

Odun polimer kompozitlerin doğal ve yapay (suni) yaşlandırma sonrası özelliklerinde meydana gelen değişiklikler

The properties of wood polymer composites after natural and artificial weathering

Büşra AVCI¹
Ayfer DÖNMEZ ÇAVDAR²
Fatih MENGELOĞLU¹

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Kahramanmaraş

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Büşra AVCI
busraavci@yahoo.com.tr

Geliş tarihi (*Received*)

25.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)

23.05.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Avcı, B., Dönmez Çavdar, A. & Mengeloğlu, F. (2022). Odun polimer kompozitlerin doğal ve yapay (suni) yaşlandırma sonrası özelliklerinde meydana gelen değişiklikler. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 264-270. DOI: 10.17568/ogmoad.1091198



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Odun Polimer Kompozitler (OPK), termoplastik matris ve selüloz esaslı takviye / dolgu maddesinin birleştirilmesiyle oluşturulan kompozitlerin genel adıdır. OPK'ler özellikle dış cephe ve zemin kaplaması, çit, bahçe mobilyası gibi uygulamalarda tercih edilmektedir. OPK'lerin ahşap malzemeye göre başlıca avantajları yüksek boyutsal kararlılık, mantar ve böceklerle karşı dayanıklılık ve kullanım süreleri boyunca düşük bakım gereksinimi sayılabilir. Bununla birlikte, bu malzemelerin dış hava koşullarında bozunmaya uğraması büyük bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle, dış mekan uygulamalarında OPK'lerin diğer polimer esaslı kompozitlere göre performansı genellikle daha düşüktür. Polimerik malzemeler çevresel faktörlerin etkisiyle fiziksel, kimyasal, biyolojik süreçler veya bunların kombinasyonu ile bozunmaya uğramaktadırlar. Sıcaklık (termal bozunma), hava (oksidatif bozunma), nem (hidrolitik bozunma), mikroorganizmalar (biyobozunma), ışık (foto bozunma), yüksek enerjili radyasyon (ultra violet (UV), ışınlama), kimyasal (korozyon) ve mekanik etkenler gibi faktörler malzemede geri dönüştürülemez değişiklikler meydana getirebilmektedir. Bu faktörlerin etkilerini belirlemek amacıyla, doğal ve suni yaşlandırma yapılarak polimer yapısındaki değişiklikler belirlenmektedir. Bu literatür çalışmasında OPK'ler üzerinde ilgili konuda gerçekleştirilen çalışmaların detaylı bir özet ve analizi sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Odun Polimer kompozit, doğal ve suni yaşlandırma, fiziksel ve mekanik özellikler.

Abstract

Wood Polymer Composites (WPC) is the general name of composites formed by combining thermoplastic matrix and cellulose based reinforcement/filler. They are especially preferred as exterior cladding, outdoor flooring, fence, garden furniture. WPCs have advantages over wood like as higher dimensional stability, resistance to fungi and insects and low maintenance requirements during life-time-use. However, the degradation of these materials in weather conditions is a major disadvantage. Compared to polymer-based composites, the degradation for in outdoor weather conditions is generally lower. Polymeric materials are subject to degradation by physical, chemical and biological processes or a combination of these under the influence of environmental factors. Factors such as temperature (thermal degradation), air (oxidative degradation), moisture (hydrolytic degradation), microorganisms (biodegradation), light (photodegradation), high-energy radiation (UV, irradiation), chemical agents (corrosion) and mechanical forces can cause irreversible changes in material structure. In order to determine the effects of these factors, changes in the polymer structure are determined by natural and artificial aging. This literature review presents a detailed summary and analysis of the studies carried out on WPC weathering properties.

Keywords: Wood Polymer composite, natural and artificial aging, physical and mechanical properties.

1. Giriş

Yıllar içerisinde artmaya başlayan yenilenebilir hammadde arayışları ve polimer kullanımına bağlı oluşan çevreci baskılar polimer sektörünü farklı arayışlara itmiştir. Bu arayışlar sonucunda polimer kompozit üretiminde maliyeti düşürme potansiyeli de bulunan odun veya bitki kökenli lifsel maddelerin dolgu maddesi olarak kullanımı ortaya çıkmıştır (Çetin ve ark., 2014). Günümüzde plastik malzemelerin yerine alternatif olarak kullanılabilen önemli malzeme türlerinden biri olan odun plastik kompozitler (OPK) de bu sürecin ürünlerinden sayılabilir.

