

Ekstraktiflerin dut odununun dış ortam dayanımına etkisi

Mahmut A. Ermeydan^{1,*}, Rıza Dizman¹, Eylem D. Tomak¹, Ahmet Can^{1,2}

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

^{1,2}Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 19.01.2023

Kabul: 17.03.2023

Yayın: 15.04.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada amaç, dut ağacı (*Morus spp.*) odun ekstraktiflerinin toprak üstü kullanım yerlerinde maruz kalabileceği UV ışığı başta olmak üzere dış ortamın bozundurucu faktörlerine karşı dayanıklılığının belirlenmesidir. Bu amaçla dut odun örnekleri öncelikli olarak sikloheksan/etanol (2/1) ardından aseton/su (7/3) ve son olarak da su ile toplam 21 gün boyunca üç aşamalı ekstraksiyona maruz bırakılmıştır. Ekstrakte edilen ve edilmeyen örnekler, denize yakın ve denize uzak 2 farklı alanda 6 ay süresince doğal dış ortam koşullarına bırakılmıştır. Örneklerin teste başladıktan 1, 3 ve 6 ay sonra rutubet miktarı, renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri, yüzey kimyası (ATR-FTIR) ve makroskopik açıdan değerlendirilmiştir. Sonuçlarda ekstraksiyon işlemi örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğünü yaklaşık %50 oranında arttırmış ve rengini %4 oranında açılmasına neden olmuştur. Örneklerin yaşlandırma test süresi uzadıkça rutubet miktarının arttığı, ekstrakte edilen örneklerin ekstrakte edilmeyen örneklerle, denize yakın alanda bekletilen örneklerin denizden uzaktaki alanda bekletilen örneklerle kıyasla daha fazla rutubet miktarına sahip olduğu bulunmuştur. Ekstrakte edilmeyen örneklerde, yaşlandırma test süresince meydana gelen yüzey pürüzlülüğü, ekstrakte edilen örneklerle kıyasla daha fazla olmuştur. Denizden uzak alanda bekletilen ekstrakte edilmeyen örneklerin pürüzlülüğü, denize yakın alanda bekletilen örneklerle kıyasla daha fazla bulunmuştur. Yaşlandırılan örneklerde, test süresinin ilk 3 ayında ΔL^* değerlerinde artma, daha sonra azalma, buna karşın Δa^* ve Δb^* değerlerinde ise azalma eğilimi gözlenmiştir. 1. ay ile 6. ay arasında toplam renk değişimindeki (ΔE^*) değişim ekstrakte edilmeyen örneklerde ekstrakte edilen örneklerle kıyasla daha az bulunmuştur. Yüzey kimyası analizleri, örneklerdeki renk değişimini desteklemekle birlikte örneklerin lignininde yaşlanmanın ilk aşamasından itibaren bozunmalar olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler – Dut, yaşlandırma testi, renk değişimi, ekstraktif, pürüzlülük

Effect of extractives on the weathering resistance of mulberry wood

¹Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bursa Technical University, Bursa, Turkey

^{1,2}Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

Article History

Received: 19.01.2023


Accepted: 17.03.2023


Published: 15.04.2023


Research Article


Abstract – The aim of this study is to determine the weathering resistance of mulberry tree (*Morus spp.*) wood extractives against natural weathering factors, especially UV light. For this purpose, mulberry wood samples were first extracted with cyclohexane/ethanol (2/1), then acetone/water (7/3), and finally with water for a total of 21 days in three stages. Extracted and unextracted samples were exposed to natural outdoor conditions for 6 months in 2 different areas which were close to the sea and far from the sea. Moisture content, color and surface roughness measurements, surface chemistry (ATR-FTIR), and macroscopic evaluation of the samples were made 1, 3 and 6 months after starting the test. In the results, the extraction process increased the initial surface roughness of the samples by approximately 50% and lightened the color by 4%. It was found that the moisture content of the samples increased as the weathering test period of the samples increased, the extracted samples had more moisture than the unextracted samples, and the samples in the area close to the sea had more moisture than the samples kept in the area far from the sea. The surface roughness of the unextracted samples during the weathering test was higher than the extracted samples. The roughness of the unextracted samples kept away from the sea was found to be higher than the samples kept near the sea. The ΔL^* values of the weathered samples tended to increase as the test time increased in the first 3 months, but then decreased, whereas the Δa^* and Δb^* values tended to decrease. The total color change (ΔE^*) between the first month and six months was found to be lower in the unextracted samples compared to the extracted samples. Surface chemistry analyses supported the color change in the samples, and showed that the lignin of the samples degraded from the first month of weathering period.

Keywords – Mulberry, natural weathering, color change, extractives, roughness

¹  mahmut.ermeydan@btu.edu.tr

²  rrdizman@hotmail.com

³  eylem.dizman@btu.edu.tr

⁴  ahmet.can@btu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Günümüzde dut (*Morus spp.*) ağacı odunu çeşitli kullanım alanlarında değerlendirilmektedir. Odunu çok dayanıklı olup, tarım ve müzik aletleri yapımında, mobilyacılıkta, kağıt üretiminde, çuval yapımında, sandık üretiminde, spor aletlerinde ve takunya gibi eşyaların yapımında kullanılmaktadır (Anşin ve Özkan, 1993; Erdoğan ve Pırlak, 2005).

Dut odunlarında bir pentahidroksiflavon olan morin maddesi bulunur ve bu nedenle odunu sarımsı renktedir. Öz odunu koyu renkli olup diri odunu sarı renktedir (Anşin ve Özkan, 1993). Dut ağaçlarının odun özellikleri hakkında ülkemizde birçok çalışma bulunsa da (Uysal ve Kurt, 2005; Gündüz vd., 2009; Şen ve Yalçın, 2010; Gürleyen vd., 2017; Ayata vd., 2018; Çakıroğlu vd., 2018; Şirin ve Gündüz, 2019) daha çok meyvesi, yaprakları ve dut yetiştiriciliği hakkında çalışmalara odaklanılmıştır. Gündüz vd. (2009) ak dut ağacının anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmış ve bazı anatomik özellikler (trahe teğet ve radyal çapları, özışını özellikleri) hakkında bilgiler vermiştir. Şirin ve Gündüz (2019) tarafından ak dut ağacı gövde ve dal odununun bazı anatomik özellikleri (trahe sayısı, özışını hücresi özellikleri ve lif hücresi özellikleri) karşılaştırılmıştır. Dut odununun janka sertlik değerleri Gürleyen vd. (2017) ve Ayata vd. (2018) tarafından, deniz canlılarına karşı dayanımı Şen ve Yalçın (2010) tarafından, CNC’de işleme özellikleri Çakıroğlu vd. (2018) tarafından araştırılmıştır. Dut odunundan üretilen LVL’lerin boyutsal stabilitesi ise Uysal ve Kurt (2005) tarafından incelenmiştir. Dut odununun hızlandırılmış yaşlandırması konusunda literatürde sınırlı sayıda araştırma vardır (Çavuş, 2021). Çavuş (2021) dut odununun vernik ile yüzeylerini kapladıktan sonra hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutmuş ve ardından örneklerin mekanik özellikleri ile renk değişimini incelemiştir.

