

## Ticari NAFİLean Polipropilen/Haşhaş (Papaver Somniferum) Sapı Polimer Kompozitinin Mekanik ve Morfolojik Özelliklerine MAPP'nin Etkisi

Gizem KARADİREK<sup>1</sup>  Münir TAŞDEMİR<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 34840 Maltepe İSTANBUL

### Makale Bilgisi

Araştırma makalesi  
Başvuru: 28/09/2023  
Düzeltilme: 27/11/2023  
Kabul: 29/11/2023

### Anahtar Kelimeler

Polipropilen  
Kenevir  
Haşhaş sapı  
Mekanik özellikler  
Kompozit malzeme

### Article Info

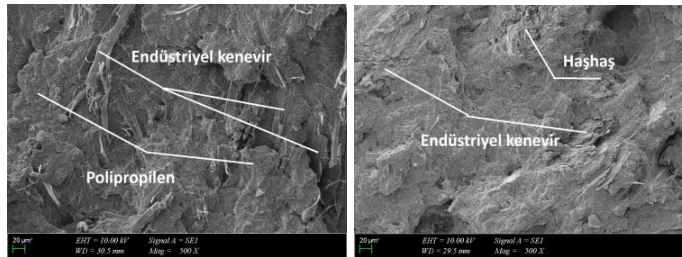
Research article  
Received: 28/09/2023  
Revision: 27/11/2023  
Accepted: 29/11/2023

### Keywords

Polypropylene  
Hemp  
Poppy Stalk  
Mechanical properties  
Composite material

### Grafik Özet (Graphical/Tabular Abstract)

Bu çalışmada polipropilen/haşhaş sapı polimer kompoziti maleik anhidrit aşıllı polipropilen (MAPP) ile uyumlaştırılmaya çalışılmıştır. / In this study, an attempt was made to compatibilization the polypropylene/poppy stalk polymer composite with maleic anhydride grafted polypropylene (MAPP).



Şekil A: PP/HH/MAPP polimer kompozitinin mikroyapı fotoğrafı / Figure A: Microstructure photograph of PP/HH/MAPP polymer composite

### Önemli noktalar (Highlights)

- Polimer kompozit / Polymer Composite
- Atık değerlendirme / Waste Recycling
- Uyumlaştırma / Compatibilization

**Amaç (Aim):** Bu çalışmada atık olan haşhaş saplarının polimerlerde dolgu malzemesi olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca mekanik ve morfolojik özelliklerine değişik oranlarda maleik anhidrit aşıllı polipropilenin etkisi belirlenmiştir. / In this study, it was aimed to use waste poppy stalks as a filling material in polymers. Additionally, the effect of maleic anhydride grafted polypropylene at different rates on its mechanical and morphological properties was determined.

**Özgünlük (Originality):** Ticari olarak üretilen %20 kenevir katkılı polipropilen içerisine atık olan kenevir bitkisinin sapları öğütülerek katılmıştır. Polipropilen ve haşhaş partikülleri arasındaki uyumluluğu sağlamak için kompozitin içerisine değişik oranlarda MAPP eklenmiştir. / Waste hemp plant stems were ground and added into commercially produced 20% hemp-containing polypropylene. MAPP was added to the composite at different rates to ensure compatibility between polypropylene and poppy particles.

**Bulgular (Results):** PP/HH/MAPP polimer kompozitinde sadece %20 oranında haşhaş ilavesiyle elastiklik modülü, çekme mukavemeti, kopma mukavemeti ve sertlik değerlerinin yükseldiği buna karşılık kopma uzama ve darbe mukavemeti değerlerinin ise düştüğü tespit edilmiştir. / It was determined that with the addition of only 20% poppy in the PP/HH/MAPP polymer composite, the elastic modulus, tensile strength, breaking strength and hardness values increased, while the breaking elongation and impact strength values decreased.

**Sonuç (Conclusion):** Selülozik bazlı ve fazla uzama davranışı göstermeyen haşhaş saplarının ilavesiyle % uzama değeri düşmüştür. Diğer taraftan kenevir ve haşhaş enerjisi fazla absorbe edemediğinden darbe mukavemeti değerinde de düşüşe sebebiyet vermiştir. Kompozitin içerisine MAPP ilavesiyle değerlerde ciddi değişimler gözlemlenmiştir. / The % elongation value decreased with the addition of poppy stalks, which are cellosic-based and do not show much elongation behavior. On the other hand, since hemp and poppy cannot absorb much energy, it has caused a decrease in impact strength value. Significant changes in the values were observed with the addition of MAPP into the composite.



