

## YOĞUNLAŞTIRILMIŞ AĞAÇ MALZEMELERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE EMPRENYE ÖN İŞLEMLERİNİN ETKİSİ

Umuthan ARISÜT <sup>1</sup>, Hüseyin PELİT <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, 0000-0003-3913-5511

<sup>2</sup> Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, 0000-0002-5706-473X

### ÖZET

Bu çalışmada, termo-mekanik yöntemle yoğunlaştırılmış Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ve titrek kavak (*Populus tremula* L.) ağaç malzeme numunelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine su itici maddelerle ön emprenye işlemlerinin etkisi araştırılmıştır. Ahşap numuneler, ön bir vakum işlemi uygulandıktan sonra parafin, bezir yağı ve stiren ile emprenye edilmiştir. Numuneler daha sonra, üç farklı sıcaklık (120 °C, 150 °C ve 180 °C) ve iki farklı sıkıştırma oranında (%20 ve %40) preslenerek yoğunlaştırılmıştır. Yüzey pürüzlülük ölçümleri TS 6956 EN ISO 4287 esaslarına uyularak, dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, tüm emprenye edilmiş numunelerde yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır. Parafin ve bezir yağı ile ön işlemlenmiş numunelere göre stiren ön işlemlenmiş numunelerde daha düşük pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Kontrol (işlemsiz) numunelere göre stiren ile emprenye edilmiş göknar ve kavak numunelerde pürüzlülük ortalama değerleri sırası ile %35 ve %43 azalmıştır. Yoğunlaştırma koşullarına ilişkin, sıkıştırma oranı ve sıkıştırma sıcaklığındaki artışa bağlı olarak özellikle stiren ön işlemlenmiş numunelerde yüzey pürüzlülük değerleri önemli derecede azalmış ve buna bağlı olarak yüzey düzgünlüğü yüksek oranda artış göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağaç malzeme, Emprenye, Termo-mekanik yoğunlaştırma, Yüzey pürüzlülük.

DIYARBAKIR  
26 - 27 ARALIK 2020

## 1. GİRİŞ

Günümüzde çok değerli bir mühendislik malzemesi olan ve teknolojik ilerlemelerle daha da kullanışlı hale gelen ağaç malzemeyi hammaddeler arasında en önde tutan özelliklerinden bir diğeri birçok talebe cevap verebilecek çeşitliliği, boyutu, kullanıma uygun deseni ile her koşulda temin edilebilme özelliğidir (Gürleyen, 2018). Ağaç malzeme; estetik ve yapısal özelliklerinden dolayı iç dekorasyonda, mobilya üretiminde ve ahşap yapılarda kullanılan temel malzemelerden biridir. Diğer yapı malzemeleri ile kıyaslandığında ağırlığına nazaran, mukavemet özelliklerinin yüksekliği, elektrik ve sıcaklığı izole etmesi, çivilenme ve birleştirme marifeti, kolay işlenmesi ve esneklik gibi üstün özelliklerinden dolayı devamlı bir şekilde kullanılmaktadır (Erten, 1988; Alkan, 2019).

Ağaç malzemenin belirtilen olumlu özelliklerinin yanı sıra organik bir malzeme olmasından kaynaklanan yanabilme özelliği, böcekler ve mantarlar tarafından tahrip edilebilmesi, havanın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak boyutlarını değiştirebilmesi ve güneş ışınlarının etkisiyle renginin solması onun sakıncalı özellikleri olarak kabul edilmektedir (Kurtoğlu, 2000). Ağaç malzemenin kullanım yerinde ömrünün arttırılması için birçok yöntem kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin emprenyesi ve çeşitli yöntemlerle yapılan odun modifikasyonları bunların en önemlilerindedir. Bu yöntemler sayesinde ağaç malzemenin olumsuz özellikleri iyileştirilmektedir (Can, 2018).

Emprenye edilmiş ahşap malzeme, estetik görünüşü, ekonomik oluşu, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklı olmasından dolayı önemli bir yapı malzemesidir. Emprenye edilmiş ahşap; çatı elamanları, doğrama ve kaplama malzemesi, kalıp ve iskelelerde taşıyıcı ve dekoratif malzeme olarak kullanılmaktadır (Can, 2018). Çeşitli emprenye maddeleri ile ağaç malzemede su itici bir engel oluşturularak, su alma oranı önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Kullanılan maddelere ve miktarlarına bağlı olarak, su itici maddeler hücre boşluklarını doldurmakta, dış yüzeylerde ve kısmi olarak iç yüzeylerde depolanmaktadır. Böylece odun yüzeyi hidrofobik özellik göstermekte ve su alma oranı düşmektedir (Koski ve Ahonen, 2008; Tomak, 2011).

