

Kızılçam odununun su yalıtım performansının termal biyo-yağ daldırma tekniğiyle iyileştirilmesi

Ahmet Ali Var^{a,*} 

Özet: Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununun su yalıtım performansının termal biyo-yağ daldırma tekniğiyle iyileştirilmesinin amaçlandığı bu çalışmada hint yağı (*Ricinus communis* L.), keten yağı (*Oleum linii*), karma yağ (%50 hint yağı / %50 keten yağı) ve termal metot (sıcak-soğuk daldırma yöntemi) kullanılmıştır. Odun örnekler üzerinde retensiyon miktarı ile su alma oranı, su itici etkinlik ve hacimsel genişleme özellikleri belirlenmiştir. Yağlar arasında en yüksek retensiyon miktarı keten yağı ile empenyeli odun örneklerinde %42.90 olarak elde edilmiştir. Emprenyeli örneklerin su alma oranı değerleri kontrol örneklerinden daha düşük bulunmuştur. En düşük su alma oranı değeri keten yağı ile muamele edilen örneklerde %19.20 olarak ölçülmüştür. Su itici etkinlik için, keten yağı muamelesi, hint yağı ve karma yağ muamelelerinden daha iyi sonuçlar vermiştir. Emprenyeli örnekler önemli bir hidrofobik özellik göstermiştir. Her üç yağ için, işlem gören örneklerin hacimsel genişleme değerleri kontroldekinden daha düşük bulunmuştur. Tüm bunlar, sıcak-soğuk biyo-yağ daldırma tekniğinin sözkonusu fiziksel özelliklerine pozitif etkiler yaparak hidrofobik-su itici nitelik kazandırılan kızılçam odununun su yalıtım performansını önemli düzeyde iyileştirdiği sonucunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlara göre, kızılçam odunu için, su/rutubet etkisine maruz ortamlarda, kullanım öncesi termal biyo-yağ daldırma işleminin uygulanması faydalı olacaktır. Bu bağlamda, iç mekân kullanımlarda su yalıtımlı nihai ağaç malzeme üretiminde kızılçam diri odununun termal biyo-yağ daldırma prosesiyle kullanılması önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Yağ, Emprenye, Ahşap, Rutubet, Su, Yalıtım

Improvement of waterproofing performance of Calabrian pine wood by thermal bio-oil immersing technique

Abstract: In this study, which aims to improve the waterproofing performance of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) wood by the thermal bio-oil dipping technique, it was used castor oil (*Ricinus communis* L.), linseed oil (*Oleum linii*), and mixed oil (50% castor oil + %50 linseed oil), and the thermal method (hot-cold dipping method). Retention amount, water absorption, water repellent activity, and volumetric swelling properties of the samples were determined. Among the oils, the highest retention amount, 42.90%, was obtained in wood samples treated with flax oil. The water uptakes of the treated samples were lower than that of the control samples. The lowest water absorption values was found at 19.20% in the treatment with linseed oil. For water-repellent activity, better results were obtained in the linseed oil treatment than in the castor oil and mixed treatments. All treated wood samples showed a significant hydrophobic property. For all three oils, the volumetric swelling values of the treated samples were lower than that of the control samples. All these show that the hot-cold bio-oil dipping treatment improves the waterproofing performance of the Calabrian pine wood, which is given a hydrophobic qualification by positively affecting these physical properties. According to these results, it would be beneficial to apply thermo-bio-oil immersing treatment before use in environments that will be exposed to the effect of water/humidity, for Calabrian pine wood. For this reason, it would be suggested to apply Calabrian pine sapwood with the thermal bio-oil dipping process in the production of final waterproof wood material for indoor use.

Keywords: Oil, Impregnation, Wood, Moisture, Water, Insulation

1. Giriş

Günümüzde, ahşap ve ahşap esaslı ürünlere olan talep birçok üstün özellikleri nedeniyle artmaktadır. Ancak ahşap malzeme biyotik veya abiyotik birçok faktörün etkisiyle bozunmaktadır. Bu durum, herhangi bir işleme tabi tutulmayan ahşap malzemenin ömrünün kısalmasına sebep olmaktadır. Ahşap malzemenin, kısa sürede tahrip olması ise ekonomik, zaman ve işgücü kayıpları gibi birtakım sorunları beraberinde getirmektedir. Ahşap malzemenin olumsuz özelliklerinden biri de su alıp vermesidir. Ahşap malzeme tam kuru haldeki rutubeti ile lif doygunluk noktası rutubeti

arasında bünyesine su alarak genişlerken, bünyesinden su kaybederek de daralmaktadır. Hacmen büyüyüp küçülme, boyutsal değişim, direnç özellikleri, biyolojik dayanım, kullanım ömrü, çatlama, yarılma gibi özellikler, ahşabın içerdiği rutubetle yakından ilişkilidir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Ahşap malzemenin kullanım süresinin normalden daha uzun olabilmesi, onun su alışı-verişinin engellenmesine bağlıdır. Bu durum, birçok yöntemin geliştirilmesine dayanak teşkil etmektedir. Bu yöntemler, su itici etkinlik yapan, boyutsal stabilite sağlayan ve her ikisini birlikte gerçekleştiren uygulamalar olarak sınıflandırılmaktadır

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): alivar@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 12.04.2023, **Accepted** (Kabul tarihi): 02.11.2023



Citation (Atıf): Var, A.A., 2023. Kızılçam odununun su yalıtım performansının termal biyo-yağ daldırma tekniğiyle iyileştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 24(4): 411-416.
DOI: [10.18182/tjf.1282043](https://doi.org/10.18182/tjf.1282043)

(Rowell ve Banks, 1985). Tüm bu uygulamalar, ahşapta, su/rutubet hareketiyle oluşan ve çalışma olarak ifade edilen hacimsel daralma ve genişlemeyi azaltan işlemlerdir (Koski, 2008).

