

Polipropilen/Üzüm Sapı-Çeltik Polimer Kompozitinin Mekanik Özelliklerinin Atık Cam Elyaf ile Geliştirilmesi

Improving the mechanical properties of polypropylene/grape stalk/paddy polymer composite with waste glass fiber

Münir TAŞDEMİR¹ , Elif Gülcan ŞEN² 

¹Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Böl., İstanbul, 34722, Türkiye

²Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Böl., İstanbul, 34722, Türkiye

Öz

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. Çeltik; pirinç kabuğu olarak bilinmektedir. PP içerisine %20 oranında üzüm sapı-çeltik katılmıştır. Cam elyaf ise %10-15 ve 20 oranlarında katılmıştır. Daha sonra enjeksiyon makinesinde test numuneleri basılmıştır. Kalıplanan numunelere; çekme, sertlik, darbe, yoğunluk ve taramalı elektron mikroskopisi testleri yapılmıştır. Testlerin sonuçları incelenerek üzüm sapı-çeltik ve cam elyaf miktarının polipropilen üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Polipropilen, üzüm sapı, çeltik, mekanik özellikler, polimer kompozit.

Abstract

In this experimental research; It has been studied to improve the properties of polypropylene grape stalk and paddy mixtures by adding waste glass fiber. The potential of waste grape stalk and paddy to be a reusable material has created another curious subject. Polypropylene grape stalk and paddy were mixed in a twin screw extruder to provide a homogeneous mixture. Paddy; It is known as rice husk. Grape stalk-paddy was added to the PP at the rate of 20%. Glass fiber was added at 10-15% and 20% rates. Then the test samples were molded on the injection machine. Molded samples; Tensile, hardness, impact, density and scanning electron microscopy tests were performed. By examining the results of the tests, the effects of grape stalk-paddy and glass fiber amount on polypropylene were determined.

Key words: Polypropylene, grape stem, rice husk, mechanical properties, polymer composite.

I. GİRİŞ

Dünya çapında polimer bilimi hızlı bir biçimde gelişmektedir. Bunun en büyük delili sürekli güncellenen formülasyonlar ve karışımlar olarak gösterilebilir. Polipropilen içerisine odunsu lif veya tozlarının katıldığı çeşitli çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Odun kökenli malzemelerden lif ya da öğütülerek toz haline getirilen selüloz bazlı bu malzemeler, polimerlere katılarak odun plastik kompozitler olarak adlandırılan kompozit malzeme grubunu oluşturmaktadır. Son yıllarda odun plastik kompozitler diğer kompozit grupları arasında belirli bir pazar payı edinmeye başlamıştır. Öğütülmüş plastik ve ahşap atıklarının belli oranlarda ve sıcaklıklarda birleştirilmesi sonucu elde edilen odun plastik kompozitler, endüstride farklı amaçlarda kullanılmak üzere malzeme biliminde yerini almaya başlamıştır [1]. Literatür incelendiğinde odun lifi ya da tozu %70 seviyelerine kadar katılabilmektedir. Akçaağaç ve çam gibi odun malzemelerinin yapısında selüloz ve lignin bulunur [2]. Odun malzemenin yüksek sıcaklıkta kalıplanması bozunmaya sebebiyet vereceğinden kullanılacak plastik malzemenin de düşük erime sıcaklığında olmasını gerektirir. Odun plastik kompozit üretiminde selüloz kökenli ürünlerden kenaf, çeltik, kenevir, keten ve buğday samanı gibi farklı türde materyaller kullanılır. Üretimde kullanılan odun lifi ve tozlarının lif boyutları ve parçacık büyüklükleri değişkenlik göstermektedir. Üretimde kullanılan odun lif oranı ve boyutunun odun plastik kompozitlerinin mekanik özellikleri üzerinde önemli etkisi vardır [3]. Odun plastik kompozitlerin özelliklerini kullanılan odun veya lif yapısı, polimerin molekül ağırlığı, katkı maddesi ve uyum sağlayıcı maddeler oluşturur [4]. Sürtünmeyi azaltmak için kalıp ve eriyik arasında %1 ila 5 arasında kaydırıcı maddeler kullanılmakta ve bu madde odun plastik kompozitlerinin bazı özelliklerini etkileyebilmektedir. Bunlara ek olarak performans artırıcı bileşenler ve çeşitli bağlama ajanları da bazı formülasyonlarda ilave edilebilmektedir [5]. Odun plastik kompozit üretiminde kullanılan hammaddeler, termoplastik reçineler (yüksek yoğunluklu polietilen, polipropilen polivinil klorür ve polistriren) ve odun unu, odun lifleri diğer doğal lifler gibi dolgu maddeleridir. Odun plastik kompozitlerinin sertlik ve dayanımını arttıran