## Ticari NAFILean Polipropilen/Haşhaş (Papaver Somniferum) Sapı Polimer Kompozitinin Mekanik ve Morfolojik Özelliklerine MAPP'nin Etkisi

Gizem KARADİREK<sup>1</sup> Münir TAŞDEMİR<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 34840 Maltepe İSTANBUL

### Makale Bilgisi

Araştırma makalesi  
Başvuru: 28/09/2023  
Dizeltme: 27/11/2023  
Kabul: 29/11/2023

### Anahtar Kelimeler

Polipropilen,  
Kenevir,  
Haşhaş sapı,  
Mekanik özellikler,  
Kompozit malzeme

### Öz

Bu çalışmada; NAFILean-PF2 555 (%20 kenevir katkılı PP) ticari ismi ile üretilen polipropilene Afyonkarahisar/Sinanpaşa ilçesinden temin edilen haşhaş sapları %20 oranında katılmıştır. Uyumluluk maddesi olarak maleik anhidrit aşılı polipropilen (MAPP) %5-10 ve 15 oranlarında katılarak çift vidalı ekstruderde karıştırılmış ve granül halinde üretilmiştir. Mekanik ve morfolojik özelliklerine değişik oranlarda MAPP ilavesinin etkisi araştırılmıştır. Ekstrüzyon makinesinde elde edilen granüller kurutulmuş ve enjeksiyon makinesinde standartlara uygun şekilde test numuneleri basılmıştır. Elde edilen polimer kompozitinin mekanik değerlerinin belirlenmesi için elastiklik modülü, çekme mukavemeti, kopma mukavemeti, kopma uzaması, darbe mukavemeti ve sertlik testleri yapılmıştır. Ayrıca kenevir ve haşhaş saplarının dağılımlarını belirlemek için taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ile fotoğrafları çekilmiştir. Analizler sonucunda %20 kenevir katkılı PP (NAFILean-PF2 555) içerisinde haşhaş ve MAPP ilavesiyle; elastiklik modülü, çekme mukavemeti, kopma mukavemeti, kopma uzaması, darbe mukavemeti ve sertlik değerlerinin nasıl değiştiği belirlenmiştir. SEM incelemesi sonucunda kenevir ve haşhaş partiküllerinin homojen dağıldığı tespit edilmiştir

## Effect of MAPP on Mechanical and Morphological Properties of Commercial NAFILean Polypropylene/Poppy (papaver somniferum) Stalks Polymer Composite

### Article Info

Research article  
Received: 28/09/2023  
Revision: 27/11/2023  
Accepted: 29/11/2023

### Keywords

Polypropylene,  
Hemp,  
Poppy stalk,  
Mechanical properties,  
Composite material

### Abstract

In this study; poppy stalks collected from the Afyonkarahisar/Sinanpaşa district were added to the polypropylene produced with the trade name NAFILean-PF2 555 (20% hemp added PP) at a rate of 20%. Maleic anhydride grafted polypropylene (MAPP), which was added as a compatibility agent, was added at 5-10 and 15% ratios, mixed in a twin screw extruder, and produced as granules. The effect of the addition of MAPP at different rates on its mechanical and morphological properties was investigated. The granules obtained in the extruder were dried and the test samples were molded in the injection machine in accordance with the standards. In order to determine the mechanical values of the obtained polymer composite, modulus of elasticity, tensile strength, breaking strength, elongation at break, impact strength, and hardness tests were carried out. In addition, photographs were taken with scanning electron microscopy (SEM) to determine the distribution of hemp and poppy stems. As a result of the analysis, with the addition of poppy stalks and MAPP in 20% hemp-added PP (NAFILean-PF2 555); It was determined how the modulus of elasticity, tensile strength, breaking strength, elongation at break, impact strength and hardness values changed. As a result of SEM examination, it was determined that hemp and poppy particles were homogeneously dispersed.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Farklı özelliklere sahip iki veya daha fazla malzeme bir araya getirildiğinde oluşan malzeme kompozit olarak adlandırılır [1]. Sentetik lifler yenilenebilir olmayan ve pahalı liflerdir. Kompozit malzemeleri

oluşturan maddeler birbiri içerisinde çözünmeyen ve yeni bir bileşik oluşturmayan malzemelerdir. Temelde iki bileşen vardır. Bunlar matris ve takviye malzemesidir. Matrisin öncelikli görevi takviye malzemesini belirli bir formda tutmak ve onları mekanik ve çevresel hasarlardan korumaktır.