OPK üretiminde polietilen, polipropilen ve polivinil klorür gibi polimerler ile lignoselülozik esaslı çok sayıda malzeme takviye/dolgu maddesi olarak kullanılabilir. OPK üretiminde sadece bakır plastikler değil geri dönüşüm plastikler, orman endüstrisi atıkları ve tarımsal atıklar da kullanılabilir.

OPK'ler kapı-pencere doğraması, kamelya malzemesi, park-bahçe mobilyası, bina içi dekoratif profiller ve otomatik gibi kullanım alanlarına sahiptirler. Bu malzemelerin avantajları arasında düşük yoğunluğa sahip olmaları, yüksek spesifik dirençlerinin olması, aşındırıcı olmamaları ve kolay bulunabilmeleri sayılabilir. OPK'ler her türlü bitki ve ağaçtan elde edilen unlar ya da liflerle üretilebilmektedirler. Tarımsal atıkların polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalarda buğday sapları, pamuk karpeli, vb. yıllık bitkiler kullanılmıştır (Karakuş, 2008; Karakuş ve Mengeloğlu, 2015).

Hava koşullarına dayanıklılık plastiklerin kullanım yeri için önemlidir. Kompozitlerin hava koşullarına karşı direnci, nem, güneş ışığı, sıcak/soğuk, kimyasallar, rüzgarla savrulan malzemelerin aşınması ve biyolojik etkenler gibi dış mekan bozucu faktörlerden etkilenmektedir (Yıldız ve ark., 2013).

Odunun hidrofilik karakteri ve güneş radyasyonu-na karşı duyarlılığı bu tür kompozitlerin dış hava koşullarında kullanımını sınırlamaktadır. Odun bileşenleri olan selüloz ve hemiselülozlar yüksek nem oranı olan ve yağmur altındaki yerlerde ortam suyunu absorbe ederek kompozitlerin şişmesine neden olmaktadır. Bununla birlikte, yüksek sıcaklık veya UV radyasyonuna bağlı olarak lif ve polimer arasındaki adhezyonun zayıflaması sebebiyle bu kompozitlerin mekanik ve makro morfolojik özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. Odun bileşenlerinden bir diğeri olan lignin UV radyasyonundan en fazla etkilenen kimyasal bileşen olup bu durum yapı içerisinde bulunan fenolik

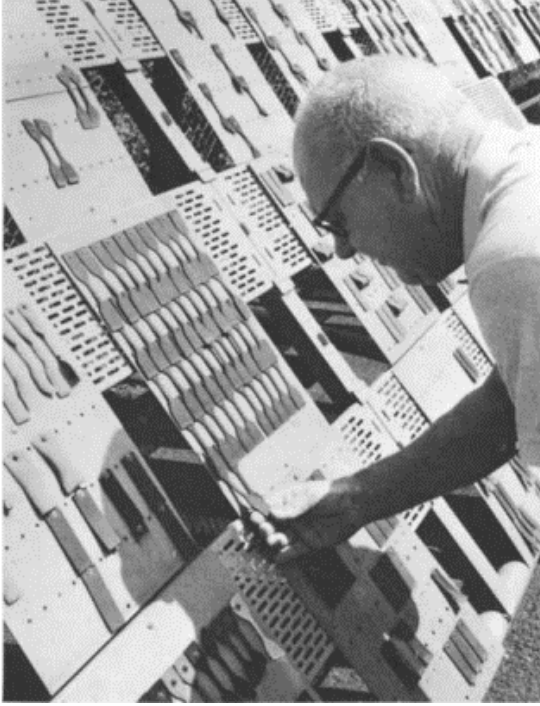
hidroksiller, karbonil grupları, kinonlar, bifeniller (Temiz ve ark., 2004) gibi Ligninin dekompozisyonunda iki reaksiyon meydana gelebilir. Öncelikle, lignin makromolekülünün zincirinin kopması odun plastik kompozitinin sararmasına neden olan parakinetik yapıların oluşmasına yol açmaktadır. Parakinetik kompozitlere beyaz renk veren hidrokinonları azaltmaktadır (Badji ve ark., 2017).

Odun unu ilaveli polimer kompozitler yaşlandırma sırasında polimerin molekül ağırlığında azalmaya ve yüzey pürüzlülüğünde değişime neden olmaktadır (Soccalingame ve ark., 2015; Peng ve ark., 2015).