etken dolgu maddesi olarak odun unu ve lifleri ile diğer doğal lifler kullanılmasıdır. Bunun dışında polimerler ana bileşen olarak odun plastik kompozitleri güneş, hava ve su gibi dış etkilere karşın da koruma sağlar [6]. Kompozit üretiminde; ucuz maliyet, düşük yoğunluk, üretim esnasında aşınmanın az olması, yüksek mukavemet, doğada kolayca bozulabilmesi gibi özellikler lignoselülozik esaslı liflerin kullanılmasını cazip hale getirmiştir [7]. Polimerik malzemelerin odun lifi ve tozu ile karıştırılması bazen farklı türde katkı maddesinin kullanımını beraberinde getirebilir. Üretimi gerçekleştirilecek kompozitin mekanik özelliklerini arttırmak ve birbiri içerisinde kolay dağılımını sağlamak için uyum sağlayıcı malzemeler de kullanılmaktadır. Birçok uygulamada polimerlerin içindeki odunsu materyalin mekanik özelliklerini geliştirmek için uyum sağlayıcı gerekemeyebilir, buna ek olarak sıcaklık ve UV dayanımı gibi özellikleri arttırmak için de gerekebilir. Bu durumda uyumlaştırıcı olarak maleik anhidrid ile aşılınmış polipropilen veya maleik anhidrid ile aşılınmış polietilen kullanılır. Bunların dışında estetik görünümü sağlama ve renklendirme için de bir takım katkı maddeleri katılmaktadır. Selüloz bazlı polimer kompozitlerin iyi şekilde renklendirilebilmesi için çift vidalı ekstrüzyon makinesi kullanımı gerekmektedir [8]. Odun plastik kompozit üretiminde geri dönüşümle kazanılmış termoplastikler kullanılabilirdiği gibi odun atığı ve ilave katkılar da kullanılabilir. Odun plastik kompozit yapısında odun katkısı oranı genellikle %30-70 arasındadır [9]. Lignoselülozik bazlı malzemelerin doğada bol miktarda bulunması ve ekonomik oluşu günümüzde bu malzemelerden kompozit yapımında kullanımını artırmıştır. Biyolojik olarak parçalanabilir olması bir avantaj da sağlamaktadır. Selüloz bazlı malzemelerin polimer matrisine katılmalarında uyumluluk maddesi kullanımı polimer kompozitinin mukavemet değerlerine pozitif etki yaptığına dair literatürde çalışmalar mevcuttur [10-11]. Termoplastiklerde selülozik bazlı odun tozu kullanımı günümüzde ahşap plastik kompozit üretimini artırmıştır [12]. Chen ve arkadaşlarının maleik anhidrid ile aşılınmış polietilen'in bazalt lifi-odun plastik kompozitlerinin mekanik özelliklerini arttırdığı yönünde bir çalışma yapmışlardır. Maleik anhidrid ile aşılınmış polietilen ilavesiyle elde edilen polimer kompozitinin çekme ve eğilme mukavemeti değerlerinin %5 ila 8 oranında arttığını belirlemiştir. Aynı zamanda yazarlar, % uzamanın başlangıçta hızlı, sonra yavaş olduğunu belirlemişler ve mikroyapı incelemeleri sonucunda ise maleik anhidrid ile aşılınmış polietilen eklenmesiyle odun ile polietilen arasında iyi bir adezyonun sağlandığını rapor etmişlerdir [13]. Huda ve arkadaşları ise, polilaktik asit polimerine odun life katarak bir polimer kompoziti elde etmişlerdir. Odun liflerinin ilavesiyle elde ettikleri polimer kompozitin mekanik özelliklerinin iyileştirdiğini çalışmalarında rapor etmişlerdir. Bunun dışında maleiklendirilmiş

