

**Atf İçin:** Taşdemir M, Şen E G, 2022. Cam Elyaf Oranının Polipropilen Üzüm Sapı Çeltik Polimer Kompozitinin Fiziksel Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 12(2): 890-898.

**To Cite:** Taşdemir M, Şen E G, 2022. Investigation of The Effect of Waste Glass Fiber Ratio on The Physical Properties of Polypropylene/Grape Stalk-Rice Husk Polymer Composite. Journal of the Institute of Science and Technology, 12(2): 890-898.

## Atık Cam Elyaf Oranının Polipropilen/Üzüm Sapı-Çeltik Polimer Kompozitinin Fiziksel Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi

Münir TAŞDEMİR<sup>\*1</sup>, Elif Gülcan ŞEN<sup>2</sup>

**ÖZET:** Bu deneysel çalışmada; polipropilen (PP) üzüm sapı ve çeltik karışımlarının özelliklerinin atık cam elyaf ilavesi ile geliştirilmesi üzerine çalışılmıştır. Atık olan üzüm sapı ve çeltiğin yeniden kullanılabilir bir malzeme olma potansiyeli diğer merak edilen bir konuyu oluşturmuştur. Polipropilen üzüm sapı ve çeltik çift vidalı ekstrüderde homojen bir karışım sağlamak için karıştırılmıştır. PP içerisine %20 oranında üzüm sapı-çeltik katılmıştır. Atık cam elyaf ise %10-15 ve 20 oranlarında katılmıştır. Daha sonra enjeksiyon makinesinde test numuneleri basılmıştır. Kalıplanan numunelere; ergime akış indeksi, nem emme, ısıl çarpılma sıcaklığı, vicat yumuşama sıcaklığı, aşınma oranı, statik ve dinamik sürtünme katsayısı ve taramalı elektron mikroskopisi (SEM) testleri yapılmıştır. Testlerin sonuçları incelenerek üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf miktarının PP üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Yapılan testlerin sonuçlarına göre, matris içerisinde üzüm sapı-çeltik karışımı ve atık cam elyaf oranlarının artmasıyla; ergime akış indeksi, nem emme ve sürtünme katsayısı değerlerinin düştüğü buna karşılık ısıl çarpılma sıcaklığı, vicat yumuşama sıcaklığı ve aşınma oranı değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Polipropilen, üzüm sapı, pirinç kabuğu, fiziksel özellikler, polimer kompozit

## Investigation of the Effect of Waste Glass Fiber Ratio on the Physical Properties of Polypropylene/Grape Stalk-Rice Husk Polymer Composite

**ABSTRACT:** In this experimental research; It has been studied to improve the properties of polypropylene (PP) grape stem and rice husk mixtures by adding waste glass fiber. The potential of waste grape stem and rice husk to be a reusable material has created another curious subject. Grape stalk-rice husk was added to the PP at the rate of 20%. Glass fiber was added at 10-15% and 20% rates. Then, test samples were molded on the injection machine. Molded samples; melt flow index, moisture absorption, thermal distortion temperature, vicat softening temperature, wear rate, static and dynamic friction coefficient and scanning electron microscopy (SEM) tests were carried out. By examining the results of the tests, the effects of grape stalk-rice husk and glass fiber amount on PP were determined. According to the results of the tests, with the increase of grape stalk-rice husk mixture and glass fiber ratios in the matrix; It was determined that the melt flow index, moisture absorption and friction coefficient values decreased, while the thermal distortion temperature, vicat softening temperature and wear rate values increased.

**Keywords:** Polypropylene, grape stalk, rice husk, physical properties, polymer composite

<sup>1</sup>Münir TAŞDEMİR ([Orcid ID: 0000-0001-8635-7251](https://orcid.org/0000-0001-8635-7251)), Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 34722, Türkiye

<sup>2</sup> Elif Gülcan ŞEN ([Orcid ID: 0000-0002-9618-9025](https://orcid.org/0000-0002-9618-9025)), Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 34722, Türkiye

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

Bu çalışma Elif Gülcan ŞEN'nin Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

## GİRİŞ

Atık miktarının azaltılması daha temiz ve yaşanabilir bir çevre için gereklidir. Bunu sağlamanın yollarından birisi atık oluşumunun azaltılması temeline dayanmaktadır. Doğal kaynakların doğru bir şekilde kullanılması da temel prensiplerendir. Dolayısıyla daha az atık oluşturmak için malzemenin olabilecek en elverişli miktarda ve geri dönüşümü sağlanarak yeniden kullanılma fikri günümüzde birçok sektörde çalışma alanı oluşturmuştur. (Akbaş, 2013). Yapısında selüloz barındıran odun ve türevi malzemelerin lif ya da toz haline getirilerek polimerlere katılmasıyla odun-plastik kompozitler malzeme grubu oluşturulur. Öğütülmüş plastik ve ahşap atıklarının belli oranlarda ve sıcaklıklarda birleştirilmesi sonucu elde edilen odun plastik kompozitler, endüstride farklı amaçlar için kullanılmak üzere yerini almıştır (Tufan, 2010).