Odunun korumasız bir açık alanda kullanılması sonucunda yüzeyinde meydana gelen bozulmalara açık hava etkisi denir. Dış ortam faktörlerinin başında elektromanyetik güneş ışınları (ultraviyole ve görünür ışık), moleküler oksijen (O_2), su, sıcaklık ve çevresel kirlilik gelmektedir (Williams, 2005). Odunun tüm önemli kimyasal bileşenleri açık hava koşullarında degrade olmaktadır. İlk önce lignin depolimerize olmakta ve düşük molekül ağırlıklı lignin parçaları yağmur ile odundan yıkanmaktadır. 140 yıl boyunca hava şartlarına maruz kalmış bir odun yüzeyinin (yüzeyinde gri tabaka) tamamen veya neredeyse tamamına yakınının selülozdan oluştuğu ve çok düşük oranda lignin içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Odunun ultraviyole (UV) ışını ile degradasyonu, odunun metoksil ve lignin içeriğinde azalmaya, asidite ve karbonil içeriğinde ise bir artışa neden olmaktadır (Evans vd., 2005). Odun hücre çeper polimerlerinin yanı sıra, odunda çok az miktarda bulunan ekstraktifler de odunun bazı özelliklerinde önemli rol oynamaktadır. Odundaki ekstraktifler terpenler, terpenoidler, fenoller, lignanlar, tanenler, flavonoidler vd. olarak bilinmektedir (Pandey, 2005). Çeşitli organik bileşiklerden oluşan ekstraktifler lignin ve karbohidratlara kıyasla daha düşük enerjilerde fotodegradasyona uğrayabilirler ve odunun renk değişimine katkıda bulunabilirler (Williams, 2005). Görünür ışığın ekstraktifleri degrade edebilecek enerjiye sahip olduğu da ayrıca belirtilmiştir (Williams, 2005; Pandey, 2005). Ekstraktifçe zengin ağaç türü odunları, dış ortam faktörlerine maruz bırakıldığında renginin koyulaşmadan önce açılma eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Feist ve Hon, 1984). Derbyshire vd. (1996) ekstraktiflerin yapısının ve miktarının fotodegradasyonda önemli bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Buna karşın, Nzokou ve Kamdem (2006) ekstrakte edilen ve edilmeyen kiraz, meşe ve çam odunu örneklerini hızlandırılmış yaşlandırma testine bırakmış ve sonuç olarak ekstraktiflerin antioksidant özellik gösterdiğini ve yüzeylerde bozunmanın azaltılmasında fayda sağladığını belirtmiştir. *Cryptomeria japonica* ve *Acacia confusa* odun örneklerinde ekstraktiflerin odunun fotodegradasyonunda çok önemli rol oynadığı ve bozunmanın ekstraktifler nedeniyle azaldığı Chang vd. (2010) tarafından bulunmuştur. Benzer görüşler Chang vd. (2014, 2015, 2017) tarafından da rapor edilmiştir. Pandey (2005) akasya odunu örneklerini ekstrakte etmiş ve ardından hızlandırılmış yaşlandırma testine maruz bırakmış, sonuç olarak ekstraktifsiz örneklerin test süresi boyunca sürekli bir renk değişimine uğradığını, buna karşın ekstrakte edilmiş örneklerde ise testin ilk başlarında hızlı bir renk değişimi olduğunu, daha sonra test süresi arttıkça bu renk değişiminin azaldığını bulmuştur. Ekstrakt katkılı üst yüzey

işlem uygulamalarında ahşap yüzeylerin UV ışınlarına karşı direnç göstermesinde umut verici sonuçlar alınmıştır (Saha vd., 2011; Kocaefe ve Saha, 2012; Saha vd., 2013; Tomak vd., 2018a, 2018b; Peng et al., 2020). Bitki polifenollerini yaşamın birçok aşamasında faydalanılan geleneksel bileşiklerdir. Günümüzde polifenolik bileşiklere ilgi daha çok bu bileşiklerin antioksidant olma özelliği nedeniyle (Gönültaş, 2013).

Bu çalışmada, ekstrakte edilen ve edilmeyen dut odunu örnekleri denize yakın ve denizden uzak 2 farklı alanda 6 ay süresince doğal dış ortam koşullarına bırakılmıştır. Örneklerin teste başladıktan 1, 3 ve 6 ay sonra rutubet miktarı, renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri, yüzey kimyası (ATR-FTIR) ve makroskopik açıdan değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma ile literatürdeki boşlukların doldurulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Örnek hazırlama

Herhangi bir kusur, budak, çatlak bulundurmeyen ve Bursa'da bir mobilyacıdan temin edilen dut ağacı (*Morus* spp.) odun örnekleri 1 x 5 x 5 cm (radyal x teğet x lifler) boyutlarında kesilmiş, tüm yüzeyler 180'lik kum zımpara kağıdı ile hafifçe zımparalanmış, ardından numaralandırılarak bir etüvde 103°C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve tam kuru ağırlıkları alınmıştır. Toplam 24 adet örnek hazırlanmış olup, örnekler 4 gruba ayrılmıştır. Tablo 1'de çalışmanın deneme deseni görülmektedir.