polipropilen uyumlaştırıcısının mekanik özelliklerini daha da iyileştirdiğini belirlemiştir. Mikroyapı analizlerinde ise arayüzey bağlanmasının kompozitlerde iyi olduğunu tespit etmişlerdir [14]. Demir ve arkadaşları yaptıkları çalışmada [15], cam ve karbon elyaf takviyeli kompozit malzemenin aşınma davranışını incelemiştir. Elyaf cinsinin, numuneler üzerine uygulanan yükün, kayma hızının ve mesafesinin kompozitlerin tribolojik davranışlarına etkisi araştırılmıştır. Sonuçta karbon elyaf takviyeli kompozitlerdeki sürtünme katsayısının arttığını belirlemiştir. Buna ek olarak cam elyaf takviyesinin aşınma testinde kütle kaybının düşmesine sebep olduğunu ortaya koymuşlardır. Buna ek olarak yükün, kayma hızının ve mesafesinin artması kütle kaybının artmasına sebep olduğunu tespit edilmiştir. Kurniawan ve arkadaşlar ise bazalt lifi/polilaktik asit kompozitleri üretmiş ve bunların mekanik ve termal özelliklerini test etmişlerdir. Plasma aktivasyonu yapılan bazalt lifleriyle üretilen polilaktik asit kompozitlerin elastiklik modül değerinde %18 oranında bir artışın olduğunu belirlemiştir [16]. Taşdemir ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada ise geri dönüşümlü poliamid-6 polimerine atık pamuk ve ipek katarak elde ettikleri polimer kompozitinde fiber boyutlarının etkilerini incelemiştir [17].

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

II. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Kompozisyon ve Malzemeler

Üzüm sapı, çeltik ve cam elyafın polipropilen içerisindeki oranları değiştirilerek beş farklı grup hazırlanmıştır. Aşağıda Tablo 1' de elde edilen polimer kompozitinin oranları verilmiştir. Kullanılan polipropilen Emaş A.Ş. tarafından temin edilmiştir. Emoplen CP-M 8081 kodlu üründür. Erime akış indisi 8 g/10 dak., çekme modülü 1600 MPa, çekme mukavemeti 20 MPa, kopma uzaması % 8, Izod çentikli darbe mukavemeti 6 kJ/m², sertliği 63 Shore D, yoğunluğu 0,9200 g/cm³, ısı çarpılma sıcaklığı değeri (1,85 MPa) 85 °C olan ve vicat yumuşama sıcaklığı değeri ise 90 °C olan bir üründür [18]. Üzüm saptarı Kayseri ve çeltik ise Trakya bölgesinde yaşayan yerel halktan temin edilmiştir. Atık cam elyaf ise Bursa'daki bir firmadan temin edilmiştir.

2.2. 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. Daha sonra bu tozlar Yamato ADP-31 tipi fırında 105 °C' de 24 saat boyunca kurutulmuştur. Elde edilen polimer

kompozitinin granülleri bir karıştırıcıda (Patterson marka) 15 dak. boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra çift vidalı ekstrüderde (Mikrosan marka) 25-35 bar basınç altında, 25 dev/dak dönüş hızında ve 200-240 °C arasındaki sıcaklıklarda eritilerek karışımları gerçekleştirilmiştir. Daha sonra fırında 85 °C'de 12 saat kurutulmuştur. Test numuneleri, enjeksiyon sıcaklığı 200–240 °C, enjeksiyon basıncı 700-900 bar ve vida dönme hızı 25 dev/dak olan bir enjeksiyon makinesinde basılmıştır.