Kompozit üretiminde; düşük maliyet, düşük yoğunluk, üretim esnasında aşınmanın az olması, yüksek mukavemet, doğada kolayca bozulabilmesi gibi özellikler lignoselülozik esaslı liflerin kullanılmasını cazip hale getirmiştir (Karakuş, 2014). Literatürde selüloz bazlı polimer kompozitleri konusunda veya atık cam elyafların polimerlere katılıp bir kompozit oluşturma konusunda birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin, Taşdemir bir çalışmada polipropilen içerisine zeytin çekirdeği ve badem kabuğu tozlarını katarak elde ettiği polimer kompozitinin özelliklerini incelemiştir. Elde ettiği polimer kompozitinde zeytin çekirdeği ve badem kabuğu tozlarının oranının artmasıyla su emme miktarının, ısıl çarpılma sıcaklığının ve Vicat yumuşama sıcaklığının arttığını çalışmada rapor etmiştir. Bunlara ek olarak sürtünme katsayısının ve aşınma oranının da artan zeytin çekirdeği ve badem kabukları ile arttığını tespit etmiştir. Yazar diğer bir çalışmada ise yüksek yoğunluklu polietilen içerisine fındikkabuğu katarak elde ettiği polimer kompozitinin fiziksel özelliklerini incelemiştir. Kompozit içerisinde fındikkabuğu tozlarının oranının artmasıyla ergime akış indeksi ve nem emme değerlerinde azalma gözlemlenmiştir (Taşdemir, 2017).

Korkmaz ve arkadaşları toz haline getirilmiş enginar yaprağını HDPE polimeri içerisine katarak bir polimer kompoziti elde etmişlerdir. Enginar toz oranının artmasıyla kompozitin MFI değerinin düştüğünü buna karşılık ısıl çarpılma sıcaklığı, vicat yumuşama sıcaklığı, statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir (Korkmaz ve ark., 2018). Aka ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada yüksek yoğunluklu polietilen içerisine karbonize edilmiş ve edilmemiş toz formundaki mısır püskülünü ilave ederek bir polimer kompoziti elde etmişlerdir. Kompozitte mısır püskülü tozlarının oranının artmasıyla MFI değerinin düştüğünü, buna ek olarak vicat yumuşama sıcaklığı ve aşınma oranı değerlerinin düştüğünü tespit etmişlerdir (Aka ve ark., 2019). Sırtıkara ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada polipropilen içerisine selüloz bazlı portakal kabuğu tozları katarak bir polimer kompoziti elde etmişlerdir. Yapmış oldukları çalışmada portakal kabuğu tozlarının oranının artmasıyla MFI değerinin düştüğünü buna karşılık aşınma oranı, su emme miktarı, ısıl çarpılma sıcaklığı ve vicat yumuşama sıcaklığı değerlerinin arttığını belirlemişlerdir (Sırtıkara ve ark., 2019). Başka bir çalışmada Ulutaş ve arkadaşları geri dönüşümlü polipropilen içerisine pirinç kabuğu ilave ederek bir polimer kompoziti elde etmişlerdir. Elde ettikleri kompozitte pirinç kabuğu tozlarının oranının artmasıyla MFI değerlerinin düştüğünü buna karşılık nem emme oranı, ısıl çarpılma sıcaklığı, vicat yumuşama sıcaklığı, sürtünme katsayısı ve aşınma oranı değerlerinin arttığını belirlemişlerdir (Ulutaş ve ark., 2019). Taşdemir ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada polipropilen içerisine kattıkları selüloz bazlı zeytin çekirdeği tozu oranının artmasıyla MFI değerlerinin düştüğünü buna karşılık aşınma oranı, nem emme miktarı, ısıl çarpılma ve vicat yumuşama sıcaklığı değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir (Taşdemir, Kaştan, 2021).

