 4 saat işlemde daha yüksek YAA meydana gelmiştir. Çözelti faktör seviyeleri arasındaki farklılığı tespit etmek için yapılan Duncan çoklu aralık testi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. YAA değeri üzerinde çözeltili faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları.

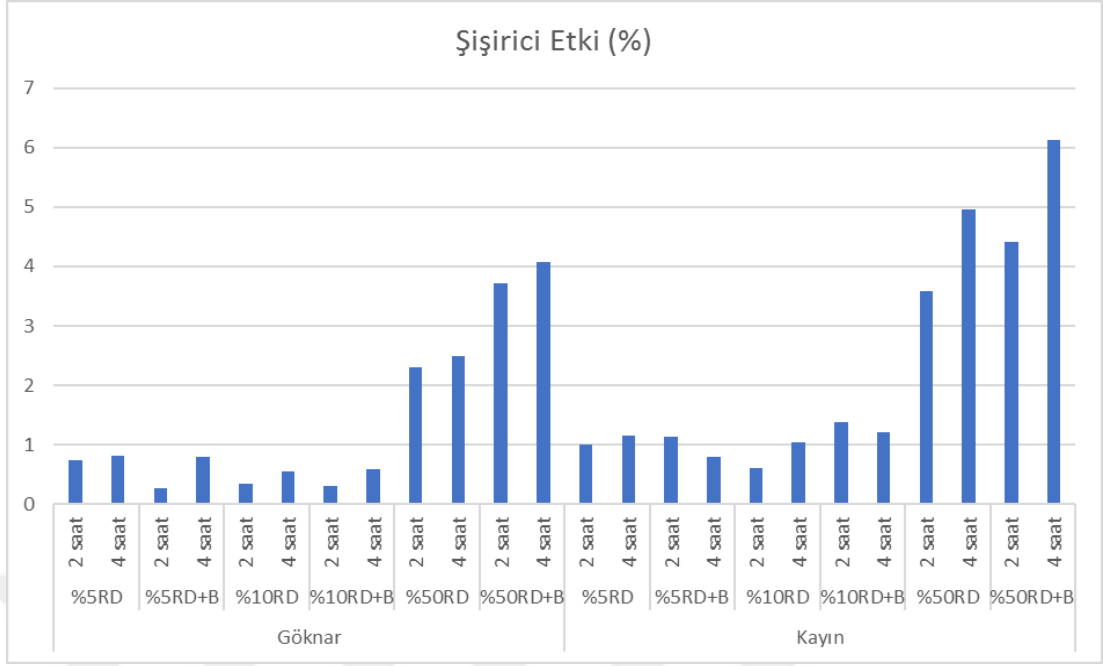
Çözeltili	N	Hojenlik Grupları				
		1	2	3	4	5
%5RD	40	,4680				
%10RD+B	40		,8528			
%5RD+B	40		,9915	,9915		
%10RD	40			1,1393		
%50RD	40				5,4828	
%50RD+B	40					7,2140
Sig.		1,000	,242	,213	1,000	1,000

Duncan testi sonuçlarına göre %5 RD+B ile %10 RD+B grupları arasında ve %5 RD+B ile %10RD grupları arasında YAA açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Diğer tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek YAA %50 RD+B grubunda elde edilmiştir.

Emprenye veya kimyasal modifikasyonda ağaç malzemelerde meydana gelen hacim artışı yani şişirici etki (SE) kimyasalın hücre çeperi içerisine girip girmediğinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Su itici kimyasal ile işlem sonrasında belirlenen SE ortalama ve standart sapma değerleri ve Çizelge 4.5’de verilmiştir. SE değerlerinin de beklendiği üzere YAA değerlerine paralel bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çözeltili konsantrasyonu arttıkça SE değerleri de artmaktadır. SE değerlerindeki değişim grafik olarak Şekil 4.2’de verilmiştir. SE değerlerinde işlem süresinin etkisinin belirgin olmadığı, özellikle %5 ve %10 konsantrasyonlarda hem süre hem de bağlayıcı etkisinin önemli bir değişime neden olmadığı tespit edilmiştir. Ağaç türü, çözeltili ve işlem süresi faktörlerinin SE değeri üzerindeki etkisine yönelik çoklu varyans analizi sonucu Çizelge 4.6’da verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre faktörler tek başlarına etkili iken, Ağaç türü x çözeltili ikili etkileşimi haricindeki diğer ikili ve üçlü etkileşimler SE değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki göstermemişlerdir.

Çizelge 4. 5. Su itici kimyasal ile işlemin şişirici etkisi (SE).

Ağaç Türü	Kimyasal Maddeler	Süre	Ortalama	SS	
Uludağ Göknaarı	%5RD	2 saat	,7390	,45991	
		4 saat	,8090	,43350	
	%5RD+B	2 saat	,2630	,36359	
		4 saat	,7870	,62032	
	%10RD	2 saat	,3420	,32530	
		4 saat	,5410	,59209	
	%10RD+B	2 saat	,3000	,20822	
		4 saat	,5920	,63902	
	%50RD	2 saat	2,3110	,95010	
		4 saat	2,4940	1,38123	
	%50RD+B	2 saat	3,7070	,77567	
		4 saat	4,0650	2,20106	
	Doğu Kayını	%5RD	2 saat	1,0060	,36692
			4 saat	1,1560	,46952
%5RD+B		2 saat	1,1380	,90272	
		4 saat	,8030	,20865	
%10RD		2 saat	,6050	,30112	
		4 saat	1,0460	,37698	
%10RD+B		2 saat	1,3830	,31955	
		4 saat	1,2020	,33727	
%50RD		2 saat	3,5890	2,14877	
		4 saat	4,9520	1,80483	
%50RD+B		2 saat	4,4060	1,44559	
		4 saat	6,1320	2,27053	



Şekil 4.2. Su itici kimyasal ile işlemin şişirici etkisi.

Çizelge 4.6. Su itici kimyasal ile işlemde ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin şişirici etki üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kareler	F hesap	Önem düzeyi
Düzeltilmiş Model	660,678	23	28,725	25,663	,000
Intercept	820,216	1	820,216	732,795	,000
Ağaç_T	45,658	1	45,658	40,792	,000
Çözelti	566,265	5	113,253	101,182	,000
Süre	9,560	1	9,560	8,541	,004
Ağaç_T * Çözelti	19,931	5	3,986	3,561	,004
Ağaç_T * Süre	,986	1	,986	,881	,349
Çözelti * Süre	8,538	5	1,708	1,526	,183
Ağaç_T * Çözelti * Süre	9,740	5	1,948	1,740	,127
Hata	241,769	216	1,119		
Toplam	1722,663	240			
Düzeltilmiş toplam	902,446	239			

Çözelti faktörünün alt seviyeleri arasındaki farklılığın belirlendiği Duncan testi sonucu Çizelge 4.7. de verilmiştir. Buna göre %5 ve %10 konsantrasyondaki gruplar arasında bağlayıcı olsun olmasın istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. %50

konsantrasyonda ise diğerlerinden daha fazla SE tespit edilmiştir. En yüksek SE değeri %50+B grubunda tespit edilmiştir(% 4,45).

Çizelge 4.7. SE değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları.

