

# 10. ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK MİMARLIK VE TASARIM KONGRESİ

## 10<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONGRESS ON ENGINEERING, ARCHITECTURE AND DESIGN

### EDITORS

PROF. DR. ALİ RIZA MOTORCU

PROF. DR. HARI KRISHNAN GOPAKUMAR

ASSIST. PROF. SENAI YALÇINKAYA

24-25-26 ARALIK 2022 İSTANBUL

24-25-26 DECEMBER 2022 İSTANBUL

[www.muhendislikmimarliktasarimkongresi.org](http://www.muhendislikmimarliktasarimkongresi.org)



## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

### ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ AĞAÇ MALZEMELERİN SU ALMA ORANI ÜZERİNE BAZI YAĞLI EMPRENYE MADDELERİNİN ETKİSİ<sup>32</sup>

*Erhan ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Hüseyin PELİT<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Düzce / Türkiye*

*<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Düzce / Türkiye*

**Öz:** Bu çalışmada, farklı sıcaklıklarda ısıtılmış çam (*Pinus silvestris*) ve kayın (*Fagus sylvatica*) odunu örneklerinin su alma oranı (SAO) üzerine bazı yağ bileşikli maddelerle emprenye işlemlerinin etkisi araştırılmıştır. Ahşap örnekler, sıcak su buharı koruması altında üç farklı hedef sıcaklıkta (170 °C, 190 °C ve 210 °C) ve iki saat süre ile ısıtılmış ve tutulmuştur. Ardından örnekler bezir yağı, tik yağı ve poli etilen glikol (PEG) ile daldırma metoduna göre emprenye edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, her iki ağaç türünde, ısıtılmış ve düşük sıcaklıkta (170 °C) ısıtılmış örneklerin SAO değerleri genel olarak benzer bulunmuştur. Ancak, ısıtılmış sıcaklığındaki artışa bağlı olarak emprenyesiz ve emprenyeli tüm örneklerde SAO değerleri azalmıştır. Diğer taraftan, emprenye işlemleri sonrası tüm örneklerin SAO değeri azalmıştır. Hem ısıtılmış hem de ısıtılmış çam ve kayın örneklerinde SAO değerleri tik yağında daha düşük (daha başarılı) elde edilmiş ve bunu sırası ile bezir yağı ve PEG izlemiştir. Kontrol örneklere göre, 210 °C sıcaklıkta ısıtılmış ve tik yağı emprenyeli çam ve kayın örneklerinde SAO değerleri sırası ile %57 ve %41 azalmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ağaç Malzeme, Emprenye, Isıtılmış, Su Absorpsiyonu

#### GİRİŞ

Ağaç malzeme, sahip olduğu birçok üstün özelliklerinden dolayı yapısal uygulamalar ile mobilya üretimi, iç dekorasyon, çeşitli kompozit malzemeler ve daha pek çok yapısal olmayan uygulamalar için temel malzemelerden biridir (Erten, 1988; Sandberg ve ark., 2017). Diğer taraftan, korumasız haldeki ağaç malzeme, bilinen olumlu özelliklerinin yanında organik yapı malzeme olmasından kaynaklı böcek ve mantarlara karşı savunmasız olması, yanabilir olması, sıcaklık ve bağıl neme bağlı olarak boyutlarının değişebilir olması, güneş ışınlarına maruz kaldığında renginin solması gibi bazı önemli dezavantajlara sahiptir (Kurtoğlu, 2000). Ağaç malzeme özelliklerinin iyileştirilmesi ve hizmet ömrünün artırılması için birçok yöntem kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin emprenyesi ve çeşitli yöntemlerle yapılan ahşap modifikasyonları bunların en önemlilerindedir. Bu yöntemler sayesinde ağaç malzemenin olumsuz özellikleri iyileştirilebilmektedir (Can, 2018).