Tablo 1. Karışım oranları

Gruplar	Polipropilen (%)	Üzüm sapı-çeltik (50-50) (%)	Cam elyaf (%)
1	100	-	-
2	80	20	-
3	70	20	10
4	65	20	15
5	60	20	20



Üzüm sapı



Çeltik



Öğütücü



Toz

Şekil 1. Üzüm sapı ve çeltiğin öğütülmesi

2.3. Karakterizasyon

Her grup için beş adet numune test edilmiş ve ortalamaları verilmiştir. Çekme testleri ASTM D638 standardına göre yapılmıştır. Çekme deneyi 50 mm/dak çekme hızında ve 10 kN yük kapasitesine sahip bir Zwick Z010 (Almanya) marka test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çekme mukavemeti, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve elastiklik modülü değerleri bu test yönteminden elde edilmiştir. Darbe davranışını incelemek için Zwick B5113 darbe

test cihazı ile ASTM D256 yöntemine göre oda sıcaklığında Izod darbe testi (çentikli) yapılmıştır. Sertlik testi, Zwick sertlik ölçüm cihazı ile ASTM D2240 yöntemine göre yapılmıştır. Yoğunluk testi, ISO 2781 test standardına göre yapılmıştır. Darbe numunelerinden elde edilen kırık yüzeyler, Polaron SC 7620 (Gala Instrumente GmbH, Almanya) cihazı ile elektriksel yüklenmeyi önlemek için altın (Au) (%80)/paladyum (Pd) (%20) alaşımı ile yaklaşık 10 nm kalınlığında kaplanmıştır. Hazırlanan numunelerin mikro yapıları, 10 kV voltaj altında JEOL-JSM 5910 LV (JEOL Ltd., Japonya) taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

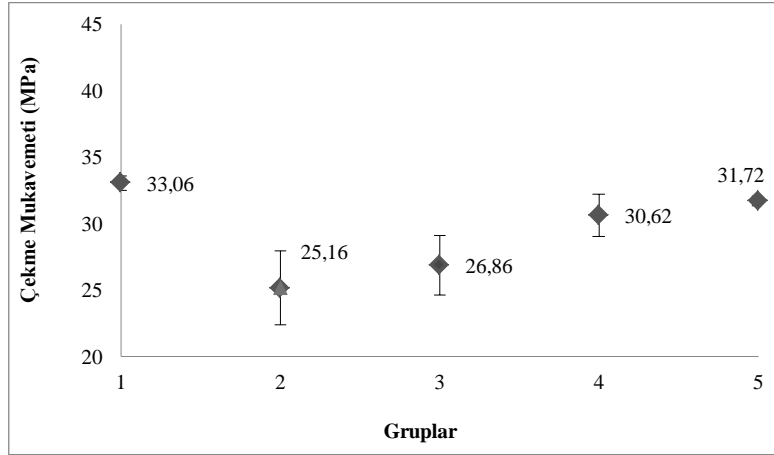
3.1. Mekanik Özellikler

Aşağıdaki Tablo 2'de çekme mukavemeti değerleri ve Şekil 2'de ise bu değerlerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Şekil 2'de de görüldüğü gibi maksimum çekme mukavemeti değeri 1. gruba aittir. Grafik incelendiğinde, polipropilen içerisinde çeltik ve üzüm sapı %20 oranında ilavesi ile çekme mukavemeti değerinin 25,16 MPa olduğu ve saf polipropilen ile kıyaslandığında bu değer %23,89 oranında azaldığı görülmektedir. Kompozitin içerisine %10 oranında cam elyaf katıldığında çekme mukavemeti değerinin 26,86 MPa olduğu ve saf polipropilen ile kıyaslandığında çekme mukavemeti değerinde %6,75 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Buna ek olarak polipropilen içerisine %20 oranında cam elyaf ilavesi ile çekme mukavemetinde saf polipropilene kıyasla %26,07 oranında bir artış olduğu anlaşılmaktadır. Öksüz ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada polipropilen içerisine kattıkları cam elyaf oranının artmasıyla çekme mukavemeti değerinin arttığını belirlemişlerdir [19]. Korkmaz ve arkadaşları yüksek yoğunluklu polietilen içerisine enginar yaprağı tozu katarak bir polimer kompoziti elde etmişler ve enginar yaprağı tozu oranının artmasıyla kompozitin çekme mukavemeti değerinin arttığını belirlemişlerdir [20]. Teke ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada polipropilen içerisine portakal kabuğu tozları katarak bir polimer kompoziti elde etmişlerdir. Çalışmalarında portakal kabuğu tozu oranının artmasıyla çekme mukavemeti değerinde bir düşüşün olduğunu belirlemişlerdir [21]. Başka bir çalışmada Ulutaş ve arkadaşları geri dönüşümlü polipropilen içerisine çeltik ilave ederek bir polimer kompoziti elde etmişlerdir. Elde ettikleri kompozitte çeltik tozlarının oranının artmasıyla çekme mukavemeti değerlerinin de arttığını belirlemişlerdir [22].