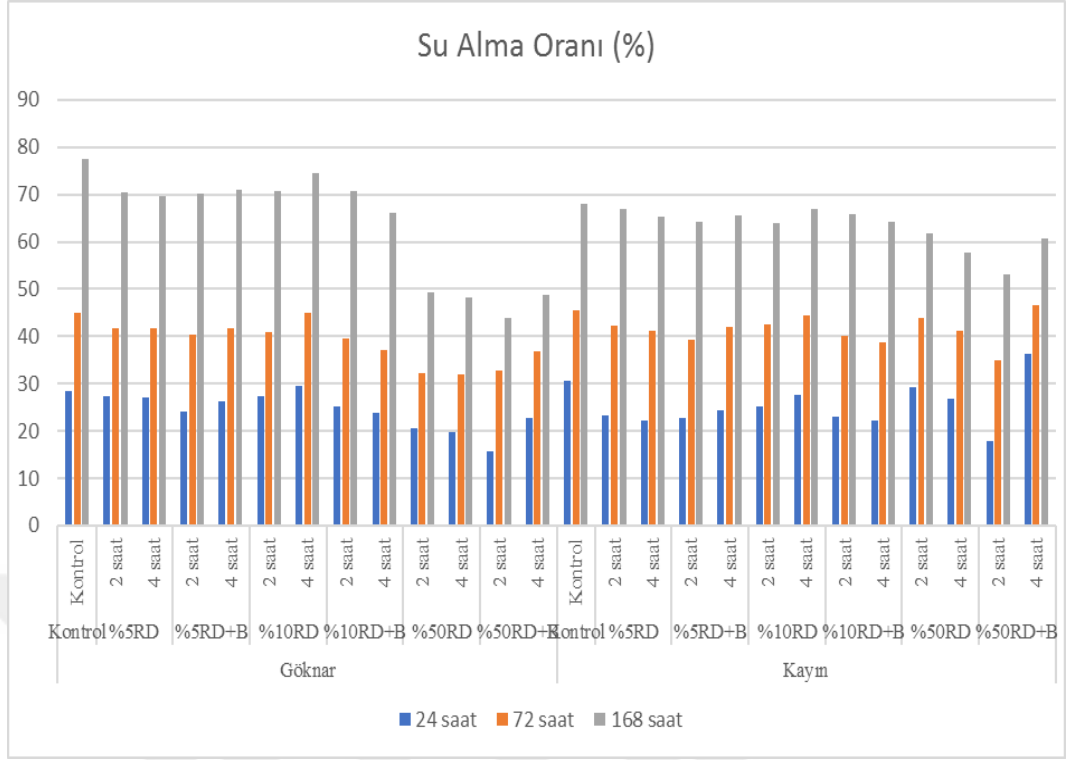
Çözelti	N	Homojenlik Grupları		
		1	2	3
%10RD	40	,6335		
%5RD+B	40	,7478		
%10RD+B	40	,8693		
%5RD	40	,9275		
%50RD	40		3,3365	
%50RD+B	40			4,5775
Sig.		,263	1,000	1,000

### 4.3. SU ALMA ORANI VE SU İTİCİ ETKİNLİK

Su itici kimyasal ile işlem gören örneklerin ve işlem görmemiş kontrol grubu örneklerinin 24 saat, 72 saat ve 168 saat suda bekletilmeleri ile elde edilen su alma oranı değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Örneklerin su alma oranları kontrol grubuna kıyasla bir miktar düşmektedir. Bu düşüş çözelti konsantrasyonu ve dolayısıyla YAA değerleri ile ters yönlü ilişkili bir değişim göstermektedir. Malzemeye tutunan su itici madde miktarı arttıkça su alma oranı da düşmektedir. Ancak kontrol grubuna kıyasla aradaki bu fark, örneklerin suya maruz kalma süresi uzadıkça azalmaktadır. Bu durum Şekil 4.3’te görülebilmektedir. Bu sonuç kimyasalın malzeme ile arasında bir bağ kurmadığı ve zaman içerisinde etkisini kaybettiğini göstermektedir. Çizelge 4.9’de ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin su alma oranı üzerindeki etkisine ait çoklu varyans analizi sonuçları verilmiştir. Süre faktöründe 168 saat hariç faktörler tek başına, ağaç türü x çözelti ile çözelti x süre ikili etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bir etki yaparken, ağaç türü x süre ikili etkileşimi yalnızca 24 saat için, üçlü etkileşim ise 24 ve 72 saat için istatistiksel olarak anlamlı ölçüde etkili olmuştur. Çözelti grupları arasında yapılan ikili karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10 - 12’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Su alma oranı ortalama ve SS değerleri.

Uygulama Süresi			24 saat		72 saat		168 saat	
Ağaç Türü	Deney Grubu	Süre	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS
Uludağ Göknaarı	Kontrol	Kontrol	28,47	6,92	44,93	5,75	77,38	5,54
	%5RD	2 saat	27,33	2,07	41,83	2,08	70,44	5,69
		4 saat	26,98	1,13	41,74	2,02	69,52	3,36
	%5RD+B	2 saat	23,97	1,62	40,37	2,48	70,15	3,07
		4 saat	26,19	1,65	41,60	2,04	71,01	4,17
	%10RD	2 saat	27,43	2,27	40,83	7,60	70,83	3,82
		4 saat	29,55	1,27	44,88	2,19	74,40	2,41
	%10RD+B	2 saat	25,23	0,93	39,45	1,92	70,75	2,35
		4 saat	23,90	1,28	37,14	2,10	66,01	4,14
	%50RD	2 saat	20,49	1,01	32,34	4,01	49,29	1,98
		4 saat	19,89	0,95	31,99	4,15	48,09	2,15
	%50RD+B	2 saat	15,58	0,94	32,81	2,90	43,86	3,37
		4 saat	22,71	1,66	36,92	2,14	48,84	2,02
	Doğu Kayını	Kontrol	Kontrol	30,60	2,28	45,52	2,30	68,06
%5RD		2 saat	23,37	1,49	42,35	2,28	66,82	1,84
		4 saat	22,26	0,84	41,05	1,83	65,42	2,59
%5RD+B		2 saat	22,61	2,07	39,20	3,68	64,16	3,69
		4 saat	24,47	1,02	42,07	2,19	65,49	1,48
%10RD		2 saat	25,21	4,38	42,45	3,17	63,89	2,46
		4 saat	27,74	4,06	44,37	3,18	66,87	2,46
%10RD+B		2 saat	22,88	1,08	40,17	2,43	65,94	3,20
		4 saat	22,14	1,25	38,80	2,45	64,32	3,14
%50RD		2 saat	29,27	4,40	43,83	4,41	61,89	5,25
		4 saat	26,75	5,07	41,05	6,26	57,72	5,83
%50RD+B		2 saat	17,98	2,86	34,97	4,66	53,23	3,98
		4 saat	36,38	1,05	46,47	2,44	60,62	2,10



Şekil 4.3. Su itici ile işlem gruplarına göre ağaç malzemedeki su alma oranı.

Çizelge 4.9. Su itici kimyasal ile işlemde ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin su alma oranı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kareler	F hesap	Önem düzeyi
Düzeltilmiş Model	SAO_24h	4599,648 <sup>a</sup>	25	183,986	26,600	,000
	SAO_72h	3987,324 <sup>b</sup>	25	159,493	12,983	,000
	SAO_168h	18560,593 <sup>c</sup>	25	742,424	61,612	,000
Sabit Terim	SAO_24h	140262,087	1	140262,087	20278,525	,000
	SAO_72h	360229,514	1	360229,514	29324,250	,000
	SAO_168h	901488,214	1	901488,214	74812,135	,000
Ağaç Türü	SAO_24h	79,101	1	79,101	11,436	,001
	SAO_72h	320,443	1	320,443	26,085	,000
	SAO_168h	146,379	1	146,379	12,148	,001
Çözelti	SAO_24h	479,213	5	95,843	13,857	,000
	SAO_72h	1073,198	5	214,640	17,473	,000
	SAO_168h	12132,870	5	2426,574	201,375	,000
Süre	SAO_24h	317,262	1	317,262	45,868	,000
	SAO_72h	127,284	1	127,284	10,361	,001
	SAO_168h	20,745	1	20,745	1,722	,191
Ağaç_T * Çözelti	SAO_24h	1493,519	5	298,704	43,185	,000
	SAO_72h	910,809	5	182,162	14,829	,000
	SAO_168h	3458,652	5	691,730	57,405	,000
Ağaç_T * Süre	SAO_24h	35,682	1	35,682	5,159	,024
	SAO_72h	7,469	1	7,469	,608	,436
	SAO_168h	1,584	1	1,584	,131	,717
Çözelti * Süre	SAO_24h	1447,628	5	289,526	41,858	,000
	SAO_72h	676,067	5	135,213	11,007	,000
	SAO_168h	667,286	5	133,457	11,075	,000
Ağaç_T * Çözelti * Süre	SAO_24h	294,468	5	58,894	8,515	,000
	SAO_72h	167,914	5	33,583	2,734	,020
	SAO_168h	61,444	5	12,289	1,020	,407
Hata	SAO_24h	1618,526	234	6,917		
	SAO_72h	2874,539	234	12,284		
	SAO_168h	2819,706	234	12,050		
Toplam	SAO_24h	168407,822	260			
	SAO_72h	430188,239	260			
	SAO_168h	1074809,442	260			
Düzeltilmiş toplam	SAO_24h	6218,174	259			
	SAO_72h	6861,863	259			
	SAO_168h	21380,299	259			