Takviye malzemesinin görevi ise mukavemet ve sertlik gibi mekanik özelliklerin artırılmasıdır [2]. Mevcut endüstriyel uygulamada, sentetik elyaflar (cam, bazalt, karbon vb.) yerine ekolojik doğal dolgu maddelerinin kullanımı son yıllarda oldukça revaçtadır [3-6]. Keten, pamuk, kenevir ve ahşap türü doğal lignoselülozik lifler yenilenebilir, tamamen veya kısmen geri dönüştürülebilir ve biyolojik olarak parçalanabilir yapıdadır. Elyaflar arasında doğal elyaflar takviye malzemesi olarak büyük önem kazanmıştır. Artan küresel enerji krizi ve ekolojik riskler nedeniyle, doğal elyafların polimerik malzemelere ilavesi ile kompozit malzeme oluşturmak araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Günümüzde bu doğal selülozik yapıdaki malzemeler polimerler ile karıştırılarak çevre dostu, hafif, sürdürülebilir ve yüksek dayanımlı kompozitler elde edilmektedir. Bunlara ek olarak maliyetlerinin düşük olması ve kolay üretilmeleri de kullanım sebeplerini artırmaktadır [7-12]. Tarımsal atıklar ile kompozit levha üretimi son zamanlarda çeşitli uygulamalarda kullanım alanı bulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin sapı, çeşitli tahıl atıkları, çay atıkları, fındık, badem ve ceviz gibi kabuklar vb levha uygulamalarında kullanılmaktadır. Haşhaş bitkisi Türkiye’de üretilmektedir. Bu bitkinin kapsülleri işlendikten sonra oluşan atıkların tekrar kullanımı üzerine yeterli araştırmalar yapılmamıştır [13]. Haşhaş (*papaver somniferum*) L.,Rhoadales grubunun Papaveraceae ailesindedir. Bu aile de Papaver cinsi içerisinde yer almaktadır. Latince Papaver gelincik anlamına gelmektedir. Somniferum ise rüya görmek anlamına gelmektedir. Haşhaş; tarlalarda, kırlarda kendiliğinden yetişen gelincikle akrabadır [14]. Haşhaş çeşitli yetiştirme tekniklerine göre boyları 30-180 cm arası olabilmektedir. Haşhaş bitkisinin tüysüz sapı ve dalları vardır. Bu düz saplar gri-yeşil bir mumsu tabakayla kaplıdır. Aşağıdaki şekilde haşhaş bitkisinin fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1. Haşhaş bitkisi (poppy plant) [14]

Bu çalışmada; NAFILean-PF2 555 (%20 kenevir katkı PP) ticari ismi ile üretilen polipropilene Afyonkarahisar/Sinanpaşa ilçesinden toplanılan haşhaş sapsapları %20 oranında katılmıştır. Uyumluluk maddesi olarak MAPP ise %5-10 ve 15 oranlarında katılarak çift vidalı ekstruderde karıştırılmış ve granül halinde üretilmiştir. Mekanik ve morfolojik özelliklerine değişik oranlarda maleik anhidrit aşılı polipropilen ilavesinin etkisi araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD (MATERIALS AND METHODS)

### 2.1. Kullanılan Malzemeler (Used Materials)

Polipropilen içerisine farklı oranlarda katılan haşhaş ve MAPP ile beş farklı grup üretilmiştir. Üretilen PP/HH/MAPP polimer kompozitinin karışım oranları Tablo 1’ de verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan polipropilen (PP) Automotive Performance Materials (Dijon/Fransa) firmasının NAFILean-PF2 555 (%20 kenevir katkı) ticari koduyla ürettiği üründür. PP’nin erime akış indeksi (190°C/5 kg) 11,6 g/10dk’dır. Yoğunluğu 0,98 g/cm<sup>3</sup>, elastiklik modül değeri 2650 MPa ve Izod darbe mukavemeti değeri ise 7,5 kJ/m<sup>2</sup>’dir. Haşhaş partiküllerinin polipropilen matrise yapışmasını sağlamak amacıyla katılan maleik anhidrit aşılı polipropilenin ticari ismi Bondyram 1001 CN’dir. Bu ürün Polyram Plastic Industries LTD şirketinden temin edilmiştir. Yoğunluğu 0,90 g/cm<sup>3</sup>, MFI değeri 100 g/10 dak (190 °C-2,16kg) ve erime sıcaklığı ise 160°C’dir. Bu çalışmada kullanılan haşhaş sapsapları Afyonkarahisar Sinanpaşa ilçesinden temin edilmiştir. Atık olan bu ürünün yeniden değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

**Tablo 1.** PP/HH/MAPP polimer kompozitinin ağırlıkça karışım oranları (Mixing ratios by weight of PP/HH/MAPP polymer composite)

Gruplar	PP (%) (%20 hemp)	Haşhaş (papaver somniferum) sapı (%)	MAPP (%)
1	100	-	-
2	80	20	-
3	75	20	5
4	70	20	10
5	65	20	15

## 2.2. Numune Hazırlama (Sample Preparation)

Haşhaş sapları önce Şekil 1’de verilen markasız bir kırıcıda kırılarak boyutları küçültülmüştür. Daha sonra Akyol marka öğütücüde ince olarak öğütülmüştür. Polipropilen, haşhaş sapı ve MAPP elektro. mag M1071P tipi kurutma fırınında 105°C’de 24 saat süresince kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra tüm ürünler Devotrans marka V-Tipi karıştırıcıda 15 dakika boyunca karıştırılmış ve çift vidalı ekstrüderde 30-35 bar basınç altında, 30 dev/dak vida dönüş hızında ve 180-210 °C arasındaki sıcaklıklarda karıştırılmıştır. Karışım sonrasında 105 °C’ de yine 24 saat boyunca kurutma fırınında kurutulmuştur. Enjeksiyon makinesinde test numuneleri 180-210 °C sıcaklık, 120-130 bar basınç ve 30 dev/dk devirde test numuneleri basılmıştır. Aşağıda Şekil 1’de haşhaş saplarının öğütme aşamaları, Şekil 2’de PP/HH/MAPP polimer kompozitinin numune kalıplama aşamaları ve Tablo 2’de ise PP/HH/MAPP polimer kompozitinin kalıplama parametreleri verilmiştir.