Yapılan birçok çalışma hızlandırılmış ve doğal hava koşullarına maruz bırakılmış kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin azaldığını göstermektedir. Hava şartları güneş ışığı, ıslanma, sıcaklık değişiklikleri gibi farklı çevresel faktörlerin kümülatif hareketinden oluşmaktadır. Aerobik koşullarda yüksek enerjili ultraviyole (UV) radyasyon güçlü bir oksidant görevi yaparak hem odun hem de polimer yapısında kimyasal değişime sebep olmaktadır (Ranby ve Rabek, 1975; Turku ve Karki, 2016). Oskidasyon sonucunda polimerin kristal yapısında meydana gelen değişim kompozit yüzeyinin parçalanmasına, sonuç olarak malzemenin aşınmasına neden olmaktadır. Hava koşullarına maruz kalma sonucunda polimer ve odunun fotodegradasyonu OPK'nin yapısında renk açılmasına yol açabilmektedir. Odun esaslı kompozitler içerisinde bulunan lignin ışığa en yüksek oranda duyarlı olan kimyasal bileşen iken selüloz ise düşük ışık absorpsiyona sahiptir. Selülozun fotooksidasyon işlemi polimer zincirinin kopması, dehidroksilasyon, dehidroksimetilasyon ve dehidrojenasyon gibi kimyasal reaksiyonlar yapıda farklı radikalların oluşumuna neden olmaktadır. UV etkisiyle meydana gelen degradasyon, UV stabilizörlerin, engellenmiş amin ışık dengeleyicilerin veya pigment ilavesiyle kısmen çözülebilmektedir (Turku ve Karki, 2016).

Dış mekan faktörleri, OPK'lerin yüzey özellikleri ile birlikte mekanik özelliklerini de etkilemektedir. Bu nedenle, doğal (Şekil 1) ve suni (yapay) yaşlandırma testleri yapılarak malzemede meydana gelen değişiklikler belirlenmektedir. Doğal hava koşullarına maruz bırakılan OPK'lerin zamana bağlı olarak özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi daha gerçekçi ve güvenilir olmasına rağmen uygulanan testler uzun zaman almaktadır. Bu sebeple, özellikle daha kısa sürelerde sonuç alınabilecek ve laboratuvar kontrolü altında yapılabilecek suni (yapay) yaşlandırma testlerine de ihtiyaç duyulmaktadır (Arpacı ve Tomak, 2020). Bu çalışmada, hem doğal hem de suni yaşlandırma

yöntemi kullanılarak OPK'lerin yaşlanma süreçlerine olan etkilerine dair seçilmiş makaleler özetlenmiştir.

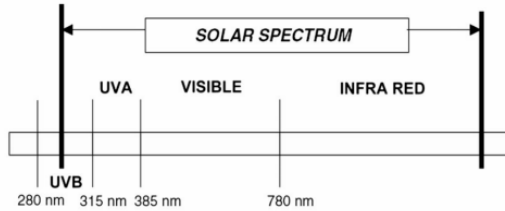


Şekil 1. Doğal yaşlandırma yapılan örnekler (Howard ve ark., 1968)

Figure 1. Natural weathered samples (Howard et. al., 1968)

2.1 Doğal yaşlandırma

OPK'lerin başta güneş ışını olmak üzere günlük yağışa, bağıl nemdeki mevsimsel değişikliklere, sıcaklık değişikliklerine, atmosferik kirliliğe, nem ve oksijen miktarı gibi dış hava koşullarına karşı performansının değerlendirilmesi amacıyla doğal yaşlandırma testleri yapılmaktadır. Yaşlandırma-
daki önemli etkenlerden biri olan güneş spektrumunun en etkili kısmı 280-315nm arasındaki kısa dalga boylarında meydana gelmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Güneş spektrumunun bileşeni (Teace ve ark., 2013)

Figure 2. Solar spectrum wavelength (Teace et. al., 2013)

OPK'lerin yapısında doğal yaşlanma etkilerinin belirlenmesi uzun zaman almakla birlikte, maliyet

arttırıcı ve üretim sürecini yavaşlatıcı etkiye sahiptir. Bu sebeple, günümüzde UV yapay yaşlandırma tekniklerinden yararlanılarak doğal yaşlandırma-
da karşılaşılan bu zorluklar ortadan kaldırılmıştır (Çakıcıer, 2007).

2.2 Suni (yapay) yaşlandırma

Malzemenin dış hava koşullarına karşı direncinin daha hızlı değerlendirilmesi amacıyla suni yaşlandırma cihazları (ışık kaynağı, rutubet, su spreyi döngüleri) kullanılmaktadır (Şekil 3). Bu amaçla, laboratuvar şartlarında yapılan yaşlandırma testleri 'yapay yaşlandırma' olarak adlandırılmaktadır. Test sırasında kullanılan ışık kaynakları; ark ksenon, floresan, metal halojenürlü lamba ve karbon ark lambalardır. Bununla birlikte civa ve tungsten lambalar da seyrek olarak kullanılan ışık kaynaklarıdır.