Çizelge 4.10. 24 saatte su alma oranı değeri üzerinde çözeltilerin etkisine ilişkin homojenlik grupları.

SAO_24 saat					
Çözelti	N	Homojenlik Grupları			
		1	2	3	4
%50RD+B	40	23,1635			
%10RD+B	40	23,5378			
%50RD	40	24,0995	24,0995		
%5RD+B	40	24,3083	24,3083		
%5RD	40		24,9853		
%10RD	40			27,4818	
Kontrol	20				29,5375
Sig.		,098	,186	1,000	1

24 saatte su alma oranları üzerinde çözeltilerin etkisi incelendiğinde, tüm işlem gruplarının kontrol grubuna göre istatistiksel anlamda önemli derecede azaltıcı etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak %5RD - %5RD+B - %50 RD grupları arasında ve %5RD+B - %50RD - %10 RD+B - %50RD+B grupları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. 72 saatte su alma oranı değeri üzerinde çözeltilerin etkisine ilişkin homojenlik grupları.

SAO_72 saat					
Çözelti	N	Homojenlik Grupları			
		1	2	3	4
%50RD	40	37,3030			
%50RD+B	40	37,7940			
%10RD+B	40	38,8900			
%5RD+B	40		40,8090		
%5RD	40		41,7410	41,7410	
%10RD	40			43,1290	
Kontrol	20				45,227
Sig.		,074	,267	,099	1

72 saat sonrasında su alma oranları karşılaştırıldığında %50RD-%50RD+B-%10RD+B grupları arasında, %5RD+B - %5RD grupları arasında ve %5RD - %10RD grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı, tüm grupların kontrol grubuna oranla önemli derecede su alma oranını azalttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. 168 saatte su alma oranı değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları.

SAO_168 saat						
Çözelti	N	Homojenlik Grupları				
		1	2	3	4	5
%50RD+B	40	51,6368				
%50RD	40		54,2465			
%10RD+B	40			66,7560		
%5RD+B	40			67,7010	67,7010	
%5RD	40			68,0483	68,0483	
%10RD	40				68,9955	
Kontrol	20					72,7155
Sig.		1,000	1,000	,143	,143	1,000

168 saat suda bekletme sonunda elde edilen su alma oranları değerlendirildiğinde düşük konsantrasyon grupları arasındaki farkın azaldığı, %50RD ve %50RD+B gruplarının tüm diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde su alma oranını daha fazla azalttığı tespit edilmiştir. Bağlayıcı kullanımının su alma oranını azaltmada etkili olduğu ancak en önemli etkenin çözelti konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir.

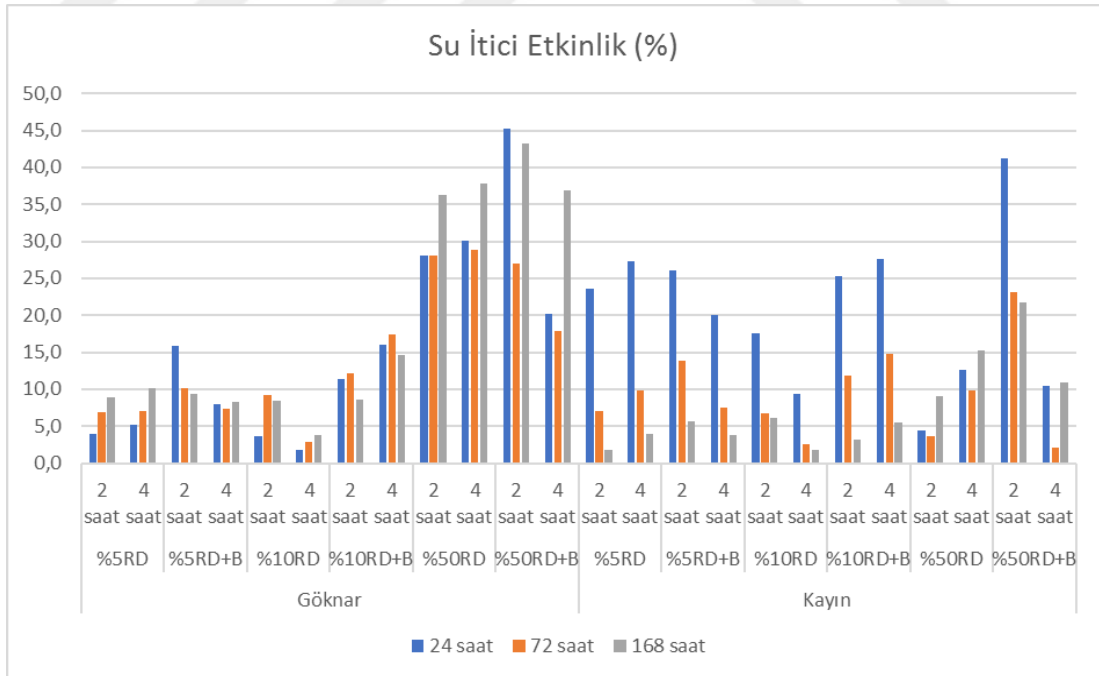
Kontrol grubunun su alma oranı ile karşılaştırıldığında su itici kimyasal ile işlemin ağaç malzemelerde sağladığı su alma oranındaki azalışı ifade eden su itici etkinlik (SİE) değerleri hesaplanarak Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Su itici ile işlemin sağladığı su itici etkinlik değerleri.