Tablo 1

Çalışmanın deneme deseni

Açık alan arazi	Ekstraksiyon	Örnek sayısı
Denize yakın alan (Alan 1)	Ekstrakte edilmiş (E)	6 adet
	Ekstrakte edilmemiş (UE)	6 adet
Denizden uzak alan (Alan 2)	Ekstrakte edilmiş (E)	6 adet
	Ekstrakte edilmemiş (UE)	6 adet

2.2. Ekstraksiyon

Ekstrakte edilecek örnekler öncelikli olarak sikloheksan/etanol (2/1, v/v) çözeltisi içerisine atılarak 7 gün boyunca 250 rpm hızdaki orbital bir çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Ardından çözelti geri alınmış ve örnekler aseton/su (7/3, v/v) ve son olarak da saf su ile her biri 7 gün olacak şekilde toplam 21 gün boyunca 250 rpm hızdaki orbital bir çalkalayıcıda üç aşamalı ekstraksiyona maruz bırakılmıştır. Ekstraksiyon sonrası örnekler 2 hafta boyunca 20°C ve %65 bağıl nemde kondisyonlanmış ardından etüvde 103°C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve tam kuru ağırlıkları alınmıştır. Ekstraksiyon öncesi tam kuru ağırlıklar (Meö) ile ekstraksiyon sonrası tam kuru ağırlıklardan (Mes) faydalanılarak ekstraksiyon nedeniyle meydana gelen ağırlık kaybı (%) aşağıdaki formül [1] yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = \left[\frac{Me\ddot{o} - Mes}{Me\ddot{o}} \right] \times 100 \quad [1]$$

2.3. Doğal dış ortam yaşlandırma testi

Ekstrakte edilen ve edilmeyen örnekler, güney yönünde zemin ile 45°'lik açı yapan, yerden yüksek ve korozyona uğramayan bir malzemeden yapılmış dış ortam test düzeneğine yerleştirilerek güvenlik kontrollü, güneş ve yağmur suyu alımını engellemeyen, çevresinde bina vb. etkenler olmayan, zemininde su birikintisi görülmeyen 2 farklı alana bırakılmıştır. Bu alanlarda biri deniz kenarı olan Denizatı/Biga/Çanakkale'deki (40°20'58.5"N 27°22'07.3"E) bir arazidir. Arazinin denize ulan uzaklığı 100 m'dir (Alan 1). Diğeri de denizden uzak Biga/Çanakkale'de (40°14'16.1"N 27°16'02.7"E), rakımın 6 m olduğu bir arazidir (Alan 2). Örnekler araziye 16 Temmuz 2022 tarihinde konmuştur. Örneklerin teste başladıktan 1, 3 ve 6 ay sonra rutubet miktarı,

renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri, yüzey kimyası (ATR-FTIR) ve makroskopik açıdan değerlendirilmesi yapılmış ardından ölçümler sonrası tekrar test düzeneğine yerleştirilmiştir. 1 aylık ölçümler 16 Ağustos 2022, 3 aylık ölçümler 16 Ekim 2022 ve 6 aylık ölçümler 16 Ocak 2023 tarihlerinde yapılmıştır.

2.4. Renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri

Örneklerin degradasyona maruz kalan yüzeylerinde oluşabilecek renk ve deformasyonları net olarak tespit edebilmek için periyodik olarak aynı noktalarda ölçüm alınmaya çalışılmıştır. Konica Minolta CM2600D marka cihaz ile yapılan renk ölçümleri test öncesi örneklerin belirlenen noktalarında yapılmış, doğal dış ortam koşullarının bozundurucu faktörleri nedeniyle meydana gelen değişimler için bu ölçümler başlangıç sayılmıştır. Renk ölçümlerinde cihazın parametreleri: gözlemci açısı 10° , ölçüm deliği çapı 8 mm, ışık kaynağı (Illuminant) C, D65 olmuştur. Teğet kesitte, bir örnek üzerinde 4 farklı noktadan ölçüm alınmıştır.

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü Mitutoyo Surfest SJ-310 cihazı ile ISO 4287-1997 standartlarına göre belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde, elmas uçlu bir tarama detektörü (R-tipi) kullanılarak, stylus ucu radyüsü $2 \mu\text{m}$, kesme uzunluğu $\lambda_c = 0.8 \text{ mm}$, örnekleme uzunluğu 12.5 mm olarak ayarlanmıştır. Ölçümler 0.5 mm/sn hızla liflere dik doğrultuda gerçekleşmiştir. Ra ve Rz değerleri kayıt edilmiş olup, yüzey pürüzlülük parametrelerinden Ra, ortalama pürüzlülük değerini; Rz, maksimum pürüzlülük derinliğini ifade etmektedir. Pürüzlülük ölçümleri doğal dış ortam testi öncesi örneklerin benzer yerlerinden alınmış ve bu ölçümler başlangıç sayılmıştır. Bir örnek üzerinde teğet kesitte, liflere dik olacak şekilde 2 farklı noktadan ölçüm alınmıştır.

Renk ve yüzey pürüzlülük değerlerinin % değişim oranı, 1 ve 6. ay sonrasındaki renk değişimi ve pürüzlülük değerlerinden hesaplanmıştır.

2.5. FTIR analizi

Her bir örnek grubunun FTIR analizleri, Bruker Optics Tensor 37 cihazı ile gerçekleştirilmiştir. ATR ünitesi ile odun yüzeyinden alınan ölçümler aynı yüzey alanından minimum 2 ölçüm olarak yapılmıştır. Dalga sayısı aralığı $400-4000 \text{ cm}^{-1}$ olarak esas alınmıştır ve 4 cm^{-1} resolasyonda spektrum alınacak şekilde yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Örneklerin renk değişimi

21 gün boyunca ekstraksiyon işlemine tabi tutulan örneklerde ekstraksiyon nedeniyle meydana gelen ağırlık kaybı %1.28 olarak bulunmuştur. Örneklerin ekstraksiyon öncesi hava kurusu haldeki yoğunluğu 0.66 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin test süresince rutubet miktarı (%) Tablo 2' de gösterilmektedir. Test süresi uzadıkça denize yakın alanda bekletilen örneklerin rutubet miktarının arttığı görülmüştür. Denizden uzak alanda bekletilen örneklerde ise 1. aydan 3. aya kadar bir artış ancak 6. ayda rutubette bir azalış görülmüştür. Bu durum deniz kenarında bağıl nemin daha yüksek olmasından ve ölçüm zamanlarındaki meteorolojik hava durumundan kaynaklanmış olabilir. Rutubet miktarları açısından ekstrakte edilen örnekler ile edilmeyen örnekler kıyaslandığında ekstrakte edilen örneklerde rutubet miktarı biraz daha fazla bulunmuştur. Ekstraktif maddelerin rutubet miktarını azaltması bunun bir sebebi olabilir. Nitekim ekstraktif maddelerce zengin öz odun, diri oduna kıyasla daha düşük rutubete sahiptir (Erdin ve Bozkurt, 2013).

