



Ahşap Yüzeyde Akıllı Nano Biyomimetik Hidrotermal Lokasyonlama

Doğu RAMAZANOĞLU^{1*}, Ferhat ÖZDEMİR¹

¹Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, 46046, Kahramanmaraş, Türkiye.

Öz

Bu çalışmanın amacı, ahşap yüzeyde hidrotermal metod kullanılarak nano boyutta fonksiyonlandırma yapmak ve böylelikle, yüzeyin çevre şartlarına karşı akıllı bir yönelim sergilemesini sağlamaktır. Lignoselülozik yüzeyde iki aşamalı oluşturulan fonksiyonlandırma sürecinin ilk kısmında Demirli sülfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Krom (II) klorür (CrCl_2), Sodyum hidroksit (NaOH), Etil alkol (EtOH), ve Potasyum nitrat (KNO_3) kimyasalları kullanılarak öncelikle anti-UV özellikli bir yüzey elde edilmiştir. İkinci basamak olan Hidrofobizasyon kısmında ise Oktadesiltriklorosilan (OTS,%95) kullanılmıştır. Yapılan modifikasyon uygulamalarının karakterizasyonunda Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FTIR), Taramalı elektron mikroskopisi (SEM), X-ışını kırınımı (XRD) ve Enerji dağıtıcı x-ışını (EDX) enstrümental analizleri kullanılmıştır. Fonksiyonlanan yeni yüzeyin su temas açısı (WCA) ölçümleri yapılarak hidrofobisitesi belirlenmiştir. Anti-UV özellikliği ise UV-Vis spektrometresi tespit edilmiştir. Yapılan karakterizasyon çalışmaları sonucunda, hidrotermal olarak yapılan nano fonksiyonlandırmanın başarılı olduğu kanıtlanmıştır. Yeni yüzeyin su temas açısı $\theta \gamma$ 128° olarak ölçülmüştür. Dalga boyu aralığının 200-800 nm olduğu alanda anti-UV özellik sergilemiştir. Fonksiyonlandırma sonrası yüzey değişim parametreleri ISO 4287 standardına göre yapılmıştır. Renk değişim oranları ise ISO 2469 (2014) standartlarına uygun olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nano biyomimetik, akıllı lignoselülozik yüzey, hidrotermal lokasyon.

Smart Nano Biomimetic Hydrothermal Location on Wooden Surface

Abstract

The aim of this study is to make nano-dimensional functionalization on the wooden surface by using hydrothermal method and thus to ensure that the surface exhibits a smart orientation towards environmental conditions. Ferrous sulfate heptahydrate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Chromium (II) chloride (CrCl_2), Sodium hydroxide (NaOH), Ethyl alcohol (EtOH) and Potassium nitrate (KNO_3) chemicals were used in the first part of the two-stage functionalization process on the lignocellulosic surface. Thus, a surface with anti-UV property was obtained. Octadecyltrichlorosilane (OTS, 95%) was used in the second step, Hydrophobization. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD) and Energy diffuser x-ray (EDX) instrumental analyzes were used to characterize the modification applications. Hydrophobicity was determined by measuring the water contact angle (WCA) of the new functional surface. Its anti-UV feature was determined by UV-Vis spectrometry. As a result of the characterization studies, hydrothermal nano functioning has been proved to be successful. The water contact angle of the new surface was measured as $\theta \gamma$ 128 °. It has anti-UV properties in the area where the wavelength range is 200-800 nm. It has anti-UV properties in the area where the wavelength range is 200-800 nm. After functioning, surface change parameters were made according to ISO 4287 standard. Color change rates are determined in accordance with ISO 2469 (2014) standards.

Keywords: Nano biomimetic, smart lignocellulosic surface, hydrothermal location.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Doğu RAMAZANOĞLU (Ph.D. Student); Sütçü İmam Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, 46046, Kahramanmaraş, Türkiye. Tel: +90 (553) 314 0983, E-mail: doguramaznogl@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-6356-5792

Geliş (Received) : 27.02.2020
Kabul (Accepted) : 21.07.2020
Basım (Published) : 15.08.2020

1. Giriş

Lignoselülozik yüzeylerin nano boyutlarda fonksiyonlandırma çalışmaları detaylı olarak Oka ve arkadaşları tarafından çalışılmıştır. Bu çalışmalarda genel amaç elektromanyetik dalgaların ve UV ışığının odun bileşenlerine verdiği zararı en aza indirmektir (Oka ve Fujita 1999; Oka ve ark., 2007; Oka, ve ark., 2004a; Oka, ve ark., 2002a; Oka ve ark., 2002b; Oka ve ark., 2004b; Oka ve ark., 2011). Elektromanyetik dalga ve UV ışınımının yanı sıra hidrofilik yapısından dolayı ahşabın neme olan zayıflığı bir diğer dezavantajı beraberinde getirmektedir. Bunun için ahşap yüzeyde yapılan hidrofobizasyon çalışmaları da önem arz etmektedir. Özellikle, bahçepark gibi açık alanlarda kullanılan ahşap malzemelerde meydana gelen renk değişimi. Odunun yapısında bulunan ligninin UV ışınması sonucu ürettiği bazı radikallerin oksijenle teması sonrası meydana gelen renk değişimi (Jirous-Rajkovic ve ark., 2004; Patachia ve ark., 2012; Salla ve ark., 2012) bir yana sıcaklık farkından ve rutubetten etkilenme odunu yapılar için en büyük sorunlardandır (Hayoz ve ark., 2003). Gözenekli ve hidrofilik bir yapıya sahip olan ahşabın sıcaklık değişimine maruz kalması, nemin daha derin katmanlara kadar ulaşmasını sağlayan çatlakların oluşması için yeterlidir. Ek olarak, açık havada UV ışınımına maruz kalan odun yüzeyinin fotodegradasyona uğraması kaçınılmaz bir sonudur (Eichhorn ve ark., 2010; Lu ve ark., 2014; Hakkou ve ark., 2005). Bu nedenle, hidrofobik ve anti UV özelliklerinin birleştirilmesi ile oluşturulan bir akıllı yüzey ahşap malzemesinin her türlü çevre koşullarında kullanılması için önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, anti-UV özellikli manyetik yüzey CrFe_2O_4 nano parçacıklarının odun yüzeyinde hidrotermal olarak konumlandırılmalarıyla elde edilmiştir. Daha sonra, Lignoselülozik yüzeyde kazanılan bu anti-UV özellikli Oktadesiltrioklorosilan (OTS,%95) ile yapılan hidrofobizasyon ile kombine edilmiştir. Modifikasyon çalışmalarında Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FTIR), X-ışını kırınımı (XRD), Taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ve Enerji dağıtıcı x-ışını (EDX) analizleri yapılmıştır. Hidrofobik yapı özelliklerinin ispatı için su temas açısı (WCA) analizi ile yapılmıştır. Anti-UV özellikleri UV-Vis cihazı kullanılarak değerlendirilmiştir. Fonksiyonlandırma öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğü ve renk değişim parametreleri sırasıyla ISO 4287 ve ISO 2469 (2014) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