Ağaç türü	Çözelti	İşlem süresi	Su İtici Etkinlik (%)			
			24 saat	72 saat	168 saat	
Uludağ Gökarnarı	%5RD	2 saat	4,0	6,9	9,0	
		4 saat	5,2	7,1	10,1	
	%5RD+B	2 saat	15,8	10,2	9,3	
		4 saat	8,0	7,4	8,2	
	%10RD	2 saat	3,7	9,1	8,5	
		4 saat	1,8	2,8	3,9	
	%10RD+B	2 saat	11,4	12,2	8,6	
		4 saat	16,1	17,3	14,7	
	%50RD	2 saat	28,0	28,0	36,3	
		4 saat	30,2	28,8	37,9	
	%50RD+B	2 saat	45,3	27,0	43,3	
		4 saat	20,2	17,8	36,9	
	Doğu Kayını	%5RD	2 saat	23,6	7,0	1,8
			4 saat	27,3	9,8	3,9
%5RD+B		2 saat	26,1	13,9	5,7	
		4 saat	20,0	7,6	3,8	
%10RD		2 saat	17,6	6,8	6,1	
		4 saat	9,3	2,5	1,7	
%10RD+B		2 saat	25,2	11,8	3,1	
		4 saat	27,6	14,8	5,5	
%50RD		2 saat	4,4	3,7	9,1	
		4 saat	12,6	9,8	15,2	
%50RD+B		2 saat	41,2	23,2	21,8	
		4 saat	10,5	2,1	10,9	

SİE değerleri incelendiğinde en iyi etkinin %45,3 ile Uludağ göknarının %50+B ile 2 saat işleminde elde edildiği görülmektedir. Doğu kayını için de en yüksek etki (%41,2) aynı işlem grubunda tespit edilmiştir. Özellikle Doğu kayını gruplarında 24 saatte hesaplanan SİE değerleri büyük çoğunlukta daha yüksek çıkmıştır. Uludağ göknarı için bir genelleme yapmak mümkün olmamakla birlikte %50 çözelti konsantrasyonu gruplarında 168 saat sonunda hesaplanan SİE değerleri daha yüksektir. 24 saatte

hesaplanan SİE değerinin yüksek olması, su itici kimyasal ile işlemin suyun malzemeye girişini yavaşlattığı ancak suya maruz kalma süresi uzadıkça etkisini kaybettiğini göstermektedir. Kullanılan kimyasalın ağaç malzeme ile arasında bir bağlanma gerçekleşmediği ve zamanla yıkanmaya maruz kaldığı ve dolayısıyla da etkisini kaybettiği şeklinde yorumlanabilir. Konsantrasyonun yüksek olduğu gruplarda kimyasalın şişirici etkisi de dikkate alındığında, suyun girebileceği boşlukların da azaldığı, kimyasalın yıkanmasının da daha uzun sürdüğü ve bu nedenle de SİE değerlerinin diğer gruplara oranla yüksek olduğu söylenebilir. Bu sonuçlarla uyumlu olarak Var (2001), kayın, kızılâğaç, ladin ve sarıçam odunlarını parafin, vaks, bezir yağı ile daldırma yöntemini kullanarak emprenye ettiği çalışmasında su alma oranının % 50 oranında azaldığını, emprenyeme süresinin uzamasıyla su iticilik etkisinin arttığını ancak emprenyeme işleminden sonra örneklerin suda bekletme süresinin uzaması ile birlikte su itici etkinin azaldığını belirtmiştir. Bu durum su itici etkinin suya maruz kalma süresi ile ters orantılı olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Bu çalışmada elde edilen SİE değerlerinin işlem gruplarına göre değişimi grafik olarak Şekil 4.4.'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Su itici kimyasal ile işlemin sağladığı su itici etkinlik değerleri.

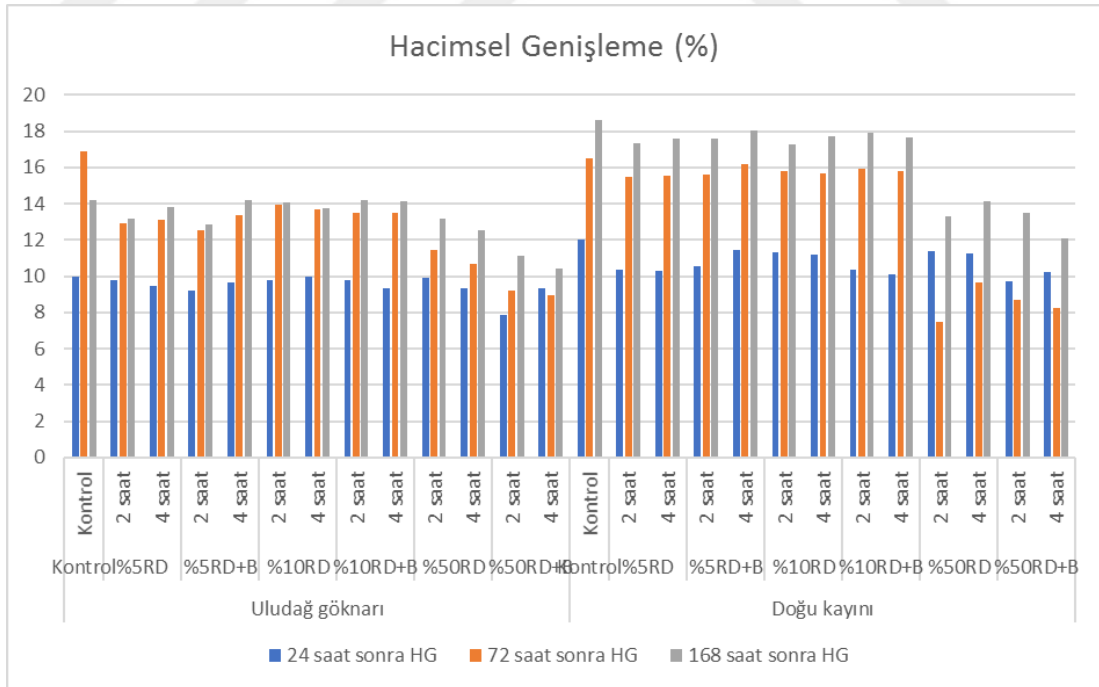
#### 4.4. HACİMSEL GENİŞLEME (HG) VE GENİŞLEMİYİ ÖNLEYİCİ ETKİNLİK (GÖE)

Su itici tekstil kimyasalı ile işlem gören Uludağ göknarı ve Doğu kayını örneklerinin ve işlem görmemiş kontrol grubu örneklerinin su alma oranı deneyinde 24 saat, 72 saat ve 168 saat sonundaki hacimsel genişlemeleri hesaplanarak ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Su itici kimyasal ile işlem görmüş örneklerin hacimsel genişleme değerleri.

Ağaç Türü	Çözelti	İşlem süresi	24 saat sonra		72 saat sonra		168 saat sonra	
			HG	SS	HG	SS	HG	SS
Uludağ göknarı	Kontrol	Kontrol	9,981	1,01	16,89	4,15	14,21	0,84
	%5RD	2 saat	9,762	1,26	12,92	1,15	13,19	1,23
		4 saat	9,456	1,03	13,10	0,78	13,82	0,85
	%5RD+B	2 saat	9,214	0,60	12,54	2,50	12,88	3,91
		4 saat	9,680	0,97	13,39	0,69	14,17	1,07
	%10RD	2 saat	9,801	0,90	13,97	1,15	14,08	0,61
		4 saat	9,941	1,48	13,70	0,88	13,75	0,72
	%10RD+B	2 saat	9,788	1,07	13,46	1,12	14,18	1,11
		4 saat	9,340	0,69	13,47	1,60	14,10	1,60
	%50RD	2 saat	9,878	0,77	11,42	2,89	13,15	2,07
		4 saat	9,318	1,86	10,66	1,88	12,51	1,17
	%50RD+B	2 saat	7,853	0,96	9,186	3,93	11,11	1,20
		4 saat	9,363	2,25	8,966	2,12	10,41	2,36
	Doğu kayını	Kontrol	Kontrol	12,03	0,55	16,50	0,78	18,62
%5RD		2 saat	10,35	0,48	15,49	0,63	17,34	0,72
		4 saat	10,26	0,74	15,56	0,82	17,61	0,73
%5RD+B		2 saat	10,53	0,86	15,63	1,34	17,61	1,35
		4 saat	11,43	0,70	16,18	0,49	18,04	0,66
%10RD		2 saat	11,30	1,27	15,78	0,96	17,24	1,01
		4 saat	11,21	1,04	15,68	0,63	17,70	0,80
%10RD+B		2 saat	10,38	0,57	15,93	0,52	17,92	0,54
		4 saat	10,08	0,46	15,80	0,39	17,65	0,40
%50RD		2 saat	11,37	2,10	7,475	0,92	13,27	0,92
		4 saat	11,23	1,75	9,663	3,24	14,15	1,98
%50RD+B		2 saat	9,715	3,04	8,663	2,43	13,52	1,00
		4 saat	10,21	2,58	8,226	2,81	12,10	0,64

