

Atf İçin: Taşdemir, M. (2024). Deniz Yosunu (Ecklonia Maxima) Katkılı Polipropilen Kompozitinin Mekanik, Tribolojik ve Mikroyapısal Özelliklerinin İncelenmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 403-411.

To Cite: Taşdemir, M. (2024). Investigation of Mechanical, Tribological and Microstructural Properties of Seaweed (Ecklonia Maxima) Added Polypropylene Composite. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(1), 403-411.

Deniz Yosunu (Ecklonia Maxima) Katkılı Polipropilen Kompozitinin Mekanik, Tribolojik ve Mikroyapısal Özelliklerinin İncelenmesi

Münir TAŞDEMİR*

Öne Çıkanlar:

- Polimer Kompozit
- Fiziksel Özellikler
- Deniz yosunu

Anahtar Kelimeler:

- Polipropilen
- Bio kompozit
- Deniz yosunu
- Ecklonia maxima
- Aşınma
- Sürtünme

ÖZET:

Bu çalışmada, polipropilen içerisine değişik oranlarda deniz yosunu (ecklonia maxima) tozları katılarak biopolimer kompozitleri üretilmiştir. Dolayısıyla deniz yosunu tozlarının polipropilene eklenmesi ile bazı mekanik ve fiziksel özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Yosun tozları polipropilen içerisine % 10, 20 ve 30 oranlarında katılarak çift vidalı ekstruderde karıştırılmış ve granül halinde üretilmiştir. Ayrıca biokompozit içerisine uyumlaştırıcı olarak maleik anhidrit aşılı polipropilen %5 oranında (MAPP) eklenmiş ve etkisi incelenmiştir. Ekstrüzyon makinesinde elde edilen granüller kurutulmuş ve enjeksiyon makinesinde standartlara uygun şekilde test numuneleri basılmıştır. Elde edilen biopolimer kompozitinin yoğunluk, su emme oranı, aşınma oranı, statik-dinamik sürtünme katsayısı ve morfolojik yapısı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yosun ilavesinin artışıyla yoğunluk ve sürtünme katsayısı değerlerinde düşüş buna karşılık su emme oranı ve aşınma oranı değerlerinde ise artış tespit edilmiştir. Çekilen mikroyapı fotoğraflarından maleik anhidrit ilavesi ile adhezyonunun da olduğu belirlenmiştir.

Investigation of Mechanical, Tribological and Microstructural Properties of Seaweed (Ecklonia Maxima) Added Polypropylene Composite

Highlights:

- Polymer Composite
- Physical properties
- Sea weed

Keywords:

- Polypropylene
- Bio composites
- Sea weed
- Ecklonia maxima
- Wear
- Friction

ABSTRACT:

In this study, polymer biocomposites were produced by adding seaweed powders (ecklonia maxima) in different proportions into polypropylene. Therefore, the changes in some mechanical and physical properties of seaweed powders with the addition of polypropylene were investigated. Seaweed powders were added to polypropylene at the rates of 10, 20 and 30%, mixed in a twin screw extruder and produced as granules. In addition, maleic anhydride grafted polypropylene (MAPP) at the rates of 5% was added to the biocomposite as a compatibilizer and its effect was investigated. The granules obtained in the extruder were dried and the test samples were moulded in the injection machine in accordance with the standards. Density, water absorption rate, wear rate, static-dynamic friction coefficient and morphological structure of the obtained biopolymer composite were investigated. According to the results obtained, with the increase in seaweed addition, a decrease in density and friction coefficient values was detected, while an increase in water absorption rate and wear rate values was detected. From the microstructure photographs taken, it was determined that there was adhesion with the addition of maleic anhydride.

Münir TAŞDEMİR ([Orcid ID: 0000-0001-8635-7251](https://orcid.org/0000-0001-8635-7251)), Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Müh. Böl. İstanbul, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Münir TAŞDEMİR, e-mail: munir@marmara.edu.tr

GİRİŞ

Doğal lignoselülozik lifler yenilenebilir, tamamen veya kısmen geri dönüştürülebilir ve biyolojik olarak parçalanabilir malzemelerdir. Son yıllarda keten, pamuk, yosun, kenevir veya ağaç lifi gibi selülozik malzemeler polimerlerde biyodolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu tür kompozit malzemelerin kullanım sonrasında imha edilmesi gerekmektedir. Bu durum doğal, sürdürülebilir, biyolojik olarak parçalanabilen ve yenilenebilir kaynakların kullanımına olan talebi arttırdı (Joshi ve ark., 2004; Bodors ve ark., 2007; Mydul ve ark., 2007; Gomes ve ark., 2007; Sui ve ark., 2009).

Polipropilen üstün mekanik, kimyasal ve kalıplama özelliklerine sahip olması sebebiyle endüstride birçok uygulamada kullanılan bir termoplastik malzemedir. Doğal elyaflı kompozitler, bir matris ve bir takviyeden oluşan, elyafların doğal olduğu, yani esas olarak selülozdan oluşan malzemelerdir. Kenevir, jüt, keten, sisal, muz, algler, mısır kabuğu vb. bu doğal liflerden bazılarıdır (Hatta ve ark., 2008; Ndazi ve ark., 2008, Shahril ve ark., 2008).