Ahşabın hem sakıncalı özelliklerini iyileştiren hem de faydalı özelliklerini koruyup doğal görünümünü bozmayan çeşitli yöntemler ve farklı kimyasal maddeler geliştirilmiştir. Daldırma, batırma, püskürtme gibi yöntemlerle uygulanan su itici işlemler ile vaks, yağ, reçine gibi su itici (hidrofobik) maddeler bu gruba girmektedir (Temiz vd., 2008a). Bunlarda temel ilke; hidrofobik maddelerle hücre lümenlerini ve hücreler arası boşlukları doldurmak ya da hücre çeperlerinin yüzeylerini kaplamak suretiyle odunda en az 1-2 mm derinlikte koruyucu bir su itici tabakanın oluşmasını sağlamaktır. Bu tabakanın etkinliği, odun-su temas açısını 90°nin altına düşürerek ahşapta su alımını önlemek/kontrol altına almaktır (Panov vd., 2010). Bu işlemlerle tatbik edilen su itici maddeler, hücre boşluklarına dolmakta, iç ve dış yüzeylerde bir tabaka oluşturmakta, böylece su alımını önemli düzeyde azaltan yalıtıcı bir katman oluşturarak ahşaba su itici bir özellik kazandırmaktadır (Koski, 2008). Bu tür uygulamalar, yüzey (vernikleme) işlemlerine nazaran, ahşabı, dış atmosferik şartlara ve rutubete karşı daha uzun süre korumaktadır. Hidrofobik yağlar odunda boşluklara yerleşerek ve yüzeyleri örterek su itici bir tabaka oluşturmaktadır (Ulvcrona, 2006). Herhangi bir kimyasal bağ yapmadan mekanik engel görevi oluşturarak su alımını azaltmaktadır (Panov vd., 2010). Bununla beraber, bu yağların çevre sağlığına karşı toksik etkilerinin olmaması, fazla miktarlarda üretilebilmesi, ekonomik olması gibi birtakım faydaları da bulunmaktadır (Temiz vd., 2008a; 2008b). Ayrıca mikroorganizma ve mantar gelişimini önleyen su itici maddeler, renk maddeleri ile kombine edilerek zararlı gün ışınlarına (ultraviyole, UV) karşı direnci artırmakta, kabarmayı önleyici maddelerle de yüzeylerdeki lifsel kalkmaları engellemektedir (Tomak, 2011). Su itici maddelerin odunda 1-2 mm derinlikte oluşturduğu tabakalar, vernik tabakaları gibi kısa sürede çatlamamakta, fakat su itici etkileri zamanla tedricen azalmaktadır; bu nedenle bakım gerektiren ahşaplar tüm yüzeyleri temizlendikten sonra su itici maddelerle tekrar muamele edilebilmektedir (Rowell ve Banks, 1985).

Her ne kadar, su itici maddeler, tam olarak su alımını azaltmasa da ahşabın, dış atmosferik koşullara karşı dayanımında etkili maddelerdendir ve ayrıca bu maddeler, odunda, mantar ve mikroorganizmaların gelişebilmesi için gerekli rutubet girişini engelleyerek, çürüme, renklenme ve küflenmeye karşı malzemeyi koruyabilmektedir (Williams ve Feist, 1999). Ahşap malzemede en az 10 mm derinlikte nüfuz edebilen su itici maddeler daha uzun ve etkili bir koruma sağlayabilmektedir; genellikle odunda kimyasal bağ oluşturmayan fakat hücre çeperi ile zayıf Van der Waals bağları oluşturabilen bu maddeler çoğunlukla daldırma, batırma veya vakumlu empenye yöntemlerine ilaveten açık kazanda sıcak-soğuk daldırma yöntemi veya ısı biyo-yag işlemi (bio-oleotermal process) gibi basınç uygulanmayan yöntemlerle de kolaylıkla uygulanabilmektedir (Podgorski vd., 2008). Bu maddelerle işlem gören ahşaplar, uzun süre yoğun su etkisine maruz kaldığında, zamanla normal (muamele edilmemiş) ahşaplar gibi su alarak genişlemekte, ancak normal ahşaba göre genişleme süresi 5-6 kat daha fazla olabilmektedir (Yıldız, 1988).

Yoğun rutubet altında kullanılan ahşaplar, ortamdaki rutubet değişimine bağlı olarak boyutlarını değiştirebildiği ve

zararlı mikroorganizmalar tarafından çürütülebildiği için doğal biyolojik dayanımı beklenildiğinden daha kısa olabilmektedir. Bu, ahşap için önlem alınıp iyileştirilmesi gereken sakıncalı bir durumdur. Bu sakıncanın bertaraf edilebilmesi için ahşabın empenye tekniği ile korunması gerekmektedir. Bu maksatla zamanla yenileri eklenen çeşitli ahşap empenye maddeleri kullanılmaktadır (Berkel, 1972). Genellikle empenye tekniği, düşük doğal dayanımlı ve kolay empenye edilebilen ağaç türleri için uygulanmaktadır. Ahşabı koruyup kullanım süresini arttıran uygulamalardan biri de onun su itici yağlarla muamele edilmesidir. Bu sayede, suya/rutubete karşı korunan ahşapta hem çalışmalar engellenebilmekte hem de mantarların gelişmesi için gerekli rutubet miktarı düşürülebilmekte ve besin maddeleri modifiye edilebilmektedir. Bu sayede, sağlam ve dayanıklı kalabilen ahşaplar uzun yıllar kullanılabilir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Böyle bir koruma, sert su/rutubet etkisi olan dış hava koşullarında ve aşırı su buharı yoğunluğu olan iç mekânlarda çok önemli olmaktadır (Tomak, 2011). Çünkü su, nem, buhar yoğunluğu, UV ışınları, mantarlar ve mikroorganizmalar ahşabın yıpranmasını artırarak kullanım süresini kısaltmaktadır. Bu nedenle, özellikle böyle yerlerde değerlendirilecek ahşapların, uygun empenye maddeleri ile doğru yöntemler kullanılarak korunması, birçok açıdan önem arz etmektedir (Yıldız, 1988).