Haşhaş sapları (Poppy stalks)      Kırma cihazı (Crushing device)      Kırılmış ürün (Crushed product)



Öğütme cihazı (Grinding device)      Öğütülmüş ürün (Milled product)

**Şekil 1.** Haşhaş saplarının öğütülme aşamaları (Grinding stages of poppy stalks)



Ürünler (Products)

Kurutma (Drying)

Enjeksiyon (Injection)



Enjeksiyon (Injection)



Test numuneleri\* (Test samples)

\*Test numune örnekleri (A; Çekme testi numunesi, B; Eğme testi numunesi, C; Çentik darbe testi numunesi, D; MFI testi numunesi, E; Nem, aşınma testleri numunesi) Test sample samples (A; Tensile test sample, B; Bending test sample, C; Notch impact test sample, D; MFI test sample, E; Moisture, wear test sample)

**Şekil 2.** PP/HH/MAPP polimer kompozitinin numune hazırlama aşamaları (Sample preparation stages of PP/HH/MAPP polymer composite)

**Tablo 2.** PP/HH/MAPP polimer kompozitinin kalıplama parametreleri (Molding parameters of PP/HH/MAPP polymer composite)

İşlem	Ekstrüzyon	Enjeksiyon
Sıcaklık (°C)	180-210	180-210
Basınç (bar)	50-55	700-750
Kalıpta tutma süresi (sn)	-	15
Vida hızı (dev/dk)	65-70	-
Kalıp sıcaklığı (°C)	-	35-40

## 2.3 Test Yöntemleri (Test Methods)

Bu çalışmada değerlerin belirlenmesi için yapılan testlerde beş adet numune kullanılmış ve ortalamaları verilmiştir. Zwick Z010 marka çekme test makinesi kullanılarak çekme testleri yapılmıştır. Bu test ASTM D638 standartlarına göre 50 mm/dk çekme hızında gerçekleştirilmiştir. Çentikli Izod darbe testleri Zwick marka darbe test cihazı ile ASTM D256 yöntemine göre oda sıcaklığında yapılmıştır. Sertlik testi Zwick sertlik

ölçüm cihazı ile ASTM D2240 yöntemine göre yapılmıştır. Darbe test numunelerinin kırık yüzeyleri Quorum sc 7620 marka kaplama cihazında altın/paladyum alaşımı ile kaplanmıştır. Kaplama süresi 180 sn ve uygulanan elektrik akımı ise 20 mA'dır. Daha sonra numuneler 10 kV altında Zeiss EVO MA 10 marka SEM ile incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan test cihazları Şekil 3'de verilmiştir.



Çekme cihazı  
(Tensile device)

Darbe cihazı  
(Impact device)

Sertlik cihazı  
(Hardness device)



Kaplama cihazı  
(Coating device)

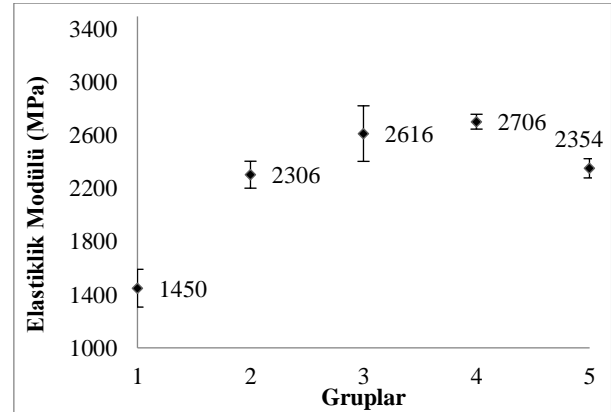
SEM  
(SEM)

**Şekil 3.** PP/HH/MAPP polimer kompozitinin mekanik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan cihazlar (Devices used to determine the mechanical and morphological properties of PP/HH/MAPP polymer composite)

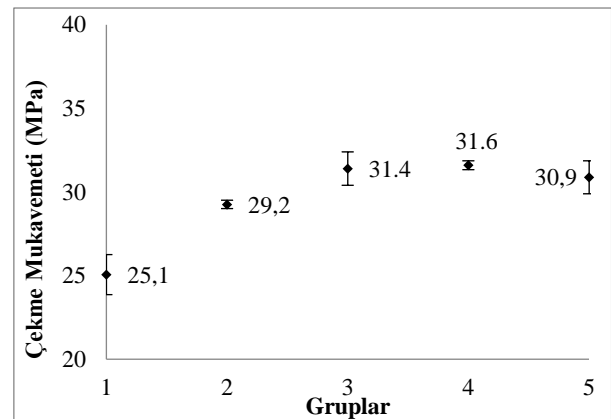
### 3. BULGULAR (RESULTS)