Isıtılmış, yaş haldeki veya kurutulmuş ahşabın herhangi bir kimyasal kullanılmadan fırın veya tank sisteminde ve nispeten yüksek sıcaklıklarda (150 °C - 260 °C) işlem görmesine dayanan fiziksel bir işlemdir. Isıtılmış, fiziksel bir süreç olmasına rağmen, ahşapta higroskopisite, boyutsal stabilite, permabilite ve çürüme direnci gibi özellikleri etkileyen ahşabın temel bileşenlerinin (selüloz, hemiselüloz ve lignin) kimyasal olarak değişmesine neden olur (Boonstra, 2016; Koç ve Pelit 2022). Isıtılmış sonucu ağaç malzemedeki rutubet miktarı azalır, mantar ve böceklere karşı biyolojik direnç, boyutsal stabilite, dış hava şartlarına dayanıklılık ve dekoratif renk çeşitliliği artar, termal iletkenlik azalır ve hizmet ömrü uzar. Diğer taraftan mekanik direnç özellikleri genellikle azalır (Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıtılmış ahşabın dış ortam koşullarına karşı renk stabilite direnci normal ahşaptan daha iyidir. Ancak, ısıtılmış ahşap yüzeyi bir dış koruyucuyla muamele edilmezse normal ahşapta olduğu gibi yaşlanma ve renk değişimi meydana gelmektedir (Syrjanen ve Kangas, 2000; Ayadi ve ark., 2003; Aydemir ve

# TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

Gündüz, 2009). Bu nedenle, ısıtılmış ahşabın yağmur, kar, ısı, UV ışınları, aşınma gibi harici etkilere karşı bir üstyüzey gereciyle veya emprenye edilerek korunması gerekmektedir.

Çeşitli yağlı bileşik emprenye maddeleri ile ağaç malzemesinde su itici bir engel oluşturularak, higroskopisite (su alımı) önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Su itici emprenye maddesi çeşidine ve miktarına bağlı olarak, ağaç malzemesinde hücre boşlukları dolmakta, su itici maddeler dış yüzeylerde ve kısmi olarak iç bölümlerde depolanmaktadır. Böylelikle ağaç malzeme hidrofobik (su itici) özellik göstermekte ve su alım miktarı düşmektedir (Koski, 2008; Tomak, 2011).

## AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, farklı sıcaklıklarda ısıtılmış ahşabın emprenye edildikten sonra bazı yağlı bileşik maddeler ile emprenye edilmiş çam ve kayın odunu örneklerinde su absorpsiyon özelliklerini belirlemektir.

## KAPSAM

Ahşap örnekler, ThermoWood yöntemine göre 170 °C, 190 °C ve 210 °C sıcaklıklarda iki saat süre ile ayrı ayrı ısıtılmış ahşaba tabi tutulmuştur. Ardından örnekler bezir yağı, tik yağı ve PEG-400 ile emprenye edilmiş ve örneklerin su alma oranlarındaki değişiklikler incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Ağaç Malzeme

Bu çalışmada, iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve geniş yapraklı ağaçlardan Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.) odunları kullanılmıştır. Ağaç malzemeler, Düzce ilindeki bir kereste işletmesinden tesadüfi örnekleme yöntemine göre elde edilmiştir. Ağaç malzemelerde büyüme kusuru, budak, ardak, çürük ve renk farklılığı olmamasına özen gösterilmiştir. Hava kurusu haldeki keresteler, TS ISO 3129 (2021)'te belirtilen esaslara göre, diri odun kısımlarından 25×25×350 mm (radyal yön × teğet yön × boyuna yön) taslak ölçülerinde yeterli miktarda kesilmiştir. Isıtılmış ahşap öncesi, kesilen örnekler TS ISO 13061-1 (2021)'e göre 20±2 °C sıcaklıkta ve bağıl nemi %65±3 olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir.