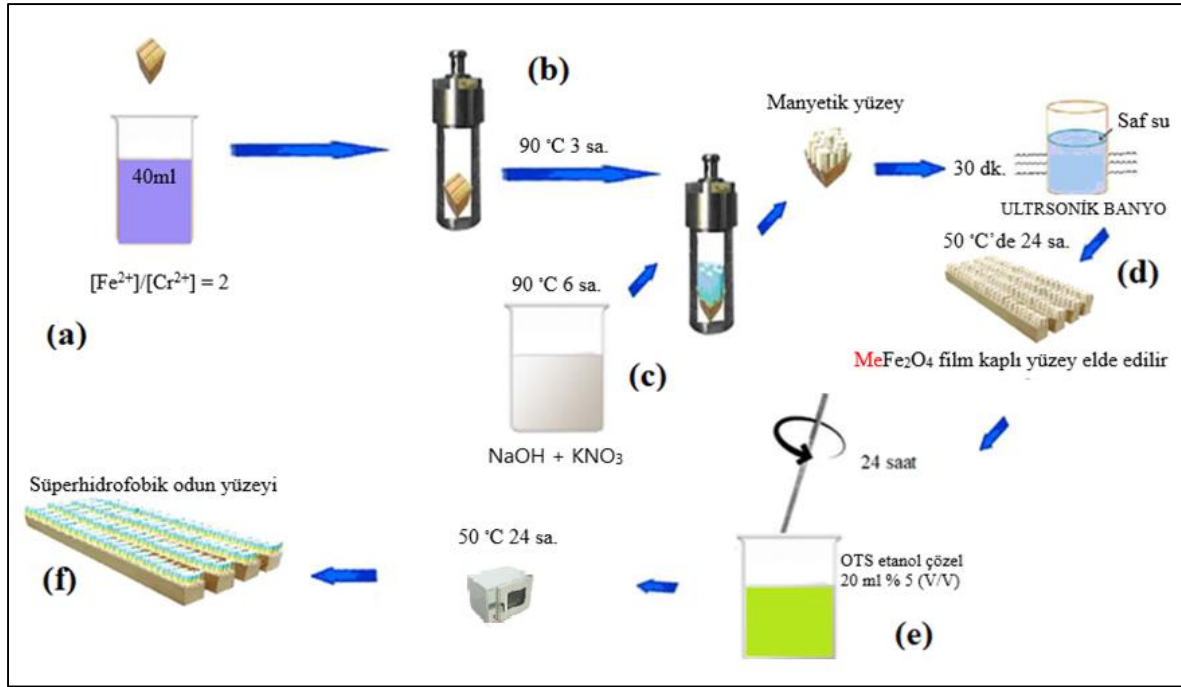
2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan Kayın numuneleri Türkiye'nin Kahramanmaraş ilindeki ticari bir marketten tedarik edilmiştir. Demirli sülfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) İspanya'daki Carlo Erba, Krom (II) klorür (CrCl_2) Almanya'daki ABCR GMBH, Etil alkol (EtOH) ve Sodyum hidroksit (NaOH) Türkiye'deki TEKKİM firmasından, Potasyum nitrat (KNO_3) Darmstadt, Almanya'dan ve Oktadesiltrioklorosilan (OTS,% 95) Hindistan'daki J.K. firmasından temin edilmiştir. Modifikasyon çalışmalarının karakterizasyonu için Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) Perkin Elmer 400FT-IR/FR-FIR marka, X-ışını kırınımı (XRD) Rigaku Rint 2000 marka, Taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ve Enerji dağıtıcı x-ışını (EDX) analizleri için Zeiss Eva 50 ED marka, su temas açısı (WCA) için KSV Cam101 Scientific Instrument Helsinki, Finland marka, UV-Vis Shimadzu UV-160 marka, yüzey pürüzlülüğü analizleri için ISO 4287 standartına uygun olan Mahr Marsurf M 300 cihazı ve renk analizleri ise ISO 2469 (2014) standartlarına uygun olan Datacolor Elrepho marka cihazlar kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. CrFe_2O_4 nano parçacıklarının odun yüzeyine konumlandırılması

Hidrofobik ve anti-UV özellikli ahşap malzemelerin sentezlenmesinde Şekil 1'de verilen kimyasal rota kullanılmıştır. Kayın örnekleri 2 mm (radyal) x 10 mm (teğet) x 15 mm x (boyuna) olarak kesilip 30 dakika ultrasonik banyoya yıkanmıştır daha sonra 105 °C'de 48 saat boyunca kurutulmuştur. Kuruyan odun numuneleri daha sonra demir krom ($[\text{Fe}^{2+}]/[\text{Cr}^{2+}] = 2$) molar konsantrasyonun 2 olan reaksiyon çözeltisine aktarılmış (Şekil 1.a.) ve 90 °C 3 saat boyunca hidrotermal sürece tabi tutulmuşlardır (Şekil 1.b). Reaksiyon çözeltisi değiştirilen odun numuneleri demir nitrat molar konsantrasyon oranının 0.44 olduğu ($[\text{Fe}^{2+}]/[\text{NO}_3^-] = 0.44$). 15 ml 1.32 M NaOH ve KNO_3 çözeltilerinden hazırlanan ikinci bir reaksiyon çözeltisine 90 °C'de 6 saat boyunca maruz bırakılmıştır (Şekil 1.c). Bu süre sonunda ahşap yüzeyde CrFe_2O_4 nano parçacıklarının konumlanması tamamlanmıştır. Son olarak, yüzeyde konumlanmayan fazla kimyasalın uzaklaştırılması için odun numuneleri 30 dk. Boyunca ultrasonik banyoda yıkanmış (Şekil 1.d.) ve etüvde 50 °C 24 sa. Kurumaya bırakılmıştır.