%20 kenevir katkılı Polipropilen içerisine haşhaş sapı ve maleik anhidrid aşıllı polipropilen ilavesi ile oluşturulan polimer kompozitine uygulanan çekme testi sonucu elde edilen elastiklik modülü değeri Şekil 4-A'da verilmiştir. Grafik incelendiğinde polipropilenin elastiklik modül değerinin 1450 MPa olduğu görülmektedir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı ilavesi ile bu değer 2306 MPa'ya çıktığı görülmektedir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı ve %5 MAPP ilavesinde değerin 2616 MPa'ya çıktığı ve %10 MAPP ilavesinde ise 2706 MPa'ya çıktığı görülmektedir ki bu değer en yüksek elastiklik modül değeridir. Polipropilenin elastiklik modül değerini bu grup ile kıyasladığımızda % 87 oranında artış tespit edilmiştir. %15 MAPP ilavesinde ise değer 2354 MPa'ya düşmüştür. Zilan Teke ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada da benzer sonuç bulunmuştur.

Polipropilen içerisine kattıkları karbonize edilmiş ve edilmemiş selülozik bazlı portakal kabuğu tozlarının oranı arttıkça elastiklik modül değerinin de arttığını belirlemişlerdir [15]. Bir başka çalışmada Nadir Ayrılmış [16] ve arkadaşları polipropilen içerisine kattıkları kayın ağacı toz oranının artmasıyla elastiklik modül değerinin de arttığını rapor etmişlerdir. Şekil 4-B'ye bakıldığında polipropilen içerisine haşhaş sapı ve maleik anhidrid aşıllı polipropilen katılmasıyla elde edilen çekme mukavemeti değeri görülmektedir. Grafik incelendiğinde polipropilenin çekme mukavemeti değerinin 25,1 MPa olduğu görülmektedir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı katılmasıyla değerin 29,2 MPa'ya çıktığı görülmektedir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı ve %5 MAPP ilavesinde değerin 31,4 MPa'ya çıktığı ve %10 MAPP ilavesinde ise 31,6 MPa'ya çıktığı görülmektedir ki bu değer de en yüksek çekme mukavemeti değeridir. Polipropilenin çekme mukavemeti değerini bu grup ile kıyasladığımızda % 26 oranında artış tespit edilmiştir. %15 MAPP ilavesinde ise çekme mukavemeti 30,9 MPa'ya düşmüştür.

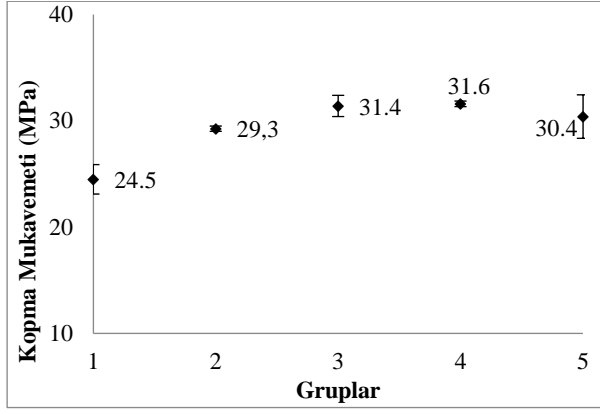


A

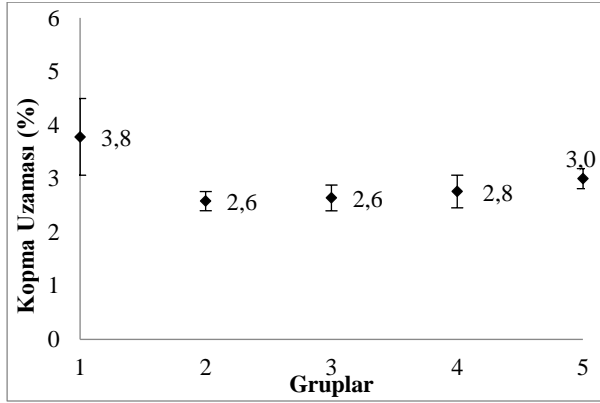


B

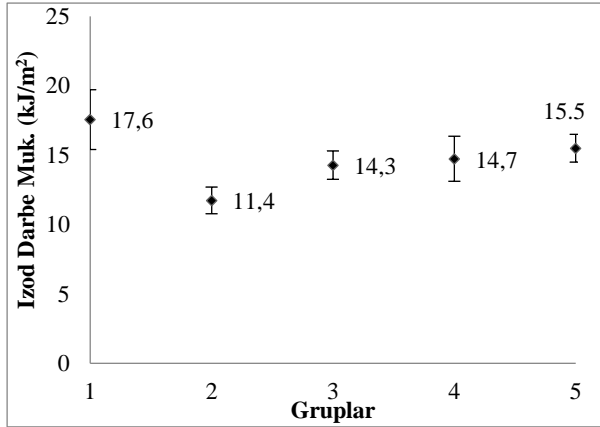
**Şekil 4.** PP/HH/MAPP polimer kompozitinin mekanik özelliklerinin grafiksel gösterimi (Graphical representation of mechanical properties of PP/HH/MAPP polymer composite)