Şekil 3. Suni yaşlandırma cihazı (Djeddaoui ve ark., 2019)

Figure 3. Artificial weathering device (Djeddaoui et.al. 2019)

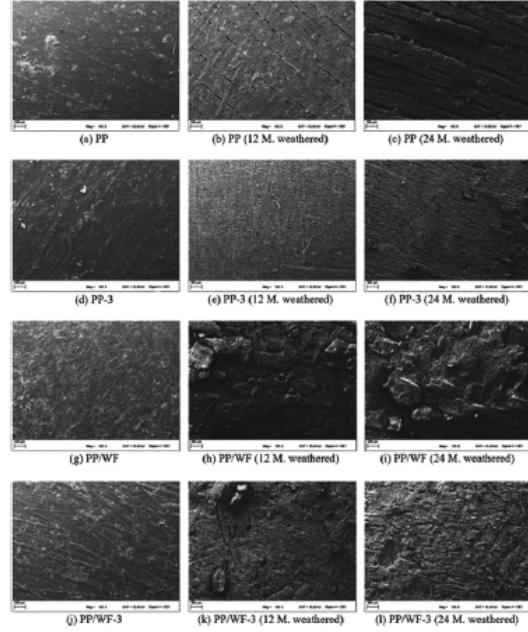
3. Doğal ve Suni (yapay) yaşlandırma ile ilgili çalışmalar

Verdnam ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada, Polipropilen (PP) içerisine akasya (*Acacia spp.*), gül (*Rosa spp.*), mango (*Mangifera indica*) ve maun (*Swietenia spp.*) odun unları (% 10-15-20) katarak enjeksiyon kalıplama yöntemiyle OPK üretmişlerdir. Üretilen kompozitlerin mekanik, morfolojik özellikleri ile birlikte doğal yaşlandırma ve biyolojik bozunurluk özellikleri araştırılmıştır. Doğal yaşlandırma testleri, örneklerin açık alanda 45° lik açıyla yerleştirilmesinin ardından 13 hafta (2160 saat) sürede gerçekleştirilmiştir. İlgili ortam koşulları ortalama 29 °C sıcaklık, yağış or-

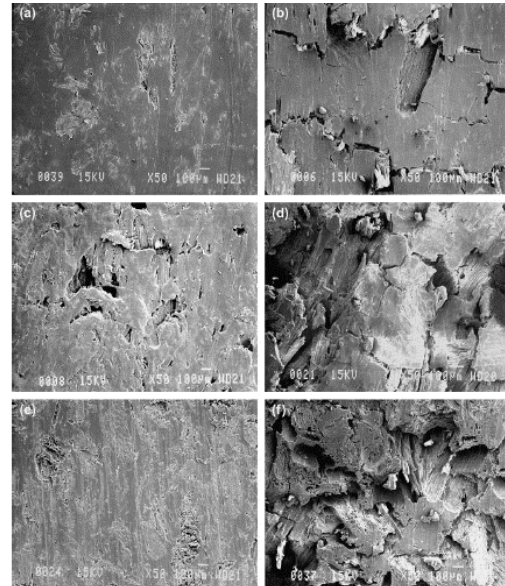
talaması 160 mm ve nem oranı %78-%81 arasında tespit edilmiştir. UV yaşlandırma sonrası kompozit içerisine odun unu ilave edilen örneklerin çekme direncinde %14,18-%25 oranında, eğilme direncinde %16,62-%26,15 oranında, darbe direncinde %16,3-%26,53 oranında azalma meydana getirdiği görülmüştür. Bir diğer çalışma, Mengeloğlu ve Çavuş (2021) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kızılcım (*Pinus brutia*) odun unu ve %3, %6, %9 oranında TiO₂ (titanium dioksit) PP matrisine ilave edilmiş, ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıplama yöntemiyle OPK'ler üretilmiştir. Örnekler 6, 12, 18 ve 24 ay süre ile dış hava koşullarına maruz bırakılmış ve mekanik özelliklerdeki değişimler, yüzey morfolojisi (SEM) ve yüzeydeki kimyasal değişiklikler (FTIR) araştırılmıştır. Genel olarak, UV ışığı oksidatif bozunmaya ve polimerin renk değişimine sebep olarak yapının solmasına sebep olmuştur. UV ışığı ile fotokimyasal bozunma esas olarak lignin bileşeninde meydana gelir, ahşap ve odun plastik kompozit malzemelerinin solmasından da büyük ölçüde sorumludur (Stark ve ark., 2004; Mengeloğlu ve Çavuş, 2021). TiO₂'in örnek yüzeyinden ışığı yansıtması sebebiyle bozunmanın gecikmesine neden olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada, saf PP çekme direnci değerleri 24 ayda 29, 3 MPa dan 5,1 MPa düşerken, darbe direnci 2,0 kJ/m²' den 1,2 kJ/m²' ye azalmıştır. PP-odun unu kompozitlerin çekme direnci 25 MPa dan 26,1 MPa' a bir miktar artarken, darbe direnci 4 kJ/m² 2,5 kJ/m² ye azalmıştır. TiO₂ (titanium dioksit) katkılı değerlerde yaşlandırmanın çekme ve darbe direnci üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yüzey morfolojilerine bakıldığında ise saf PP esaslı kompozit ile kıyaslandığında PP-odun unu kompozitlerinin yüzeylerinde daha fazla oranda çatlak gözlenmiştir. Bu durum, odun ununun PP fotodegradasyonunu hızlandırması etkisi ile açıklanmıştır. TiO₂ katkılı kompozitlerde ise yüzey çatlakları sayısının daha da arttığı ancak bu çatlakların uzunlukları ve derinliklerinin daha az oranda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4).