Ahşaba derin bir şekilde (en az 10 mm) nüfuzu ettirilen yağ, vaks, reçine gibi su itici maddelerin koruyucu tesirleri daha etkili ve uzun süreli olabilmektedir (Lyon vd., 2007). Bu tür uygulamalarla işlenmiş veya işlenmemiş ahşaplarda iyi bir emilim ile etkili bir koruma gerçekleştirilebilmektedir (Yıldız, 1988). Bu işlemlerde, sıcaklığı 110°C–210°C arasında değişen yağ içine, belirli bir süre için batırılıp çıkarılan ahşaplar, tekrar, sıcaklığı 10°C–90°C arasında değişen yağ içine daha kısa bir süre için batırılıp çıkarılmaktadır. Burada, sıcaklık değişimiyle oluşan basınç farkıyla, su itici yağların, ahşaba derin bir şekilde nüfuz etmesi sağlanabilmektedir (Berard vd., 2006).

Emprenyesi kolay türlerden üretilen ahşaplara termal (sıcak-soğuk) biyo-yag daldırma işlemi uygulandığında, bunların, su alımları azalabilir, su itici aktiviteleri artabilir, anizotropik çalışmaları düşebilir. Sonuçta, bir bütün olarak, su yalıtım performansları yükselebilir, biyolojik dayanımları ve boyutsal kararlılıkları artabilir, kullanım yerine bağlı sorunlar iyileşebilir. Bu niteliklere sahip ahşaplar normal ahşaplara göre çok daha uzun süre kullanılabilir. Böyle bir uygulamanın kızılçam odununun su yalıtım performansını ne derece etkilediği bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Normalden çok daha uzun süre faydalanabilmek adına, kızılçamdan üretilen ahşapların da su alma oranlarının düşürülmesi gerekmektedir. Bu manada kullanılan bazı maddeler çevre sağlığı açısından tehlike oluşturabilmektedir. Bu makalede, termal biyo-yag daldırma tekniği ile uygulanan çevre dostu bazı bitkisel yağların ve karışımların kızılçam odununun su yalıtım performansı üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu maksatla, empenye edilen küçük odun örneklerinin yağ retensiyonu, su alma oranı, su itici etkinlik ve hacimsel genişleme özellikleri incelenmiştir.

2. Malzeme ve yöntem

Deneylerde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) diri odun örnekleri ile hint yağı (*Ricinus communis* L.), keten yağı (*Oleum linii*) ve bu iki yağın birleşiminden oluşan karma yağ numuneleri kullanılmıştır. Odun örnekleri, yerel bir kereste

fabrikasından (Özdamar Kerestecilik, Isparta) temin edildikten sonra dairesel testere yardımıyla daha küçük numuneler halinde kesildi, hava kurusu rutubete kadar kondisyonlandı, etiketlendi, test ve kontrol olarak iki gruba ayrılmıştır. Aynı şekilde yerel bir aktardan (Özkan Şifalı Ürünler, Isparta) 15 L hint yağı ile 15 L keten yağı temin edilmiştir. Bu iki yağdan 5'er L alınmış, bunlar %50 oranında karıştırılarak 10 L'lik bir karma yağ numunesi oluşturulmuş ve bir kaba aktarılmıştır. Daha sonra her üç yağ, sırasıyla, sıcak ve soğuk (termal bio-oil) işlemler için 5'er L'lik iki sete ayrılmıştır. Tüm odun örnekleri ve işlem yağları deneylerde kullanım için muhafaza edilmiştir.

2.1. Odun örneklerinin hazırlanması

Odun örnekleri, retensiyon test için 30×30×1.5 mm (T×R×L) boyutlarda, diğer testler için 20×20×30 mm (T×R×L) boyutlarda hazırlanmıştır. Her test ve yağ türü için 10'ar numunelik setler halinde kilitli naylon poşetlere aktarılmıştır. Her numunenin ağırlık ve boyutları ölçülmüş ve bunlar ilk ölçüm değerleri olarak kaydedilmiştir. Bu numuneler, nem içeriğini azaltmak ve sterilize etmek için sabit ağırlığa ulaşılan kadar etüvde 103 ± 2 °C'de 24 saat kurutulmuş, tekrar ağırlıkları ve boyutları ölçülmüştür. Bu ölçümler fırın kurusu (tam kuru) değerler olarak kaydedilmiştir. Daha sonra tüm odun örnekleri tekrar kilitli naylon poşetlere aktarılmış ve muhafaza edilmiştir.