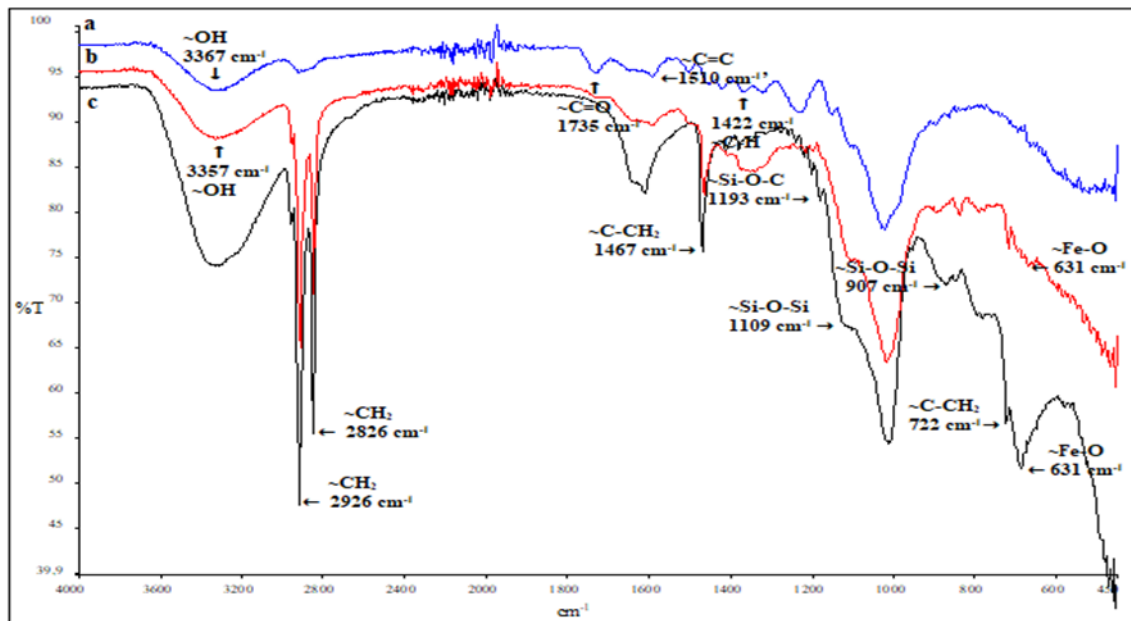
Şekil 1. Hidrofobik ve anti-UV özellikli yüzeyin sentez şeması.

2.2.2. $CrFe_2O_4$ nano parçacıkları ile kaplı yüzeyin hidrofobizasyonu.

$CrFe_2O_4$ nano parçacıkları kaplı yüzeyin hidrofobizasyonu 20 ml'lik %5'lik (V/V) oktadesiltrioklorosilan (OTS) içeren etanol (EtOH) çözeltisine 24 saat boyunca maruz bırakılmıştır (Şekil 1.e.) Son olarak, 50°C'lik etüvde 24 sa. boyunca kurumaya bırakıldı. Böylelikle, hidrofobik ve anti-UV özelliklere sahip odun (Şekil 1.f.) elde edildi.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. FTIR Analizi



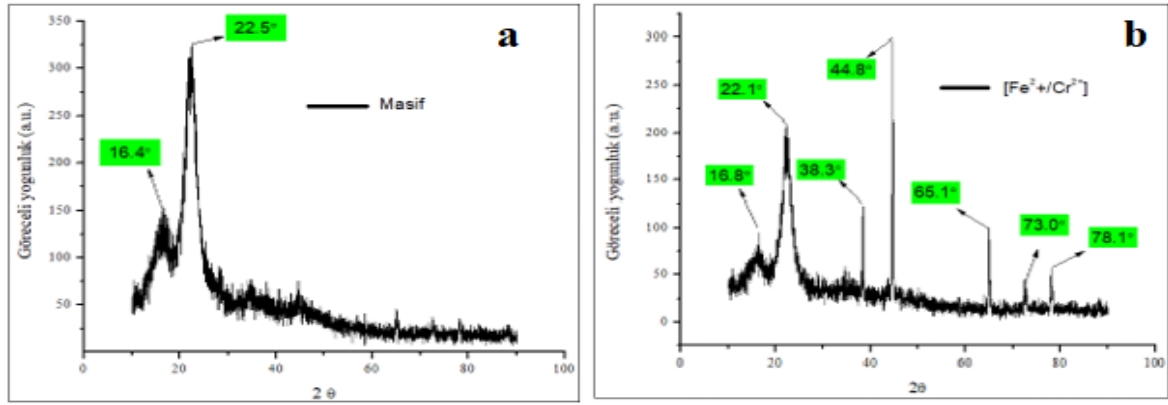
Şekil 2. (a) masif odun; (b) manyetik odun ve (c) OTS ile hidrolize edilmiş Manyetik odunun FTIR spektrumları.

Masif kayın numunesinin, hidrotermal proses sonrası ahşap yüzeyinde konumlandırılan $CrFe_2O_4$ nano

parçacıklarının ve OTS ile laboratuvar ortamında 24 saat boyunca mekanik karıştırıcı yardımıyla müdahale edilerek hidrofobizasyonu sağlanan odun numunelerinin yüzeylerinde oluşan nano boyuttaki yapılara ait FTIR spektrumları Şekil 2’de verilmiştir.

Masif numuneye ait olan FTIR spektrumunda selüloza ait (Liang and Marchessault 1959; Schwanninger et al. 2004) geniş hidroksil bandı 3367 cm^{-1} civarında görülmüştür. Aynı spektrumda 1735 cm^{-1} ve 1510 cm^{-1} ’deki küçük pikler selülozun yapısındaki muhtemel karbonil $\text{C}=\text{O}$ ve çift bağlı karbon $\text{C}=\text{C}$ titreşimleridir (Şekil 2a). Aynı spektrumda yaklaşık 1422 cm^{-1} dolaylarında beliren simetrik olmayan titreşimler selüloz yapısında bulunan metil CH_3 gruplarına ait $\text{C}-\text{H}$ bağı bozulmalarıdır (Lu ve ark., 2014). CrFe_2O_4 nanoparçacıklarının ahşap yüzeyde hidrotermal metot sonucu konumlanması (Şekil 2b) sonucu 3367 cm^{-1} OH bandında daralma 3357 cm^{-1} olarak görülmüştür (Lu ve ark., 2014). Aynı spektrumunda demirin varlığı 632 cm^{-1} ’de $\text{Fe}-\text{O}$ bağının piki olarak belirlenmiştir (Waldron, R.D.,1955). Faux, 1991’e göre metil ve etilen gruplarına ait $\text{C}-\text{H}$ bağları 2960 cm^{-1} civarlarında ortaya çıkmaktadır. CrFe_2O_4 nano parçacıklarının hidrofobizasyonu sonucu yüzeye tutunan OTS’nin en belirgin özellikte pikleri $\sim 2826\text{ cm}^{-1}$ ve $\sim 2926\text{ cm}^{-1}$ ’deki $\text{C}-\text{H}$ gerilmeleridir (Şekil 2c). Buna ilaveten, yine OTS kaynaklı $\text{Si}-\text{O}-\text{C}$ gerilmeleri 1193 cm^{-1} ’de beliren pik ile kanıtlamaktadır (Faux, 1991).