Stark ve Matuana (2007), yaptıkları çalışmada yüksek yoğunluklu polietilen içerisine %50 çam (*Pinus brutia*) odun unu bulunan OPK'leri ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretmiştir. İç yağlayıcı olarak asidik metal sabunu ve amid kullanılmıştır. Yapay yaşlandırma testi 300-400 nm'lik dalga boylu ksenon ark lamba kullanılarak 3000 saat süre ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, yaşlandırma işlemi sonrasında kompozitlerin yüzey morfolojilerinde bozulma meydana geldiğini, makro yapıda çatlakların oluştuğunu göstermiştir. Şekil 5'te görüldüğü üzere yüzeylerde dökülme ve pul benzeri yapılar oluşmuştur. Malzemelerde meydana gelen bu bozulmanın yapıda bulunan

odun ununun nemi emdikten sonra daralma ve genişlemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.



Şekil 4. Yaşlandırılmamış (a, d, g, j), 12 ay yaşlandırılmış (b, e, h, k) ve 24 ay yaşlandırılmış (c, f, i, l) PP ve PP/OU (odun unu katkılı PP) örneklerin SEM görüntüleri (Mengeloğlu ve Çavuş, 2021)
Figure 4. SEM images of unweathered (a, d, g, j), 12 months weathered (b, e, h, k) and 24 months weathered (c, f, i, l) PP and PP/WF (Wood flour filled PP) samples (Mengeloğlu and Çavuş, 2021)



Şekil 5. Yapay yaşlandırma yapılmış örneklerin SEM görüntüsü (Stark ve Matuana, 2007)
Figure 5. SEM image of artificial weathered sample (Stark and Matuana, 2007)

Bir diğerk çalışmada Badji ve ark. (2017) tarafından PP matriks içerisine %10 ile %30 oranında ladin (*Picea ssp.*) odununu ve %1 MAPP (maleik anhidritli polipropilen) uyumlaştırıcı ilave edilerek gerçekleştirilmiş olup OPK'ler çift vidalı ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilmiştir. Bir yıllık doğal ve yapay yaşlandırmanın (ksenon ark lamba) kompozitlerin yüzey topografyası ve mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. UV sonrası mekanik özelliklerde bir değişim meydana gelmediği tespit edilirken yüzey özelliklerinde ise ağarma, parlaklık kaybı, pürüzlülük ve çok sayıda mikro çatlak oluştuğu belirtilmiştir. Sonuç olarak doğal yaşlandırma işleminin daha fazla yüzeysel bozunmaya sebep olduğu belirtilmiştir.

Rowell ve ark. (2000) polietilen (PE) içerisine %30 ve %60 oranında kavak (*Populus ssp.*) lifi katarak OPK üretimi gerçekleştirmiş, malzemelere ksenon ark lamba kullanılarak ve su püskürtülerek 2000 saat yapay yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Sonuçlar, morfolojik özelliklerde PE içerisinde lif oranı arttıkça yüzeyde ağarmanın daha fazla olduğunu göstermiştir. Stark ve Matuana (2002) yaptıkları çalışmada amin ışık stabilizatörü kullanarak yüksek yoğunluklu PE (YYPE) esaslı OPK'ler üretmiş ve bu malzemelerin yapay yaşlandırma ile UV dayanımlarını araştırmıştır. Araştırmacılar, UV stabilizatörü eklenen numunelerde renk değişiminin azaldığını belirtmiştir. Yapay yaşlandırma sonrasında örneklerin eğilme direnci değerleri stabilizatör içermeyen örneklerde azalırken stabilizatör içeren örneklerde değişim tespit edilmemiştir.