Bu çalışmada; polipropilen (PP) üzüm sapı ve çeltik harmanının özelliklerinin atık cam elyaf ile geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, atık üzüm sapı ve çeltiğin polimerlerde dolgu maddesi olarak yeniden kullanılması hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Üzüm sapı, pirinç kabuğu ve atık cam elyafın polipropilen içerisindeki oranlar değiştirilerek beş farklı grup hazırlanmıştır. Aşağıda Çizelge 1’ de oranlar verilmiştir. Kullanılan polipropilen Emaş A.Ş. tarafından temin edilen Emoplen CP-M 8081 kodlu üründür. Ergime akış indeksi  $8 \text{ g } 10^{-1} \text{ dak.}$ , çekme modülü 1600 MPa, çekme mukavemeti 20 MPa, kopma uzaması %8, Izod çentikli darbe mukavemeti  $6 \text{ kJ m}^{-2}$ , sertliği 63 Shore D, yoğunluğu  $0.9200 \text{ g cm}^{-3}$ , HDT değeri (1.85 MPa)  $85^{\circ}\text{C}$  olan ve vicat yumuşama sıcaklığı  $90^{\circ}\text{C}$  olan bir üründür (URL1, 2021). Üzüm sapsarı Kayseri’den ve pirinç kabukları Trakya bölgesinde yaşayan yerel halktan temin edilmiştir. Atık cam elyaf ise Bursa’daki bir firmadan temin edilmiştir.

**Çizelge 1.** PP/üzüm sapı-çeltik/atık cam elyaf polimer kompozitinin karışım oranları

Gruplar	Polipropilen (%)	Üzüm sapı-pirinç kabuğu (50-50) (%)	Atık cam elyaf (%)
1	100	-	-
2	80	20	-
3	70	20	10
4	65	20	15
5	60	20	20

### Numune Hazırlama

Üzüm sapı ve çeltikten toz şeklinde partiküller üretmek için Mertest marka öğütücü kullanılmış olup öğütme işlemi kuru olarak yapılmıştır. Partikül boyut aralığı 100-150 mikron seviyesindedir. Şekil 1’de bu yöntemin fotoğrafları verilmiştir. Bu tozlar bünyelerinde su tutma özelliğine sahip olduğundan yapılarındaki nemi uzaklaştırmak için Yamato ADP-31 tipi fırında  $105^{\circ}\text{C}$ ’de 24 saat boyunca kurutulmuştur. Tabloda belirtilen oranlarda atık cam elyaf, üzüm sapı-çeltik ve PP bir karıştırıcıda (Patterson marka) 15 dak. boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra çift vidalı ekstrüderde (Mikrosan marka) 25-35 bar basınç altında, 25 dev dak.<sup>-1</sup> dönüş hızında ve  $200-240^{\circ}\text{C}$  arasındaki sıcaklıklarda eritilerek polimer kompozitler hazırlanmıştır. Daha sonra fırında  $85^{\circ}\text{C}$ ’de 12 saat kurutulmuş ve sıcaklığı  $200-240^{\circ}\text{C}$ , basıncı 700-900 bar ve vida dönme hızı 25 dev dak.<sup>-1</sup> olan bir enjeksiyon makinesinde (Yonca makine) test numuneleri basılmıştır.



Üzüm sapı



Çeltik



Öğütücü



Toz

**Şekil 1.** Üzüm sapı ve çeltiğin öğütülmesi

### Karakterizasyon

HDT testi ISO 75 standardına ve Vicat yumuşama sıcaklığı ISO 307 standardına göre Ceast marka test cihazı ile yapılmıştır. Isıl çarpılma sıcaklığı testinde numunelere uygulanan yük aşağıdaki formül ile belirlenmiştir.

$$F=2.\sigma.b.h^2/3L \quad (1)$$

$\sigma$ : Eğilme mukavemeti (MPa), b: Numune genişliği (mm), h: Numune kalınlığı (mm), L: Mesnetler arası mesafe (mm), F: Numuneye uygulanan kuvvet (N).

Vicat testinde numuneye 10 N yük uygulanmıştır. Burada kullanılan numunelerin boyutu 20x20x4mm olarak alınmıştır.

MFI testi ISO 1133 standardına göre Zwick 4100 marka cihaz ile yapılmıştır. Burada numuneye 230°C sıcaklık uygulanmış olup 2.16 kg yük altında akışa zorlanmıştır. Aşağıdaki formülde değerler yerine konularak MFI değeri belirlenmiştir. m: Belirli sürede akan toplam numune ağırlığı (gr) ve t: Belirli süre (sn)'dir.

$$MFI = m \cdot 600 / t \quad (2)$$

Nem emme testleri ASTM D6980'e göre yapılmıştır. Burada kullanılan numune boyutlarının ölçüleri 10x10x4 mm'dir.