### Isıtılmış Ahşap Uygulaması

Ahşap örneklerin ısıtılması, ThermoWood yöntemi esas alınarak üç farklı sıcaklık seviyesinde (170 °C, 190 °C ve 210 °C) ve üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada ısı ve buhar kullanılarak fırın sıcaklığı artırılmış ve örnekler yaklaşık %0 rutubete kadar kurutulmuştur. İkinci aşamada, sıcaklık kademeli olarak artırılmış ve örnekler hedeflenen sıcaklıklarda ve sürede buhar koruması altında ısıtılmış ahşap uygulanmıştır. Üçüncü aşamada ise yine buhar koruması altında sıcaklık kademeli olarak düşürülmüş ve süreç tamamlanmıştır (FTA, 2003). Hedef sıcaklıklardaki ısıtılmış ahşap süresi 2 saat, toplam ısıtılmış ahşap süresi ise 36 saat sürmüştür. Isıtılmış ahşap süreci sonunda ahşap örneklerin rutubet miktarı yaklaşık %4-%6 olarak belirlenmiştir. Isıtılmış ahşap sonrası ahşap örnekler iki hafta süre ile normal atmosferik koşullarda dinlendirilmiş ve ardından su alma oranı testi için 20×20×30 mm (radyal yön × teğet yön × boyuna yön) ölçülerinde ve her bir değişken için 8 tekrarlı ( $n=8$ ) olacak sayıda kesilmiştir. Hazırlanan örnekler, emprenye işlemleri öncesi 70 °C'ye ayarlanmış etüv fırınında sabit ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş ve bu durumdaki ağırlıkları kaydedilmiştir.

### Emprenye İşlemi

Emprenye maddesi olarak, koruyuculuk ve su itici özelliklerinden dolayı beziryağı, tik yağı ve polietilen glikol (PEG-400) tercih edilmiştir. Tik yağı ve PEG ambalaj viskozitesinde, beziryağı ise ağırlıkça %20

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

oranında sentetik tiner ile inceltilerek kullanılmıştır. Emprenye işlemleri, klasik daldırma metodu uygulanarak atmosferik basınç altında gerçekleştirilmiştir. Ahşap örnekler, emprenye çözeltileri içerisinde 24 saat süre ile bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda çözeltilerden çıkarılan örneklerin üzerinde kalan fazla emprenye çözeltileri silinerek tekrar ağırlık tartımları yapılmış ve kaydedilmiştir. Emprenye sonrası, ahşap örnekler  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\%65 \pm 3$  bağıl nem koşullarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir.

### Retensiyon Değerinin Belirlenmesi

Deney örnekleri tarafından absorbe edilen emprenye maddesi retensiyon miktarları ( $R$ ) Eşitlik 1. yardımıyla belirlenmiştir. Çalışmada her bir ağaç türü için tüm faktörlerin ortalaması alınarak retensiyon değerleri hesaplanmıştır.

$$R = \frac{G \times C}{V} \times 100 \quad (\text{kg/m}^3) \quad (1)$$

Eşitlikte;  $G$ :  $M_{es} - M_{0eo}$  (emprenye sonrası ağırlık - emprenye öncesi tam kuru ağırlık) (g),  $C$ : emprenye maddesi çözeltilerinin konsantrasyonu (%),  $V$ : örnek hacmini ( $\text{cm}^3$ ) ifade etmektedir.

### Su Alma Oranının Belirlenmesi

Örneklerin su alma oranı (SAO), TS ISO 13061-15 (2021) esaslarına uyularak belirlenmiştir. Deney örnekleri öncelikle  $70$  °C sıcaklıktaki etüv fırınında sabit ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş ve ardından soğuması sağlanan örneklerin ağırlıkları  $\pm 0,01$  hassasiyetinde belirlenmiştir. Daha sonra örnekler,  $20 \pm 2$  °C sıcaklıkta destile su içerisinde ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Süreç sonunda sudan çıkarılan örneklerin üzerindeki fazla sular bir kâğıt havlu yardımı ile alınarak ağırlıkları  $\pm 0,01$  hassasiyetinde tekrar belirlenmiş ve örneklerin SAO Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır.

$$SAO = \left( \frac{M_R - M_0}{M_0} \right) \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

Eşitlikte;  $M_0$ : tam kuru örnek ağırlığını (g),  $M_R$ : suda bekletme sonrası rutubetli örnek ağırlığını (g) ifade etmektedir.

### Verilerin Değerlendirilmesi

Farklı sıcaklıklarda ısı işlem görmüş çam ve kayın odunu örneklerinin SAO değerleri üzerine bazı yağ bileşikli maddelerle emprenye işlemlerinin etkisini belirlemek için  $0,05$  önem düzeyinde çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ağaç türü, ısı işlem uygulaması ve emprenye maddesi çeşidi faktörlerinin kendi içerisindeki farklılıklar, Duncan testleri ile en küçük önemli fark (LSD) değerine göre homojenlik gruplarına ayrılarak karşılaştırılmıştır.