Tüm işlem gruplarının hacimsel genişlemesinin kontrol grubuna oranla daha az olduğu görülmektedir. Ancak düşük konsantrasyonlu çözeltilerle işlemin etkisinin daha az olduğu belirlenmiştir. Özellikle Doğu kaynında % 50 konsantrasyonlu çözeltilerle yapılan işlemler kontrol grubuna göre çok daha az hacimsel genişleme göstermişlerdir. Suyu maruz kalma süresi ile hacimsel genişleme değerleri arasında yalnızca doğu kaynının %50 konsantrasyondaki çözeltilerle işlemi hariç doğrusal bir eğilim olduğu belirlenmiştir. Doğu kayını %50 çözeltili konsantrasyonundaki işlemde ise 72 saat sonundaki hacimsel genişlemenin 24 saattekinden daha az olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç su alma oranı değerleri ile de uyumludur. Su itici kimyasalla işlem sonrasında Doğu kaynında tespit edilen şişirici etkinin de yüksek olduğu dikkate alındığında bu durum, ilk 24 saatte malzeme içerisine giren su örneklerde bir miktar daha genişlemeye neden olmuş ancak bu suyun aynı zamanda ağaç malzemeye kimyasal olarak bağlanamayan ve polimerleşmeye katılmayan su itici moleküllerinin de zaman içerisinde yıkanmasına ve dolayısı ile de örneklerin hacminde bir miktar azalmaya neden olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Deney parametrelerine göre örneklerdeki hacimsel genişleme değerlerinin değişimi Şekil 4.5'te grafik olarak verilmiştir.



Şekil 4.5. Su içerisinde bekletilen örneklerin hacimsel genişleme değerleri.

Çizelge 4.15. Su itici kimyasal ile işlemde ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin hacimsel genişleme üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kareler	F hesap	Önem düzeyi
Düzeltilmiş Model	HG_24h	189,435 <sup>a</sup>	25	7,577	4,055	,000
	HG_72h	2178,226 <sup>b</sup>	25	87,129	24,043	,000
	HG_168h	1314,307 <sup>c</sup>	25	52,572	26,461	,000
Sabit Terim	HG_24h	23852,495	1	23852,495	12764,891	,000
	HG_72h	40517,518	1	40517,518	11180,589	,000
	HG_168h	50875,015	1	50875,015	25607,188	,000
Ağaç_Türü	HG_24h	33,722	1	33,722	18,047	,000
	HG_72h	10,787	1	10,787	2,977	,086
	HG_168h	342,869	1	342,869	172,578	,000
Çözelti	HG_24h	86,584	5	17,317	9,267	,000
	HG_72h	1697,739	5	339,548	93,696	,000
	HG_168h	874,952	5	174,990	88,079	,000
Süre	HG_24h	1,748	1	1,748	,935	,334
	HG_72h	1,571	1	1,571	,434	,511
	HG_168h	,019	1	,019	,009	,923
Ağaç_T * Çözelti	HG_24h	38,752	5	7,750	4,148	,001
	HG_72h	169,409	5	33,882	9,349	,000
	HG_168h	21,516	5	4,303	2,166	,059
Ağaç_T * Süre	HG_24h	,094	1	,094	,050	,823
	HG_72h	2,313	1	2,313	,638	,425
	HG_168h	,086	1	,086	,043	,836
Çözelti * Süre	HG_24h	16,680	5	3,336	1,785	,117
	HG_72h	10,080	5	2,016	,556	,733
	HG_168h	23,652	5	4,730	2,381	,039
Ağaç_T * Çözelti * Süre	HG_24h	4,777	5	,955	,511	,768
	HG_72h	19,972	5	3,994	1,102	,360
	HG_168h	12,675	5	2,535	1,276	,275
Hata	HG_24h	437,253	234	1,869		
	HG_72h	847,996	234	3,624		
	HG_168h	464,899	234	1,987		
Toplam	HG_24h	29184,059	260			
	HG_72h	48999,271	260			
	HG_168h	62264,978	260			
Düzeltilmiş toplam	HG_24h	626,687	259			
	HG_72h	3026,223	259			
	HG_168h	1779,206	259			

Çizelge 4.15’de ağaç türü, çözelti ve işlem süresi faktörlerinin hacimsel genişleme değeri üzerindeki etkisine ait çoklu varyans analizi sonuçları verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre ağaç türü ve çözelti faktörlerinin alt seviyeleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark olduğu ancak süre faktörünün istatistiksel olarak anlamlı bir farka neden olmadığı belirlenmiştir. İkili etkileşimlerde ise ağaç türü x çözelti etkileşiminin 24 ve 72 saat için, çözelti x süre ikili etkileşiminin 168 saat için HG değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu tespit edilmiştir. Suya maruz kalma süresine bağlı olarak çözelti faktörünün alt seviyeleri arasındaki farklılıkların analiz edildiği Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.16 – Çizelge 4.18’de verilmiştir. 24 saat sonunda tespit edilen hacimsel genişleme değerlerine göre %50 RD+B çözelti grubu dışındaki diğer işlem gruplarının kendi arasında, %10 RD ve %5 RD+B grupları ile de kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. 72 saat sonunda hesaplanan HG değerlerine göre tüm işlem grupları ile kontrol grubu arasında İstatistiksel olarak önemli fark varken, %5 ve %10 konsantrasyon gruplarının kendi arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. %50 RD ve %50 RD+B grupları arasında da önemli bir fark olduğu, bağlayıcı kullanımının etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.16. 24 saat sonunda HG değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları.

HG_24h				
Çözelti	N	Homojenlik Grupları		
		1	2	3
%50RD+B	40	9,2863		
%10RD+B	40		10,3970	
%50RD	40		10,4513	
%5RD	40		10,4593	
%5RD+B	40		10,7158	10,7158
%10RD	40		11,0309	11,0309
Kontrol	20			11,1005
Sig.		1,000	,098	,087



Çizelge 4.17. 72 saat sonunda HG değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları.

HG_72h					
Çözelti	N	Homojenlik Grupları			
		1	2	3	4
%50RD+B	40	8,7603			
%50RD	40		9,8080		
%5RD	40			14,6093	
%5RD+B	40			14,7778	
%10RD+B	40			15,0055	
%10RD	40			15,1233	
Kontrol	20				16,6975
Sig.		1,000	1,000	,310	1,000

Çizelge 4.18. 168 saat sonunda HG değeri üzerinde çözelti faktörünün etkisine ilişkin homojenlik grupları.

HG_168h				
Çözelti	N	Homojenlik Grupları		
		1	2	3
%50RD+B	40	11,7908		
%50RD	40		13,2755	
%5RD	40			16,2060
%5RD+B	40			16,4433
%10RD	40			16,4658
%10RD+B	40			16,7490
Kontrol	20			16,8215
Sig.		1,000	1,000	,156

168 saat sonunda tespit edilen HG değerleri incelendiğinde %50 konsantrasyon grupları haricindeki diğer işlem grupları ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı, %50RD ve %50RD+B gruplarının hem kendi aralarında hem de diğer tüm işlem grupları ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu belirlenmiştir. Tüm ikili karşılaştırma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, su itici ile işlemde sadece %50 konsantrasyondaki çözeltinin etkili olabildiği, suya maruz

kalma süresi uzadıkça düşük konsantrasyon seviyesindeki işlemlerin hiç etkisinin kalmadığı sonucu çıkarılabilir.