2.2. Odun örneklerinin empenyesi

Test grubu odun örneklerinin hint yağı, keten yağı ve karma yağ (bu iki yağdan oluşan karışım yağ) ile muamelesi TS 345 (2012)'de tarif edilen sıcak-soğuk (termal) daldırma yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Her 10 numunelik set, açık bir tankta ısıtılan sıcak (110 ± 2 °C) bio-yagli daldırılmış, 6 saat sonra çıkarılmış ve bir kâğıt yardımıyla kurulanmıştır. Bu örnekler açık bir tankta soğuk (23 ± 2 °C) bitkisel yağlara tekrar daldırılmış, 2 saat sonra çıkarılmış, tekrar kurulanmış, ağırlıkları ve boyutları ölçülmüştür. Bu ölçümler empenye sonrası değerler olarak kaydedilmiştir. Ardından, bu örnekler, sabit ağırlığa ulaşılan kadar fırında 60 ± 2°C'de kurutulmuş, 24 saat sonra fırından çıkarılmış, normal oda sıcaklığına kadar soğuması için bekletilmiş (TS ISO 13061-1, 2021), ağırlıkları ve boyutları tekrar ölçülmüştür. Bu ölçümler muamele sonrası fırın kurusu değerler olarak kaydedilmiştir. Daha sonra, işlem gören tüm odun örnekleri tekrar kilitli naylon poşetlere aktarılmış ve muhafaza edilmiştir. Kontrol grubu örnekler ise termal yağ muamelesine maruz bırakılmamıştır.

2.3. Yapılan çalışmalar

Retensiyon miktarı: Odun örnekleri tarafından tutulan net kuru madde miktarını ifade eden bu parametre TS EN 47 (2011)'ye göre 1 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Ret = \frac{A2-A1}{A1} \times 100 \quad (1)$$

Burada; *Ret* = Retensiyon miktarını (%), *A1* = Örneklerin empenye öncesi fırın kurusu ağırlığını (g) ve *A2* = empenye sonrası örneklerin fırın kurusu ağırlığını (g) ifade etmektedir.

Boşluk hacmi: Boşluk hacmi, bir ağaç malzemenin sahip olduğu tam kuru yoğunluk değerine bağlıdır. Tam kuru yoğunluğu bilinen bir ağaç malzemenin boşluk hacmi bu yoğunluğa göre bulunur. Bu parametre Bozkurt vd. (1993)'e göre 2 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$BH = 1 - (Do/1.5) \quad (2)$$

Burada; *BH* = Boşluk hacmini (%), *Do* = Örneklerin tam kuru yoğunluğunu (g/cm³) ve 1.5 = Hücre çeperinin yoğunluğunu (g/cm³) ifade etmektedir.

Su alma oranı: Odun örnekleri tarafından emilen-alınan (absorplanan) su miktarını ifade eden bu parametre TS EN 47 (2011)'ye göre 3 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Sa = \frac{As-A0}{As} \times 100 \quad (3)$$

Burada; *Sa* = Su alma oranı (%), *A0* = Örneklerin başlangıçtaki tam kuru ağırlığını (g), *As* = Sudan çıkarılan örneklerin yaş ağırlığını (g) ifade etmektedir.

Su itici etkinlik: Odun örnekleri tarafından tutulan net kuru maddenin, su alımına karşı sağladığı su itici etkinlik miktarını ifade eden bu parametre Rowell ve Banks (1985)'a göre 4 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Sie = \frac{Sk-St}{Sk} \times 100 \quad (4)$$

Burada; *Sie* = Su itici etkinlik (%), *Sk* = Kontrol örneklerinin su alma oranını (%) ve *St* = Test örneklerinin su alma oranını (%) ifade etmektedir.

Hacimsel genişleme: Muamele sonrası suya maruz kalan odun örneklerinin radyal ve teğet yönlerde toplam hacimsel genişleme miktarını ifade eden bu parametre TS ISO 13061-16 (2021)'ye göre 5 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Boyuna yöndeki hacimsel genişleme dikkate alınmamıştır.

$$Hg = \frac{Lrmax \times Ltmax - Lrmin \times Ltmin}{Lrmin \times Ltmin} \times 100 \quad (5)$$

Burada; *Hg* = Hacimsel genişlemeyi (%), *Lrmax* ve *Lrmin* = Radyal yöndeki maksimum ve minimum genişlemeleri (%), *Ltmax* ve *Ltmin* = Teğet yöndeki maksimum ve minimum genişlemeleri (%) ifade etmektedir.

2.4. İstatistiksel analiz

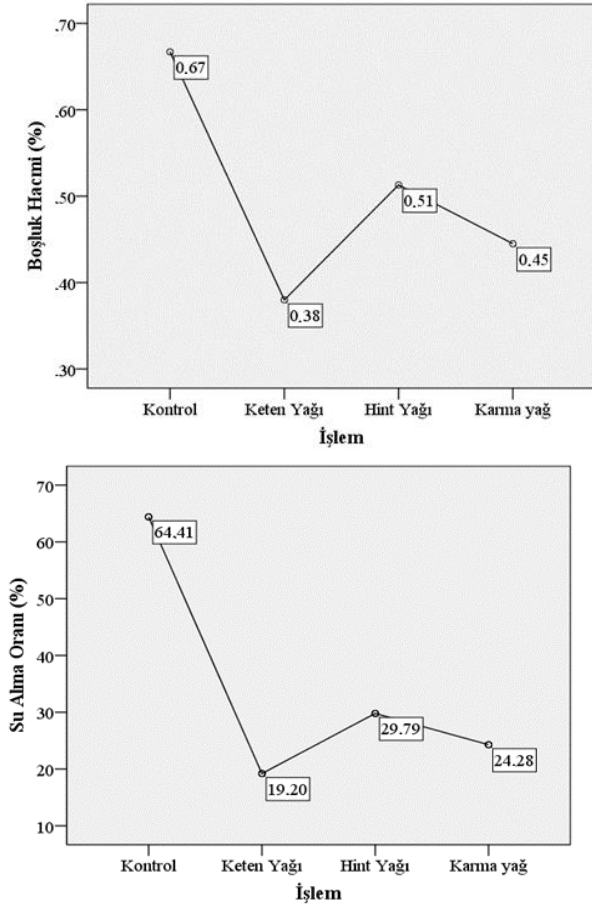
İstatistiksel analiz IBM SPSS 22 istatistik programı yardımıyla varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ANOVA, termo-bio-yağ prosesinin odun özellikleri üzerine etkisinin önem düzeyini (p≤0.05) belirlemek için kullanılmıştır. Duncan testi %95 güven düzeyinde grupları (ortalamaları) karşılaştırmak ve bunlar arasındaki önemli farklılıkları bulmak için uygulanmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