Literatürde çok farklı polimer/doğal elyaf biyokompozitleri çalışılmış ve maleik anhidrit aşılı polipropilen veya farklı uyumlaştırıcılar kullanılarak polimer/dolgu arasındaki adhezyonun artırılması sağlanmıştır (Sreekumar ve ark., 2008; Silva ve ark., 2009; Shigha ve ark., 2009; Ayrılmış ve ark., 2017; Gümüş ve ark., 2019; Gümüş ve ark., 2022).

Örneğin Lixing Luan ve arkadaşları (2010) yapmış oldukları bir çalışmada polipropilen (PP) içerisine dolgu maddesi olarak %20-40 oranları arasında deniz yosunu (*ascophyllum nodosum*, Shetland adası/İngiltere) eklemiştir. Matris ve deniz yosunu arasındaki uyumluluğu artırmak için de uyumlaştırıcı olarak %2.5 oranında maleik anhidrit aşılı polipropilen (MAPP) katmışlardır. Çalışma sonucunda PP/yosun/MAPP polimer kompozitinin mekanik özellikleri, kristalleşme davranışları ve dinamik-mekanik performansları incelenmiştir. Örneğin polipropilene eklenen yosun oranının artmasıyla elastiklik modül değerinin saf polipropilende 1500 MPa'dan %40 yosun ilavesinde 1900 MPa'ya çıktığını belirlemiştir. Buna karşılık saf polipropilenin çekme mukavemeti değeri 22 MPa iken %40 yosun ilavesinde bu değer 17 MPa'ya düştüğünü rapor etmişlerdir.

Bir başka çalışmada N Jaya Chitra (2012) Keelakarai/Hindistan bölgesinden topladıkları deniz yosununu %10, 20 ve 30 oranlarında polipropilen içerisine katarak bir polimer kompoziti elde etmişlerdir. Polipropilen içerisindeki yosun oranının artmasıyla çekme mukavemeti ve kopma uzama değerlerinin düştüğünü buna karşılık elastiklik modül değerinin %10 ve 20 yosun ilaveli grupta attığını fakat oranın %30'a çıkmasıyla düştüğünü belirlemiştir.

Lignoselülozik biyokompozitlerin ısıl özellikleri de büyük önem taşımaktadır. Literatürde doğal lifler sayesinde polimer matrisin kristalliğinin önemli ölçüde arttırdığı rapor edilmiştir (Karupiah ve ark., 2008; Bruck ve ark., 2010; Zhenhua ve ark., 2012; Taşdemir ve ark., 2014; Taşdemir ve ark., 2015; Taşdemir ve ark., 2016; Taşdemir ve ark., 2019).

Bu çalışmada, polipropilen içerisine değişik oranlarda deniz yosunu tozları (*Ecklonia Maxima*-Cape Town/Güney Afrika) katılarak polimer kompozitleri üretilmiş ve bu yosun tozlarının polipropilene eklenmesi ile bazı mekanik, tribolojik ve mikroyapısal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

Yosun tozları polipropilen içerisine % 10, 20 ve 30 oranlarında katılarak çift vidalı ekstruderde harmanlanmış ve granül halinde üretilmiştir. Daha sonra bu granüller kurutulmuş ve enjeksiyon makinesinde standartlara uygun şekilde test numuneleri basılmıştır. Elde edilen polimer kompozitinin yoğunluk, su emme oranı, aşınma oranı, statik-dinamik sürtünme katsayısı ve morfolojik yapısı incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bu deneysel çalışmada yedi farklı ürün grubu hazırlanmıştır. Polipropilen/yosun/maleik anhidrit aşılı polipropilen (PP/yosun/MAPP) polimer kompozitine ait karışım oranları Tablo 1’de verilmiştir. Bu çalışmada Lyondell Basell’in Moblen EP 3307 koduyla ürettiği polipropilen kullanılmıştır. PP’nin yoğunluğu 0.9080 g/cm^3 , erime akış indeksi değeri 15 g/10 dak ($230 \text{ }^\circ\text{C}$, 2.16 kg) ve ısıl çarpılma sıcaklığı değeri ise $95.0 \text{ }^\circ\text{C}$ ’dir (0.45 MPa).

Literatürde *Ecklonia maxima* olarak adlandırılan deniz yosunu Cape Town/Güney Afrika sahillerinden toplanmıştır. Ticari ismi Bondyram 1001 CN olan MAPP, Polyram Plastic Industries LTD şirketinin ürettiği üründür. Yoğunluğu 0.90 g/cm^3 , MFI değeri 100 g/10 dak ($190 \text{ }^\circ\text{C}$ - 2.16 kg) ve erime sıcaklığı ise 160°C ’dir.