Son yıllarda ağaç malzemenin sahip olduğu bazı olumsuz özelliklerini iyileştirmek için pek çok uygulama geliştirilmiştir. Ağaç malzemenin olumsuz özelliklerinin en aza indirgenmesi ve olumlu özelliklerinin daha da arttırılması amacıyla yönelik olarak ortaya çıkan yöntemlere “ahşap modifikasyon yöntemleri” denilmektedir (Rowell ve Konkol, 1987; Şenol ve Budakçı, 2016; Yorulmaz, 2019). Özellikle düşük yoğunluk ve direnç değerlerine sahip ağaç malzemelerin özelliklerini geliştirmek için yoğunlaştırma modifikasyonları uygulanmaktadır. Ağaç malzeme basınç altında sıkıştırılarak, hücre çeperine bazı kimyasalların emdirilmesiyle (emprenye) veya sıkıştırma ile emprenye işlemlerinin birlikte kullanılması ile yoğunlaştırılabilmektedir (Kutnar ve ark., 2008; Pelit ve ark., 2014). Yoğunlaştırma işlemleri, ahşap malzemenin boşluk hacmini azaltarak odun yoğunluğunu arttırmaya dayanır. Yoğunlaştırma işlemlerinin temel amacı, özellikle düşük yoğunluklu türler için doğal ahşabın mekanik özelliklerini, sertliğini ve aşınma direncini iyileştirmektir (Laine ve ark., 2013; Báder ve ark., 2018). Yoğunlaştırma ile ahşabın yüzey düzgünlüğü ve yapıştırma

kalitesi özellikleri de artırılabilir (Bekhta ve ark., 2012; Bekhta ve ark., 2017; İmirzi ve ark., 2014; Pelit ve ark., 2015; Ünsal ve ark., 2011). Diğer taraftan yoğunlaştırmada karşılaşılan en önemli dezavantajlardan biri sıkıştırılmış ahşabın ölçüsel olarak stabil olmamasıdır. Bu nedenle sıkıştırılarak yoğunlaştırılmış ahşapta sıkıştırma öncesinde, sıkıştırma aşamasında veya sıkıştırma sonrasında çeşitli işlemler (emprenye, termal işlem vb.) uygulanmaktadır.

Yüzey pürüzlülüğü, malzemenin işlenmesinde uygulanan üretim teknikleriyle veya diğer başka faktörler sonucu ortaya çıkan oldukça küçük aralıklı yüzey düzensizlikleridir (Yaman, 2018). Ağaç malzeme ve ahşap esaslı levhalarda yüzey düzgünlüğü, yapışma direnci ve yüzey işlemleri gibi üretim aşamalarını etkileyen en önemli faktörlerin başında gelir. İşlenmiş bir malzemenin yüzey kalitesini ortaya koyan en büyük gösterge yüzey pürüzlülüğüdür (Bajić ve ark., 2008; Yaman, 2018). Yüzey pürüzlülüğü, mobilya ve dekorasyon uygulamalarında ürün kalitesine doğrudan etki ettiği için önemli bir faktördür. Özellikle masif mobilya üretiminde, ağaç malzemenin çeşitli makinelerle işlenmesi esnasında kullanılan yöntemlerin farklılık göstermesi nedeniyle meydana gelen yüzey düzensizliklerinin ölçülebilir ve kontrol edilebilir olması son derece önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, farklı su itici maddelerle emprenye edildikten sonra termo-mekanik yöntemle yoğunlaştırılmış olan Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ve titrek kavak (*Populus tremula* L.) odunu numunelerinin yüzey düzgünlüğünü belirlemektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Ağaç Malzeme

Çalışmada, nispeten düşük yoğunluklara sahip olan iğne yapraklı ağaçlardan Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ve geniş yapraklı ağaçlardan titrek kavak (*Populus tremula* L.) odunu numuneleri tercih edilmiştir. Ağaç malzemeler, Düzce ilindeki bir kereste işletmesinden tesadüfi örnekleme yöntemine göre hava kurusu rutubete sahip birinci sınıf latalar halinde temin edilmiştir. Latalar, TS 2470'de belirtilen esaslara göre yıllık halka konumları ile test numunelerinin ölçüleri dikkate alınarak diri odun kısımlarından %10-15 toleransla kaba ölçülerde kesilmiştir (TS 2470, 1976). Daha sonra ağaç malzemeler, 20±2 °C sıcaklıkta ve bağıl nemi %65±3 olan iklimlendirme kabiniinde değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir (TS 2471, 1976). Ardından, ağaç malzemeler yoğunlaştırmada uygulanacak sıkıştırma oranları dikkate alınarak Çizelge 2.1'de belirtilen taslak ölçülerinde ebatlandırılmıştır.