Termal biyo-yağ daldırma işleminin boşluk hacmi ve su alma oranı üzerine etkisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu grafik boşluk hacmi açısından incelendiğinde, boşluk hacmi

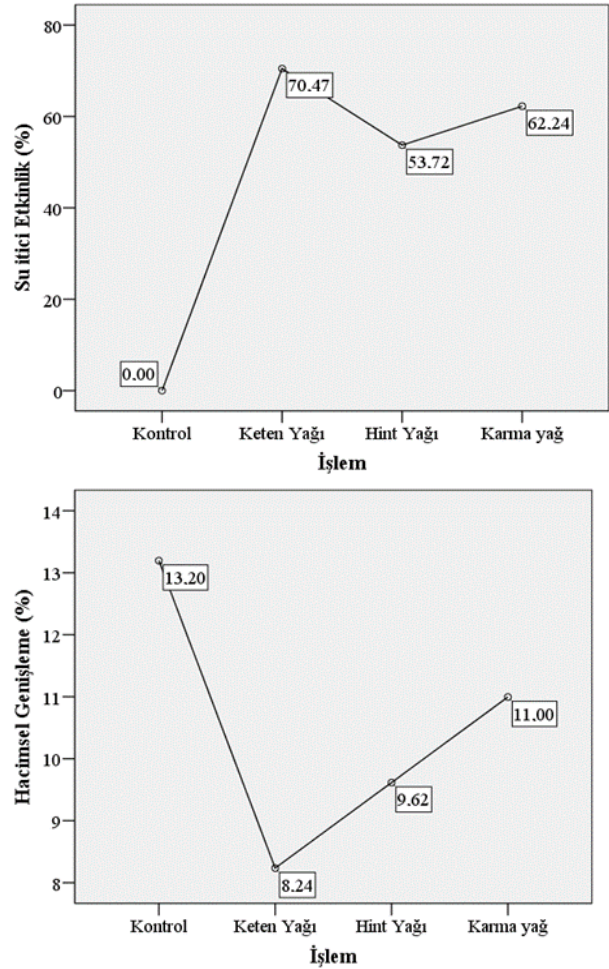
değerinin keten yağı muamelesinde en düşük (%0.38), hint yağı muamelesinde en yüksek (%0.51) olduğu görülmektedir. Keten yağı, odun örneklerinin boşluk hacmini, hint yağına göre %25.93 ve karma yağa göre %14.61 daha fazla azaltmıştır. Tüm yağlar için, boşluk hacmi azalması, emprenyeli odun örneklerinde kontrol örneklerine kıyasla %23-%43 arasında değişen oranlarda gerçekleşmiştir. Bunun anlamı; bitki bazlı yağlarla termal biyo-yag işlemi, kızılçam odununun boşluk hacmini önemli derecede azaltmıştır.

Çizelge 1'deki retensiyon sonuçları dikkate alındığında, boşluk hacminin yağ miktarının artmasına bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Yani; retense yağ miktarı ne kadar fazla olmuş ise boşluk hacmi de o kadar azalmıştır. Örneğin; retensiyon miktarı %28.59'dan %42.90'na yükseldiğinde boşluk hacmi %0.51'den %0.38'e düşmüştür. Özkan vd. (2020)'de, bezir yağı ile işlem görmüş sarıçam ve ladin örnekleri (Sailer vd., 2000) ile kavak odunu örneklerinde (Bazıyar vd., 2010) retensiyon miktarına bağlı ağırlık artışı oranının ortalama %50'nin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda elde edilen retensiyona dair sonuçların literatür ile uyumlu olduğu söylenebilir.



Şekil 1. Termal biyo-yag daldırma işleminin boşluk hacmi ve su alma oranı üzerine etkisi

Şekil 1'deki su alma oranı grafiği irdelendiğinde, termal biyo-yag işlemi uygulanan örneklerde ölçülen su alma oranının hint yağı muamelesinde en fazla %29.79, keten yağı muamelesinde en az %19.20 olduğu görülmektedir. Emprenyeli örneklerin boşluk hacmi su alma oranı konusunda fikir vermektedir. Çünkü uygulanan termal biyo-yag işlemi sonrasında örnekler tarafından alınan su miktarının azalan boşluk hacmiyle azaldığı gözlenmiştir. Örneğin; boşluk hacminin %0.45'ten %0.38'e düşmesine karşılık su alma oranı %24.28'den %19.20'ye düşmüştür. Dolayısıyla, termal yağ işlemine maruz bırakılan örneklerin su alma oranı işlem görmeyen örneklere nazaran %53.74-%70.19 oranında azalmıştır.