Çizelge 1. PP/yosun/MAPP polimer kompozitinin karışım oranları

Gruplar	PP (%)	Yosun (%)	MAPP (%)
1	100	-	-
2	90	10	-
3	80	20	-
4	70	30	-
5	85	10	5
6	75	20	5
7	65	30	5

Numune Hazırlama

Öncelikle deniz yosunları üzerlerindeki kir ve kumlardan arındırılması için su ile yıkanmıştır. Yıkanan yosun klasik kurutma fırınında 105°C de 24 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutulan yosun parçaları çekiç ile kırılarak kaba taneli şekle getirilmiştir. Daha sonra bu kırılmış parçalar Siemens marka öğütücüde öğütülerek partikül boyutları $30\text{-}250 \text{ }\mu\text{m}$ aralığına indirilmiştir. Aşağıda Şekil 1’de yosunun toz formuna getirilme aşamaları verilmiştir. Toz haline getirilmiş yosun polipropilen matris ile karıştırılmadan önce Yamato ADP-31 model (Yamato/VWR Scientific Products, Japan) etüvde $105 \text{ }^\circ\text{C}$ ’de 12 saat boyunca kurutulmuştur.



Şekil 1. Yosunun toz formuna getirilmesi

Daha sonra tüm malzemeler ekstrüzyon öncesinde LB-5601 model mekanik karıştırıcıda (The Patterson-Kelley Co., Inc. USA) 20 dakika süresince karıştırılmıştır. Mekanik karışım sonrasında

değişik oranlardaki PP/yosun/MAPP polimer kompozitinin eriyik karışımları 190-225 °C’de, 17 bar basınç altında ve 28 dev/dak dönme hızında aynı yönde dönen Mikrosan marka çift vidalı ekstrüzyon makinesinde yapılmıştır (Mikrosan Makine ve Kalıp San. A.Ş. Kocaeli/Türkiye). Vidanın boy/çap oranı (L/D) 30 olup vida çapı (Ø) 25 mm’dir.

Ekstrüzyon sonrasında tüm gruplar 105 °C’de 24 saat boyunca tekrar kurutulmuştur. Kurutma sonrasında tüm grupların standartlara uygun test numuneleri enjeksiyon makinesinde basılmıştır. Bu işlemde enjeksiyon sıcaklığı 190-225 °C ve enjeksiyon basıncı ise 100-120 bar’dır.

Mekanik ve Fiziksel Testler

Yoğunluk testi ISO 2781 test standardına göre üç adet numune ortalamaları verilerek yapıldı. Su emme testi ise ISO 62 göre on adet numune ortalaması verilerek yapıldı. Su emme test numuneleri bir gün boyunca 23±2 °C’lik suda bekletildi. Daha sonra üzerindeki su kuru bir bez ile silinerek 0.0001 g hassasiyetli terazide tartıldı.

Tribolojik Testler

Sürtünme katsayısı belirleme testi ISO 8295 standardına göre Devotrans marka test cihazı ile yapılmıştır. Her gruptan 3 adet test yapılmış ve ortalamaları verilmiştir. Alt test numune boyutu 80x200x4 mm ve üst kaydırma numune boyutu ise 63x63x4 mm’dir. Sürtünme hızı 100 mm/dak olarak seçilmiştir. Numune üzerine uygulanan yükler ise sırasıyla 1.96 – 2.94 – 3.92 – 4.9 ve 6.86 Newton’dur. Statik ve dinamik sürtünme katsayısının belirlenmesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

$$\mu_s = F_s / F_p \quad (1)$$

$$\mu_d = F_d / F_p \quad (2)$$

Bu formülde μ_s : Statik sürtünme katsayısı, μ_d : Dinamik sürtünme katsayısı, F_s : Newton cinsinden maksimum statik sürtünme kuvveti, F_d : Dinamik sürtünme kuvveti ve F_p : Newton cinsinden kızıağın kütlesi tarafından uygulanan normal kuvvettir (ISO 8295:1995 E).

Aşınma Testi

Aşınma testi DIN 53516 standardına göre Devotrans DA5 (Devotrans Kalite Kontrol Test Cihazları A.Ş. İstanbul-Türkiye) cihazı ile yapılmıştır. Her gruptan 3 adet test yapılmış ve ortalamaları verilmiştir. Burada kullanılan numunenin kalınlığı 7.0 mm ve çapı ise 15.5 mm’dir. Aşınma cihazında tamburun dönme hızı 40 dev/dak ve numune üzerine uygulanan yük ise (F_N) 10N’dur. Aşındırma mesafesi ise (L) 40 m’dir. Aşağıdaki denklem kullanılarak aşınma oranı hesaplanmıştır.

$$W_r = (\Delta m) / \rho \cdot F_N \cdot L \quad (\text{cm}^3/\text{Nm}) \quad (3)$$

Burada Δm : Aşındırma sonrasında ölçülen malzeme kaybı, ρ : Yoğunluk, F_N : Uygulanan yük, L: Aşındırma mesafesidir.