Matuana ve Kamdem (2002) çalışmalarında Polivinil klorür (PVC) ve odununu karışımından ürettikleri OPK'lere yapay yaşlandırma testi (UV ve su sprayi) uygulamıştır. Odununu içeren örnekler saf PVC esaslı malzemeler ile kıyaslandığında daha hızlı degradasyona uğramıştır. UV sonrası saf PVC'nin çekme direnci değerlerinde yaklaşık %19'luk düşüş meydana gelmiştir. İçerisinde yaklaşık %30 odununu içeren örneklerde ise yaklaşık %12 olduğu görülmüştür. Ayrıca odununu içeren PVC kompozitler daha fazla renk değişimine uğramıştır.

Eshraghi ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada %45 kavak (*Populus spp.*) odununu ve yüksek yoğunluklu PE (YYPE) esaslı kompozit üretiminde %3 MAPE (maleik anhidrit graflanmış polietilen) ve %2-4 oranında nanokil kullanmıştır. Enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilen örnekler 2000 saat yapay yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. İşlem 108 dakika UV yaşlandırma, 12 dakika su püskürtme olarak gerçekleştirilmiştir. Yaşlandırma sonrasında OPK'lerin karbonil indeksinin düştüğü görülmüştür. Nanokil içeren kompozitlerde renk değişiminin azaldığı belirtilmiştir. Alsan

(2016) yaptığı çalışmada PP matrikse 180 ve 220 °C sıcaklıkta ısıtıl işlem görmüş odununu (%5, %20 ve %40) katarak OPK üretimi gerçekleştirmiştir. Numunelerin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrasında direnç özelliklerinin odununa uygulanan, ısıtıl işlem sıcaklığının artmasıyla iyileştiği belirtilmiştir.

Torun ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, mikrokristal selüloz (MCC) ve fındık (*Corylus ssp.*) kabuğu lifi takviyeli YYPE (yüksek yoğunluklu polietilen) kompozitler 672 saat süre ile yapay yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Kompozitlerin mekanik özellikleri, yüzey yapısı ve makro morfolojik özellikleri incelenmiştir. UV sonrası çekme ve eğilme direnci değerlerinde azalma, elastikiyet modülünde ise %62 artış olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, MCC/fındık kabuğu takviyeli YYPE kompozitlerinin incelenen özellikleri, fındık (*Corylus ssp.*) kabuğu içermeyen kompozitlere göre yapay yaşlanma maruziyetinden daha az etkilenmiştir. YYPE kompozitlere MCC ve fındık (*Corylus ssp.*) kabuğu ilavesinin yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı da belirtilmiştir.

Çavdar ve ark. (2021) yapmış oldukları çalışmada MCC ve yangın geciktirici amonyum zeolit (AZ), mono amonyum fosfat (MAP) ile güçlendirilmiş YYPE esaslı OPK'ler üretmişlerdir. Numuneler kompozitler, 672 saat süre UV radyasyon ile yapay yaşlandırma testine tabi tutulmuştur. Yaşlandırma sonrası örneklerin Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ile morfolojik yapı değişimleri, FTIR ölçümleri ile kimyasal yapıları incelenmiştir. SEM görüntülerinde malzeme yüzeyinde aşınmaların olduğu, morfolojik homojenitenin bozulduğu tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülük ölçümü sonucunda en yüksek Rz değerlerinin YYPE/AZ10 (86/10, w/w) ve YYPE/MCC/MAP10 (71/15/10, w/w) esaslı kompozit yüzeylerinden elde edildiği belirtilmiştir.

Yaşlandırma etkilerini azaltmak için yapılan çalışmalar

OPK'lerde yaşlandırma koşulları uygulanan ortam şartlarına bağlı olarak (UV radyasyonu ve nem) plastiğin degradasyonunun yanı sıra odun bileşenlerinin de bozunmasına neden olmaktadır. Günümüzde odun plastikler üzerine yapılan çalışmaların izlediği başlıca stratejiler;

1. Odun-plastik etkileşimini iyileştirmek için uyumsuzluk gidericilerin kullanımı,
2. Biyolojik degradasyonun önlenmesi amacıyla biyositlerin kullanımı,
3. Yaşlandırma direncini geliştirecek UV stabilizatörlerinin ve antioksidantların ilave edilmesi

kapsamaktadır (Wei ve ark., 2013).