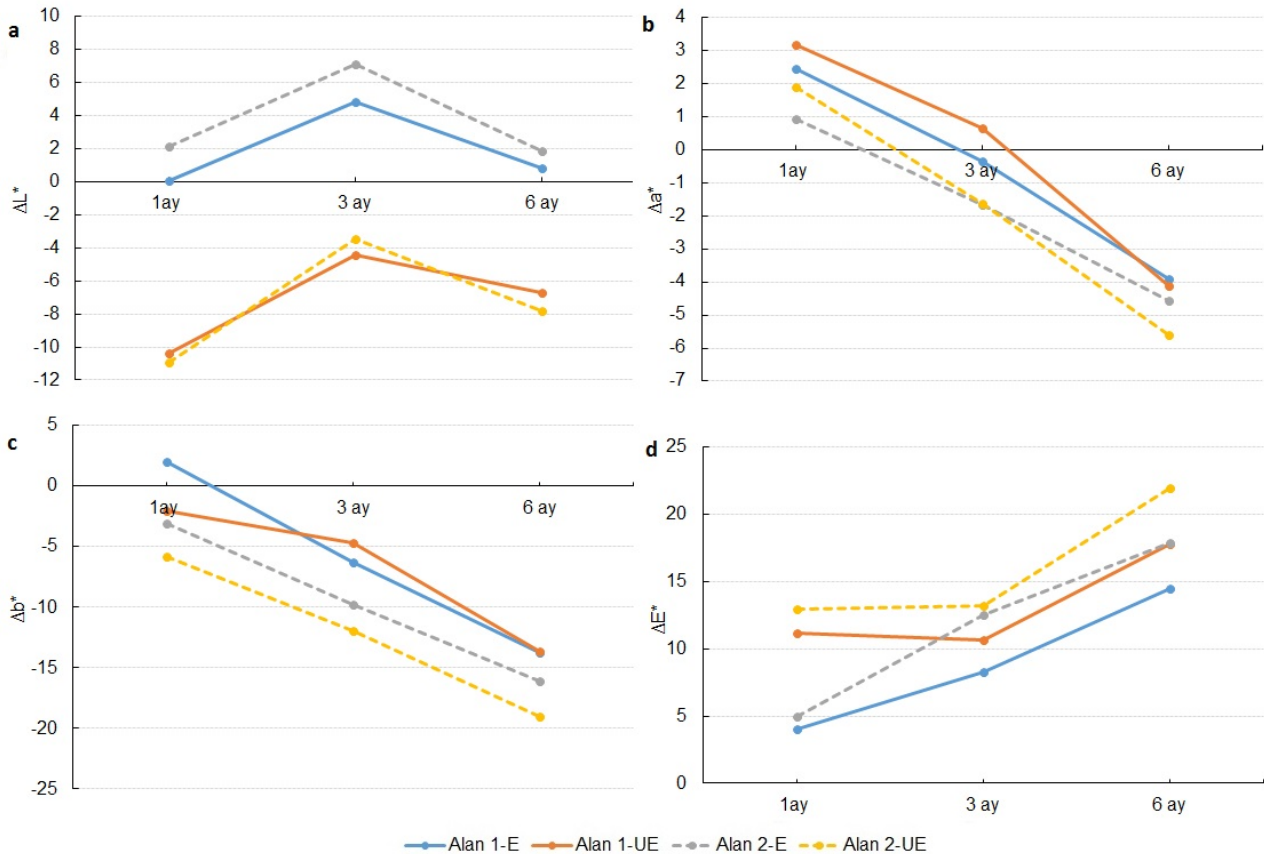
Tablo 2

Örneklerin rutubet miktarı (%)

Açık alan arazi	Ekstraksiyon	1. ay	3. ay	6. ay
Alan 1	E	8.45 (0.19)*	9.07 (0.42)	15.48 (0.59)
	UE	7.61 (0.15)	9.12 (0.83)	12.91 (0.88)
Alan 2	E	8.86 (0.19)	9.70 (0.59)	8.92 (0.43)
	UE	8.39 (0.24)	9.36 (0.63)	6.77 (1.02)

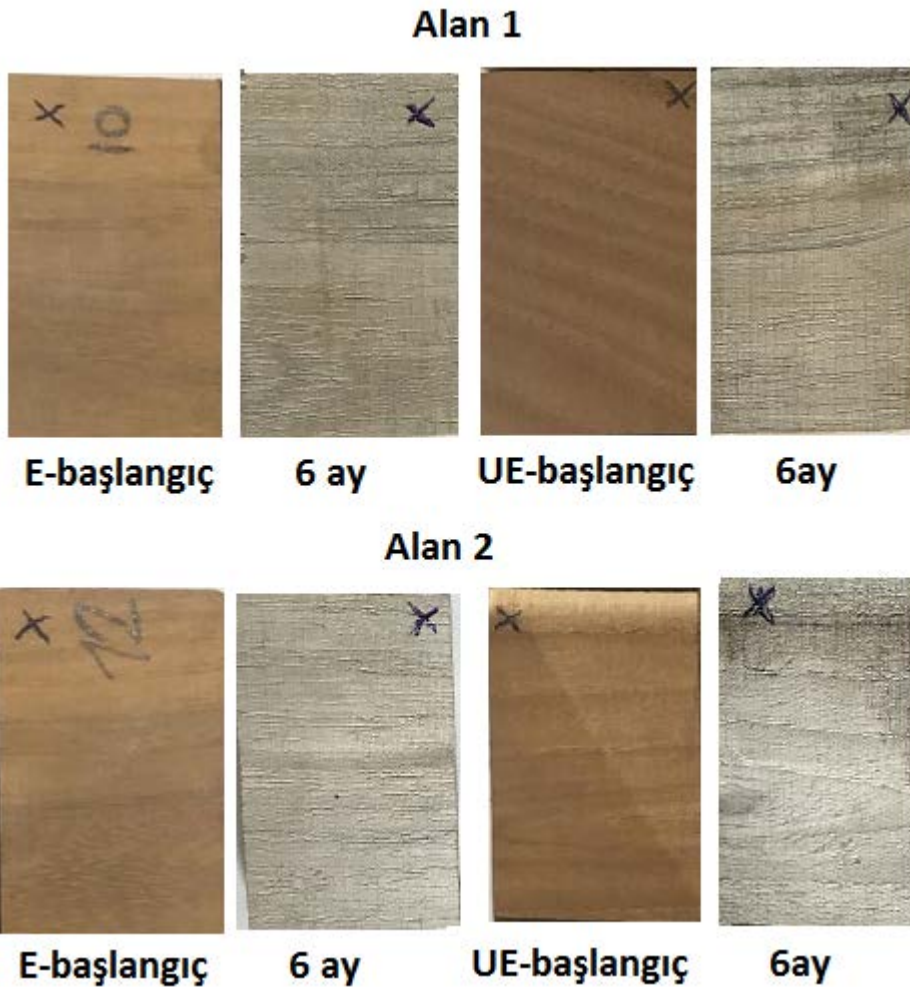
*Parantez içindeki veriler standart sapma değerleridir.