Şekil 2. Termal biyo-yag daldırma işleminin su itici etkinlik ve hacimsel genişleme üzerine etkisi

Şekil 2'de termal biyo-yağ tekniğine göre emprenyeli örneklerin su itici etkinlik ve hacimsel genişleme grafikleri gösterilmiştir. Bu grafikteki su itici etkinlik değerlerine bakıldığında en iyi sonuçlar keten yağının ardında karma yağ ve hint yağı ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur. Örneklerin su itici etkinliğini, keten yağı %70.47, karma yağ %62.24 ve hint yağı %53.72 oranında iyileştirdiği gözlenmiştir. Emprenye sonunda, keten yağı, hint yağından %31.19 ve karma yağdan %13.23 oranında daha iyi su itici etkinlik sağlamıştır. Bu durum, tek başına uygulanan hint yağının, örneklerin su itici etkinliğini keten yağına nazaran azalttığı anlamına gelmektedir. Ancak, hint yağı, keten yağı ile karışım olarak uygulandığında su itici etkinliğin iyileştiği söylenebilir. Karma yağ ile emprenyeli örneklerin su itici etkinliklerinde keten yağına göre önemli bir azalış olsa da hint yağına göre önemli bir artış gözlenmektedir.

Şekil 2'deki hacimsel genişleme grafiğine bakıldığında, değerler, sırasıyla, keten yağı için %8.24, hint yağı için %9.62 ve karma yağ için %11.00 bulunmuştur. Keten yağı uygulanan örneklerin %8.24 ile en düşük/iyi hacimsel genişlemeye sahip olduğu gözlenmiştir. Keten yağından sonra en iyi sonuç hint yağı uygulanan örneklerde %9.62 alınmıştır. Karma yağ muamelesi kontrol örneklerine kıyasla daha iyi sonuç (%11.00) vermesine rağmen, diğer yağlara kıyasla en kötü sonucu vermiştir. En yüksek hacimsel genişlemenin kontrol örneklerinde %13.20 olduğu görülmektedir. Emprenyeli bütün örneklerin hacimsel genişlemesinde kontrol örneklerine göre %16.67-%37.59 arasında değişen oranlarda önemli bir azalma meydana gelmiştir.

Şekil 2'deki su itici etkinlik ve hacimsel genişleme değerlerine bakıldığında, en iyi sonucu keten yağı ile işlem gören örnekler vermiştir. Bu durum, termal biyo-yağ işlemi sonrası yağ alımına bağlı retensiyon artışı ile ilişkilendirilebilir. İşlem sonunda %64.41 oranında su alan kontrol örnekleri (Şekil 1) ile karşılaştırıldığında, emprenye maddesi olarak keten yağı tercih edildiğinde su alma miktarının %19.20 oranında azalmasına karşılık (Şekil 1) su itici etkinliğin %70.47 ve hacimsel genişlemenin %8.24 oranından iyileştiği (Şekil 2), yani; ciddi oranda su yalıtımı sağlandığı söylenebilir. Bu sonucu diğer yağlar için söylemek mümkün değildir. Zira su alma oranının, hint yağı ile %29.79 ve karma yağ ile %24.28 azaltılabildiğini, buna karşılık su itici etkinliğin hint yağı ile %53.72 ve karma yağ ile %62.24 attırılabilirdiğini, hacimsel genişlemenin hint yağı ile %9.62 ve karma yağ ile %11.00 azaltılabildiğini Şekil 2'deki veriler desteklemektedir. Bu durum, termal hint yağı ve karma yağı işlemlerinde yağ penetrasyonunun keten yağına göre daha düşük olmasından ileri gelebilir.

Çizelge 1'de termal biyo-yağ işlemine maruz kızılçam örneklerinde retensiyon (%), boşluk hacmi (%), su alma oranı (%), su itici etkinlik (%) ve hacimsel genişleme değerleri (%)

toplu halde gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre retensiyon ve su itici etkinliğin keten yağı işleminde en fazla, hint yağı işleminde en az olduğu tespit edilmiştir. Boşluk hacmi ve su alma oranının, sırasıyla, keten yağı ve karma yağ işlemlerinde en düşük olduğu görülürken, hint yağı işleminde en yüksek olduğu bulunmuştur. Hacimsel genişleme ise keten yağı işleminde en düşük bulunurken, bunu hint yağı işlemi takip etmiştir. Buna karşılık en yüksek hacimsel genişleme karma yağ işleminde elde edilmiştir. Örneklerin, yukarıdan aşağıya doğru retensiyon miktarı değerleri, keten yağı, karma yağ ve hint yağı işlemleri için, sırasıyla %42.90, %36.25 ve %28.59 olarak bulunmuştur.

Çizelge 1'de, emprenyeli örneklerde boşluk hacmi, su alma oranı ve hacimsel genişlemenin kontrol örneklerindeki daha iyi (düşük) olduğu gözlenmiştir. Bu bağlamda, keten yağı uygulamasının kontrol örneklerine göre daha iyi boşluk hacmi (%43.03), su alma oranı (%70.19) ve hacimsel genişleme (%37.59) sağladığı görülmüştür. Bazı araştırmacılar (Voda vd., 2003; Venmalar ve Nagaveni, 2005) çeşitli yağlarla emprenye edilen odun örneklerinde yağ retensiyonuna bağlı olarak su alımının azaldığını belirtirken diğer bazıları da (Kartal vd., 2006; Wang ve Cooper, 2007) su itici etkinliğin arttığını bildirmektedir. Ayrıca Yang ve Clausen (2007), Li vd., (2008), Nakayama ve Osbrink (2010) tarafından da aynı şekilde benzer sonuçların alındığı belirtilmektedir.