Polimer matriksine doğal lif eklenerek üretilen OPK malzemeleri doğal lif katkı oranına bağlı olarak biyomalzemeler gibi davranış sergilemektedir. Özellikle doğal lif ve matriks arasında yeterli arayüz sağlanmadığında oluşan doğal lif kümelenmeleri OPK'yi dış hava koşullarına karşı daha fazla savunmasız hale getirmektedir. Bu nedenle dış hava koşullarına dayanıklı hale getirilmelidir. OPK üretiminde hidrofob karakterdeki polimer ile hidrofilik yapılı odun arasında uyumsuzluğu engellemek, fiziksel ve mekanik iyileştirmek amacıyla uyumsuzluk giderici ve dolgu maddeleri ilave edilmektedir. OPK üretiminde pigmentler ve UV koruyucular düşük oranlarda ilave edildiğinde nihai ürün yüzeyindeki lekeler ve mikro çatlaklar sebebiyle meydana gelen eskimenin azaltıldığı belirtilmiştir (Martins ve ark., 2017).

4. Sonuçlar

Yapılan literatür çalışmaları sonucunda doğal ve yapay yaşlandırma işlemlerinin OPK özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler şu şekilde belirtilebilir;

1. Doğal ve yapay yaşlandırma işlemleri OPK'lerin mekanik özelliklerinde azalmaya sebep olmaktadır.
2. UV yaşlandırma sonrasında kompozit yüzeyinde aşınma ve kılcal boşluklar meydana geldiği, polimerlerde de yüzey tabakasında çatlakların oluştuğu gözlemlenmektedir.
3. OPK'lerde renk solması sorununu çözmek için kullanılan pigmentler, antioksidantlar ve ışık stabilizörlerinin renk solmasını geciktirici etkisi olduğu belirtilmekle birlikte bu kimyasalların mevcudiyetine rağmen fotodegradasyonun devam ettiği de belirtilmektedir.

Sonuç olarak; OPK'lerin kullanım ömrünü uzatmak ve performans özelliklerinin korunarak iyileştirilmesi amacıyla iç-dış hava koşullarının zararlı etkilerini azaltmaya yönelik daha fazla araştırma yapılması bu konunun daha da açıklığa kavuşturulması açısından önem arz etmektedir.

5. Kaynaklar

Alsan, M., 2016. Isıl İşlem Görmüş Odunun Polipropilen Kompozitlerin Özellikleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Arpacı, Ş.S., Tomak, D.E., 2020. Yaşlandırma Testlerinin Ahşap Malzemenin Özelliklerine Etkisi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22 (2): 654-673.

doi: 10.24011/barofd.658875.

Badji, C., Soccalingame, L., Garay, H., Bergeret, A., Benezet, J-C., 2017. Influence of weathering on visual and surface aspect of wood plastic composites: Correlation approach with mechanical properties and microstructure, *Polymer Degradation and Stability*. doi10.1016/j.polymdegradstab.2017.01.010.

Çakıcıer, N., 2007. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemi Katmanlarında Yaşlanma Sonucu Belirlenen Değişiklikler, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Cavdar, D. A., Torun, B.T., Tomak, D. E., Arpacı, S.S., 2021. Accelerated weathering resistance of high-density polyethylene composites reinforced with microcrystalline cellulose and fire retardants. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.102282>.

Çetin, N. S., Özmen, N., Narlıoğlu, N., Çavuş, V., 2014. Odun Plastik Kompozit Üretiminde Odununu yerine Meşe kabuğu ununun değerlendirilmesi. III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş.

Djeddaoui, N., Boukezzi, L., Bessissa, L., 2019. Aging and Degradation of Organic Solar Cells Using QUV Accelerated Weathering Tester. *Transactions on Electrical and Electronic Materials*, 20, 189–197.

Eshraghi, A., Khademiaslam, H., Ghasemi, I., and Talaiepoor, M., 2013. Effect of weathering on the properties of hybrid composite based on polyethylene, wood flour, and nanoclay. *BioResources*, 8(1), 201-210.

Howard, J.B., Gilroy, H.M., 1968. Natural and artificial weathering of polyethylene plastics, Bell telephone laboratories Incorporated, Murray Hill, New Jersey 1968.