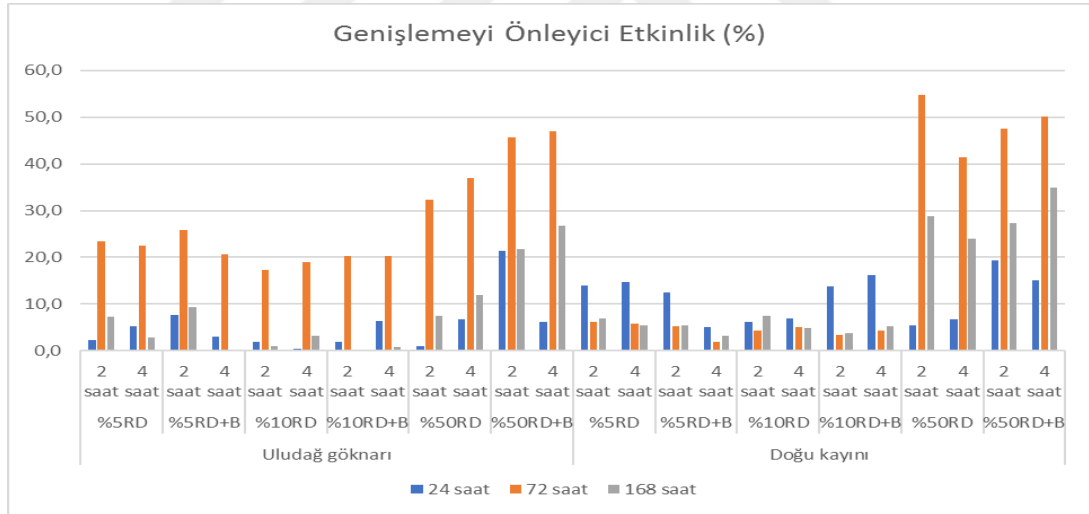
Su itici kimyasal ile işlem gören ağaç malzemedeki su içerisinde bekletme sonucu örneklerin hacimlerinde meydana gelen değişimin, kontrol grubunun hacimsel genişlemesine göre yüzde değişimini ifade eden genişlemeyi önleyici etkinlik (GÖE) değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Su itici ile işlemin sağladığı genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri.

Ağaç türü	Çözelti	İşlem süresi	Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (%)			
			24 saat	72 saat	168 saat	
Uludağ göknarı	%5RD	2 saat	2,2	23,5	7,2	
		4 saat	5,3	22,4	2,7	
	%5RD+B	2 saat	7,7	25,8	9,4	
		4 saat	3,0	20,7	0,3	
	%10RD	2 saat	1,8	17,3	0,9	
		4 saat	0,4	18,9	3,2	
	%10RD+B	2 saat	1,9	20,3	0,2	
		4 saat	6,4	20,2	0,8	
	%50RD	2 saat	1,0	32,4	7,5	
		4 saat	6,6	36,9	12,0	
	%50RD+B	2 saat	21,3	45,6	21,8	
		4 saat	6,2	46,9	26,7	
	Doğu kayını	%5RD	2 saat	14,0	6,1	6,9
			4 saat	14,7	5,7	5,4
%5RD+B		2 saat	12,5	5,3	5,4	
		4 saat	5,0	1,9	3,1	
%10RD		2 saat	6,1	4,4	7,4	
		4 saat	6,8	5,0	4,9	
%10RD+B		2 saat	13,7	3,5	3,8	
		4 saat	16,2	4,2	5,2	
%50RD		2 saat	5,5	54,7	28,7	
		4 saat	6,7	41,4	24,0	
%50RD+B		2 saat	19,2	47,5	27,4	
		4 saat	15,1	50,1	35,0	

Her iki ağaç türü için de %50 konsantrasyona sahip çözelti gruplarında daha yüksek GÖE değerleri elde edilmiştir. Özellikle Uludağ göknarında ve Doğu kayınında %50 çözelti konsantrasyonu gruplarında 72 saat sonunda elde edilen GÖE değerleri 24 ve

168 saatte elde edilenlere göre daha yüksektir. Su itici kimyasalın malzemeye kimyasal olarak bağlanmadığı ve suya maruz kalma süresi de arttıkça etkisini yitirdiği, hatta bir kısmının çözünerek suya karıştığı ve malzemedeki şişirici etkisinin de azaldığı değerlendirilmiştir. Bu nedenle 168 saat sonunda hesaplanan GÖE değerleri 72 saatte hesaplanandan daha düşük olmuş olabilir. Buna rağmen yüksek konsantrasyonda hazırlanan çözeltilerle yapılan işlemlerde 168 saat sonunda Uludağ göknarı örneklerinde %26,7 ve Doğu kayını örneklerinde ise %35 GÖE değerleri elde edilmiştir. Thermowood yöntemi ile ısı işlem sonucu ağaç malzemedeki % 50 ye varan oranlarda GÖE etkinlik değerleri elde edilebildiği (Sefil, 2010), asetilasyon gibi kimyasal modifikasyonda ise bu değerlerin % 80'e ulaşabildiği (Çetin vd., 2009) belirtilmişse de bu yöntemlerde önemli makine teçhizat yatırımı gerekmekte, ayrıca kimyasal modifikasyonda da zararlı kimyasal yan ürünler açığa çıkmakta ve oldukça zor ve zahmetli bir süreç kullanılmaktadır. GÖE değerlerinin işlem parametrelerine bağlı olarak değişimi grafiksel olarak Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Su içerisinde bekletilen örneklerin genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri.

## BÖLÜM 5

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ağaç malzemenin en önemli olumsuz özelliklerinden biri olan çalışmasının azaltılması amacı ile su itici çeşitli maddelerle emprenye işlemi uygulanmaktadır. Uludağ göknarı ve Doğu kayını örnekleri tekstil endüstrisinde kullanılan çevre dostu bir su itici kimyasal ile işleme tabi tutulmuş ve bu işlemin malzemelerin bazı fiziksel özelliklerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar bu bölümde özetlenmiştir.

Ağaç malzemenin modifikasyonda kimyasalın malzemeye nüfuz miktarının göstergesi olan yüzde ağırlık artışı değerlerinde elde edilen sonuçlar, kullanılan çözelti konsantrasyonunun en önemli etken olduğunu ve çözelti konsantrasyonu ile YAA değerleri arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Çözeltilerde bağlayıcı kullanımı da elde edilen YAA değerlerinde artışa neden olmuştur. Bağlayıcı kullanımında özellikle hücre boşluklarında bulunan kimyasal moleküllerinin kendi arasında bağlanma olmuş ve bu nedenle de tutunma miktarı artmıştır. Su itici kimyasallar ile işlem süresi de YAA değeri üzerinde çoğu grupta doğru orantılı bir etki yapmıştır. İşlem süresi arttıkça kimyasalın malzemeye nüfuz oranı da artmıştır. Beklenenin aksine YAA değerlerinde ağaç türünün etkisi nispeten azdır. Çözelti konsantrasyonuna göre değişmekle beraber, az da olsa Doğu kayını örneklerde elde edilen YAA değerleri Uludağ göknarı örneklerindeki kadar fazladır.

Su itici kimyasal ile işlem sonucu örneklerin hacminde meydana gelen artış yani işlemin şişirici etkisi de YAA değerleri ile paralel bir değişim göstermektedir. ŞE değerlerinde de en önemli parametrenin çözelti konsantrasyonu olduğu, bağlayıcı kullanımı ve işlem süresinin de SE değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Ancak %5 ve %10 çözelti konsantrasyonları arasında önemli bir fark yoktur. Ağaç malzeme türleri açısından değerlendirildiğinde Doğu kayınında tespit edilen ŞE Uludağ göknarındakine oranla daha belirgin şekilde yüksektir. Yoğunluğu daha fazla olan

Doğu kayınında, kimyasal daha fazla hücre duvarına nüfuz ederek daha fazla hacimsel şişmeye neden olmuştur.