Çizelge 1'deki veriler istatistiksel açıdan incelendiğinde, tüm yağlar için termal biyo-yağ daldırma işlemi sonunda örneklerin boşluk hacmi, su alma oranı ve hacimsel genişleme değerlerinde kontrole göre önemli bir azalış görülürken, su itici etkinlik değerlerinde ise bunun tam tersi olduğu görülmektedir. Bu durum, temas açısını büyüten termal biyo-yağ işleminin yüzeylere hidrofobik (su itici) bir nitelik kazandırmasından kaynaklanabilir. Rowell ve Banks (1985) tarafından, temas açısı 90°den küçük olan yüzeyler hidrofilik (su alıcı), 90°den büyük olan yüzeyler ise hidrofobik olarak ifade edilmiştir.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, su yalıtım performansının iyileştirilmesi amacıyla termal biyo-yağ daldırma tekniği uygulanan kızılçam odununda boşluk hacmi, su alma oranı, su itici etkinlik ve hacimsel genişleme özellikleri incelenmiştir. Artan yağ retensiyonuna bağlı olarak, emprenyeli örneklerde emprenyesiz örneklerdekine kıyasla boşluk hacmi, su alma oranı ve hacimsel genişleme önemli ölçüde azalırken su itici etkinlik önemli oranda artmıştır. Uygulanan işlem kızılçam odununda önemli bir hidrofobik performans sağlamıştır. En iyi hidrofobik performans keten yağı uygulanan örneklerde elde edilmiştir.

Çizelge 1. Termal biyo-yağ daldırma işlemine maruz kızılçam odununun retensiyon, boşluk hacmi, su alma oranı, su itici etkinlik ve hacimsel genişleme değerlerine dair bulgular

İşlem	Retensiyon (%)	Boşluk hacmi (%)	Su alma oranı (%)	Su itici etkinlik (%)	Hacimsel genişleme (%)
Keten yağı	42.90 ^a (3.063) ^a	0.38 ^a (0.018)	19.20 ^a (0.377)	70.47 ^a (1.053)	8.24 ^a (0.426)
Hint yağı	28.59 ^b (2.977)	0.51 ^c (0.023)	29.79 ^c (0.842)	53.72 ^b (1.215)	9.62 ^b (0.533)
Karma yağ	36.25 ^c (1.665)	0.45 ^b (0.036)	24.28 ^b (0.784)	62.24 ^c (0.506)	11.00 ^c (0.295)
Kontrol	-	0.67 ^d (0.019)	64.41 ^d (2.262)	-	13.20 ^d (0.626)

^aParantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir. Harfler işlemler arasındaki farklılığı ifade etmektedir (P≤0.05)

Zehirsiz olduğu bilinen keten yağı, hint yağı ve bu ikisinden oluşan karma yağ, termal bio-yağ daldırma yöntemiyle kızılçam odununa uygulandığında odunda yağlı his uyandırmayan kuru bir tabaka oluşturmuştur. Bu sayede, boşluk hacmi azaltılıp su penetrasyonu sınırlandırılmıştır. Buna bağlı olarak su alma oranı ile hacimsel genişleme engellenmiş ve su itici etkinlik artmıştır. Sonuçta, su alımı engellenen kızılçam odununda su yalıtım performansı önemli oranda iyileşmiştir. Bu anlamda en iyi sonuçlar keten yağı ile muamelede elde edilmiştir.

Biyo-yağ retensiyonu, odunda hem boşluk hacminin azaldığı bir ortam hem de yağlı bir tabaka oluşturmuştur. Bu durum, odunda oksijenin azalması, rutubetin sınırlanması, besin maddelerinin yağlanması ve pH'nın değişmesi anlamına gelmektedir. Oksijen, rutubet, besin maddesi ve pH'nın, odunda mikroorganizmaların üremesinde rol oynadığı bilinen parametrelerdir. Bu parametreleri, artan yağ retensiyonuna bağlı fiziki olarak kısıtlayan böyle bir proses, mikroorganizmaların gelişmesini de önleyeceği için kızılçam odununun biyolojik dayanımını uzatabilir. Ancak oduna fiziksel olarak bağlanan bu tür yağların zamanla yıkanıp uzaklaşabileceği dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, kızılçam odununa kazandırılan bu biyolojik direnç, söz konusu yağlar, içerisine fungusit/insektisit eklenerek kullanılırsa daha kalıcı olabilir.

Anizotropik çalışması fazla ve emprenye edilebilirliği kolay olan kızılçam diri odunundan üretilen ağaç malzemeler, termal biyo-yağ işlemine maruz bırakıldığında, azalan boşluk hacmine bağlı olarak porozite ve penetrasyonu sınırlandırılıp su/rutubet difüzyonu engellenebilir. Bu sayede su/rutubet alımı, hacimsel daralmalar ve genişlemeler azalacağı için yüksek su yalıtım performansı sağlanabilir. İyileşen su yalıtım performansı sonucunda kullanım süresi normalden daha uzun olabilir. Bu çalışmada uygulanan termal bio-yağ daldırma prosesi odun örneklerinde su alımını sınırlandıran yalıtkan bir tabaka oluşturmuştur. Bu işlem, kızılçam diri odunundan hazırlanan ahşap malzemeler için su yalıtımı sağlayan bir emprenye prosesi olarak kullanılabilir.

Açıklama

Yazar, verilen destekten dolayı TÜBİTAK BİDEB'e teşekkür eder (Destek no. 2209-A: 1919B011601622).