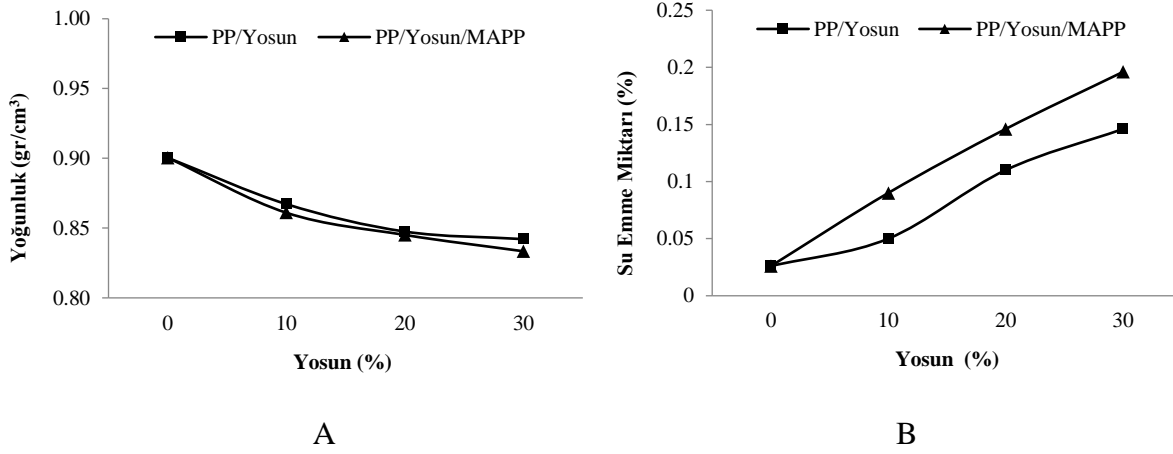
Mikroyapı İncelemesi

Darbe numunelerinden elde edilen kırık yüzeylerden SEM fotoğrafları çekilmiştir. Kırık yüzeyler elektriksel şarja maruz kalmaması diye Polaron SC 7620 marka kaplama cihazı ile yaklaşık 20 Å kalınlığında altın ile kaplanmıştır. SEM fotoğrafları FEI Sirion XL30 FEG marka taramalı elektron mikroskopunda 10-20 kV voltaj altında çekilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 2-A’da *Ecklonia Maxima* yosununun polipropilen matris içerisindeki artışıyla yoğunluk değerlerinin nasıl değiştiği görülmektedir. Yosun oranının artışıyla yoğunluk değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Örneğin, saf polipropilenin yoğunluk değeri 0.9004 g/cm³ iken kompozitin içerisine

%10 yosun eklendiğinde (MAPP siz gruplar) bu değer 0.8672 g/cm³'e, %20 yosun eklendiğinde 0.8475 g/cm³'e ve %30 yosun eklendiğinde ise 0.8421 g/cm³'e düştüğü görülmektedir. Saf polipropilenin yoğunluk değeri %30 yosun ekli grubun değeri ile kıyaslandığında yoğunlukta % 6.47 oranında bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Bu düşüş yosunun yoğunluğunun polipropilenden daha düşük seviyede olmasından kaynaklıdır. Diğer taraftan maleik anhidrit aşıllı polipropilen ekli gruplara baktığımızda, %10-20 ve 30 oranında yosun ekli grupların yoğunluk değerleri sırasıyla 0.861 – 0.8451 ve 0.8334 g/cm³ tür. Burada da yosun oranının artışıyla yoğunluk değerlerinin düştüğü görülmektedir.



Şekil 2. PP/yosun/MAPP polimer kompozitinin yoğunluk ve su emme değerleri

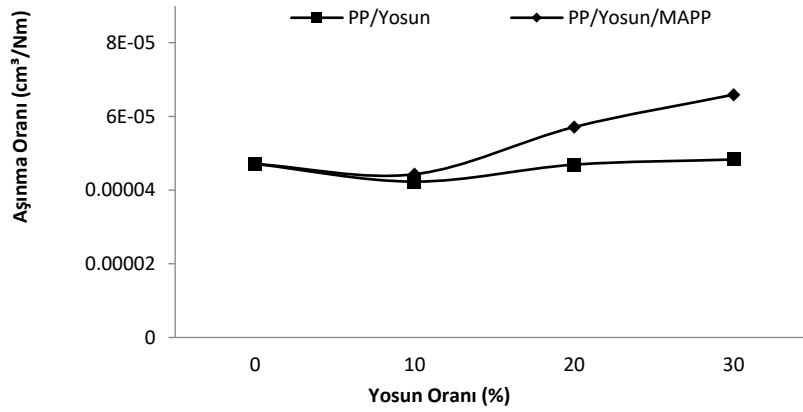
Şekil 2-B'de yosun miktarının polipropilen matris içerisindeki artışıyla su emme miktarlarındaki değerlerinin nasıl değiştiği görülmektedir. Yosun oranının artışıyla su emme değerlerinde artışın olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni deniz yosununun yapısının hidrofilik olması ve polarize bir hidroksil grubu içermesidir. Daha fazla su emerek kompozitin genişmesine neden olur (Abdullah ve ark., 2022). Saf polipropilenin su emme değeri %0.026 iken karışımın içerisine %10 yosun eklendiğinde (MAPP siz gruplar) bu değer % 0.05'e, %20 yosun eklendiğinde % 0.11'e ve %30 yosun eklendiğinde ise bu değer % 0.146'ya çıktığı görülmektedir. Saf polipropilenin su emme değeri, %30 yosun ekli grubun değeri ile kıyaslandığında % 461 oranında bir artışın olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan MAPP ekli gruplara baktığımızda, %10-20 ve 30 oranında yosun ilaveli grupların su emme değerleri sırasıyla % 0.09 – 0.146 ve 0.194 olduğu görülmektedir. Burada da su emme oranı değerlerinde ciddi bir artışın olduğu görülmektedir. Buradaki artış oranı % 653'tür. Ayrılmış ve arkadaşlarının (2017) yapmış oldukları çalışmada da benzer sonuç bulunmuştur. MAPP'li grupların su emme oranları MAPP'siz grupların su emme oranlarından daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi ise hem yosunun hem de MAPP'nin su emme özelliklerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Abdullah ve arkadaşlarının (2022) yapmış oldukları bir çalışmada da polipropilen içerisine kattıkları yosun ile su emme değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir.