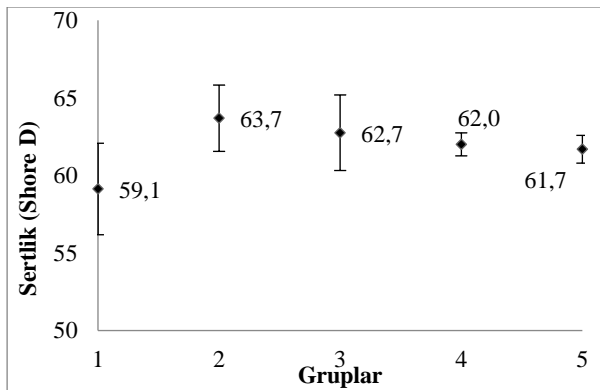
C



D



E

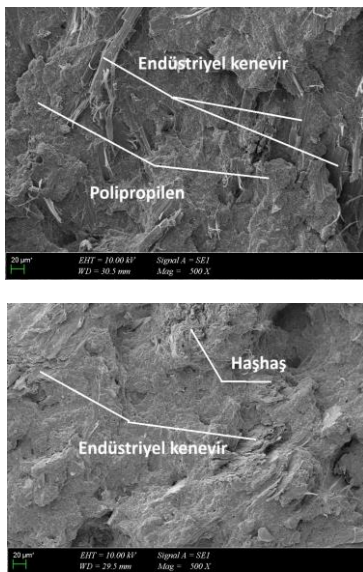


F

Şekil 4. (devamı)

Elif Ulutaş ve arkadaşları polipropilen içerisine kattıkları selulozik bazlı pirinç kabuklarının oranının artışıyla çekme mukavemeti değerinin de arttığını tespit etmişlerdir [17]. Şekil 4-C'ye bakıldığında polipropilen içerisine haşhaş sapı ve MAPP ilavesiyle elde edilen kopma mukavemeti değeri görülmektedir. Grafik incelendiğinde polipropilenin kopma mukavemeti değerinin 24,5 MPa olduğu görülmektedir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı katılmasıyla değer 29,3 MPa'ya çıktığı görülmektedir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı ve %5 MAPP ilavesinde değer 31,4 MPa'ya çıktığı ve %10 MAPP ilavesinde ise 31,6 MPa'ya çıktığı görülmektedir ki bu değer de en yüksek kopma mukavemeti değeridir. Polipropilenin kopma mukavemeti değerini bu grup ile kıyasladığımızda % 29 oranında artış tespit edilmiştir. %15 MAPP ilavesinde ise kopma mukavemeti 30,4 MPa'ya düşmüştür. Elif Ulutaş ve arkadaşları polipropilen içerisine kattıkları selulozik bazlı pirinç kabuklarının oranının artışıyla kopma mukavemeti değerinin de arttığını tespit etmişlerdir [17]. Başka bir çalışmada Beril Eker Gümüş ve arkadaşları [18] yüksek yoğunluklu polietilen içerisine katılan enginar yaprağı toz oranının artışıyla kopma mukavemet değerinin de arttığını tespit etmişlerdir. Şekil 4-D'ye bakıldığında polipropilen içerisine haşhaş sapı ve MAPP ilavesiyle elde edilen kopma uzaması değeri görülmektedir. Grafik incelendiğinde polipropilenin kopma uzamasının %3,8 olduğu görülmektedir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı katılmasıyla değer 2,6'ya düştüğü ve %5 MAPP ilavesinde değer değişmediği görülmektedir. Bu iki grup en az uzama gösteren grupları oluşturmuştur. Polipropilenin uzama değerini bu grupların uzama değerleriyle kıyasladığımızda %31,6'lık bir düşüş olmuştur. %10 MAPP ilavesinde ise uzama değeri % 2,8'e çıkmış. %15 MAPP ilavesinde ise kopma uzama değerinin %3'e çıktığı tespit edilmiştir. Zilan Teke ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada da % uzama değerinin düştüğünü belirlemişlerdir [15]. Şekil 4-E'ye bakıldığında polipropilen içerisine haşhaş sapı ve MAPP ilavesiyle elde edilen çentikli izod darbe mukavemeti değeri görülmektedir. Grafik incelendiğinde polipropilenin darbe mukavemeti değerinin 17,6 kJ/m<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı katılmasıyla değer 11,4 kJ/m<sup>2</sup>'ye düştüğü bu düşüşün polipropilenin değeriyle kıyaslandığında %35 oranında olduğu tespit edilmiştir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı ve %5 MAPP ilavesinde