### BULGULAR ve DEĞERLENDİRME

Farklı emprenye maddeleriyle muamele edilmiş işlemsiz (kontrol) ve ısı işlemli çam ve kayın odunu örneklerinde belirlenen retensiyon değeri ortalamaları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

# TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

**Çizelge 1. Retensiyon değerleri (kg/m<sup>3</sup>)**

Ağaç türü	Emprenye maddesi		
	Bezir yağı	Tik yağı	PEG
Çam	167 (29)	219 (23)	168 (25)
Kayın	152 (19)	232 (18)	151 (24)

Parantez içerisindeki değerler standart sapmadır

Çizelge 1'e göre, her iki ağaç türü için en yüksek retensiyon değerleri tik yağı ile empenye edilmiş örneklerde belirlenmiştir. Bezir yağı ve PEG ile empenye edilmiş örneklerde ise benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Farklı sıcaklıklarda ısıtım işlem sonrası bazı yağlı bileşikli maddelerle empenye edilmiş ağaç malzemelerin su alma oranı (SAO) değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2. SAO değerlerine ait varyans analizi sonuçları**

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0,05
Ağaç türü (A)	1	566,440	566,440	34,0907	0,0000*
Isıtım işlem sıcaklığı (B)	3	2581,209	860,403	51,7825	0,0000*
Emprenye maddesi (C)	3	36333,466	12111,155	728,8986	0,0000*
Etkileşim (AB)	3	21,193	7,064	0,4252	NS
Etkileşim (AC)	3	8279,158	2759,719	166,0912	0,0063*
Etkileşim (BC)	9	531,645	59,072	3,5552	0,0053*
Etkileşim (ABC)	9	155,734	17,304	1,0414	NS
Hata	224	3721,915	16,616		
Toplam	255	52190,761			

\*: 0,05'e göre önemli, NS: Önemsiz

Varyans analizi sonucuna göre, SAO değerleri üzerinde ağaç türü-ısıtım işlem sıcaklığı ikili etkileşimi ile ağaç türü-ısıtım işlem sıcaklığı-emprenye maddesi üçlü etkileşimi önemsiz, diğer faktörler ise önemli bulunmuştur (P≤0,05). Ahşap örneklerin SAO değerleri için ağaç türü, ısıtım işlem sıcaklığı ve empenye maddesi düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

**Çizelge 3. Ağaç türü, ısıtım işlem sıcaklığı ve empenye maddesi düzeyinde SAO değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları**

Faktör	OD (%)	HG	LSD
Ağaç türü			
Çam	59,05	a	± 1,004
Kayın	56,08	b	
Isıtım işlem sıcaklığı			

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

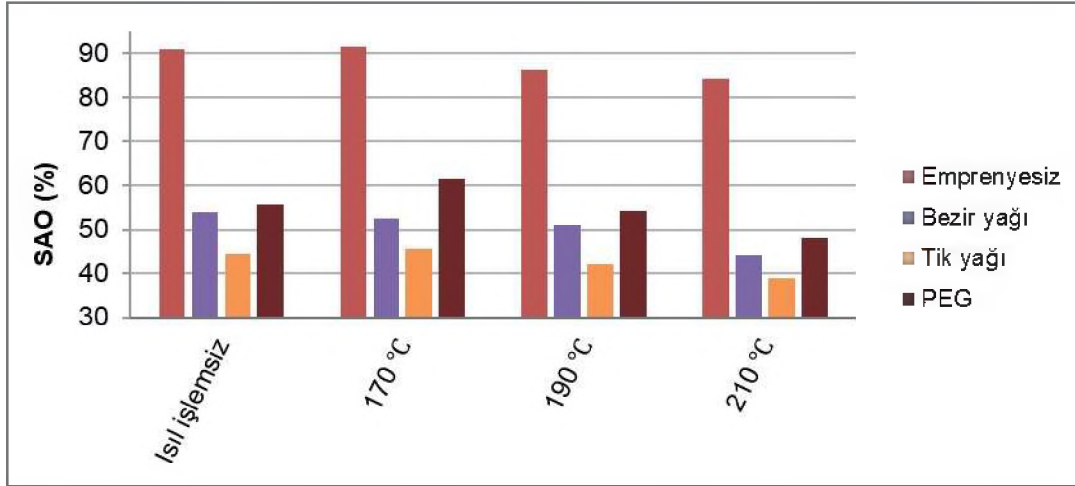
Isıl işlemsiz	59,55	a	± 1,420
170 °C	60,89	a	
190 °C	57,27	b	
210 °C	52,54	c	
Emprenye maddesi			
Emprenyesiz	76,95	a	± 1,420
Bezir yağı	52,14	c	
Tik yağı	44,88	d	
PEG	56,29	b	