Çizelge 2.16. Deney numunelerinin taslak ölçüleri

Sıkıştırma Oranı	Ölçüler (mm)		
	Teğet yön	Radyal yön	Boyuna yön
Kontrol	20	20	300
%20	20	25	300
%40	20	33,3	300

Emprenye öncesi numuneler, 70 °C sıcaklıktaki etüv fırınında sabit ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiş ve numunelerin ağırlıkları analitik terazi ile tartılarak kaydedilmiştir.

## 2.2. Emprenye İşlemi

Emprenye maddesi olarak, yüksek su iticilik ve düşük maliyet özelliklerine sahip parafin, beziryağı ve stiren kullanılmıştır. Katı formda olan parafin ısıtılarak eritilmiştir. Ambalaj viskozitesindeki bezir yağının içerisine 1/1 oranında sentetik tiner eklenerek inceltme işlemi yapılmıştır. Stiren monomerinde ise, polimerleşmenin gerçekleşebilmesi için içerisine %1 oranında katalizör (metil etil keton peroksit) ilave edilmiştir. Numunelerin emprenye edilmesinde ASTM D 1413-76 (1976) standardına uygun vakum tutuculu silindirik bir tank düzeneği kullanılarak numunelere 60 dakika süreyle 760 mm Hg<sup>-1</sup> basınca eşdeğer bir ön vakum işlemi uygulanmıştır. Ardından numuneler 24 saat süresince atmosferik basınçta emprenye çözeltileri içerisinde difüzyona bırakılmıştır.

Eritilmiş parafinin katılaşmasını önlemek üzere parafin solüsyonundaki numuneler 24 saat boyunca 80 °C sıcaklıkta bekletilmiştir. Emprenye işlemleri sonrası, numunelerin üzerinde kalan fazla emprenye çözeltileri silinerek tekrar ağırlık tartımları yapılmış ve kaydedilmiştir. Parafin ve beziryağı ile muamele edilen numuneler sabit ağırlığa ulaşınca kadar TS 2471'e göre 20±2 °C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem koşullarında bekletilmiştir (TS 2471, 1976). Polimerleştirme işlemi için stiren monomeri ile emprenye edilen numuneler alüminyum folyolara sarılarak 90 °C sıcaklıktaki etüvde 2 saat süre ile bekletilmiştir. Daha sonra numuneler etüvden alınarak hemen yoğunlaştırma işlemlerine tabi tutulmuştur.

## 2.3. Termo-Mekanik Yoğunlaştırma

Emprenye edilen numuneler, hidrolik bir test presinde özel metal kalıplar kullanılarak yoğunlaştırılmıştır. Yoğunlaştırma işlemi üç farklı sıcaklıkta (120 °C, 150 °C ve 180 °C) ve iki farklı sıkıştırma oranında (%20 ve %40) yapılmıştır. Yoğunlaştırmada kullanılan metal kalıplara 10 mm derinliğinde ve 20 mm genişliğinde kanallar açılmıştır. Kanallar içerisine yerleştirilen 25 mm ve 33.3 mm kalınlığındaki numunelere, tablaları belirlenen sıcaklıklarda ısıtılan preste 10 dk. ön ısıtma işlemi yapılmıştır. Daha sonra 60 mm/dk yükleme hızı ile numunelerin radyal yönde sıkıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Hedeflenen kalınlığını (20 mm) elde edebilmek için metal kalıplar birbirine temas edinceye kadar yükün uygulanmasına devam edilmiştir (Görsel 1).



Görsel 1. Deney numunelerinin metal kalıplar yardımı ile yoğunlaştırılması

Sıkıştırılan numuneler 20 dakika basınç altında tutulduktan sonra kalıplarla birlikte prestren alınmış ve geri esneme etkisini en aza indirmek üzere ortalama 5 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında oda sıcaklığına soğutulmuştur. Sonrasında, numuneler metal kalıplar içerisinde çıkarılmış ve TS 2471'e göre 20±2 °C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem koşullarında sabit ağırlığa ulaşuncaya kadar bekletilmiştir (TS 2471, 1976). Ardından, pürüzlülük ölçümlerinde kullanılmak üzere, emprenye edilmiş ve yoğunlaştırılmış numuneler 20×20×60 mm (radyal yön × teğet yön × boyuna yön) ölçülerinde ve her bir değişken için 8 tekrarlı (n=8) olacak sayıda hazırlanmıştır.