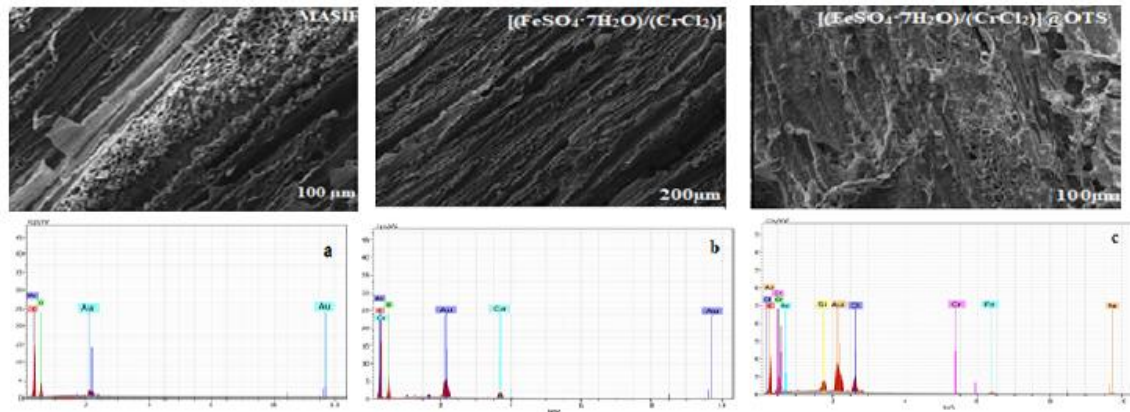
3.2. XRD Spektrumu



Şekil 3. XRD spektrumları, (a) masif odun, (b) CrFe_2O_4 nano parçacıklarıyla kaplı odun yüzeyi.

Kayın numunelerinin demir/krom molar konsantrasyonlarının $[\text{Fe}^{2+}]/[\text{Cr}^{2+}]=2$ olduğu reaksiyon çözeltisi ile müdahale öncesi ve sonrası alınan XRD spektrumları Şekil 3.’de verilmiştir. Masif odun (Şekil. 3.a.)’da bulunan 16.4° ve 22.5° derecelerde beliren lignoselülozik yüzeye ait kırınım pikleridir (Andersson ve ark., 2003; Borysiak ve Doczekalska, 2005b; Kumar ve ark.,1993). Hidrotermal proses sonrası numune yüzeyinde (Şekil 3b.)’ de 16.8° , 22.1° , 38.3° , 44.8° , 65.1° , 73.0° ve 78.1° ’lerde görülen pikler CrFe_2O_4 nano parçacıklarının yüzeyde oluşturduğu yeni kristal yapıyı gösterir (Fatemi ve ark., 1999; Vestal ve Zhang, 2004; Saleem ve Varshney, 2017).

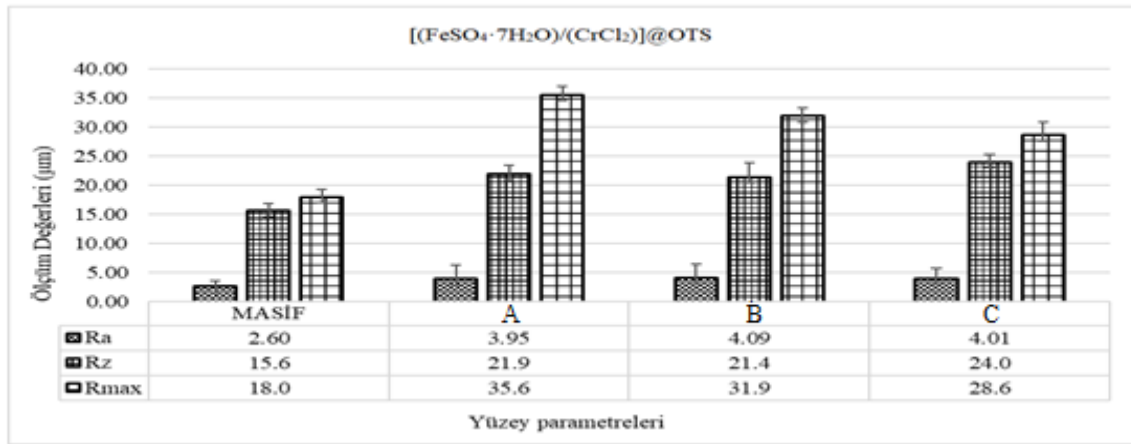
3.3. SEM ve EDX Analizi



Şekil 4. SEM görüntüsü ve EDX spektrumları, (a) Orijinal numune, (b) CrFe_2SO_4 kaplı yüzey ve (c) $\text{CrFe}_2\text{SO}_4@\text{OTS}$

Orijinal odun numunesi, MASİF; CrFe_2SO_4 nano parçacıklarının konumlandırıldığı yüzey, $[(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})/(\text{CrCl}_2)]$ ve OTS sonrası elde edilen hidrofobik yüzeyin $[(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})/(\text{CrCl}_2)]@$ OTS SEM görüntüsü ve EDX spektrumları Şekil 4.'de verilmiştir. Masif numuneye ait EDX spektrumunda Şekil 4.a'da görülen karbon ve oksijen pikleri odunsu yapıya ait piklerdir. Görülen altın piki ise yüzeyin iletkenliğini sağlayan kaplamadan kaynaklanmaktadır. CrFe_2O_4 nano parçacıkları bulunduğu yüzeye ait olana EDX spektrumunda Şekil 4.b'de görülemeyen demir (Fe) piki, Şekil 4.c'de OTS hidrofobizasyonu sonrasında silan (Si) ve demir (Fe) piklerinin olarak gözlemlenmektedir (Gao ve ark., 2015a). Ayrıca, CrFe_2O_4 nano partiküllerinin oluşturduğu çıkıntılar (Şekil 4.c) OTS'nin balmumu kristaloitlerin oluşturduğu ince tabaka ile tamamlanarak oluşturduğu yeni yapı ile ahşap yüzeyde hidrofobik özellik göstermesi için son derece önemli olan biyomimetik yapay bir form oluşturulmuştur (Xia ve ark., 2012; Li ve ark., 2013; Lu ve ark., 2014).