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

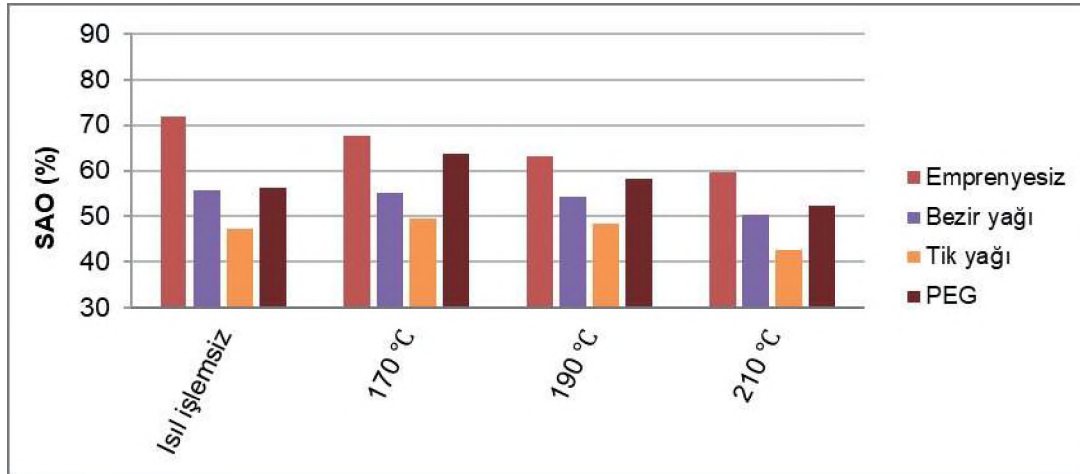
Çizelge 3'e göre, ağaç türü düzeyinde SAO değeri kayın örneklerine göre çam örneklerinde daha yüksek belirlenmiştir. Ancak bu durum, emprenyesiz örnekler için geçerlidir (Şekil 1 ve 2). Çam odunu örneklerinin daha düşük yoğunluklu ve boşluk hacminin daha fazla olmasına bağlı olarak daha fazla su absorbe etmesinin sonuçları üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Hava kurusu yoğunluk değeri, çam örneklerinde 0,566 g/cm<sup>3</sup>, kayın örneklerinde ise 0,585 g/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Literatürde, boşluk hacminin ağaç malzemesinde yoğunluğu etkileyen en önemli faktörlerden birisi olduğu ve boşluk hacmi arttıkça absorbe edilen su veya emprenye maddesi miktarının da arttığı belirtilmiştir (Bozkurt ve Erdin, 2011). Emprenye edilmiş tüm örneklerde ise, SAO değeri çam örneklerine göre kayın örneklerinde daha yüksek tespit edilmiştir (Şekil 1 ve 2).