Şekil 1’de dış ortam testine bırakılan örneklerin renk değişim parametreleri görülmektedir. Şekil 1a’da görüleceği üzere tüm örneklerin rengi dış ortam faktörleri nedeniyle ilk 3 ayda açılma eğiliminde, sonraki 3 aylık süre diliminde yani 6. ayda koyulaşma eğilimindedir. Ekstrakte edilmemiş örnekler ekstrakte edilmiş örneklerle kıyasla daha koyu renge sahiptir. Ekstrakte edilmemiş örneklerde denize yakın alan ile denizden uzak alan arasında ΔL^* değerleri açısından göze çarpan önemli bir farklılık gözlenmemiştir, ancak, ekstrakte edilen örnekler açısından, denizden uzak alandaki örnekler daha açık renkli bulunmuştur. Ekstrakte edilmeyen ve denize yakın alanda bekletilen örneklerin ΔL^* değerleri açısından daha iyi stabilite sağladığı gözlenmiştir. Şekil 1b’de Δa^* değerlerinin tüm örnekler için test süresi ile beraber azaldığı görülmektedir. Δa^* değerlerinde gerek deniz kenarındaki alanda gerekse denizden uzak alanda bekletilen ekstrakte edilmemiş örnekler ekstrakte edilmiş örneklerle kıyasla daha fazla azalmaya neden olmuştur. Şekil 1c’de tüm örneklerin Δb^* değerlerinin test süresi ile beraber azaldığı görülmektedir. Δb^* değerleri denize yakın alanda bekletilen ekstrakte olmamış örneklerde, ekstrakte olmuş örneklerle kıyasla daha az azalma eğilimi göstermiştir. Ekstraksiyonun gözlenebilir bir etkisi denizden uzak alanda bekletilen örneklerde görülmemiştir. Δb^* değerleri açısından en iyi stabilite deniz kenarında bekletilen ekstrakte edilmemiş örneklerde görülmüştür.



Şekil 1. Dış ortam testine maruz bırakılan örneklerde renk değişimi

Toplam renk değişimi (ΔE^*) değerleri (Şekil 1d), ekstrakte edilmiş örneklerde sürekli bir artış gösterirken, ekstrakte edilmemiş örneklerde ilk 3 ay boyunca neredeyse stabil kalmış, daha sonra bir artış göstermiştir. Pandey (2005) ekstraktifli örneklerin yüzeyindeki fenolik ekstraktiflerin foto-degradasyon oranını arttırdığını ve bu nedenle odun yüzeylerindeki delignifikasyonun arttığını rapor etmiştir. Benzer şekilde Tondi vd. (2013) UV ışınlarını daha fazla absorbe eden aromatik olarak zengin koyu yüzeyler eldesinden bahsetmiştir. Toplam renk değişimi değerleri, 1. ay ile 6. ay arasında, deniz kenarında bekletilen ekstrakte edilmiş örneklerde %259 oranında, ekstrakte edilmemiş örneklerde %59 oranında; denizden uzak alanda bekletilen ekstrakte edilmiş örneklerde %258 oranında, ekstrakte edilmemiş örneklerde %70 oranında değişim göstermiştir. Bu değerlerden ekstrakte edilmemiş örneklerde başlangıç rengine kıyasla daha az bir renk değişimi elde edildiği ortaya çıkmıştır. Tondi vd. (2012) tanen ile muamele edilen örneklerin toplam renk değişimine karşı stabilitesi kontrol örneklerine göre daha iyi seviyede bulunmuştur. Şekil 2’de örneklerin 6 ay sonrasındaki resimleri başlangıç resimlerine kıyasla gösterilmiştir. Resimlerden örneklerin başlangıç renginin ekstraksiyon işlemi ile renginin açıldığı ancak 6 aylık test sonunda tüm örneklerin benzer bir renk aldığı görülmüştür.



Şekil 2. Örneklerin başlangıç ve 6 ay sonraki resimleri

3.2. Örneklerin yüzey pürüzlülük değişimi

Örneklerin ortalama (R_a) ve maksimum (R_z) yüzey pürüzlülük değerleri Tablo 3’de gösterilmektedir. Ekstraksiyon işlemi örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğünü %50’lere varan oranda arttırmıştır. Ekstraksiyon

nedeniyle yüzey bileşenlerinin yapısındaki değişimler ve odundan uzaklaşan ekstraktifler yüzeyin daha pürüzlü olmasına sebebiyet vermiş olabilir. Doğal dış ortam test süresi uzadıkça yüzeylerde pürüzlülük daha fazla olmuştur. Testin başında tespit edilen yüzey pürüzlülüğü ile test sonunda tespit edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında (değişim oranı, %); ekstrakte edilmeyen örneklerde meydana gelen yüzey pürüzlülüğü, ekstrakte edilen örneklere kıyasla daha fazla olmuştur. Odundaki ekstraktifler UV ışınlarını absorbe ettikleri için yüzeyde daha fazla bozunma meydana getirdiğinden daha pürüzlü bir yüzey elde edilmiş olabileceğinin sonucuna varılmıştır. Tondi vd. (2013) tanen esaslı bir kimyasal ile muamele edilen odunun UV yaşlandırması sonrasında örnek boyutlarında süreklilik arz eden boyutsal değişiklikleri ve rijit ve kırılğan tanen polimerinin oluşan stres nedeniyle çatlaklar oluşurmasını gözlemlemiştir. Ekstraktif katkılı ahşap muamelelerde yüzeylerde artan pürüzlülük ayrıca Yalçın ve Ceylan (2017) ve Tomak vd. (2018a) tarafından raporlanmıştır. 6 ay sonrasında örneklerin bekletildiği her 2 arazide benzer pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