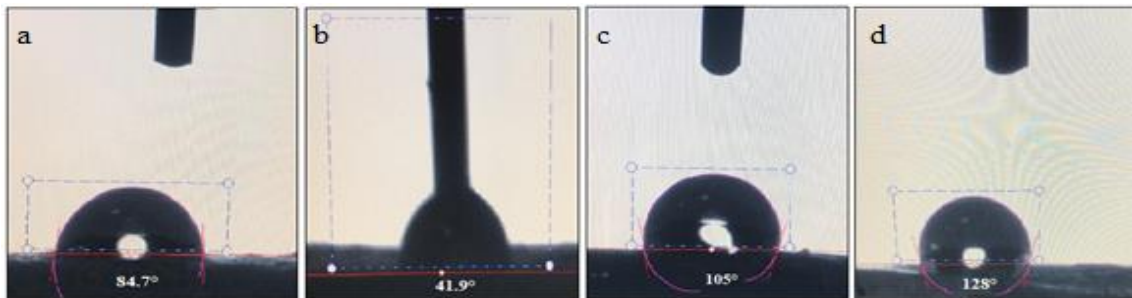
3.4. Yüzey pürüzlülüğü



Şekil 5. Orijinal odun (MASİF), direk reaksiyon çözeltisine alınan numune A, ultrasonik banyo sonrası reaksiyon çözeltisine alınan numune B ve OTS ile hidrofobizasyonu sağlanmış yüzey C.

Orijinal numune (MASİF), Ra, Rz ve Rmax değerlerinde hidrotermal süreç sonrası, hidrotermal sürece direk alınan numune A'da sırasıyla %51.9, %40.3 ve %97.7 artış olurken (Şekil 5.A), öncesinde ultrasonik banyoya alınan numunenin B'nin yüzey parametrelerinde %57.3, %37.1 ve %77.2 artış olmuştur (Şekil 5.B). Bunun nedeni ultrasonik yıkamanın ahşap yapıda büyük hücreli boşluklar oluşmasına, hücre duvarlarının açılması ve lümenlerin yırtılması gibi nedenler sıralanabilir (He ve ark., 2014). Böylece, CrFe_2SO_4 nano parçacıkları A numunesinin yüzey profiline kıyasla B profilinde daha aşağı katmanlardaki selülozik yapının hidroksil (OH) gruplarına ulaşabilirler (Tarleton, 1992; Wan 19920; Floros ve Liang, 1994; Tarleton ve Wakeman, 1998; De La Fuente-Blanco ve ark., 2006; Fernandes ve ark., 2008; Chandrapala ve ark., 2013). Hidrofobizasyon sonrası A numunesinin yüzey profil değerleri; Ra ve Rmax sırasıyla, %1.95 ve %10.3 oranında azalırken Rz değeri, %12.1 oranında artma göstermiştir. OTS'nin uygulanmadığı profildeki değer artışları CrFe_2SO_4 nano parçacıkları nedeniyle olabilir (Gao ve ark., 2015a; Gan ve ark., 2015). Hidrofobizasyon sonrası yüzey değerlerindeki azalış OTS'nin CrFe_2SO_4 nano parçacıklarını örterek yüzeyde hidrofobiteyi sağlayan akıllı biyomimetik yapının oluşturulmasından kaynaklıdır (Barthlott ve Neinhuis, 1997; Feng ve ark., 2002; Özdemir ve ark., 2018a).

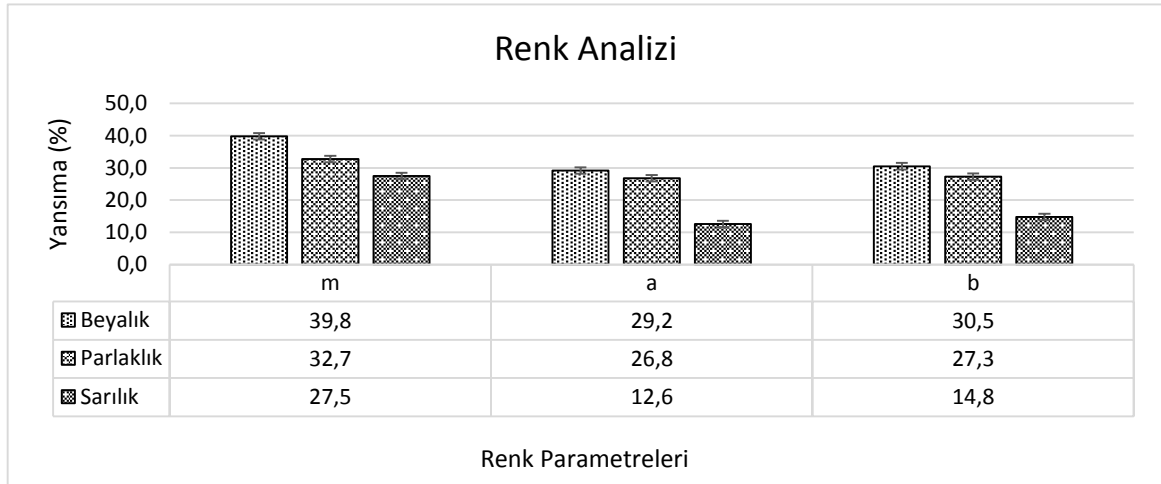
3.5. Su temas açısı



Şekil 6. Orijinal odun (a), Ahşap- CrFe_2SO_4 (b), Ahşap-OTS (c), Ahşap- CrFe_2SO_4 -OTS numunelerinin su temas açıları.

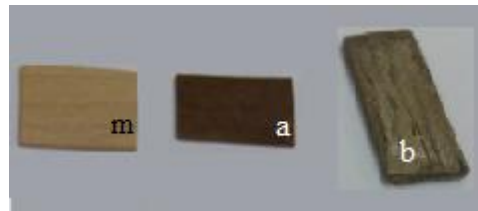
Masif (Şekil 6.a), $[(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})/(\text{CrCl}_2)]$ reaktör çözeltisi ile müdahale edilmiş numune (Şekil 6.b.), yalnızca, hidrofobizasyona uğramış numune (Şekil 6.c.) ve CrFe_2SO_4 nano parçacıklarının yüzey lokasyonu sonrasında OTS ile hidrofobik özellik kazandırılan yüzeyin (Şekil 6.d) su temas açısı (WCA) değerleri Şekil 6'da verilmiştir. Orijinal odunun su temas açısı $\theta\gamma$ 84.7° iken (Şekil 6.a), CrFe_2O_4 parçacıklarının ahşap yüzeyde hidrotermal lokasyonu sonucu artan hidrofilik özellik su temas açısının %50.5 oranında düşmesine ($\theta\gamma$ 41.9°) (Şekil 6.b) neden olmuştur. OTS'nin direk masif üzerine uygulanması sonucu WCA değeri $\theta\gamma$ 100° (Gan ve ark., 2015) olarak ölçülen çalışmaya kıyasla, OTS ile hidrofobizasyon işlemine alınan örnekte %23.9 artış sağlanmış, $\theta\gamma$ 105° olarak ölçülmüştür (Şekil 6.c). Hidrotermal lokasyon sonrası ahşap yüzeyinde konumlanan CrFe_2O_4 nano parçacıkları ile artan hidrofilik özellik OTS ile müdahale edilerek %198 oranında artışla $\theta\gamma$ 128° lik (Şekil 6.d) su temas açısı ile yeni biyomimetik yüzey başarıyla sentezlenmiştir.