PP/yosun/MAPP Polimer Kompozitinin Tribolojik Özellikleri

PP/yosun/MAPP polimer kompozitinin aşınma oranı değerleri Şekil 3'de verilmiştir. *Ecklonia maxima* yosununun polipropilen matris içerisindeki artışıyla aşınma oranı değerinde önce bir miktar düşüş sonrasında ise artış tespit edilmiştir. MAPP'siz gruplara bakıldığında %10 yosun ilaveli grubun aşınma oranı değeri 0.0000423 cm³/Nm, %20 yosun ilaveli grubun aşınma oranı değeri 0.0000469 cm³/Nm ve %30 yosun ilaveli grubun aşınma oranı değeri 0.0000483 cm³/Nm ölçülmüştür. Saf polipropilenin aşınma oranı değeri ise 0.0000471 cm³/Nm olduğu belirlenmiştir. Şekil 3'den de

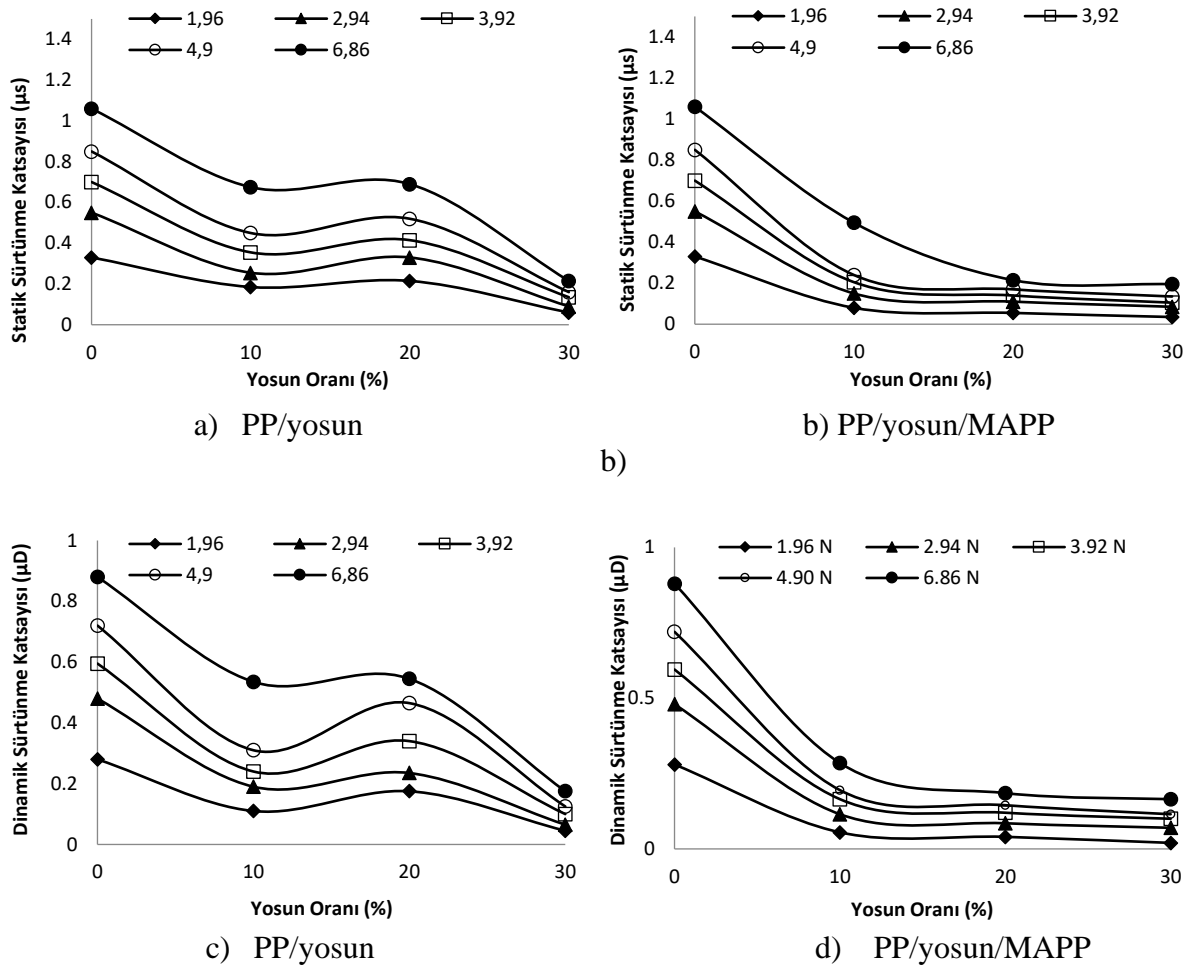
anlaşıldığı gibi %10 yosun ilavesinde aşınma oranı bir miktar düşmüş fakat %20 ve 30 yosun ilaveli gruplarda bu değerde bir miktar artış tespit edilmiştir. Saf polipropilenin aşınma oranı %30 yosun ilaveli grubun değeri ile kıyaslandığında aşınma oranında % 2.5 oranında bir artışın olduğu anlaşılmaktadır. MAPP ilaveli gruplara baktığımızda %10 yosun ilaveli grubun aşınma oranı değeri $0.0000443 \text{ cm}^3/\text{Nm}$, %20 yosun ilaveli grubun aşınma oranı değeri $0.0000571 \text{ cm}^3/\text{Nm}$ ve %30 yosun ilaveli grubun aşınma oranı değeri $0.0000659 \text{ cm}^3/\text{Nm}$ ölçülmüştür. Burada ise yosun ilavesiyle artışın olduğu belirlenmiştir. Yukarıda Şekil 2-A'da görüldüğü gibi yosun ilavesinin artmasıyla yoğunluk değerleri düşmekte idi bu düşüş aşınma oranının artmasına sebebiyet vermektedir.