Aşınma testleri DIN 53 516 standardına göre yapılmıştır. Tamburun dönüş hızı 40 dev dak<sup>-1</sup> olarak ayarlanmıştır. Numunelere (F<sub>N</sub>) 10 N yük uygulanmıştır ve aşındırma mesafeleri (L) 20-40-60 ve 80 metre olacak şekilde ayarlanmıştır. Aşınma sonucunda meydana gelen ağırlık kaybının bulunması (Δm) için deneyden önceki (M<sub>1</sub>) ve deneyden sonraki (M<sub>2</sub>) numunelerin ağırlıkları 0.0001 gr hassasiyetindeki terazi ile tartılmıştır ve ağırlık kaybı aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

$$\Delta m = M_1 - M_2 \quad (3)$$

Numunelerin ağırlık kaybı aşındırma işlemi sonrasında ölçülerek aşınma oranları aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

$$W_s = \Delta m / \rho \cdot F_N \cdot L \quad (4)$$

Δm: Ağırlık kaybı, ρ: Yoğunluk, F<sub>N</sub>: Uygulanan yük ve L: Aşındırma mesafesini temsil etmektedir. Aşınma oranlarının belirlenmesinde 3 adet numune test edilmiş ve aritmetik ortalamaları alınmıştır.

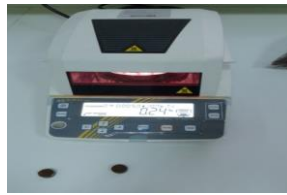
Statik ve dinamik sürtünme katsayısının belirlenmesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır. Her gruptan üç adet numune test edilmiş ve ortalama değerleri alınmıştır. Burada F<sub>s</sub>-statik sürtünme kuvveti, F<sub>D</sub>-dinamik sürtünme kuvveti, F<sub>P</sub>-normal kuvvet, μ<sub>s</sub>-statik sürtünme katsayısı ve μ<sub>s</sub>-dinamik sürtünme katsayısıdır.

$$\mu_s = F_s / F_P, \quad \mu_d = F_D / F_P \quad (5)$$

SEM-Taramalı elektron mikroskobu için numuneler Polaron marka kaplama cihazında altın/paladyum alaşımı ile kaplanmıştır. Numuneler 10 kV altında Jeol marka taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Aşağıda Şekil 2'de bu çalışmada kullanılan test cihazları verilmiştir.



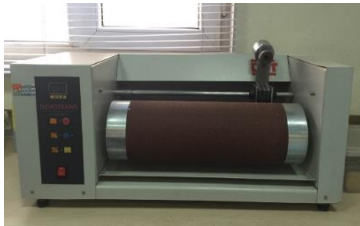
HDT-Vicat cihazı



Nem emme cihazı



MFI cihazı



Aşınma cihazı



Numune kaplama



SEM

Şekil 2. PP/üzüm sapı-çeltik/atık cam elyaf polimer kompozitinin özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan test cihazları

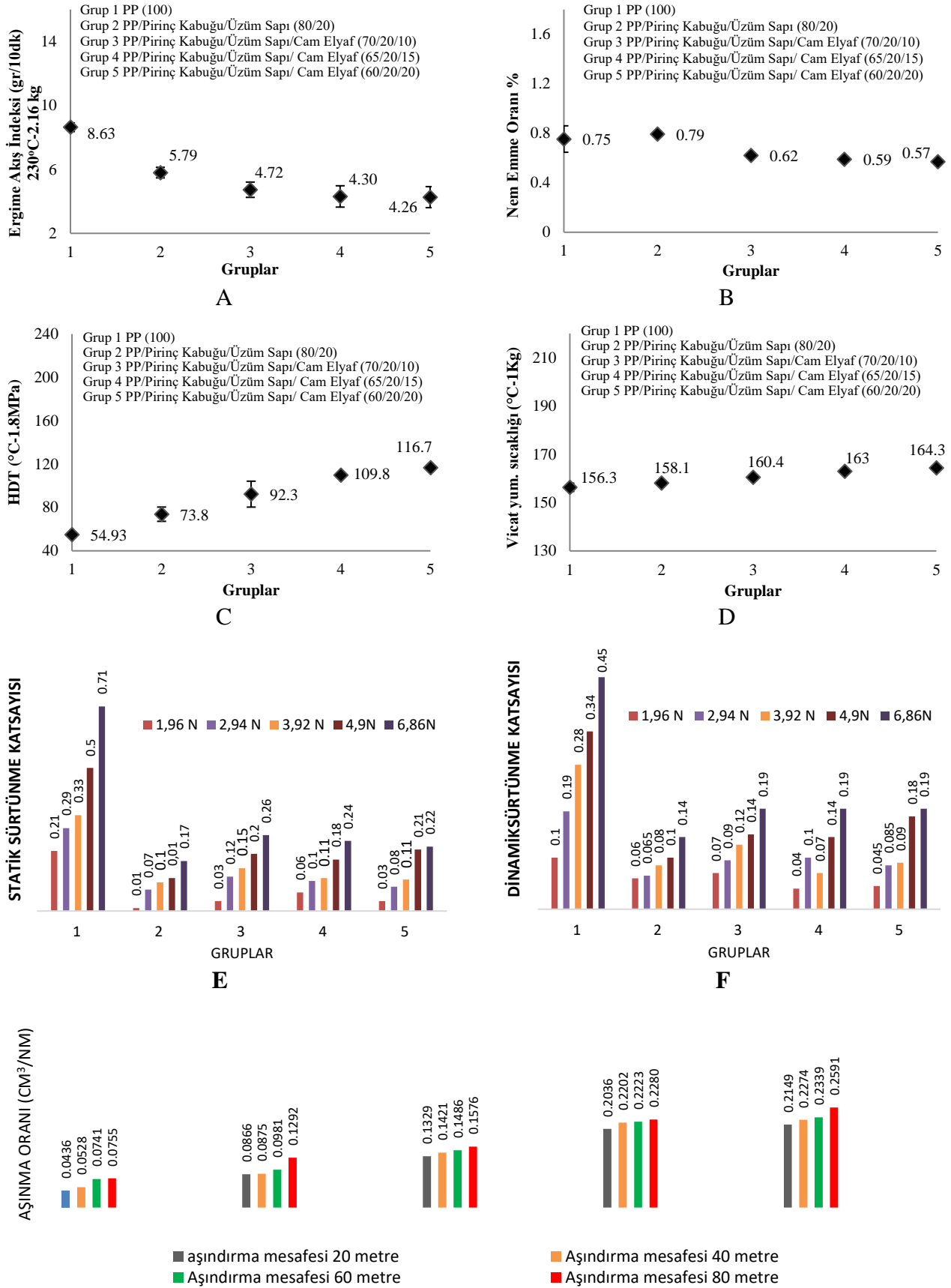
## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Fiziksel ve Aşınma Özellikleri