3.6. Renk analizi



Şekil 7 Masif (m), $[(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})/(\text{CrCl}_2)]$ (a) ve $[(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})/(\text{CrCl}_2)]@$ OTS (b).

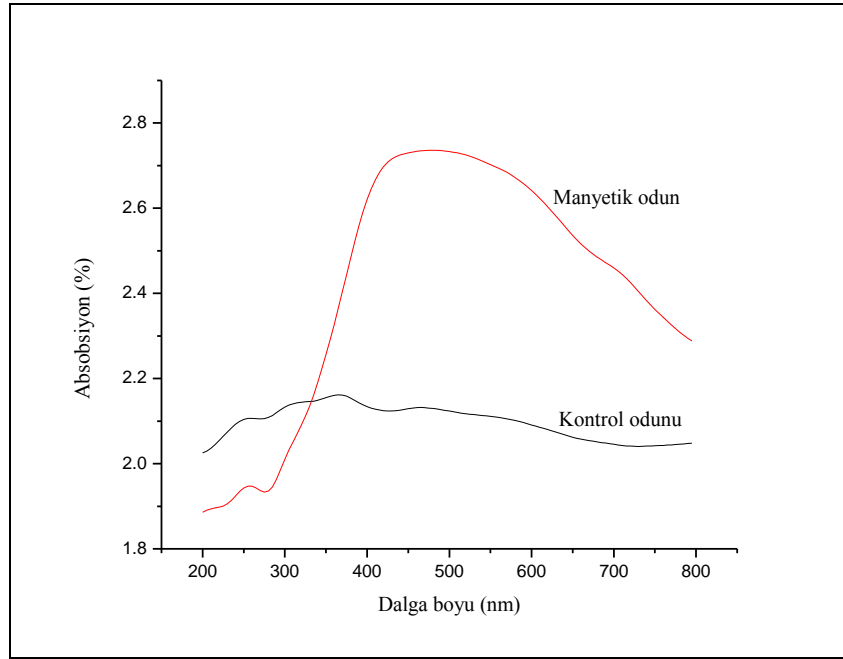
Orijinal odun numunesi (Şekil 7.m), CrFe_2SO_4 kaplı yüzey (Şekil 7.a), CrFe_2SO_4 ve OTS ile müdahale edilmiş yüzey numunelerinin renk değişim parametreleri olan beyazlık, parlaklık ve sarılık değerleri Şekil 7'de verilmiştir. Ölçümlere göre; orijinal numuneye ait (Şekil 7.m) beyazlık, parlaklık ve sarılık değerleri sırasıyla, %39.8, %32.7 ve %27.5 bulunurken $[(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})/(\text{CrCl}_2)]$ reaksiyon çözeltisi ile yapılan hidrotermal lokasyon sonrası (Şekil 7.a) sırasıyla %29.2 %26.8 ve %12.6 olarak bulunurken, hidrofobizasyon sonrasında %30.5, %27.3 ve %14.8 (Şekil 7.b) olarak ölçülmüştür. Hidrotermal lokasyon ve hidrofobizasyon işlemleri sonrası renk parametrelerinde olan bu değişimler CrFe_2SO_4 nano parçacıklarının lignoselülozik yüzeyde konumlandığını ve OTS kullanılarak sağlanan hidrofobizasyonun başarılı olduğunu göstermektedir (MacLean ve Gardner, 1952; Gust ve Suwalski, 1994; Özdemir ve ark., 2018b; Ramazanoğlu ve Özdemir, 2019).



Şekil 8. Hidrotermal lokasyon ve hidrofobizasyon sonrası masif yüzeyin renk değişimi.

Masif kayın numunesinin (Şekil 8.m) CrFe_2O_4 nano parçacıkları ile hidrotermal lokasyonlanması sonrası (Şekil 8.a) ve (OTS) oktadesiltrioklorosilan kullanılarak yapılan hidrofobizasyon (Şekil 8b) sonrası renk değişimleri Şekil 8'de görülmektedir.

3.7. UV absorpsiyon



Şekil 9. Kontrol odunu; işlem görmemiş masif, Manyetik odunu; CrFe_2O_4 nano parçacıkları ile kaplı ahşap numunelerin UV spektrumları

Kontrol numunesi olarak üzerinde işlem yapılmamış odun numunesi ve yüzeyi CrFe_2O_4 nano parçacıklarının hidrotermal olarak konumlandırıldığı manyetik odun numunesine ait UV spektrumları Şekil 9'da verilmiştir. Manyetik nano parçacıkları ile kaplı olan odun yüzeylerinin 200-800 nm dalga boyu arasında anti-UV özellik gösterebileceği çalışmalarla sabit olduğu (Zhu ve ark., 2011) belirtilmiştir. CrFe_2O_4 nano parçacıkları ile oluşturulan manyetik odunun 200-800 nm dalga boyunda UV absorpsiyon özelliği gösterdiği masif odun numunesi ile karşılaştırıldığında görülmüştür. Yüze hidrotermal olarak konumlandırılan CrFe_2O_4 nano parçacıklarının lignoselülozik yapıya kazandırdığı anti-ultraviyole özelliği sayesinde UV ışınları odunun yapısına zarar vererek yapıyı fotodegradasyona uğramasını (Donath ve ark., 2007) engellediği görülmüştür. Özellikle, 400-600 nm arasında olan UV ışınımalarında maksimum absorpsiyon performansı gözlemlenmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Ahşap iç ve dış mekanlarda oldukça yaygın olarak kullanılan doğal bir malzemedir. En büyük dezavantajı gözenekli yapısından kaynaklanan nem ve güneş ışığına olan düşük mukavemetidir. Bu çalışmada; ahşaptan UV dayanımı yüksek hidrofobik bir malzeme üretmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yapılan çalışmalar sonucunda;