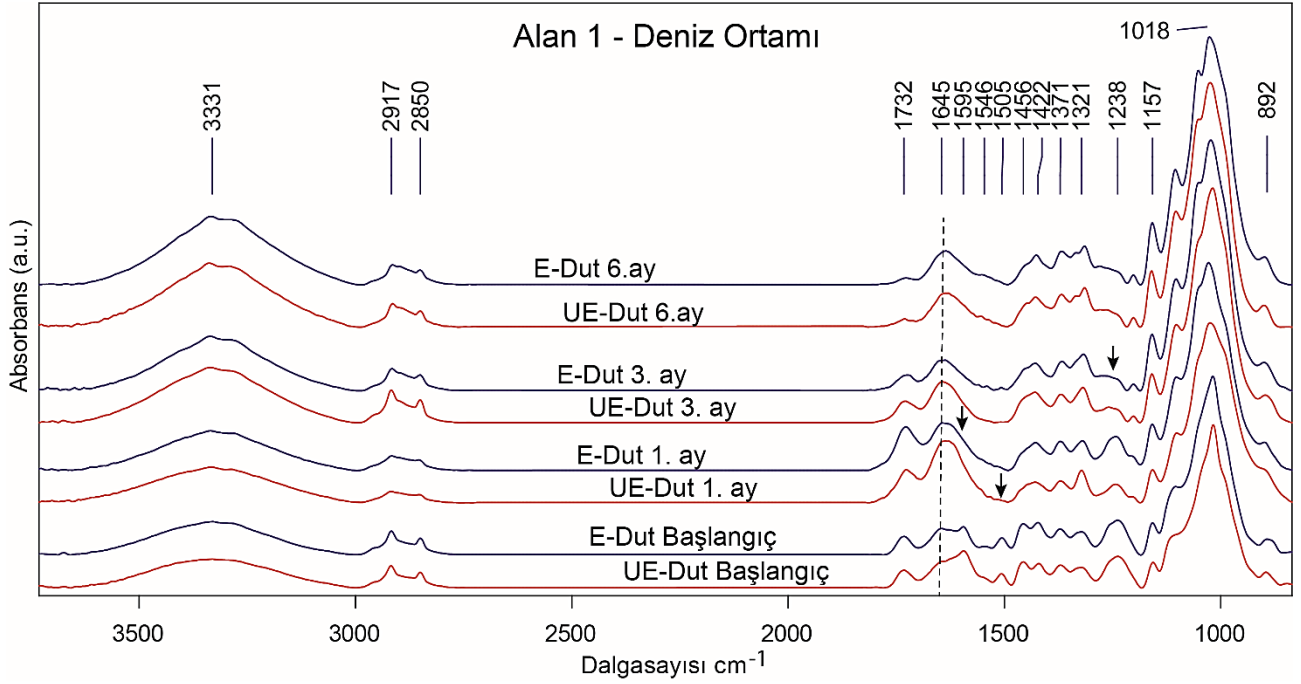
Tablo 3

Örneklerin ortalama (Ra) ve maksimum (Rz) yüzey pürüzlülük değerleri

Arazi	Ekst.	Başlangıç	1. ay	3. ay	6. ay	Değişim oranı	
Alan 1	E	Ra	8.05 (1.30)	8.10 (1.39)	8.21 (0.44)	8.77 (2.33)	%9
		Rz	48.52 (8.43)	50.73 (8.20)	50.82 (1.42)	54.02 (3.92)	%11
	UE	Ra	3.62 (1.36)	5.81 (2.56)	7.49 (2.04)	10.82 (2.75)	%199
		Rz	25.88 (8.74)	40.92 (7.99)	48.03 (8.46)	64.46 (5.75)	%149
Alan 2	E	Ra	7.78 (2.19)	8.36 (2.52)	8.48 (1.43)	8.60 (1.48)	%11
		Rz	50.39(10.77)	50.86 (6.98)	51.02 (5.97)	53.28 (5.43)	%6
	UE	Ra	4.50 (1.59)	7.49 (1.99)	8.41 (3.20)	10.50 (2.83)	%133
		Rz	38.10 (6.95)	53.79(9.21)	58.20 (9.09)	63.64 (10.25)	%67

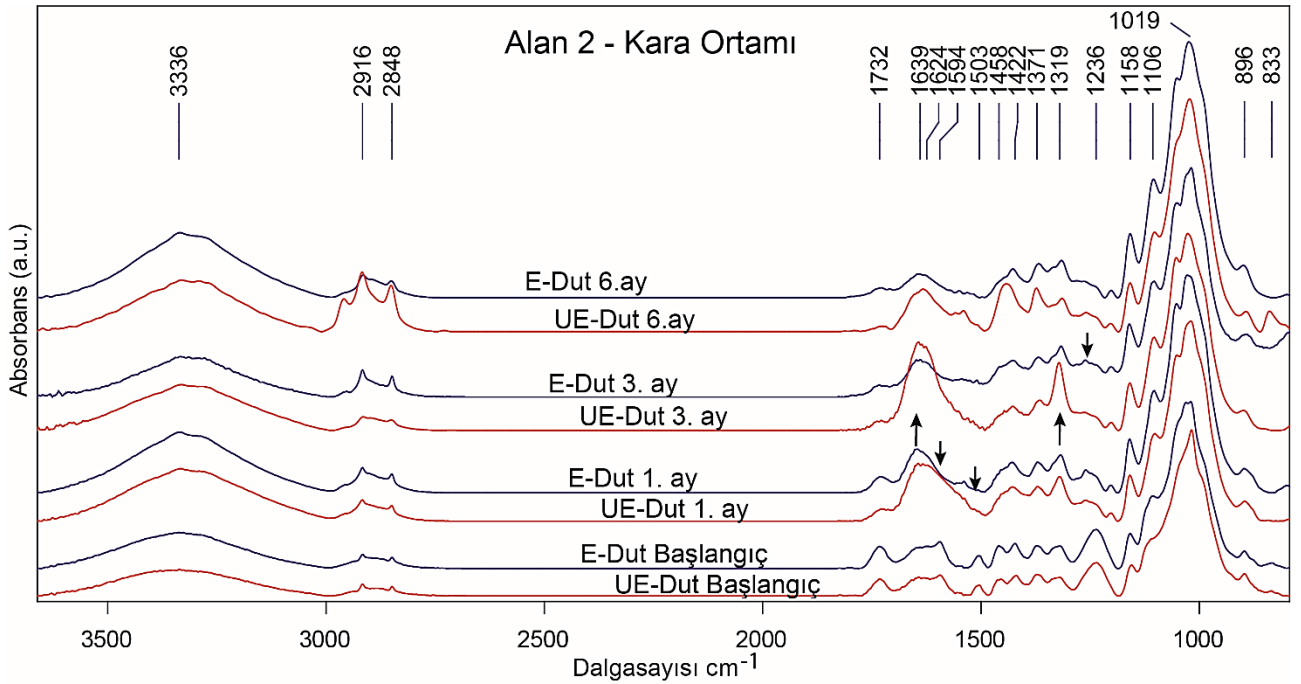
3.2. Örneklerin yüzey kimyasındaki değişim