Saf polipropilenin değeri %30 yosunlu grubun değeri ile kıyaslanırsa aşınma oranında %39,9'luk bir artış olmuştur. Buna ek olarak MAPP ilavesi de aşınma oranını değerini arttırmıştır. Taşdemir (2017)'in yapmış olduğu bir çalışmada da benzer sonuçlar görülmüştür. Taşdemir çalışmasında polipropilen içerisine %40'a kadar ayrı ayrı badem kabuğu ve zeytin çekirdeği tozları katmış ve aşınma oranı değerinin her iki dolgu türünde de arttığını belirlemiştir.



Şekil 3. PP/yosun/MAPP polimer kompozitinin aşınma oranı değerleri

PP/yosun/MAPP polimer kompozitinin sürtünme katsayısı değerleri Şekil 4'de verilmiştir. Sürtünme hızı 100 mm/dak olarak seçilmiş ve numune üzerine uygulanan yükler ise sırasıyla 1.96 – 2.94 – 3.92 – 4.9 ve 6.86 Newton olarak uygulanmıştır. Şekilden de anlaşılacağı gibi yosun oranı ve uygulanan yük miktarı kompozitin hem dinamik hem de statik sürtünme katsayısı değerlerini oldukça etkilemiştir. Yosun oranı arttıkça hem dinamik hem de statik sürtünme katsayısı değerlerinde düşme tespit edilmiştir. Bu düşüşün sebebi yosun oranının artmasıyla yosun partiküllerinin kaymayı engellemesinden kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan uygulanan yük miktarının artmasıyla hem dinamik hem de statik sürtünme katsayısı değerlerinde artış tespit edilmiştir. Tribolojide yükün artmasıyla sürtünme katsayısı değerinin de arttığı bilinen bir konudur. Çünkü yük arttığında tepki kuvveti artar ve kayma zorlaşır dolayısıyla sürtünme katsayısı değerleri de artar.