Polipropilen içerisine farklı oranlarda üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf katılarak elde edilen polimer kompozitinin Vicat yumuşama sıcaklığı değerleri Şekil 3A'da verilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı gibi matris içerisine üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf ilavesiyle Vicat yumuşama sıcaklığı değerinin düştüğü görülmektedir. Ergime akış indeksi numunelerin üretim sürecinde önemli etkenlerden biri olarak bilinmektedir. En yüksek ergime akış indeksi değerini  $8.63 \text{ gr } 10^{-1} \text{ dk}$  değeri ile saf polipropilen vermiştir. PP içerisine pirinç kabuğu ve üzüm sapı %20 oranında ilavesi ile ergime akış indeksi değerinin  $5.79 \text{ gr } 10^{-1} \text{ dk}$  olduğu görülmüştür ayrıca kompozitler saf polipropilene kıyasla %32.90 oranında azalma göstermiştir. Pirinç kabuğu ve üzüm sapı ilavesine ek olarak %10 oranında cam elyaf eklendiğinde ergime akış indeksi değeri  $4.72 \text{ gr } 10^{-1} \text{ dk}$ 'ya düşmüştür. Bu düşüş miktarı saf polipropilen ile kıyaslandığında %18.48 oranındadır. Polipropilene üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf eklendiğinde ergime akış indeksi değerlerinin giderek azaldığı yani malzemenin daha zor aktığı tespit edilmiştir. Taşdemir ve arkadaşları (Taşdemir, 2021; Taşdemir, Kaştan, 2021), Korkmaz ve arkadaşları (Korkmaz ve ark. 2018), Aka ve arkadaşları (Aka ve ark., 2019), Sırtıkara ve arkadaşları (Sırtıkara ve ark., 2019), Ulutaş ve arkadaşları (Ulutaş ve ark. 2019) yapmış oldukları çalışmalarda da benzer sonuçları bulmuşlardır. Ergime akış indeksi numunelerin molekül ağırlıklarıyla doğrudan ilişkilidir ve bu değerlere göre plastiğin ne kadar sürede proses edileceği belirlenmektedir. Düşük ergime akış indeksine sahip numuneler üretim esnasında kalıbı daha zor doldurmaktadırlar.

Şekil 3B'de görüldüğü gibi nem emme oranının minimum olduğu %0.57 değer yapısında üzüm sapı-çeltik (%20) ve atık cam elyaf oranı %20 olan numunelere aittir. Grafik incelendiğinde PP içerisine sadece üzüm sapı-çeltik karışımının %20 oranında ilavesiyle nem emme oranının %0.79 değerine çıktığı görülmektedir. Ancak üzüm sapı-çeltik ilavesine ek olarak %10 oranında atık cam elyaf ilavesiyle nem emme oranını %0.62 değerine düşürmüştür. Bu durum atık cam elyafın nem tutma özelliğinin selüloz bazlı diğer yapılar kadar fazla olmamasından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak polipropilen içerisine üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyafın eklenmesiyle kompozitin % nem emme oranı azalmıştır. Taşdemir, M. (Taşdemir, 2021; Taşdemir, Kaştan, 2021) ve Ulutaş, E. ve arkadaşlarının (Ulutaş ve ark. 2019) yapmış oldukları çalışmada polimer matris içerisindeki selüloz bazlı katkının oranının artmasıyla nem emme oranının da arttığını belirlemişlerdir.