#### 2.4. Retensiyon Değerinin Belirlenmesi

Deney numuneleri tarafından absorbe edilen emprenye maddesi retensiyon miktarları Eşitlik 2.1. yardımıyla hesaplanmıştır.

$$R = \frac{G \times C}{V} \times 10 \quad (2.1)$$

Burada;

R: Retensiyon miktarı (kg/m<sup>3</sup>)

G: M<sub>es</sub> - M<sub>0eö</sub> (emprenye sonrası ağırlık - emprenye öncesi tam kuru ağırlık) (g)

C: Emprenye maddesi çözeltisinin konsantrasyonu (%)

V: Numune hacmini (cm<sup>3</sup>) ifade etmektedir.

#### 2.5. Yüzey Pürüzlülük Özelliklerinin Belirlenmesi

Yüzey pürüzlülük ölçümleri, TS 6956 EN ISO 4287 (TS 6956, 2004) esaslarına uyularak, ardışık profil değişikliklerini ölçebilen TIME TR-200 dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Pürüzlülük ölçüm cihazı, tarama iğnesinin 5 µm çaplı elmas ucunu numune yüzeyinde aşağıya-yukarıya hareket ettirerek yüzeydeki girinti ve çıkıntıların profilini çıkarmak suretiyle ölçüm yapmaktadır. Profil girintileri (vadi) ve çıkıntıları (tepe) arasında bulunan merkez çizgisini ortalama pürüzlülük değeri (Ra) olarak göstermektedir. Bu çalışmada yüzey pürüzlülük değerleri Ra parametresi esasına göre belirlenmiştir. Pürüzlülük ölçüm cihazı 2,5 mm ölçme adımı ve 5 ölçme sayısına ayarlandıktan sonra, ahşap numunelerde ölçümler liflere dik yönde yapılmıştır (Görsel 2).



Görsel 2. Yüzey pürüzlülük ölçümü

## 2.6. Verilerin Değerlendirilmesi

Yoğunlaştırılmış göknar ve kavak odunu numunelerinin yüzey pürüzlülüğüne empenye ön işlemlerinin etkisinin belirlenmesi amacıyla 0,05 önem düzeyinde çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ağaç türü, empenye maddesi çeşidi ve yoğunlaştırma koşulu faktörlerinin kendi içerisindeki farklılıklar, Duncan testleri ile en küçük önemli fark (LSD) değerine göre homojenlik gruplarına ayrılarak karşılaştırılmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ve titrek kavak (*Populus tremula* L.) odunu numunelerinde su itici maddeler ile empenye işlemleri sonrası belirlenen retensiyon değeri ortalamaları Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.1. Retensiyon değerleri (kg/m<sup>3</sup>)**

Ağaç türü	Emprenye maddesi		
	Parafin	Bezir yağı	Stiren
Uludağ göknarı	148.08 (9.47)	230.09 (20.38)	300.37 (18.17)
Titrek kavak	155.35 (10.04)	230.16 (21.41)	311.56 (21.71)

Parantez içerisindeki değerler standart sapmadır

Çizelge 3.1. sonuçlarına göre, her iki ağaç türü için en yüksek retensiyon değeri stiren ile empenye edilmiş numunelerde, en düşük ise parafin ile empenye edilmiş numunelerde elde edilmiştir.

Farklı su itici maddelerle empenye edildikten sonra termo-mekanik olarak yoğunlaştırılmış Uludağ göknarı ve titrek kavak odunu numunelerinin yüzey pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.2. Yüzey pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları**

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0,05
Ağaç türü (A)	1	25,355	25,355	3,753,451	0,0000*
Emprenye maddesi (B)	3	56,319	18,773	2,779,117	0,0000
Yoğunlaştırma (C)	6	3,608	1,203	178,052	0,0000
Etkileşim (AB)	3	72,965	12,161	1,800,266	0,0000
Etkileşim (AC)	6	4,017	0,669	99,110	0,0000
Etkileşim (BC)	18	9,334	0,519	76,766	0,0000
Etkileşim (ABC)	18	3,700	0,206	30,427	0,0000
Hata	392	26,480	0,068		
Toplam	447	201,777			

\*: 0,05’e göre önemli

Varyans analizi sonucuna göre, yüzey pürüzlülük değerleri üzerinde ağaç türü, emprenye maddesi ve yoğunlaştırma faktörleri ile bu faktörlerin karşılıklı etkileşimi önemli bulunmuştur ( $P \leq 0,05$ ). Ahşap numunelerin yüzey pürüzlülük özellikleri için ağaç türü, emprenye maddesi ve yoğunlaştırma koşulları düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