Şekil 3 ve 4'te sırasıyla denize yakın ve denizden uzak alanlarda yaşlandırma testine maruz bırakılan ekstrakte edilmiş (E) ve ekstrakte edilmemiş (UE) dut örneklerinin FTIR spektrumları gösterilmiştir. Hem denize yakın alana maruz bırakılan hem de denizden uzak alana maruz bırakılan E ve UE dut örneklerinin FTIR spektrumları incelendiğinde, başlangıçta ekstraksiyon işleminin FTIR spektrumlarında kayda değer bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 3 ve 4, E ve UE başlangıç spektrumları). Yine hem denize yakın hem denizden uzak alanda, 1. ayda güneşe maruz kalan tüm örneklerin spektrumlarında 1503 cm^{-1} bandının ortadan kaybolduğu gözlemlenmiştir. Bu bandın lignin polimerinin aromatik C=C titreşiminden kaynakladığı bilinmekte olup, bu pikin yoğunluğunun azalması yüzeydeki ligninin degradasyonu sonucu ile ilişkilidir (Pandey, 2005). Diğer yandan, her iki ortamda hem ekstrakte hem de ekstrakte edilmemiş örneklerin aromatik lignin yapılarının bozunması sonucu 1503 ve 1593 cm^{-1} 'de aromatik iskelet titreşiminin kaybı ve kinon oluşumu ile birlikte konjuge karbonil gruplarının artışı görülmektedir (1640 cm^{-1} band bölgesi) (Müller vd., 2003).



Şekil 3. Alan 1’de 6 aylık yaşlandırma testi süresince ekstrakte edilmiş (E) ve edilmemiş (UE) dut odunu örneklerinin FTIR spektrumları

Bu gözlemler dışında, denize yakın alanda ekstrakte ve ekstrakte edilmemiş örneklerin bozunma eğiliminin 3. aydan itibaren tamamen paralel olduğu anlaşılmaktadır. Ancak denizden uzak alanda, ekstrakte olmamış (UE) örneğin bozunma eğiliminin ekstrakte (E) örnekten farklı olduğu, bozunmuş madde miktarındaki farklılıkların 1650 cm^{-1} bölgesindeki band yoğunluğundaki farktan anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Alan 2’de 6 aylık yaşlandırma testi süresince ekstrakte edilmiş (E) ve edilmemiş (UE) dut odunu örneklerinin FTIR spektrumları

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, literatürde yaşlandırmayı inceleyen çalışmalarda çok fazla araştırılmayan dut odununun ekstraksiyon işlemi sonrasında doğal dış ortam koşullarının bozundurucu faktörlerine karşı performansı, renk ölçümleri ve yüzey kimyası ölçümleri ile incelenmiştir. Bu amaçla dut odunu örnekleri 21 gün boyunca 3 aşamalı ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuş, ardından 6 ay boyunca doğal dış ortam testine maruz bırakılmıştır. Teste başladıktan 1, 3 ve 6 ay sonra ölçümler alınmıştır. Bu test sürelerinde ekstrakte edilen örneklerde rutubet miktarı, ekstrakte edilmeyen örneklerle kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Denize yakın alanda bekletilen örneklerin yine rutubet miktarı denizden uzak alanda bekletilen örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Test süresince ekstrakte edilmemiş örnekler ekstrakte edilmiş örneklerle kıyasla daha koyu renge sahiptir. Ekstrakte edilmeyen ve denize yakın alanda bekletilen örneklerin ΔL^* ve Δb^* değerleri açısından daha iyi stabilite sağladığı gözlenmiştir. Ekstrakte edilmemiş örneklerde başlangıç rengine kıyasla daha az bir renk değişimi elde edildiği ΔE^* değerlerindeki değişim oranları ile belirlenmiştir. Ekstrakte edilen örneklerde başlangıç yüzey pürüzlülüğü, ekstrakte edilmemiş örneklerle kıyasla önemli ölçüde artmıştır. Ancak doğal dış ortam testi sonrasında ekstrakte edilmemiş örneklerde daha fazla pürüzlü yüzeyler elde edilmiştir. Özetle, dut odununun doğal dış ortam testinde ekstraksiyon işlemi renk değişimi üzerinde olumsuz etkiye sahip olurken, daha az pürüzlü yüzeyler eldesine de imkan tanımıştır. FTIR analizi sonucunda, ekstrakte ve ekstrakte yapılmamış örneklerin benzer kimyasal bozunma trendi gösterdikleri, 1.ayın sonunda lignin bozunmasının çoktan başlamış olduğu ve 3.ayda yüzeyde neredeyse tamamlandığı, yine aynı aylardaki ölçümlerde paralel spektrumlar verdikleri anlaşılmaktadır.

Yazar Katkıları

Mahmut A. Ermeydan: Çalışmayı planlamış, ekstraksiyon işlemi yapmış, analizi planlamış ve makaleyi yazmıştır.

Rıza Dizman: Örneklerin yaşlandırma testini yapmış, verileri toplamış ve analizini yapmıştır.

Eylem D. Tomak: Verileri toplamış, analizini yapmıştır ve makaleyi düzeltmiştir.