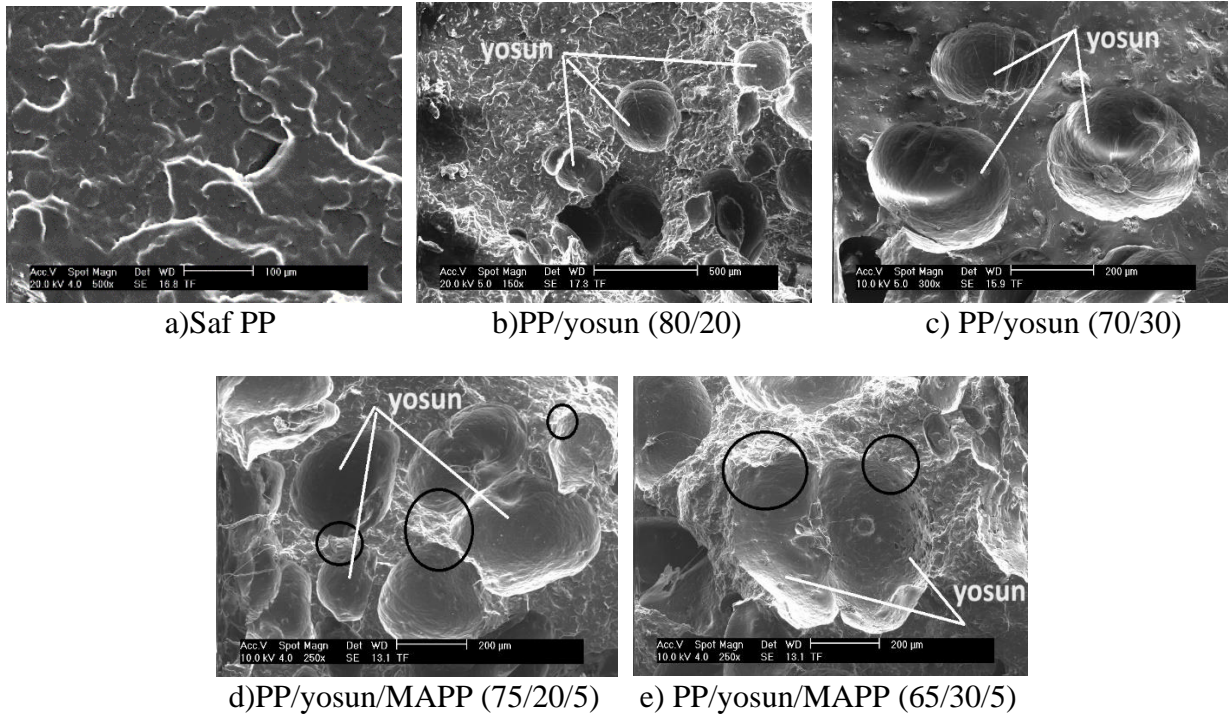


Şekil 4. PP/yosun/MAPP polimer kompozitinin sürtünme katsayısı değerleri

PP/yosun/MAPP Polimer Kompozitinin Mikroyapı Özellikleri

Polipropilen matris içerisinde yosun partiküllerinin nasıl dağıldığı SEM mikroyapı analizleri sonucu çekilen fotoğraflardan anlaşılmaktadır. Aşağıda Şekil 5'te bu polimer kompozitine ait mikroyapı fotoğrafları verilmiş olup matris ve yosun partikülleri net bir şekilde görülmektedir. Darbe çubuklarının kırık yüzeylerinden çekilen fotoğraflardan yosun partiküllerinin matris içerisinde homojen olarak dağıldıkları anlaşılmaktadır. Şekil 5 d-e incelendiğinde daire içerisinde alınan kısımlarda MAPP ilavesi ile yosun partiküllerinin matrise yapıştığı görülmektedir.

Luan ve arkadaşları (2010) yapmış oldukları çalışmada polipropilen ve deniz yosunu (*ascophyllum nodosum*) arasındaki uyumluluğu sağlamak için %2.5 oranında MAPP kullanmışlar ve yapışmanın arttığını çalışmalarında rapor etmişlerdir. Ayrılmış ve arkadaşlarının (2017) yapmış oldukları çalışmada da polipropilen içerisine kattıkları selülozik bazlı partikülleri MAPP ile matrise bağlamışlardır.



Şekil 5. PP/yosun/MAPP polimer kompozitinin SEM fotoğrafları

SONUÇ

Bu deneysel çalışmada Cape Point (Cape Town) sahilinden toplanan ecklonia maxima türü deniz yosunu toz haline getirilerek polipropilen matris içerisine katılıp bir polimer kompoziti elde edilmiştir. Buradaki amaç atık olan bu ecklonia maxima deniz yosununun değerlendirilmesidir. Bu kapsamda değişik oranlardaki bu tozlar PP içerisine değişik oranlarda katılmış ve bazı mekanik ve fiziksel özelliklerdeki değişimler tespit edilmiştir. Bunların dışında mikroyapı analizleri ile de tozların matris içerisindeki dağılımları belirlenmiştir. Yapılan testler sonucunda matris içerisindeki yosun oranının artmasıyla su emme miktarı ve aşınma oranı değerlerinde artış buna karşılık yoğunluk ve sürtünme katsayısı değerlerinde ise düşüş tespit edilmiştir. Sürtünme katsayısı belirleme testinde yükün artışıyla statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerlerinde artış olmuştur. Diğer taraftan kompozitin içerisine MAPP ilavesi ile su emme oranının ve aşınma oranının arttığı tespit edilmiştir. MAPP'nin ilavesi ile yoğunluk değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Mikroyapı analizleri sonucunda yosun partiküllerinin matris içerisinde homojen olarak dağıldığı belirlenmiştir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abdullah, N.S.E., Salim, N., & Roslan, R. (2022). Properties of seaweed fiber reinforced polypropylene composite: effect of alkaline treatment. *Macromol. Symp.*, 402 (1), 1-4.
- Ayrılmış, N., Taşdemir, M., & Akbulut, T. (2017). Water absorption and mechanical performance of PP/HIPS hybrid composites filled with wood flour. *Polymer Composites*, 38(5), 863-869.
- Bodors, E. & Baley, C. (2008). Study of the tensile properties of stinging nettle fibres (*Urtica dioica*). *Materials Letters*, 62(14), 2143-2145.
- Bruck, A.L., Karuppiah, K.S.K., Sundararajan, S., Wang, J., & Lin, Z. (2010). Friction and wear behavior of ultrahigh molecular weight polyethylene as a function of crystallinity in the presence of the phospholipid dipalmitoyl phosphatidylcholine. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.*, 3B(2), 351-358.