**Çizelge 3.3. Ağaç türü, emprenye maddesi ve yoğunlaştırma koşulları düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları**

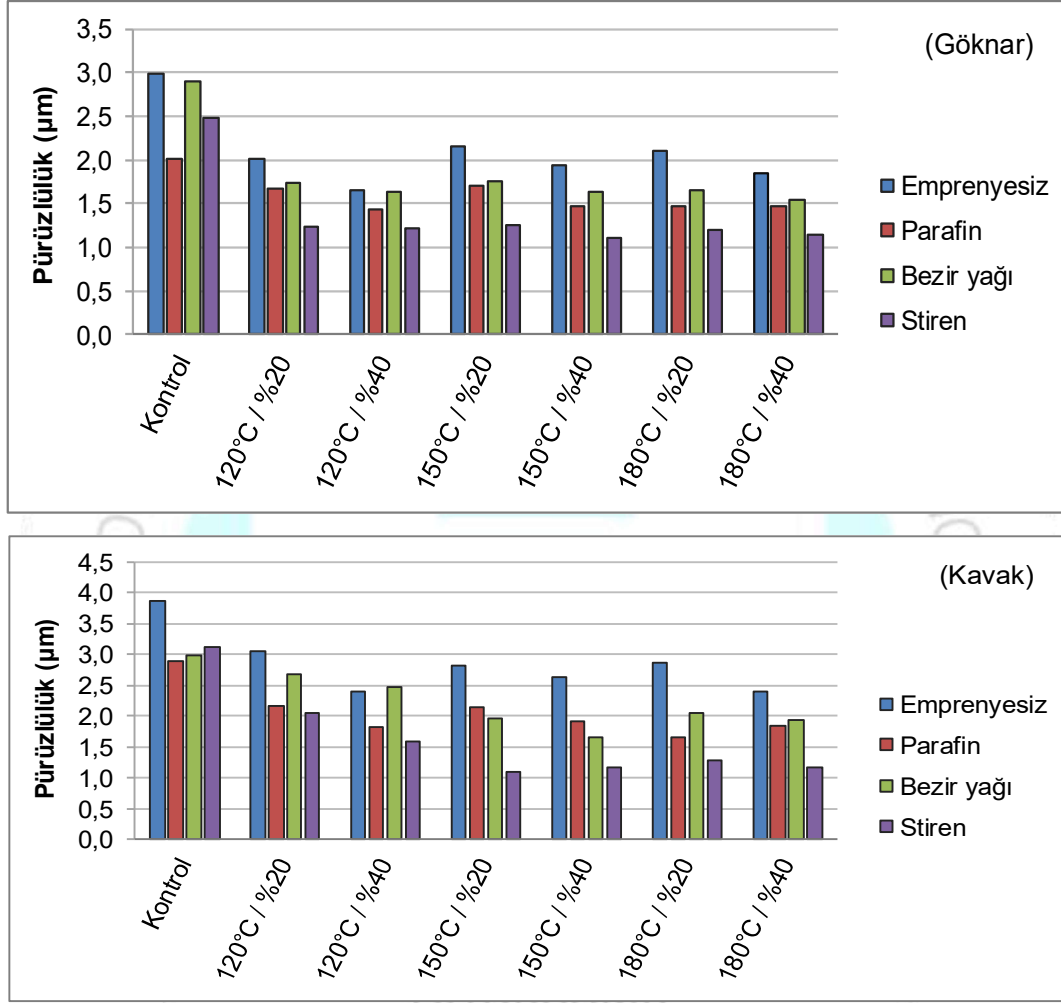
Faktör	OD ( $\mu\text{m}$ )	HG	LSD
Ağaç türü			
Uludağ göknarı	1,727	B	$\pm 0,04843$
Titrek kavak	2,203	A	
Emprenye maddesi			
Emprenyesiz	2,482	A	$\pm 0,06848$
Parafin	1,832	C	
Bezir yağı	2,043	B	
Stiren	1,505	D	
Yoğunlaştırma			
Kontrol	2,905	A	$\pm 0,09060$
120 °C / %20	2,075	B	
120 °C / %40	1,772	DE	
150 °C / %20	1,866	C	
150 °C / %40	1,689	EF	
180 °C / %20	1,783	CD	
180 °C / %40	1,668	F	