Şekil 3C'ye bakıldığında ısıl çarpılma sıcaklığının arttığı görülmektedir. Grafik incelendiğinde en düşük HDT değerinin saf PP'ye ait olduğu anlaşılmaktadır. En yüksek ısıl çarpılma sıcaklığı değerinin  $116.7^{\circ}\text{C}$  ile 5. gruba (%20 üzüm sapı-çeltik, %20 atık cam elyaf) ait olduğu görülmektedir. Bu iki limit gruplarını birbiri ile kıyasladığımızda HDT değerinde %112 oranında bir artışın olduğu anlaşılmaktadır. PP içerisine %20 üzüm sapı-çeltik ilavesi ile ısıl çarpılma sıcaklığı değerinin  $73.8^{\circ}\text{C}$  olduğu ve saf polipropilene oranla bu değer %34 oranında arttığı anlaşılmaktadır. Yani üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf oranının kompozit içerisinde artması ısıl çarpılma sıcaklığı değerlerinin de artmasına sebebiyet vermiştir. Öksüz ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada PP içerisine kattıkları atık cam elyaf oranının artmasıyla ısıl çarpılma sıcaklığı değerinin arttığını belirlemişlerdir (Öksüz, Taşdemir, 2018). Korkmaz ve arkadaşları (Korkmaz ve ark. 2018), Sırtıkara ve arkadaşları (Sırtıkara ve ark., 2019), Ulutaş ve arkadaşları (Ulutaş ve ark. 2019) ve Taşdemir ve arkadaşları (Taşdemir, Kaştan, 2021) yapmış oldukları çalışmalarda ısıl çarpılma sıcaklığı değerinin kompozite katılan selüloz bazlı katkı ile arttığını belirlemişlerdir.



Şekil 3. PP/üzüm sapı-çeltik/atık cam elyaf polimer kompozitinin fiziksel özellikler

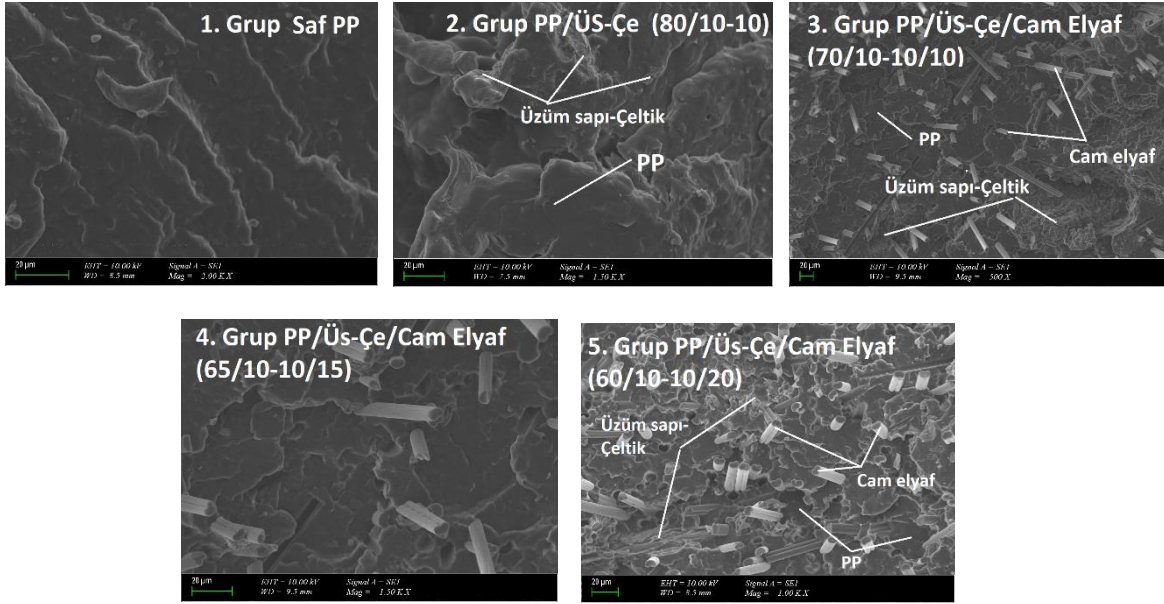
Şekil 3D'ye bakıldığında vicat yumuşama sıcaklığı değerinin üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf ilavesiyle arttığı görülmektedir. En yüksek vicat yumuşama sıcaklığı değeri 164.35°C ile 5. gruba (%20 üzüm sapı-çeltik, %20 atık cam elyaf) ait olduğu belirlenmiştir. Öksüz ve Taşdemir (Öksüz, Taşdemir, 2018), Korkmaz ve arkadaşları (Korkmaz ve ark. 2018), Sırtıkara ve arkadaşları (Sırtıkara ve ark., 2019), Ulutaş ve arkadaşları (Ulutaş ve ark. 2019) yapmış oldukları çalışmalarında benzer sonuçları bulmuşlardır. Taşdemir ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada PP içerisine kattıkları selüloz bazlı zeytin çekirdeği tozu oranının artmasıyla vicat yumuşama değerlerinin de arttığını tespit etmişlerdir (Taşdemir, Kaştan, 2021). Tüm bu çalışmalar bizim bulduğumuz sonuçları desteklemektedir.