1. FTIR spektrumunda selüloza ait karakteristik 3367 cm^{-1} civarında görülen $\square\text{OH}$ bandının CrFe_2O_4 partiküllerin konumlanma sonrası daralarak 3357 cm^{-1} görülmesi. Hidrofobizasyonu sonrası OTS'ye ait $\sim 2826 \text{ cm}^{-1}$ ve $\sim 2926 \text{ cm}^{-1}$ 'deki $\square\text{C-H}$ gerilmeleri ve 1193 cm^{-1} civarında görülen $\square\text{Si-O-C}$ gerilmeleri,
2. EDX analizlerinde hidrofobizasyon sonrası ortaya çıkan Si ve Fe pikleri ve SEM görüntülerinde CrFe_2O_4 partiküllerin yüzey konumlanmaları sonrası oluşturdukları yapıların OTS modifikasyonundan sonra balmumu kristaloitlerin oluşturduğu ince katman,
3. Su temas açısı ölçümlerinin masif yüzeyde $\theta\gamma 84.7^\circ$ iken CrFe_2O_4 parçacıklarının yerleşiminden sonra $\theta\gamma 41.9^\circ$ düşmesi ve OTS ile müdahale sonucu $\theta\gamma 105^\circ$ olarak ölçülmesi,
4. Renk ve yüzey pürüzlülüğü analizlerinde yapılan her müdahale sonrası parametrelerinin değişim göstermesi,
5. CrFe_2O_4 parçacıklarının yüzeyde modifikasyonu sonucu UV spektrumunda 200-800 nm dalga boyu arasında UV ışınım absorpsiyonu göstermesi,

CrFe_2O_4 nano partiküllerin ahşap yüzeyde konumlandığını ve OTS ile yapılan hidrofobizasyonun başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermiştir.

5. Teşekkür

Bu çalışmada, renk analizlerinin yapılmasında laboratuvar desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. Amir, M.D., Kurtan, U., Baykal, A., Sozeri, H. (2016). MnFe₂O₄@ PANI@Ag Heterogeneous Nanocatalyst For Degradation of Industrial Aqueous Organic Pollutants. *Journal of Materials Science & Technology*, 32, 134–141.
2. Amir, M.D., Unal Sagar, B., Shirsath, E., Geleri, M., Sertkol, M., Baykal, A. (2015). Polyol Synthesis of Mn³⁺ substituted Fe₃O₄ Nanoparticles: Cation Distribution, Structural and Electrical Properties. *Superlattice Microstructure*, 85, 747–760
3. Andersson, S., Serimaa, R., Paakkari, T., Saranpaä P., & Pesonen, E. (2003). Crystallinity of wood and the size of cellulose crystallites in Norway spruce (*Picea abies*). *Journal of Wood Science*, 49: 531 –537
4. Barthlott, W., Neinhuis, C. (1997). Purity of The Sacred Lotus, or Escape From Contamination In Biological Surfaces. *Planta*. 202:1–8.
5. Borysiak, S., Doczekalska, B. (2005b). X-ray Diffraction Study of Pine Wood Treated with NaOH Fibers. *Textiles Eastern Europe*, 13 pp. 87-89.
6. Chandrapala, J., Oliver, C.M., Kentish, S., Ashokkumar, M. (2013). Use of Power Ultrasound to Improve Extraction and Modify Phase Transitions In Food Processing. *Food Reviews International*, 29(1): 67-91.
7. De la Fuente-Blanco, S., De Sarabia, E. R. F., Acosta-Aparicio, V. M., Blanco-Blanco, A., Gallego-Juárez, J. A. (2006). Food drying process by power ultrasound. *Ultrasonics*, 44, e523-e527.
8. Eichhorn, S.J., Dufresne, A., Aranguren, M. (2010). Review: Current International Research into Cellulose Nanofibers and Nanocomposites. *Journal of Materials Science*, 45: 1–33.
9. Faux, O., 1991. Classification of Lignins From Different Botanical Origins by FT-IR Spectroscopy. *Holzforschung*, 45:21–28.
10. Feng, L., Li, S., Li, Y., Li, H., Zhang, L., Zhai, J., Song, Y., Liu, B., Jiang, L., Zhu, D. (2002). Super- Hydrophobic Surfaces: From Natural to Artificial. *Advanced Materials*, 14: 1857–1860.
11. Fernandes, F.A.N., Linhares, F.E.J., Rodrigues, S. (2008). Ultrasound As Pre-Treatment For Drying of Pineapple. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15(6):1049-1054.
12. Floros, J.D., Liang, H.H., (1994). Acoustically Assisted Diffusion Through Membranes And Biomaterials. *Food Technol-Chicago*, 48(12): 79-84.
13. Gallego-Juarez, J.A. (2006). Food Drying Process by Power Ultrasound. *Ultrasonics*, 44: 523-527.
14. Gan, W.T. Gao, L.K. Sun, F.Q. Jin, C.D. Lu, Y. Li J. (2015). Multifunctional wood materials with magnetic, superhydrophobic and anti-ultraviolet properties. *Applied Surface Science*, 322 :565-572.
15. Gao, L., Lu, Y., Zhan, X., Sun, Q. (2015a). A Robust, Anti-Acid, And High-Temperature Humidity-Resistant Superhydrophobic Surface Of Wood Based on A Modified TiO₂ Film by Fluoroalkyl Silane. *Surface and Coatings Technology*, 262: 33-39.
16. Guner, S. Amir, M.D. Geleri, M. Sertkol, M. Baykal, A. (2015). Magneto-optical properties of Mn³⁺ Substituted Fe₃O₄ Nanoparticles. *Ceramics International*, 41,10915–10922.
17. Gust, J., Suwalski, J. (1994). Use Of Mossbauer Spectroscopy To Study Reaction Products Of Polyphenols And Iron Compounds, *Corrosion*, 50(5): 355-365.
18. Hakkou, M. Pétrissans, M. Zoulalian, A. (2005). Investigation of wood wettability changes during heat treatment on the basis of chemical analysis. *Polymer Degradation Stability Journal*, 89:1–5.
19. Hayoz, P. Peter, W. Rogez, D. (2003). A New Innovative Stabilization Method for the Protection of Natural Wood. *Prog. Org. Coat*, 48: 297–309.
20. He, Z., Zhao, Z., Yang, F., Yi, S. (2014). Effect of Ultrasound Pretreatment on Wood Prior to Vacuum Drying Maderas: *Ciencia y Tecnologia*, vol. 16, no. 4, pp. 395–402.
21. ISO 4287, 1997. Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms. Definitions and Surface Texture Parameters, International Standart Organization.
22. ISO 2469, 2014. Paper, board and pulps measurement of diffuse radiance factor diffuse reflectance factor.