OD: Ortalama değer, HG: Homojenlik gurubu, LSD: En küçük önemli fark

Çizelge 3.3’e göre, ağaç türü düzeyinde yüzey pürüzlülük değeri Uludağ göknarı numunelere göre titrek kavak numunelerinde daha yüksek belirlenmiştir. Bu durum, iki ağaç türünde yüzey tekstür özellikleri ile doğal anatomik yapının farklı olması ile açıklanabilir. Ayrıca, ağaç malzemelerin başlangıç yoğunluk değerleri de pürüzlük sonuçları üzerinde etkili olabilir. Çalışmada kullanılan Uludağ göknarı numunelerin hava kurusu yoğunluk değeri  $0,446 \text{ g/cm}^3$ , titrek kavak numunelerin ise  $0,374 \text{ g/cm}^3$  olarak belirlenmiştir (Emiroğlu, 2018). Literatürde, düşük yoğunluğa sahip ağaç malzemelerde yüzey pürüzlülük değerlerinin yüksek yoğunluklu ağaç malzemelere göre genel olarak daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Sieminski ve Skarzynska, 1989).

Emprenye maddesi düzeyinde, en yüksek pürüzlülük değeri emprenyesiz numunelerde ( $2,482 \mu\text{m}$ ), en düşük ise stiren ile muamele edilen numunelerde ( $1,505 \mu\text{m}$ ) tespit edilmiştir. Hem kontrol (yoğunlaştırılmamış) hem de yoğunlaştırılmış her iki ağaç türünde su itici maddelerle emprenye işlemi sonrası yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır (Görsel 3). Parafin ile muamele edilen numuneler bezir yağı ile muamele edilen numunelere göre daha düşük pürüzlülük değerleri vermiştir. Ancak, her iki ağaç türünde de pürüzlülük değerleri açısından en başarılı sonuçlar stiren ile ön işlemlenmiş numunelerde tespit edilmiştir. Emprenyesiz

numunelere göre, stiren ile muamele edilmiş Uludağ göknarı ve titrek kavak numunelerinde yüzey pürüzlülük ortalama değerleri sırası ile %35 ve %43 azalmıştır. Bilindiği üzere, ağaç malzeme boşluklu ve gözenekli bir yapıya sahiptir. Ağaç malzeme gözeneklerinin ve/veya boşluklarının emprenye maddeleri tarafından kısmen veya tamamen doldurulmasının (özellikle stiren monomerinin yerinde polimerleştirilmesi) numunelerin yüzey pürüzlülük değerlerinin azalmasında etkili olduğu söylenebilir.



**Görsel 3. Emprenye edilmiş ve yoğunlaştırılmış Uludağ göknarı ve titrek kavak odunu numunelerin yüzey pürüzlülük ortalama değerleri**

Yoğunlaştırma koşullarına ilişkin, en yüksek pürüzlülük değeri kontrol (yoğunlaştırılmamış) numunelerde (2,905 µm), en düşük ise 180 °C sıcaklıkta %40 sıkıştırma oranı ile yoğunlaştırılmış numunelerde (1,668 µm) belirlenmiştir (Çizelge 3.3). Yoğunlaştırma işlemlerinden sonra hem emprenyesiz hem de emprenye edilmiş tüm numunelerde sıkıştırma oranı ve sıkıştırma sıcaklığına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır (Görsel 3). Sıkıştırma oranı açısından, pürüzlülük değerleri %20'ye göre %40 sıkıştırma oranında daha düşük elde edilmiştir. Yoğunlaştırma sonrası, sıkıştırma oranındaki artışa da bağlı olarak ağaç malzemedeki boşluk hacminin azalmasının sonuçlar üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca, heterojen yapıya sahip normal ahşaba göre sıkıştırılmış ahşabın, daha homojen bir yapı sergilemesi pürüzlülük sonuçları üzerinde etkili olabilir. Önceki bir çalışmada,

yoğunlaştırılmış ağaç malzemede sıkıştırma oranı artışı ile yüzey pürüzlülüğünün azaldığı ve bununla, hücreler arası boşluklarının azalması sonucu malzemenin daha sıkı bir yapıya kavuşmuş olmasından ve ağaç malzeme yoğunluğundaki artıştan kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Pelit ve ark., 2015). Literatürdeki farklı çalışmalarda da, ağaç malzemede yoğunlaştırma işlemlerinden sonra yüzey pürüzlülüğünde bir azalmanın meydana geldiği bildirilmiştir (Santos ve ark., 2012 ; Arruda ve Del Menezzi, 2013 ; İmirzi ve ark., 2014). Ek olarak, yoğunlaştırılmış ağaç malzemenin sıkıştırma oranına da (uygulanan basınca) bağlı olarak daha homojen bir yapıya sahip olduğu ifade edilmiştir (Blomberg ve ark., 2005).