Isıl işlem sıcaklığı düzeyinde, en yüksek SAO değeri, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmak üzere, ısılsız ve 170 °C sıcaklıkta ısılsız örneklerde (%59,55 ve %60,89), en düşük ise 210 °C sıcaklıkta ısılsız örneklerde (%52,54) tespit edilmiştir (Çizelge 3). Her iki ağaç türünde, ısılsız ve 170 °C sıcaklıkta ısılsız örneklerin SAO değerleri benzer bulunmuştur. Sadece, 170 °C sıcaklıkta ısılsız görmüş PEG emprenyeli örneklerde SAO değerleri ısılsızlara göre artış göstermiştir. Ancak, ısılsız işlem sıcaklığındaki artış ile tüm örneklerde (emprenyesiz ve emprenyeli) SAO değerleri azalmıştır (Şekil 1 ve 2). Yüksek ısılsız işlem sıcaklıklarının etkisi ile ahşap örneklerinin daha az higroskopik olmasının sonuçları üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Önceki çalışmalarda, ısılsız işlem sonrası sıcaklık artışına da bağlı olarak ağaç malzemesinde suyu tutan hidroksil gruplarının azaldığı ve malzemenin daha az higroskopik olduğu ifade edilmiştir (Aydemir ve ark., 2011; FTA, 2003; Tjeerdsma ve Militz, 2005). Ayrıca, yüksek sıcaklıklarda ısılsız işlem görmüş ağaç malzemenin denge rutubet miktarının düştüğü ve bu değişimin ana sebeplerinin ise, hemiselüloz ve selülozdaki hidroksil gruplarının sayıca azalması olduğu belirtilmiştir (Korkut ve Kocaefe 2009; Esteves ve Pereira 2009).

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR



Şekil 1. Isıl işlem sonrası empenye edilmiş çam odunu örneklerinin SAO değerleri



Şekil 2. Isıl işlem sonrası empenye edilmiş kayın odunu örneklerinin SAO değerleri

Emprenye maddesine ilişkin, en yüksek SAO değeri empenyesiz örneklerde (%76,95), en düşük ise tik yağı ile empenye edilmiş örneklerde (%44,88) elde edilmiştir (Çizelge 3). Emprenye edilmiş tüm örneklerde SAO azalmıştır. Çalışmada kullanılan empenye maddelerinin yağ içerikli ve su itici özellikte olmasının, ahşap örneklerin SAO değerlerinin azalmasında etkili olduğu söylenebilir. Her iki ağaç türü için, hem ısıl işlemsiz hem de ısıl işlemlili örneklerde SAO değerleri açısından tik yağı daha başarılı (en düşük SAO) sonuçlar vermiş ve bunu sırası ile bezir yağı ve PEG izlemiştir (Şekil 1 ve 2). Her bir empenye maddesinin farklı yapısal özelliklere sahip olması ve ayrıca, ahşap örnekler tarafından absorbe edilen empenye maddesi miktarları sonuçlar üzerinde etkili olabilir. Zira, en yüksek retensiyon değerleri tik yağı ile empenye edilmiş ahşap örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 1). Önceki çalışmalarda, bitkisel yağların ağaç malzemede herhangi bir kimyasal bağlanma oluşturmaksızın mekanik bir engel görevi yaparak su alımını azalttığı belirtilmiştir (Temiz ve ark. 2008; Tomak, 2011). Ayrıca, su iticilik sağlayan empenye maddelerinin, ağaç malzemede su alımını kontrol etmek veya önlemek için kullanıldığı ve bu maddelerin ağaç malzemede su itici bir bariyer oluşturması ile su alma oranının önemli ölçüde azaltılabildiği ifade edilmiştir (Koski, 2008; Tomak ve Yıldız 2012).

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

Isıl işlem sıcaklığı ve emprenye maddelerinin etkisi genel olarak değerlendirildiğinde, kontrol (ısılsız ve emprenyesiz) örnekler göre, 210 °C sıcaklıkta ısılsız işlemli ve tük yağ emprenyeli çam ve kayın örneklerde SAO değerlerinin sırası ile %57 ve %41 azaldığı tespit edilmiştir.

### SONUÇ

Bu çalışmada, farklı sıcaklıklarda ısılsız işlem uygulandıktan sonra yağ içerikli maddeler ile emprenye edilmiş çam ve kayın odunu örneklerinin su absorpsiyon özellikleri araştırılmıştır. Emprenyesiz örnekler için, SAO değeri kayın örnekler göre çam örneklerinde daha yüksek belirlenmiştir. Ancak, tüm emprenye işlemleri sonrası SAO değeri kayın örneklerinde daha yüksek belirlenmiştir.

Isılsız işlemli ve düşük sıcaklıkta (170 °C) ısılsız işlemli örneklerde SAO değerleri genel olarak yakın elde edilmiştir. Ancak, ısılsız işlem sıcaklığındaki artış ile tüm örneklerde (emprenyesiz ve emprenyeli) SAO değerleri azalmıştır. En düşük değerler 210 °C sıcaklıkta ısılsız işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir.