23. **Jirous-Rajkovic, V. Bogner, A. & Radovan, D. (2004).** The Efficiency of Various Treatments in Protecting Wood Surfaces Against Weathering. *Surface and Coatings Technology*, 87:15–19.
24. **Kozissnik, B., Bohorquez, A.C., Dobson, J., Rinaldi, C. (2013).** Magnetic Fluid Hyperthermia: Advances, Challenges and Opportunity. *International Journal of Hyperthermia*, 29, 706–714.
25. **Kumar, M., Gupta, R.C., Sharma, T. (1993).** X- ray Diffraction Studies of Acacia and Eucalyptus Wood Chars. *Journal of Materials Science*. 28: 805.
26. **Li, N., Xia, T., Heng, L., Liu, L. (2013).** Superhydrophobic Zr-based Metallic Glass Surface with High Adhesive Force. *Applied Physics Letters*, 102, p. 251603.
27. **Liang, C.Y., Marchessault, R.H. (1959).** Infrared Spectra of Crystalline Polysaccharides. Hydrogen Bonds in Native Celluloses. *Journal of Polymer Science*, 37:385–395.
28. **Lu, Y., Xiao, S., Gao, R., Li, J., Sun, Q. (2014).** Improved Weathering Performance and Wettability of Wood Protected by CeO₂ Coating Deposited onto The Surface, *Holzforschung*, 68:345–351.
29. **MacLean H, Gardner J.A.F. (1952).** Bark Extracts in Adhesives. *Pulp Paper Mag. Can.* (August) 111– 114.
30. **Mary, J.A., Manikandan, A., Chinnaraj, K., Arul, A.S., Neeraja, P. (2015).** Comparative Studies of Spinel MnFe₂O₄ nanostructures: Structural, Morphological, Optical, Magnetic and Catalytic Properties. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 15, 9732–9740.
31. **Oka, H., Kataoka, Y., Osada, H., Aruga, Y. (2007).** Experimental Study on Electromagnetic Wave Absorbing Control of Coating-Type Magnetic Wood Using A Grooving Process. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 310: E1028–E1029.
32. **Oka, H., Hamano, H., Chiba, S. (2004a).** Experimental Study on Actuation Functions of Coating-Type Magnetic. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 272: E1693–E1694.
33. **Oka, H., Hojo, A., Seki, K., Takashiba, T. (2002a).** Wood Construction and Magnetic Characteristics of Impregnated Type Magnetic Wood. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 239: 617–619.
34. **Oka, H., Narita, K., Osada, H., Seki, K. (2002b).** Experimental Results on Indoor Electromagnetic Wave Absorber Using Magnetic Wood. *Journal of Applied Physics*, 91: 7008–010.
35. **Oka, H., Tokuta, H., Namizaki, Y., Sekino N. (2004b).** Effects of Humidity on The Magnetic and Woody Characteristics of Powder-Type Magnetic Wood. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 272: 1515–1517.
36. **Oka, H., Uchidate, S., Sekino, N. (2011).** Electromagnetic Wave Absorption Characteristics of Half Carbonized Powder-Type Magnetic Wood. *IEEE. Transactions on Magnetics*, 47: 3078–3080.
37. **Oka, H., Fujita, H. (1999).** Experimental Study on Magnetic and Heating Characteristics of Magnetic Wood. *Journal of Applied Physics* 85 (8):5732-5734
38. **Özdemir, F., Ramazanoğlu, D., Tutuş, A. (2018a).** Akıllı Malzemeler için Biyomimetik Yüzey Tasarımları. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 20 (3): 664-676.
39. **Özdemir, F., Ramazanoğlu, D., Tutuş, A. (2018b).** Gökmar Odunun Yüzey Kalitesi Üzerine Yaşlandırma Süresi, Zımparalama ve Kesit Yönü Etkisinin Araştırılması. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 194-204.
40. **Ramazanoğlu, D., ve Özdemir, F. (2019).** Heavy Metal Absorbtion of Wood As Natural Smart Material. Kahramanmaraş, Turkey. III. International Mediterranean Forest and Environment Symposium, 03-05 October- Kahramanmaraş Oral Presentations kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Kahramanmaraş, Turkey. s. 364-368
41. **Patachia, S., Croitoru, C., Friedrich, C. (2012).** Effect of Uv Exposure on The Surface Chemistry of Wood Veneers Treated with Ionic Liquids. *Applied Surface Science*, 258: 6723–6729.
42. **Salla, J., Pandey, K.K., Srinivas, K., (2012).** Improvement of Uv Resistance of Wood Surfaces by Using ZnO Nanoparticles. *Polymer Degradation Stability Journal*, 97:592–596.
43. **Schwanninger, M., Rodrigues, J.C., Pereira, H., Hinterstoisser, B. (2004).** Effects of Short-Time Vibratory Ball Milling on The Shape of FT-IR Spectra of Wood and Cellulose. *Vibrational Spectroscopy*, 36:23–40.
44. **Tarleton, E., (1992).** The Role of Field-Assisted Techniques In Solid/Liquid Separation. *Filtr Separat* 29(3): 246-238.
45. **Tarleton, E., Wakeman, R. (1998).** Ultrasound Food Process. *Thomson Science*, London, United Kingdom. 193-218.
46. **Waldron, R.D. (1955).** Infrared Spectra of Ferrites. *Physical Review Journals*, American Physical Society 99 (6): 1727-1735.
47. **Wan, P.J., Muanda, M.W., Covey, J.E. (1992).** Ultrasonic Vs Nonultrasonic Hydrogenation In A Batch Reactor. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69(9): 876-879.

48. **Xia, T., Li, N., Wu, Y., Liu, L. (2012).** Patterned Superhydrophobic Surface Based on Pd Based Metallic Glass. *Applied Physics Letters*, 101, p. 081601.
49. **Zhu, Z., Li, X., Zhao, Q., Shi, Y., Li, H., Chen, G. (2011).** Surface photovoltage properties and photocatalytic activities of nanocrystalline CoFe₂O₄ Particles with Porous Superstructure Fabricated by A Modified Chemical Coprecipitation Method. *Journal of Nanoparticle Research*, 13; 2147–2155.
50. **Donath, S. Militz, H. Mai, C. (2007).** Weathering of Silane Treated Wood, *Holz. Roh. Werkst.* 65: 35–4.