Kaynaklar

- Bazyar, B., Parsapajouh, D., Khademiesalam, H., 2010. An investigation on some physical properties of oil heat treated poplar wood. In 41st IRG-WP Annual Meeting, Biarritz, France, 9-13 May 2010, pp. IRG-WP 10-40509.
- Berard, P., Laurent, T., Dumonceaud, O., 2006. Use of round wood of chestnut tree coppices: Crack risk and effects of a hot oil bath treatment. Holz als Roh-und Werkstoff, 64: 287-293.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi, İkinci cilt. İ.Ü. Yayınları No: 1745/183, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği Ders Kitabı. İÜ Orman Fakültesi Yayınları No: 3779/425, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi. İÜ Yayınları No: 3998/445, İstanbul.
- Özkan E., Arpacı, Ş.S., Dizman Tomak, E., Yıldırım, N., 2020. Atık yağ ile emprenye işleminin ahşap malzemenin fiziksel özelliklerine etkisi. Ağaç ve Orman Dergisi, 1(1): 36-40.
- Kartal, S.N., Hwang, W.J., Imamura, Y., Sekine, Y., 2006. Effect of essential oil compounds and plant extracts on decay and termite resistance of wood. Holz als Roh-und Werkstoff 64: 455-461.
- Koski, A., 2008. Applicability of crude tall oil for wood protection. PhD Thesis, University of Oulu, Oulu, Finland.

- Li, S., Freitag, C., Morrell, J.J., 2008. Preventing fungal attack of freshly sawn lumber using cinnamon extracts. Forest Products Journal, 58: 77-81.
- Lyon, F., Thevenon, M.F., Imamura, Y., Gril, J., Pizzi, A., 2007. Development of boron/linseed oil combined treatment as a low-toxic wood protection. Evaluation of boron fixation and resistance to termites according to Japanese and European standards, IRG Regional Research Symposium International Union of Forest Research Organizations All Division 5 Conference, Taipei, Taiwan, 29 October-2 November 2007, pp. IRG-WP 07-30448.
- Nakayama, F.S., Osbrink, W.L., 2010. Evaluation of kukui oil (*Aleurites moluccana*) for controlling termites. Industrial Crops and Products 3(2): 312-315.
- Panov, D., Terziev, N., Daniel, G., 2010. Using plant oils as hydrophobic substances for wood protection. 41st IRG Annual Meeting, Biarritz, France, 9-13 May 2010, pp. IRG-WP 10-30550.
- Podgorski, L., Bayon I.L., Paulmier, I., Lanvin, J.D., Georges, V., Grenier, D., Baillères, H., Méot, J.M., 2008. Bi-oleothermal treatment of wood at atmospheric pressure: Resistance to fungi and insects, resistance to weathering and reaction to fire results. 39. IRG Annual Meeting, Istanbul, Turkey, 25-29 May 2008, pp. IRG-WP 08-40418.
- Rowell, R.M., Banks, W.B., 1985. Water Repellency and Dimensional Stability of Wood. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Gen. Tech. Rep. FPL-50, Madison, WI, U.S.
- Sailer, M., Rapp, A.O., Leithoff, H., 2000. Improved resistance of Scots pine and spruce by application of an oil-heat treatment. In 29th IRG-WP Annual Meeting, Hawaii, U.S.A., 14-19 June 1998, pp. IRG-WP 00-40162.
- Temiz, A., Panov, D., Terziev, N., Hafren, J., 2008a. Research on silicones and oils as hydrophobic agents. In: Proceedings of V Congreso Nacional de Protección de la Madera, San Sebastian, pp 75-80
- Temiz, A., Alma M.H., Terziev, N., 2008b. Hydrophobic characteristics of pyrolysis oil. 39. IRG Annual Meeting, Istanbul, Turkey, 25-29 May 2008, pp. IRG-WP 08-30458
- Tomak, E.D., 2011. Masif odundan bor bileşiklerinin yıkanmasını önlemede yağlı ısıtma işlemi ve emülsiyon teknikleri ile emprenye işleminin etkisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- TS 345, 2012. Ahşap emprenye maddeleri etkilerinin deney yöntemleri. TSE, 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. TSE, Ankara.
- TS ISO 13061-16, 2021. Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri-Küçük kusursuz odun numuneleri için deney yöntemleri- Bölüm 16: Hacimsel genişlemenin belirlenmesi. TSE, Ankara
- TS EN 47, 2011. Ahşap koruyucular- Ev teke böceği larvalarına karşı zehirlik değerlerinin tayini (laboratuvar metodu). TSE, Ankara.
- Ulvcrona, T., 2006. Impregnation of Norway spruce (*Picea Abies* L. Karst.) wood with hydrophobic oil. Ph.D Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Vindeln, Sweden.
- Venmalar, D., Nagaven, H.C., 2005. Evaluation of copperised cashew nut shell liquid and neem oil as wood preservatives. 36th IRG Annual Meeting, 24-28 April 2005, Bangalore, India, pp. IRG-WP 05-30368.
- Voda, K., Boh, B., Margareta-Vrtacnik, M., Pohleven, F., 2003. Effect of the antifungal activity of oxygenated aromatic essential oil compounds on the white-rot *trametes versicolor* and the brown-rot *coniophora puteana*. Int. Biodet. and Biodegrad., 51: 51-59
- Yang, W.V., Clausen, C.A., 2007. Antifungal effect of essential oils on southern yellow pine. International Biodeterioration and Biodegradation, 59: 302-306.
- Yıldız, Ü.C., 1988. Çeşitli ağaç türlerinde su alımının ve çalışmanın azaltılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Wang, J., Cooper, P., 2007. Fire, flame resistance and thermal properties of oil thermally treated wood. 38th IRG Annual Meeting, 20-24 May, Wyoming, USA, pp. IRG-WP 07-40361.
- Williams, R.S., Feist, W.C., 1999. Water repellents and water repellent preservatives for wood. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-109. Madison, WI: U.S.