Emprenyesiz örnekler göre, tüm emprenye edilmiş ahşap örneklerde SAO azalmıştır. Her iki ağaç türünde de, tük yağ ile emprenye edilmiş örneklerde daha düşük SAO değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, PEG'e göre bezir yağ ile muamele edilen örneklerde SAO daha düşük bulunmuştur.

### KAYNAKÇA

- Ayadi, N., Lejeune, F., Charrier, F., Charrier, B., Merlin, A., (2003). Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 61(3),221-226.
- Aydemir, D., Gündüz, G. (2009). Ahşabın fiziksel, kimyasal, mekaniksel ve biyolojik özellikleri üzerine ısıyla muamele etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(15), 71-81.
- Aydemir, D., Gündüz, G., Altuntas, E., Ertuş, M., Şahin, H.T., Alma, M.H., (2011). Investigating changes in the chemical constituents and dimensional stability of heat-treated hornbeam and Uludağ fir wood, *BioResources* 6(2), 1308-1321.
- Boonstra, M.J., (2016). *Dimensional stabilization of wood and wood composites*, in: *Lignocellulosic Fibers and Wood Handbook: Renewable Materials for Today's Environment*, N. Belgacem, and A. Pizzi (eds.), Wiley, Hoboken, NJ, USA, pp. 629-655.
- Bozkurt, A.Y., ve Erdin, N., (2011). *Ağaç teknolojisi*, 2. baskı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Can, A., (2018). *Su İtici Maddeler ile Kombine Edilmiş Bazı Emprenye Maddelerinin Performansının İncelenmesi*, Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Erten, P., (1988). *Ağaç Malzemenin Korunmasında Kullanılan Başlıca Teknikler*, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, Ankara.
- Esteves, B.M., Pereira, H.M., (2009). Wood modification by heat treatment: A review. *BioResources*, 4(1), 370-404.
- FTA, (2003). *Finnish Thermowood Association (thermowood.fi). ThermoWood Handbook*, FIN-00171, Helsinki, Finland.
- Koç, E., Pelit, H., (2022). Ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan poliüretan verniklerin parlaklığına ısılsız işlem yöntemi ve işlem sıcaklığının etkisi, *Ormanlık Araştırma Dergisi*, Karok 2021, 238-246

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

- Korkut, S., Kocaefe, D., (2009). Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 5(2), 11-34.
- Koski, A., (2008). *Applicability of crude tall oil for wood protection*, PhD. dissertation, Faculty of Technology, University of Oulu, Oulu, Finland.
- Kurtoğlu, A., (2000). *Ağaç malzeme yüzey işlemleri*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Sandberg, D., Kutnar, A., Mantanis, G., (2017). Wood modification technologies-a review. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 10(6), 895-908.
- Syrjänen, T., Kangas, E., (2000). Heat treated timber in Finland, International Research Group on Wood Preservation, 14-19 May, Doc. No. IRG/WP 00-40158, Hawaii, USA.
- Temiz, A., Panov, D., Terziev, N. ve Hafren J., (2008). Research on Silicones and Oils as Hydrophobic Agents. In. Proceedings of V Congreso Nacional de Protección de la Madera, pp. 75-80, San Sebastian.
- Tjeerdsmá, B., Militz, H., (2005). Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood, *Holz als Rohund Werkst* 63(2), 102-111.
- TS ISO 3129, (2021). *Odun - Küçük kusursuz odun numunelerinin mekanik ve fiziksel muayenesi için genel gerekler ve numune alma yöntemleri*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS ISO 13061-1, (2021). *Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS ISO 13061-15, (2021). *Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri - Küçük kusursuz odun numuneleri için deney yöntemleri - Bölüm 15 : Radyal ve teğet yönde genişlemenin (şişmenin) belirlenmesi*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tomak, E.D., (2011). *Masif odundan bor bileşiklerinin yıkanmasını önlemede yağlı ısıtılma ve emülsiyon teknikleri ile emprenye işleminin etkisi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tomak, E.D. ve Yıldız, Ü.C., (2012). Bitkisel Yağların Ahşap Koruyucu Bir Madde Olarak Kullanılabilirliği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1), 142-157.