değerin bir miktar artarak  $14,3 \text{ kJ/m}^2$  ve %10 MAPP ilavesinde ise  $14,7 \text{ kJ/m}^2$  ye çıktığı görülmektedir. %15 MAPP ilavesinde ise darbe mukavemeti değeri  $15,5 \text{ kJ/m}^2$  ölçülmüştür. Maruf Billah ve arkadaşlarının [19] yapmış oldukları bir çalışmada polipropilen içerisine kattıkları rattan fiberlerini MAPP ile uyumlaştırarak matrise tutunmalarını sağlamışlar ve dolayısıyla darbe mukavemetinde artış elde etmişlerdir. Diğer taraftan selülozik bazlı dolgu kullanımında dolgu miktarının artışıyla darbe mukavemetinin düştüğünü belirten çalışmalar vardır [16, 20-22]. Şekil 4-F'ye bakıldığında polipropilen içerisine haşhaş sapı ve MAPP ilavesiyle elde edilen sertlik değeri görülmektedir. Grafik incelendiğinde polipropilenin sertlik değerinin 58,1 Shore D olduğu görülmektedir. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı katılmasıyla değer 637 Shore D'ye çıktığı görülmektedir. Bu değer elde edilen en yüksek sertlik değeridir. Polipropilen ile kıyaslandığından sertlik değeri % 7,8 oranında artmıştır. Kompozit içerisine %20 haşhaş sapı ve %5 MAPP ilavesinde sertlik değeri 62,7 Shore D, %10 MAPP ilavesinde 62 Shore D ve %15 MAPP ilavesinde ise sertlik değeri 61,7 Shore D olarak ölçülmüştür. Zilan Teke ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışma ile benzerlik göstermektedir [15]. Şekil 5' de PP/HH/MAPP polimer kompozitinin mikroyapı fotoğrafları verilmiştir. SEM fotoğraflarına bakıldığında PP matrisi, kenevir ve haşhaş partikülleri net olarak gözükmemektedir. Kenevir ve haşhaş partiküllerinin matris içerisinde homojen olarak dağıldığı ve aglomerasyona uğramadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 5. PP/HH/MAPP polimer kompozitinin mikroyapı fotoğrafları (Microstructure photographs of PP/HH/MAPP polymer composite)

#### 4.SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada ticari olarak üretilen %20 kenevir katkılı polipropilen içerisine atık olan kenevir bitkisinin sapları öğütülerek katılmıştır. Polipropilen ve haşhaş partikülleri arasındaki uyumluluğu sağlamak için kompozitin içerisine değişik oranlarda MAPP eklenmiştir. Elde edilen polimer kompozitinin elastiklik modülü, çekme mukavemeti, kopma mukavemeti, kopma uzaması, sertlik ve Izod darbe mukavemeti değerleri belirlenmiştir. Bunlara ek olarak mikroyapı görüntüleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; PP/HH/MAPP polimer kompozitinde sadece %20 oranında haşhaş ilavesiyle elastiklik modülü, çekme mukavemeti, kopma mukavemeti ve sertlik değerlerinin yükseldiği buna karşılık kopma uzama ve darbe mukavemeti değerlerinin ise düştüğü tespit edilmiştir. Selülozik bazlı ve fazla uzama davranışı göstermeyen haşhaş saplarının ilavesiyle % uzama değeri düşmüştür. Tabii burada haşhaş saplarının rijit karakterde olması da % uzama değerinin düşmesine etkindir. Diğer taraftan kenevir ve haşhaş enerjiyi fazla absorbe edemediğinden darbe mukavemeti değerinde de düşüşe sebebiyet vermiştir. Kompozitin içerisine MAPP ilavesiyle yukarıda bahsedilen değerlerde ciddi değişimler gözlemlenmiştir. Örneğin kompozitteki MAPP oranının %5 ve 10 oranında artmasıyla elastiklik modülü, çekme mukavemeti, kopma mukavemeti, darbe mukavemeti ve % uzama değerleri artmıştır. Buna karşılık sertlik değerinde düşüş olmuştur. %15 MAPP ilavesinde ise elastiklik modülü, çekme mukavemeti, kopma mukavemeti ve sertlik değerleri düşmüş buna karşılık darbe mukavemeti ve %uzama değerleri ise artmıştır. Bu değişimler MAPP'nin elastomerik yapısından kaynaklanmaktadır. SEM analizi sonucu elde edilen mikroyapılar incelendiğinde kenevir ve haşhaş partiküllerinin homojen bir şekilde dağıldığı gözlemlenmiştir.

#### ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

The authors of this article declares that the materials and methods they use in their work do not require ethical committee approval and/or legal-specific permission.

**YAZARLARIN KATKILARI** (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

**Gizem KARADİREK:** Deneyleleri yapmış, sonuçlarını analiz etmiş ve maklenin yazım işlemini gerçekleştirmiştir.

She conducted the experiments, analyzed the results and performed the writing process.