Sıkıştırma sıcaklığı bakımından, Uludağ göknarı numuneleri için sıcaklık farklılaşması pürüzlülük değerleri üzerinde çok belirgin bir etkiye sahip değildir. Diğer taraftan, titrek kavak numunelerde sıkıştırma sıcaklığındaki artışa bağlı olarak özellikle de stiren ön işlemlili numunelerde yüzey pürüzlülük değerleri azalma eğilimi göstermiştir (Görsel 3). Bu durum, yüksek sıcaklıkta sıkıştırılan numunelerde oluşabilecek hücre deformasyonlarının (kırılma, çatlama vb.) daha az gerçekleşmesi ile açıklanabilir. Zira önceki çalışmalarda, daha yüksek sıcaklıklarda sıkıştırılan ağaç malzemelerde, hücre yapısında meydana gelen deformasyonun miktarı ve büyüklüğünün daha az gerçekleştiği ifade edilmiştir (Kutnar ve Şernek, 2007; Pelit, 2014; Budakçı ve ark., 2016).

Yoğunlaştırma işlemleri sonrasında, sıkıştırma oranı ve sıkıştırma sıcaklığına bağlı olarak parafin, bezir yağı ve stiren ön işlemlili Uludağ göknarı numunelerde yüzey pürüzlülük değerleri sırası ile %52, %49 ve %63'e kadar, titrek kavak numunelerde ise sırası ile %57, %57 ve %72'ye kadar azalmıştır.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, su itici maddelerle emprenye edildikten sonra termo-mekanik yoğunlaştırılmış Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ve titrek kavak (*Populus tremula* L.) numunelerinin yüzey pürüzlülük özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçları göstermiştir ki, tüm işlem koşulları için göknar numunelere göre kavak numunelerde daha düşük pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Emprenye işlemleri sonrası kontrol (yoğunlaştırılmamış) ve yoğunlaştırılmış tüm numunelerde yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır. Emprenye maddesi olarak, parafin ve bezir yağına göre stiren ön işlemlili numunelerde pürüzlülük değerleri daha düşük bulunmuştur.

Yoğunlaştırılmış tüm numunelerde sıkıştırma oranı ve sıkıştırma sıcaklığına bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır. Sıkıştırma oranındaki artış ile numunelerin pürüzlülük değerleri azalmıştır. Diğer taraftan, sıkıştırma sıcaklığındaki artış göknar numunelerin pürüzlülük değerleri üzerinde belirgin bir etkiye sahip değil iken, kavak numunelerde (özellikle stiren ön işlemlili numuneler) genel olarak pürüzlülük değerlerini azaltıcı etki göstermiştir. Yoğunlaştırma sonrası, stiren ön işlemlili göknar ve kavak numunelerde yüzey pürüzlülük değerleri sırası ile %63 ve %72'ye kadar azalmıştır. Parafin ve bezir yağı ön işlemlili numunelerde ise bu oran daha düşük belirlenmiştir.