Su içerisinde bekletilen örneklerin 24 saat, 72 saat ve 168 saat sonundaki su alma oranları (SAO) YAA değerleri ile ters orantılı bir şekilde değişmektedir. Çözelti konsantrasyonu arttıkça SAO düşmekte, bağlayıcı kullanımı da bu düşüşe katkı sağlamaktadır. SAO değerleri tüm gruplarda suya maruz kalma süresi ile de doğru orantılı bir şekilde artmaktadır. 168 saat sonunda düşük konsantrasyon gruplarında SAO değerleri arasında önemli bir fark kalmamaktadır. %50 çözelti konsantrasyonunda ise çok daha düşük değerler elde edilmektedir.

Kontrol grubunun su alma oranı ile karşılaştırıldığında su itici kimyasal ile işlemin ağaç malzemelerde sağladığı su alma oranındaki azalışı ifade eden su itici etkinlik (SİE) değerleri ise SAO ile farklı bir değişim göstermektedir. SİE değeri Doğu kayınında özellikle düşük konsantrasyon gruplarında suya maruz kalma süresi arttıkça azalmaktadır. Uludağ göknarında 168 saat sonunda daha fazla SİE değeri elde edilmektedir. Suya maruz kalma süresi uzadıkça SİE değerinin düşmesi su itici kimyasalın etkisini yitirdiğini göstermiştir.

Uludağ göknarı ve Doğu kayını örneklerinin su alma oranı deneyinde 24 saat, 72 saat ve 168 saat sonundaki hacimsel genişlemeleri incelendiğinde su itici kimyasal ile işlemin örneklerin HG'ni azalttığı belirlenmiştir. Çözelti konsantrasyonunun artışı ile HG değerleri düşmektedir. Ancak düşük konsantrasyon gruplarının ve kontrol grubunun HG değerleri arasında önemli bir fark yoktur. Suya maruz kalma süresi arttıkça HG değerleri arasındaki farkta kaybolmaktadır. 168 saat sonunda yalnızca %50 çözelti konsantrasyonu gruplarında diğerlerine oranla daha düşük HG meydana gelmiştir.

Su itici kimyasal ile işlem gören ağaç malzemedeki su içerisinde bekletme sonucu örneklerin hacimlerinde meydana gelen değişimin, kontrol grubunun hacimsel genişlemesine göre yüzde değişimini ifade eden genişlemeyi önleyici etkinlik (GÖE) değerleri açısından %50 çözelti konsantrasyonu ile işlem önemli bir düşüş sağlamıştır. 72 saat sonundaki GÖE değerleri 168 saat sonundaki değerlerden daha yüksektir.

Örneklerin suda kalma süresi uzadıkça işlemin etkisi azalmaktadır. Kullanılan kimyasalın malzemeye tutunamadığı ve bir miktarının yıkandığı ve bu nedenle etkisinin azaldığı belirlenmiştir.

Su itici tekstil kimyasalı ile işlem gören ağaç malzemenin su alma oranı ve hacimsel genişlemesi üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, bu kimyasalın ağaç malzemedede de su itici olarak kullanılması önerilebilir. Literatürde ağaç malzemedede kullanılan çoğu su itici kimyasal ile karşılaştırıldığında çok yüksek su iticilik ve boyutsal kararlılık sağlamasa da çevre dostu yapısı nedeniyle tercih edilebilir.

Su itici tekstil kimyasalının kullanımında konsantrasyonun önemli bir etken olduğu göz önüne alındığında, yeterli su iticilik sağlayabilmek için %50 konsantrasyonun kullanılması aynı zamanda da bağlayıcı kullanılması önerilir.

Çalışmada kullanılan kimyasalın su itici ve genişlemeyi önleyici etkinliğinin suya maruz kalma süresinin uzadıkça azalması ve dolayısıyla malzemededen yıkanması muhtemel olduğundan doğrudan su ile temasın olduğu dış ortamlardan ziyade, rutubetin yüksek olduğu iç ortamlarda kullanımını tavsiye edilir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında yapılacak yeni çalışmalarda kullanılan su itici tekstil kimyasalının ağaç malzemeye kimyasal olarak bağlanmasının sağlanabileceği, uyumlaştırıcı ajanlar veya katkı maddeleri kullanımının araştırılması önerilir. Aynı zamanda tekstil sektöründe kullanılan su itici, yangın geciktirici vb. farklı kimyasalların da ağaç malzemedede kullanım imkanlarına yönelik çalışmalar yapılabilir.

## KAYNAKLAR

1. Ağırğan A., Kanat, E., Özek, Z., “Nano partiküllü su iticilik maddeleriyle işlem görmüş pamuk ve polyester kumaşların karşılaştırılması”, *Tekstil ve Mühendis* 15 (69):7-13 (2008).
2. Bahners, T., Textor, T., Opwis, K., Schollmeyer, E., “Recent approaches to highly hydrophobic textile surfaces”, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 22(3-4), 285-309 (2008).
3. Bozkurt, Y. ve Erdin, N., “Ağaç teknolojisi”, *İstanbul Üniversitesi*, 3998/ 445 İstanbul (1997).
4. Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Erdin, N., “Emprenye Tekniği”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, 3779, 425, ISBN : 975- 404-327-2, İstanbul (1993).
5. Can, A., “Su İtici Maddeler İle Kombine Edilmiş Bazı Emprenye Maddelerinin Performansının İncelenmesi”, Doktora Tezi, *Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, BARTIN, 4-125 (2018).
6. Christensen, M., “Developing new consolidants for archaeological wood”, Ph.D. Thesis, *University of Oslo Faculty of mathematics and natural sciences*, Oslo (2013).
7. Çetin, N.S. ve Ozmen, N., “Modification of Wood with Environmentally Friendly Chemicals to Improve Decay Resistance”, *J. of Environmental Biology*, 26 (4): 735-740 (2005).
8. Esteves, B., Nunes, L. ve Pereira, H., “Properties of furfurylated Wood (Pinus pinaster). ” *European Journal of Wood and Wood Products*, 69 (4): 521–525 (2011).
9. Feist, W.C. “Weathering performance of painting wood pretreated with water repellent preservatives”, *Forest Products Journal*, 40 (7-8): 21-26 (1990).
10. Feist, W. C.; Tarkow, H., “A new procedure for measuring fiber saturation points”. *Forest Product Journal*, 17: 65–68 (1967).
11. Fengel, D. and Wegener, G., “Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions”, *Walter De Gruyter*, Germany, 42: 314 (1989).
12. Galperrin, A.S., Kuleshov, G.G., Taraskevich, V.I., and Smtov, G.M. “Manufacturing and properties of modified wood: A review of 25 years work”, *Holzforchung*, 49: 45-50 (1995).