Sürtünme kuvveti temas halinde bulunan nesnelere arasında oluşan ve cisimlerin hareketlerine karşı koyan kuvvet olarak adlandırılmaktadır. Elde edilen kompozitin sürtünme katsayısını belirlemek amacıyla iki ayrı ölçüm yapılmıştır. Sürtünme testinde 1.96 – 2.94 – 3.92 – 4.9 ve 6.86 N'luk yükler kullanılmıştır. Polimer kompozitinin statik ve dinamik sürtünme katsayıları hesaplanmıştır. Deneyler sonucu elde edilen polimer kompozitine ait statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerleri Şekil 3E ve F'de verilmiştir. Şekil 3E ve F'ye bakıldığında statik ve dinamik sürtünme katsayılarının numuneye uygulanan yük miktarının artmasıyla arttığı görülmektedir. PP içine katılan üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf ile bu değerlerde ise düşme tespit edilmiştir. Öksüz ve Taşdemir (Öksüz, Taşdemir, 2018), Korkmaz ve arkadaşları (Korkmaz ve ark. 2018) ve Ulutaş ve arkadaşları (Ulutaş ve ark. 2019) yapmış oldukları çalışmalarda yükün artmasıyla birlikte statik ve dinamik sürtünme katsayılarının arttığını belirlemişlerdir.

Şekil 3G incelendiğinde üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf oranlarının kompozit içerisinde artmasıyla aşınma oranı değerlerinin arttığı görülmektedir. Buna ek olarak aşınma mesafesinin artmasıyla aşınma oranı değerlerinde artış görülmektedir. Öksüz ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada PP/cam elyaf polimer kompozitinde aşınma mesafesinin artmasıyla aşınma oranı değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir (Öksüz, Taşdemir, 2018). Aka ve arkadaşları (Aka ve ark., 2019), Ulutaş ve arkadaşları (Ulutaş ve ark. 2019) ve Taşdemir ve arkadaşları (Taşdemir, Kaştan, 2021) çalışmalarında uygulanan yük miktarının artmasıyla aşınma oranı değerlerinin de arttığını tespit etmişlerdir.

### Morfolojik Özellikler

Saf polipropilen ve içerisine değişik oranlarda katılan üzüm sapı-çeltik ve cam elyaf ile oluşturulan polimer kompozitlerine ait SEM görüntüleri Şekil 4'te verilmiştir. Şekilden matris ve katkı maddeleri net olarak gözükmemektedir. Bazı cam elyafların yerlerinden çıktıkları, bazılarının ise matrise gömülü oldukları görülmektedir. Zhang ve arkadaşları (Zhang, ve ark. 2011) PP/selüloz polimer kompozitlerinde PP ile selüloz arasındaki yapışmanın artırılması için maleik anhidrit aşılı polipropilen ve metil akrilik asit glisidil ester aşılı polipropilen kullanmışlardır. Kızıltaş ve arkadaşları (Kızıltaş ve ark. 2010) ise polietilen tereftalat ve politrimetilen tereftalat polimerlerine selüloz katıp bir polimer kompoziti elde etmişler ve daha kolay kalıplanması için struktol ticari isimli bir malzeme kullanmışlardır. Valves ve arkadaşları (Valvez, 2021) polimer esaslı kompozitlerde dolgu malzemesi olarak kullanılan zeytin çekirdeği konusunda kapsamlı bir çalışma yayınlamışlardır. Benzer bir çalışma da Banat (Banat, 2019) tarafından yapılmıştır. Bizim yapmış olduğumuz bu çalışmada herhangi bir arayüzey uyumluluk maddesi ve yağlayıcı kullanılmamıştır.