Ahmet Can: Verileri toplamış, örnekleri hazırlamış ve makaleyi düzeltmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Anşin, R. ve Özkan, Z. C. (1993). *Tohumlu bitkiler (Spermatophyta) odunsu taksonlar*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın, 167, Trabzon
- Ayata, Ü., Çavuş, V., Bal, B. C., ve Efe, F. T. (2018). Dut, doğu çınarı, kızılçam ve sedir ağaç türlerinde janka sertlik değerinin belirlenmesi, *2. Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu*, (pp.1490-1494).Samsun, Türkiye.
- Erdin, N., Bozkurt, Y. (2013). *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi Yayın No:5145.
- Chang, T. C., Chang, H. T., Wu, C. L. Ve Chang, S. T. (2010). Influences of extractives on the photodegradation of wood. *Polymer Degradation and Stability*, 95(4), 516-521.
- Chang, T. C., Lin, H. Y., Wang, S. Y. ve Chang, S. T. (2014). Study on inhibition mechanisms of light-induced wood radicals by Acacia confusa heartwood extracts. *Polymer degradation and stability*, 105, 42-47.
- Chang, T. C., Hsiao, N. C., Yu, P. C. ve Chang, S. T. (2015). Exploitation of Acacia confusa heartwood extract as natural photostabilizers. *Wood Science and Technology*, 49(4), 811-823.
- Chang, T. C. ve Chang, S. T. (2017). Multiple photostabilization actions of heartwood extract from Acacia confusa. *Wood Science and Technology*, 51(5), 1133-1153.
- Cavus, V. (2021). Weathering performance of mulberry wood with UV varnish applied and its mechanical properties. *BioResources*, 16(4), 6791.
- Çakıroğlu, E. O., Demir, A. ve Aydın, İ. (2018). Bazı Ahşap Türlerinin En Düzgün Yüzeyleri İçin CNC İşlem Bıçaklarının Belirlenmesi, *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, (pp.201-213). Artvin, Türkiye.

- Derbyshire, H., Miller, E. R. ve Turkulin, H. (1996). Investigations into the photodegradation of wood using microtensile testing. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 55(5), 287-291.
- Erdoğan, Ü. ve Pırlak, L. (2005). Ükemizde dut (*Morus spp.*) üretimi ve değerlendirilmesi. *Alatarım*, 4(2), 38-43.
- Evans, P., Chowdhury, M. J., Mathews, B., Schmalzl, K., Ayer, S., Kiguchi, M., ve Kataoka, Y. (2005). Weathering and surface protection of wood. *Handbook of environmental degradation of materials*, 277-297.
- Feist, W. C. ve Hon, D. N. S. (1984). *Chemistry of weathering and protection*. R. Rowell (Ed.), The chemistry of solid wood, American Chemical Society, Washington, DC, pp. 401-451.
- Gönültaş, O. (2013). *Doğu Ladini (Picea orientalis) ve Meşe (Quercus spp.) Kabukları Tanenin Biotutkal Üretiminde Kullanılması* (Doktora Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez-SorguSonucYeni.jsp>
- Gündüz, G., Yıldırım, N., Şirin, G. ve Onat, S. M. (2009). Ak Dut Ağacının Anatomik, Kimyasal, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 5(1), 131-149.
- Gürleyen, T., Güler, C. ve Ünsal, Ö. (2017). Bazı Ağaç Türlerine Uygulanan Janka Sertlik Direncinde Isıl İşlemin (Thermowood) Etkisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 876-888.
- Kocafe, D. ve Saha, S. (2012). Comparison of the protection effectiveness of acrylic polyurethane coatings containing bark extracts on three heat-treated North American wood species: Surface degradation. *Applied surface science*, 258(13), 5283-5290.
- Müller U., Rätzsch M., Schwanninger M., Steiner M., Zöbl H. (2003) Yellowing and IR-changes of spruce wood as result of UV-irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 69, 97–105.
- Nzokou, P. ve Kamdem, D. P. (2006). Influence of wood extractives on the photo-discoloration of wood surfaces exposed to artificial weathering. *Color Research & Application*, 31(5), 425-434.
- Pandey, K. K. (2005). A note on the influence of extractives on the photo-discoloration and photo-degradation of wood. *Polymer degradation and stability*, 87(2), 375-379.
- Peng, Y., Wang, Y., Chen, P., Wang, W. ve Cao, J. (2020). Enhancing weathering resistance of wood by using bark extractives as natural photostabilizers in polyurethane-acrylate coating. *Progress in Organic Coatings*, 145, 105665.
- Saha, S., Kocafe, D., Krause, C., Boluk, Y. ve Pichette, A. (2013). Enhancing exterior durability of heat-treated jack pine by photo-stabilization by acrylic polyurethane coating using bark extract. Part 2: Wetting characteristics and fluorescence microscopy analysis. *Progress in Organic Coatings*, 76(2-3), 504-512.
- Saha, S., Kocafe, D., Boluk, Y. ve Pichette, A. (2011). Enhancing exterior durability of jack pine by photo-stabilization of acrylic polyurethane coating using bark extract. Part 1: Effect of UV on color change and ATR-FT-IR analysis. *Progress in Organic Coatings*, 70(4), 376-382.
- Şen, S. ve Yalçın, M. (2010). Türkiye Denizlerinde Bazı Tropik Ve Yerli Ağaç Türlerinde Oluşan Tahribatın İncelenmesi. III. *Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, (pp. 1631-1638), Trabzon, Türkiye.
- Şirin, G., ve Gündüz, G. (2019). Ak Dut Ağacı Dal ve Gövde Odununun Anatomik Açısından Karşılaştırmalı Analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 84-89.
- Tomak, E. D., Arıcan, F., Gönultas, O. Ve Parmak, E. D. S. (2018a). Influence of tannin containing coatings on weathering resistance of wood: Water based transparent and opaque coatings. *Polymer Degradation and Stability*, 151, 152-159.
- Tomak, E. D., Yazıcı, O. A., Parmak, E. D. S. ve Gönultas, O. (2018). Influence of tannin containing coatings on weathering resistance of wood: combination with zinc and cerium oxide nanoparticles. *Polymer Degradation and Stability*, 152, 289-296.
- Tondi, G., Schnabel, T., Wieland, S. Ve Petutschnigg, A. (2013). Surface properties of tannin treated wood during natural and artificial weathering. *International Wood Products Journal*, 4(3), 150-157.
- Tondi, G., Palanti, S., Wieland, S., Thevenon, M.F., Petutschnigg, A. ve Schnabel T. (2012). Durability of Tannin-Boron-Treated Timber, *Bioresources*, 7(4), 5138-5151.
- Uysal, B. ve Kurt, Ş. (2005). Dimensional stability of laminated veneer lumbers manufactured By using different adhesives after the steam test. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 681-691.
- Williams, R. S. (2005). Weathering of wood. *Handbook of wood chemistry and wood composites*, 7, 139-185.
- Yalçın, M. ve Ceylan, H. (2017). The effects of tannins on adhesion strength and surface roughness of varnished wood after accelerated weathering. *Journal of Coatings Technology and Research*, 14(1), 185-193.