13. Gerhards, C.C. “Effect of moisture content and temperature on the mechanical properties of wood:an analysis of immediate effects”, *Wood and Fiber Science*, 14(1): 4-36 (1982).
14. Hamilton, D., “Methods for conserving archaeological material from underwater sites, Wood Conservation”, *Conservation Research Laboratory Center for maritime Archaeology and Conservation Texas A&M University* (1999).
15. Hill, C. A. S., “Wood modification”, *Jonhn Wiley&Sons, Ltd.*, England, 99-126 (2006).
16. Homan, W. J. and Jorissen, A. J. “Wood modification developments”. *Heron*, 49(4): 360-369 (2004).
17. Hon, D. N. S., and Shiraishi, N., “Wood and cellulosic chemistry”, *Marcel Dekker*, New York , 540-914 (2001).
18. İnternet: Tuzker Orman Ürünleri, <http://tuzker.com.tr/ahsapin-dusmanlari/>, (2019).
19. İnternet: Rudolf Duraner, “Güvenlik Bilgi Formu” <http://www.rudolf-duraner.com.tr> (2017).
20. Kantay, R., “Ahşap Parke Endüstrisi I, Parke çeşitleri ve standartları üretim teknolojileri”, *Doğa Basım San. ve Tic. Ltd. Şti.*, İstanbul (2012).
21. Kartal, N, “Günümüzde kullanımı önem kazanan emprenye maddeleri”, *İ.Ü Yayınları*, 150-154 (1992).
22. Kollmann, F. F. P.; Cote Junior, W. A., “Principles of wood science and technology: solid wood”, *Springer-Verlag*, Berlin, 592 p. (1968).
23. Koski, A. “Applicability of crude tall oil for wood protection”, PhD Thesis, *Faculty of Technology*, University of Oulu, 13-77 (2008).
24. Kumar, S. “Chemical modification of wood”, *Wood and Fiber Science*. 26 (2): 270-280 (1994).
25. Küsefoğlu, S., “Ahşap – polimetilmetakrilat kompozit malzemeleri: Üretimi ve fiziksel özellikler”, *MPM Yayınları*, 338 (1988).
26. Li, W., Zhang, X. X., Yu, Z., Yu, Y. S. ve Yu, Y. “Determining the curing parameters of furfuryl alcohol for wood modification by nanoindentation”. *European Journal of Wood and Wood Products*, 75 (1): 81-87 (2017).
27. Niemenmaa, O., “Monitoring of fungal growth and degradation of wood”, Academic Dissertation in Microbiology, *University of Helsinki Finland*, 10-55 (2008).



28. Örs, Y. ve Keskin, H., “Ağaç Malzeme Bilgisi”, *Atlas Yayın Dağıtım*, Yayın No:02, İstanbul (2001).
29. Pandey, K.K., “A Note on the Influence of extractives on the photo-discoloration and photo - degradation of wood”, *Polmer Degradation and Stability*, 87: 375-379 (2005).
30. Pelit, H., Korkmaz, M., Budakçı, M., “Farklı ahşap malzemelerin bazı fiziksel özelliklerine su itici maddelerin etkileri”, *4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi*, Düzce, 1027-1036 (2017).
31. Pettersen, R., “Chemical Composition of Wood”, *American Chemical Society*, Washington D.C., ISBN: 9780841207967 (1984).
32. Peydecastaing, J., “Chemical modification of wood by mixed anhydrides, Doktora Tezi, *Universitede Toulouse*, Eylül, 9-231 (2008).
33. Rowell, R.M., “Chemical Modification: A non-toxic approach to wood preservation”, *ECOWOOD 2006 - 2nd International Conference on Environmentally-Compatible Forest Products*, Fernando Pessoa University , 48 (173): 228-237 (2006).
34. Rowell, R.M., Norimoto, M., “Dimensional stability of bamboo particleboards made from acetylated particles”, *Mokuzai Gakkaishi Journal of the Japan Wood Research Society*, 34-7, 627-629 (1988).
35. Rowell, Roger M. Banks, W. B., “Water repellency and dimensional stability of wood”, Gen. Tech. Rep. FPL-50. Madison, WI: U.S. *Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory*; 24 pages (1985).
36. Sapiéha, S., Richard, L., Bataille, P., “Effects of cellulose fibers in polypropylene composites”, *Polymer Composites*, 10 (2): 103-108 (1989).
37. Sefil, Y., Thermowood yöntemiyle ısıtılmış işlem uygulanmış göknar ve kayın odunlarının fiziksel ve mekanik özellikleri, Yüksek lisans tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük, 2-14 (2010).
38. Soylamış, D., Su itici bazı emprenye maddelerinin üst yüzey işlemlerine etkisi, Bilim uzmanlığı Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak, 1-13 (2007).
39. Stamm. A. J . “Wood and cellulose science”, *Ronald Press| Co.*, New York 300-450 (1964).
40. Sundar, S., “Chemical modification of wood fiber to enhance the interface between wood and polymer in wood plastic”, M.Sc. Thesis, *The college of graduate studies Universty of Idaho* (2005).

41. Şen, S., “Bitki fenollerinin odun koruyucu etkinliklerinin belirlenmesi”, Doktora Tezi, **ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, Zonguldak (2001).
42. Şimşek, B.U., “Bitkisel ve kimyasal koruyucularla emprenye edilen sarıçam odununun bazı fiziksel ve biyolojik özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, **KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 20-42 (2013).
43. Tomak, E.D., Temiz, A., “Kimyasal modifikasyonun odunda su alma, boyutsal kararlılık ve biyolojik dayanıma etkisi”, **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 29 (4): 770-775 (2014).
44. Türk Standartları Enstitüsü, “TS 2470 - Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metodları ve genel özellikler” **TSE, TS 2470**, Ankara (1975).
45. Türk Standartları Enstitüsü, “TS 2471 - Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini.” **TSE, TS 2471**, Ankara (1975).
46. Türk Standartları Enstitüsü, “TS 2472 - Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini.” **TSE, TS 2472**, Ankara (1975).
47. Türk Standartları Enstitüsü, “TS 4086 - Odunda hacimsel şişmenin tayini” **TSE, TS 4086**, Ankara (1982).
48. Unger, A., Schniewind, A.P, Unger, W., “Conservation of wood artifacts a handbook”, **Springer-Verlag Berlin Heidelberg** ISBN: 978-3-540-41580-0 (2001).
49. Var, A.A., “Ahşap malzemede su alımının parafin vaks/bezir yağı karışımıyla azaltılması”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A**, 2: 97-110 (2001).
50. Viitanen, H., Jamsa, S., Paaajanen, L., Nurmi, A. and Viitaniemi, P., “The effect of heat treatment on the properties of spruce”, **IRG/WP 94-40032 Annual**, Indonesia, 3-4 (1994).
51. Williams, R.S., Feist, W.C., “Water repellents and water-repellent preservatives for wood”. **FPL ; GTR-109**, 12 p (1999).
52. Winandy, J.E., “Effects of treatment, incising and drying on mechanical properties of timber”. **International Conference On Wood In Transportation Structures**, Madison WI ABD, 175-178 (1996).
53. Yaolin, Z, S. Y. Zhang, D. Q. Yang, H. Wan. “Dimensional Stability of Wood-Polymer Composites”, **Journal of Applied Polymer Science**, Vol.102, 5085-5094 (2006).
54. Yıldız, Ü.C., Odun Koruma Basılmamış Ders Notları, **KTÜ Orman Endüstri Müh. Bölümü**, Trabzon. 15(69): 7-13 (2005).

## ÖZGEÇMİŞ

Veysel KAPÇAK, 1981 yılında Kütahya'nın Tavşanlı ilçesinde dünyaya geldi; ilk ve orta öğrenimini burada tamamladı. Lise eğitimini Tavşanlı Endüstri Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümünde tamamladı. 2001 yılında Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği Bölümü'nde üniversite eğitimine başlayıp, 2005 yılında mezun oldu. 2007-2010 yılları arasında Milli Eğitim Bakanlığında vekil öğretmen olarak görev aldı. 2011 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Harmancık Meslek Yüksek Okulu Mobilya ve Dekorasyon Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans programını 2019 yılında tamamladı. Halen Bursa Uludağ Üniversitesi Harmancık Meslek Yüksek Okulu Mobilya ve Dekorasyon Programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. Ayrıca Harmancık Meslek Yüksek Okulu Müdür yardımcılığı görevini de yürütmektedir.

### **ADRES BİLGİLERİ**

**Adres** : Bursa Uludağ Üniversitesi  
Harmancık Meslek Yüksekokulu  
Merkez Mah. Zekai Gümüşiş Cad.  
No: 1 Harmancık / Bursa

**Tel** : 0 536 866 99 13

**E-posta** : vkapcak@uludag.edu.tr