Karakuş K., 2008. Üniversitemizdeki Polietilen ve Polipropilen atıkların Polimer Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş.

Karakuş, K., Mengeloğlu, F., 2015. Odun Plastik Kompozitlerin Üretilmesinde Tarımsal Atıkların Değerlendirilmesi, 3. Ulusal Mobilya Kongresi Selçuk- Teknik Dergisi, Özel Sayı-1 (Umk-2015).

Matuana, L.M., Kamdem, D.P., 2002. Accelerated ultraviolet weathering of PVC/wood-flour composites. *Polymer Engineering and Sci.* 42(8), 1657–1666.

- Martins, G., Antunes, F., Mateusi A., Maça, C., 2017. Optimization of a Wood Plastic Composite for Architectural Applications, *Procedia Manufacturing*, 12, 203-22.
- Mengeloglu, F., Cavuş, V., 2021. Long Term Natural Weathering of PP Based WPCs: The Effect of TiO₂ on Selected Color, Physical, Mechanical, Morphological and Chemical Properties Wood Polymer Composites, *Composites Science and Technology*, https://doi.org/10.1007/978-981-16-1606-8_11
- Peng, Y., Liu, R., Cao, J., 2015. Characterization of Surface Chemistry and Crystallization Behaviour of Polypropylene Composites Reinforced with Wood Flour, Cellulose, and Lignin During Accelerated Weathering, *Applied Surface Science*, 332, 253-259
- Rowell, R.M., Lange, S.E., and Jacobson, R.E., 2000. Weathering performance of plant-fiber/thermoplastic composites. *Mol. Cryst. and Liq. Cryst.* 353, 85–94.
- Rånby, B., Rabek, J.F., 1975. Photodegradation, Photo-Oxidation and Photostabilization of Polymers: Principles and Applications, London: Wiley.
- Stark, N.M., Matuana, L.M., 2002. Photostabilization of wood flour filled HDPE composites. Annual Technical Conference, *Society of Plastics Engineers*, 60(2), 2209–2213.
- Stark, N.M., Matuana, L.M., Clemons, C.M., 2004. Effect of processing method on surface and 565 weathering characteristics of wood–flour/HDPE composites. *Journal of Applied Polymer Science* 93(3):1021–566 1030
- Stark, N.M., Matuana, L.M., 2007. Characterization of weathered wood plastic composite surfaces using FTIR spectroscopy, contact angle, and XPS, *Polymer Degradation and Stability* 92 1883e1890.
- Soccalingame, L., Perrin, D., Bénézet, J.-C., Mani, S., Coiffier, F., Richaud, E., Bergeret, A., 2015. Re-processing of Artificial UV-Weathered Wood Flour Reinforced Polypropylene Composites, *Polymer Degradation and Stability*, 120, 313-327.
- Teace, C.A., Roşu, D., Bodirlau, R. Roşu, L., 2013. Structural Changes in Wood under Artificial UV Light Irradiation Determined by FTIR Spectroscopy and Color Measurement-A Brief Review, *Bio-Resources* 8(1), 1478-1507.
- Temiz, A., Yıldız, Ü.C., Kırıcı, H., Gezer, E.D., Yıldız, S., 2004. Odun fotodegradasyonu. *AÇÜ Orman Fakültesi Dergisi* 3-4: 145-156
- Torun, B.S., Tomak, D.E., Cavdar, D.A., Mengeloglu, F., 2021. Characterization of weathered MCC/nutshell reinforced composites. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107290>
- Turan, K., Erkek, B., 2019. Termal Yaşlandırılmış Kompozit Levhaların Burkulma Davranışlarının Araştırılması *DÜMF Mühendislik Dergisi* 10:2: 655-661
- Turku, I., Karki, T., 2016. Accelerated Weathering of Fire-Retarded Wood-Polypropylene Composites, *Composites:Part A*, 81, 305-312.
- Verdnam, A., Kumar, S., Chaturvadi, S., 2019. Experimental study on mechanical behavior, biodegradability, and resistance of wood-plastic composites. doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107282
- Yıldız, S., Dizman Tomak, E., Yıldız, Ü.C., Ustaomer, D., 2013. Yapay yaşlandırmanın ısıl işlem görmüş ahşabın özellikleri üzerine etkisi, *Polymer Degradation Stability*, 98, 1419–1427, <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2013.05.004>
- Wei, L., McDonald, A.G., Freitag, C., Morrell, J.J., 2013. Effects of Wood Fiber Esterification on Properties, Weatherability and Biodurability of Wood Plastic Composites, *Polymer Degradation and Stability*, 98, 1348-1361.