**KAYNAKÇA**

- Alkan,A., *Bazı Bitki Türlerinin Ağaç Malzemede Renklendirici Ve Koruyucu Olarak Kullanım İmkânlarının Araştırılması*,Yüksek Lisans Tezi,Düzce Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,Düzce,2019.
- Arruda, L. M., & Del Menezzi, C. H. S., *Effect of thermomechanical treatment on physical properties of wood veneers*,International Wood Products Journal, 4(4), 217–224,2013.
- Báder, M., Bak, M., Németh, R., Rousek, R., & Horníček, S.,*Wood densification processing for newly engineered materials*,In 5th International Conference on Processing Technologies for the Forest and Bio-based Products Industries,pp.255-263,Münich,Germany,2018.
- Bajić,D., Lela, B., & Živković, D.,*Modeling of machined surface roughness and optimization of cutting parameters in face milling*,Metalurgija,47(4),331–334,2008.
- Bekhta, P., Niemz, P., & Sedliacik, J., *Effect of prepressing of veneer on the glueability and properties of veneer-based products*,European Journal of Wood and Wood Products,70(1–3),99–106,2012.
- Bekhta, P., Prosyk, S., Krystofiak, T., Sedliacik, J., Novak, I., & Mamonova, M., *Effects of short-term thermomechanical densification on the structure and properties of wood veneers*,Wood Material Science & Engineering,12(1),40–54,2017. <https://doi.org/10.1080/17480272.2015.1009488>
- Blomberg, J., Persson, B., & Blomberg, A., *Effects of semi-isostatic densification of wood on the variation in strength properties with density*,Wood Science and Technology,39(5),339–350,2005.
- Budakçı, M., Pelit, H., Sönmez, A., & Korkmaz, M.,*The effects of densification and heat post-treatment on hardness and morphological properties of wood materials*, BioResources ,11(3),7822–7838,2016.
- Can, A.,*Su İtici Maddeler İle Kombine Edilmiş Bazı Emprenye Maddelerinin Performansının İncelenmesi*,Doktora Tezi,Bartın Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,Bartın,2018.
- Emiroğlu, F.,*Termo-Mekanik Yoğunlaştırılmış Ahşap Malzemelerin Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerine Su İtici Maddelerin Etkisi*,Yüksek Lisans Tezi,Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Düzce,2018.
- Erten, P.,*Ağaç Malzemenin Korunmasında Kullanılan Başlıca Teknikler*,Milli Produktivite Merkezi Yayınları,338,127–130,Ankara,1988.
- Gürleyen,T.,*Isıl İşlem Görmüş Bazı Ağaç Türlerine Uygulanan Sentetik Vernik, Su-Bazlı Vernik Ve Tik Yağı Katmanlarının Hızlandırılmış Uv Yaşlandırma Etkisine Karşı Direncinin Saptanması*,Doktora Tezi ,Düzce Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,Düzce,2018.
- İmirzi, H. Ö., Ülker,O., & Burdurlu,E.,*Effect of densification temperature and some surfacing techniques on the surface roughness of densified scots pine (Pinus sylvestris L.)*, BioResources,9(1),191–209,2014.
- Koski, A., & Ahonen, R., *Applicability of crude tall oil for wood protection*,104, 2008.
- Kurtoğlu,A.,*Ağaç malzeme yüzey işlemleri*,İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları,İstanbul , 2000.
- Kutnar, A., Kamke, F. A., & Sernek, M., *The mechanical properties of densified VTC wood relevant for structural composites*,Holz Roh Werkst,66(6),439–446,2008.
- Laine, K., Rautkari, L., Hughes, M., & Kutnar, A.,*Reducing the set-recovery of surface densified solid Scots pine wood by hydrothermal post-treatment*,European Journal of Wood and Wood Products,71(1),17–23,2013.

- Pelit, H., *Yoğunlaştırma ve ısıtma işleminin doğu kayını ve sarıçamın bazı teknolojik özellikleriyle üstyüzey işlemlerine etkisi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014.
- Pelit, H., Budakçı, M., Sönmez, A., & Burdurlu, E., *Surface roughness and brightness of scots pine (Pinus sylvestris) applied with water-based varnish after densification and heat treatment*, Journal of Wood Science, 61(6), 586-594, 2015. <https://doi.org/10.1007/s10086-015-1506-7>
- Pelit, H., Sönmez, A., & Budakçı, M., *Effects of ThermoWood process combined with thermo-mechanical densification on some physical properties of Scots pine (Pinus sylvestris L.)*, BioResources, 9(3), 4552-4567, 2014.
- Rowell, R. M., & Konkol, P., *Treatments that enhance physical properties of wood*, Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-55, (WI.), U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Fo, 1987.
- Santos, C. M. T., Del Menezzi, C. H., & De Souza, M. R., *Properties of thermo-mechanically treated wood from Pinus caribaea var hondurensis*, BioResources, 7(2), 1850-1865, 2012.
- Şenol, S., & Budakçı, M., *Mechanical Wood Modification Methods*, Mugla Journal of Science and Technology, 2(2), 53-59, 2016.
- Sieminski, R., & Skarzynska, A., *Surface roughness of different species of wood after sanding*, Forest Product Journal, 32, 98-107, 1989
- Tomak, E. D., *Masif odundan bor bileşiklerinin yıkanmasını önlemede yağlı ısıtma işleminin ve emülsiyon teknikleri ile empenye işleminin etkisi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2011.
- TS 2470, *Odunlarda fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler*, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1976.
- TS 2471, *Odunlarda fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini*. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1976.
- TS 6956, *Geometrik Mamul Özellikleri (GMÖ), Yüzey Yapısı: Profil Metodu-Terimler, Tarifler ve Yüzey Yapısı Parametreleri*, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 2004.
- Ünsal, Ö., Candan, Z., & Korkut, S., *Wettability and roughness characteristics of modified wood boards using a hot-press*. Industrial Crops and Products, 34(3), 1455-1457, 2011.
- Yaman, Ö., *Aşındırıcı Su Jeti İle Kesilmiş Liğ Levha (Mdf) Ve Bazı Ağaç Malzemelerin Yüzey Kalitesine İşleme Parametreleri Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, 2018.
- Yorulmaz, R., *Isıtma İşlemleri Ve Termo-Mekanik Yoğunlaştırılmış Doğu Ladini (Picea Orientalis) Ve Kara Kavak (Populus Nigra) Odunlarının Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, 2019.