- Gomes, A., Matsuo, T., Goda, K., & Ohgi, J. (2007). Development and effect of alkali treatment on tensile properties of curaua fiber green composites. *Compos Part A*, 38(8), 1811-1820.
- Gümüş B.E., Yağcı Ö., & Taşdemir, M. (2022). High-density polyethylene/artichoke leaf powder polymer composites: dynamic mechanical, morphological and thermal properties. *Iranian Polymer Journal*, 31, 787-797.
- Gümüş B.E., Yağcı, Ö., Erdogan, C.D., & Taşdemir, M. (2019). Dynamical mechanical properties of polypropylene composites filled with olive pit particles. *Journal of Testing and Evaluation*, 47(4).
- Hatta, N., & Akmar, N. (2008). Mechanical properties of polystyrene/polypropylene reinforced coconut and jute fibers. *CUTSE International Conference*, November, Malaysia.
- ISO 8295:1995(E) test standard: Plastics-film and sheeting-determination of the coefficients of friction.
- Joshi, S.V., Drzal, L.T., Mohanty, A.K., & Arora, S. (2004). Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites? *Compos Part A*, 35(3), 371-376.
- Karuppiah, K.S., Bruck, A.L., Sundararajan, S., Wang, J., Lin, Z., Xu, Z.H., & Li, X. (2008). Friction and wear behavior of ultra-high molecular weight polyethylene as a function of polymer crystallinity. *Acta Biomaterialia*, 4(5), 1401-1410.
- Luan, L., Wu, W., Wagner, M.H., & Mueller, M. (2010). Seaweed as novel biofiller in polypropylene composites. *Journal of Applied polymer science*, 118(2), 997-1005.
- Mustapa, M.S.E., Hassan A., & Rahmat, A.R. (2005). Preliminary study on the mechanical properties of polypropylene rice husk composites. *Symposium polimer Kebangsaan Ke-V.*, Ogos, 23-24.
- Mydul, M. A., Toufiq, A., Monimul, H., Gafur, M.A., & Hamudul Kabir, A.N.M. (2008). Mechanical properties of natural fiber containing polymer composites. *Polym Plast Technol Eng*, 48(1), 110-113.
- Ndazi, B.S., Nyahumwa, C., & Tesha, J. (2007). Chemical and thermal stability of rice husks against alkali treatment. *BioResources*, 3(4), 1267-1277.
- Shigha, A.S & Thakur, V.K. (2009). Mechanical, thermal and morphological properties of grewia optiva fiber/polymer matrix composites. *Polym Plast Technol Eng*, 48(2), 201-208.
- Sipinace, M.A.S., Fermoseli, K.K.G, & Paoli, M.A.D. (2009). Recycled polypropylene reinforced with curaua fibers by extrusion. *J. Appl Polym Sci*, 112(6), 3686-3694.
- Sreekumar, P.A., Albert, P., Unnikrishnan, G. Joseph, K., & Thomas, S. (2008). Mechanical and water sorption studies of ecofriendly banana fiber-reinforced polyester composites fabricated by RTM. *J Appl Polym Sci*, 109(3), 1547-1555.
- Sui, G., Fuqua, M.A., Ulven, C.A., & Zhong, W.H. (2009). A plant fiber reinforced polymer composite prepared by a twin-screw extruder. *Bioresource Technol*, 100(3) 1246-1251.
- Taşdemir, M. (2017). Effects of olive pit and almond shell powder on polypropylene. *Key Engineering Materials*, 733, 65-68.
- Taşdemir, M. (2019). Mechanical properties of polypropylene biocomposites with sea weeds, *Nanomaterials science & engineering*, 1(1), pp 22-29.
- Taşdemir, M. & Ersoy, S. (2014). Friction and wear performance of HDPE/talc calcium carbonate polymer composites against sliding distance and applied load. *Romanian journal of materials*, 3(44), 257-264.
- Taşdemir, M. & Miskioglu, İ. (2016). Friction and wear behaviors of HIPS/SBS polymer blends. *Int. J. of Mat. And Manufacturing*, 4(2), 95-99.
- Taşdemir, M., & Yerleşen, U. (2015). Study on the friction and wear behaviors of modified HDPE/glass spheres composites. *Romanian journal of materials*, 45(1), 59-66.
- Vasanthakumari, R. (2012). Studies on polypropylene bio composite with sea weeds, *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 3(3), 1165-1170.
- Zhenhua, L. & Yunxuan, L. (2012). Mechanical and tribological behaviour of UHMWPE/HDPE blends reinforced with SBS. *Poly. Plast. Tech. and Eng.*, 51(7), 750-753.