**Münir TAŞDEMİR:** Deneyleleri yapmış, sonuçlarını analiz etmiş ve maklenin yazım işlemini gerçekleştirmiştir.

He conducted the experiments, analyzed the results and performed the writing process.

**ÇIKAR ÇATIŞMASI** (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

There is no conflict of interest in this study.

**REFERENCES** (KAYNAKLAR)

[1] Aguele F.O., Madufor C.I., Adekunle K.F., Comparative study of physical properties of polymer composites reinforced with uncarbonised and carbonised coir, *Open Journal of Polymer Chemistry*, 4(3), (2014), 73-82.

[2] Tholiya P., Deshmukh S.P., Property evaluation of hemp bagasse fiber composite- A review, *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 6(1), (2021), 376-382.

[3] Kaştan A., Yalçın Y., Talaş Ş., Nano katkıların polimerlerin sürtünme katsayısına etkisi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi*, 16 (2016) 231-243.

[4] Thakur V.K., Thakur M.K., Processing and characterization of natural cellulose fibers/thermoset polymer composites, *Carbohydrate Polymers*, 109 (2014) 102–117.

[5] Mishra S., Mohanty A.K., Drzal L.T., Misra M., Parija S., Nayak S.K., Tripathy S.S. Studies on mechanical performance of biofibre/glass reinforced polyester hybrid composites, *Composite Science Technolgy*, 63 (2003) 1377–1385.

[6] Holbery J., Houston D., Natural-fibre-reinforced polymer composites in automotive applications, *Journal of the Minerals Metals & Materials Society (JOM)*, 58 (2006) 80–86.

[7] Bodros E., Baley C., Study of the tensile properties of stinging nettle fibres, *Materials Letters*, 62(14) (2008) 2143-2145.

[8] Alam M.M., Ahmed, T., Haaque M.M., Gafur M.A., Kabir A.H., Mechanical properties of natural fiber containing polymer composites, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 48(1) (2009) 110-113.

[9] Sui G., Fuqua, M.A., Ulven C.A., Zhong W.H., A plant fiber reinforced polymer composite prepared by a twin-screw extruder, *Bioresource Technology*, 100(3) (2009) 1246-1251.

[10] Joshi S.V., Drzal L.T., Mohanty A.K., Arora S., Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites ?, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 35(3) (2004) 371-376.

[11] Aslan Y., Albrechtsen Y., Taşdemir M., The effect of foaming on mechanical and morphological properties of polypropylene, *Bitlis Eren University Journal of Science*, 11(3) (2022) 784-790.

[12] Gümüş B.E., Yağcı Ö., Erdogan, C.D., Taşdemir M., Dynamical mechanical properties of polypropylene composites filled with olive pit particles, *Journal of Testing and Evaluation*, 47 (4), (2019).

[13] Küçüktüvek M., (2015) Alkaloid fabrikası katı atıklarından kompozit lenha üretim imkanlarının araştırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

[14] <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tokatarastirma/Belgeler/Lifletler/HA%C5%9EHA%C5%9E%20TARIMI.pdf> [erişim: 2023]

[15] Teke Z., Sırtıkara M., Şahin K.A., Taşdemir M., The Investigation of the effects of carbonized and uncarbonized orange peel powder on the mechanical properties of polypropylene, *The Int. Conference on Materials Science, Mechanical and Automotive Eng. and Tech.*, June 21-23 (2019) Cappadocia Türkiye.

[16] Ayrılmış N., Taşdemir M., Akbulut T., Water absorption and mechanical performance of PP/HIPS hybrid composites filled with wood flour, *Polymer Composites*, 38(5), (2017), 863-869.

[17] Ulutaş E., Taşdemir M., Koçak E.D., Investigation of mechanical properties of recycled polypropylene/rice huks polymer composite, *The*



Int. Conference on Materials Science, Mechanical and Automotive Eng. and Tech., June 21-23 (2019), 49-53, Cappadocia Türkiye.

[18] Gümüş B.E., Yağcı Ö., Taşdemir M., High-density polyethylene/artichoke leaf powder polymer composites: dynamic mechanical, morphological and thermal properties, Iranian Polymer Journal, 31, (2022), 787-797.

[19] Billah M.M., Rabbi M.S., Hasan A., Injection molded discontinuous and continuous rattan fiber reinforced polypropylene composite: Development, experimental and analytical investigations, Results Mater., 13, (2022), 1-12.

[20] Zulkifli N.I., Samat N., Anuar H., Zainuddin N., Mechanical properties and failure modes of recycled polypropylene/microcrystalline cellulose composites, Mater. Des. 69, (2015), 114-123.

[21] Zaini M. J., Fuad M.Y.A., Ismail Z., Mansor M.S., Mustafah J., The effect of filler content and size on the mechanical properties of polypropylene/oil palm wood flour composites, Polymer, Int, 40(1), (1996), 51-55.

[22] Bengtsson, M., Oksman K., The use of silane technology in crosslinking polyethylene/wood flour Composites, Composites Part A: applied science and manufacturing, 37(5), (2006), 752-765.