Şekil 4. PP/üzüm sapı-çeltik/atık cam elyaf polimer kompozitinin mikroyapı fotoğrafları

## SONUÇ

Hazırlanan polimer kompozitinin deney sonuçları incelendiğinde; PP içerisinde üzüm sapı-çeltik ilavesi ile ergime akış indeksi değerinin düştüğü buna karşılık ısıl çarpılma sıcaklığı ve vicat yumuşama sıcaklığı değerlerinin arttığı görüldü. Nem emme oranı üzüm sapı-çeltik katkısında yükselmiş ama kompozit içerisine atık cam elyaf ilavesiyle bir miktar düşmüştür. Statik ve dinamik sürtünme katsayı değerleri numuneye uygulanan yük miktarının artmasıyla artmıştır. Kompozit içerisine üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf ilavesi ile bu değerlerde düşme tespit edilmiştir. Üzüm sapı-çeltik ve atık cam elyaf oranlarının kompozit içerisnde artmasıyla aşınma oranı değerleri artmıştır. Buna ek olarak aşınma mesafesinin artmasıyla aşınma oranı değerlerinde artış olmuştur.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

## KAYNAKLAR

- Aka A, Tekerek AY, Güler G, Taşdemir M, 2019. High density polyethylene/uncarbonized and carbonized waste corn husk polymer composites: physical and wear behaviors. 35<sup>th</sup> International conference of the polymer processing society (PPS-35), 26 - 30 May 2019, İzmir/Turkey.
- Akbaş S, Güleç T, Tufan M, Taşcıoğlu C, Peker H, 2013. Fındıkkabuklarının polipropilen kompozit üretiminde değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 14(1): 50-56.
- Banat R, 2019. Olive pomace flour as potential organic filler in composite materials: A brief review. American Journal of Polymer Science, 9(1):10-15.
- Karakuş K, Başboğa İH, Mengeloğlu F, 2014. Termoplastik esaslı polimer kompozitlerin üretilmesinde orman budama atıklarının değerlendirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, Isparta, sayfa:801-807.
- Kızıltas A, Gardner DJ, Han Y, Yang HS, 2010. Determining the mechanical properties of microcrystalline cellulose (MCC) filled PET/PTT blend composites. Wood Fiber Sci. 42(2), 165-176.



- Korkmaz B, Özhan A, Peksanlı A, Tepeyurt GN, Taşdemir M, 2018. Investigation on physical and mechanical properties of high density polyethylene/artichoke leaf powder polymer composites. International conference on physical chemistry and functional materials, Fırat University, Elazığ-Turkey, pp:136-140, June 10-21, 2018.
- Öksüz A, Taşdemir M, 2018. Değişik oranlarda cam elyaf takviyeli polipropilen polimer kompozitine etilen vinil asetat ilavesi ile mekanik değerlerdeki değişimlerin incelenmesi. International Conference on Multidisciplinary Sciences (icomus), sayfa 1014-1023, 15-16 Aralık 2018, İstanbul Medipol Üniversitesi/İstanbul/Türkiye.
- Sırtıkara M, Teke Z, Şahin KA, Taşdemir M, 2019. Investigation of the effects of carbonized and uncarbonized orange peel powder on the physical properties of polypropylene. The international conference on materials science, mechanical and automotive engineering and technology, 21-23 Jun 2019, Kapadokya/Nevşehir/Turkey.
- Taşdemir M, 2017. Effects of olive pit and almond shell powder on polypropylene. Key Engineering Materials, 733:65-68.
- Taşdemir M, 2021. Isıl yaşlandırmanın yüksek yoğunluklu polietilen/fındıkkabuğu polimer kompozitinin fiziksel ve aşınma özelliklerine etkisi. Int. J. adv. eng. pure sci. 33(2):329-336.
- Taşdemir M, Kaştan A, 2021. Zeytin çekirdeği tozu ilave edilmiş polipropilen kompozitinin aşınma ve fiziksel özellikleri. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 10 (2) 568-576.
- Tufan M, Mengeloğlu F, 2010. Odun plastik kompozitleri ve ülkemizde odun plastik kompozit üretiminde kullanılacak hammaddeler üzerine genel bir değerlendirme. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs, Cilt: IV, Sayfa 1658-1664.
- Ulutaş E, Taşdemir M, Koçak ED, 2019. Investigation of physical properties of recycled polypropylene/rice husk polymer composites. The international conference on materials science, mechanical and automotive engineering and technology, 21-23 Jun 2019, Kapadokya/Nevşehir/Turkey.
- URL:<https://www.materialdatacenter.com/ms/en/Emoplen/Emas+Plastik+San/EMOPLen+CPM+8081/9caa5af9/7572>, Erişim:2021
- Valvez S, Maceiras M, Santos P, Reis PNB, 2021. Olive stones as filler for polymer-based composites:a review. Materials, 14: 845.
- Zhang X, Shen J, Yang H, Lin Z, Tan S, 2011. Mechanical properties, morphology, thermal performance, crystallization behavior, and kinetics of PP/microcrystal cellulose composites compatibilized by two different compatibilizers. J. Thermoplast. Compos. Mater. 24(6), 735-753.