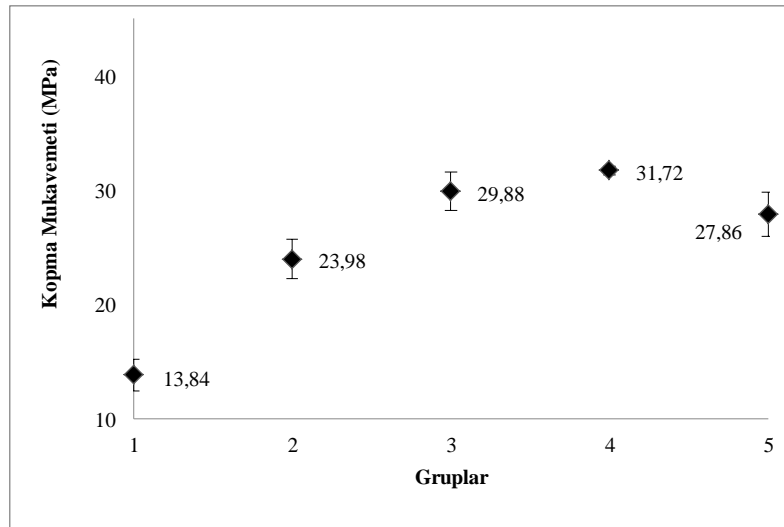
Aşağıdaki Tablo 3'de kopma mukavemeti değerleri ve Şekil 3'de ise bu değerlerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde maksimum kopma mukavemeti değerinin 31,72 MPa ile 4. gruba ait olduğu görülmektedir.

Tablo 2. PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin çekme mukavemeti değerleri

Gruplar	Test Numune Sayısı					Ort.	St. Sapma
	1	2	3	4	5		
Grup 1	32,8	32,6	32,6	33,8	33,5	33,06	0,55
Grup 2	28,5	23,2	27,7	24	22,4	25,16	2,75
Grup 3	26,2	25,5	28,3	29,9	24,4	26,86	2,21
Grup 4	31,1	32,7	28,9	29,1	31,3	30,62	1,60
Grup 5	32	31,9	31,2	31,5	32	31,72	0,35

**Şekil 2.** PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin çekme mukavemeti değerlerinin grafiksel gösterimi**Tablo 3.** PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin kopma mukavemeti değerleri

Gruplar	Test Numune Sayısı					Ort.	St. Sapma
	1	2	3	4	5		
Grup 1	15,3	13,2	12,3	15,3	13,1	13,84	1,37
Grup 2	28,5	23,2	25,4	24	21,5	23,98	1,73
Grup 3	31,1	30,7	28,9	27,4	31,3	29,88	1,67
Grup 4	32	31,9	31,2	31,5	32	31,72	0,35
Grup 5	26,2	25,5	28,3	29,9	29,4	27,86	1,93

**Şekil 3.** PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin kopma mukavemeti değerlerinin grafiksel gösterimi

Grafik incelendiğinde, polipropilen içerisinde %20 oranında çeltik-üzüm sapı ilavesi ile kopma mukavemeti değerlerinin 23,98 MPa çıktığı görülmektedir. Bu değeri saf polipropilen ile kıyasladığımızda %73,26 'lık bir artışın olduğu anlaşılmaktadır. Kompozitin içerisine ayrıca %10 oranında cam elyaf eklendiğinde kopma mukavemeti değerinin 29,88 MPa'la çıktığı görülmektedir. Saf polipropilen ile bu değer kıyasla %24,60 oranında artışın olduğu görülmektedir. 4. Grubun kopma mukavemeti değeri 31,72 MPa olarak elde edilmiştir. Bu değer saf polipropilene kıyasla %32,77 oranında artmıştır. 5. grupta kopma mukavemeti değeri bir miktar azalarak 27,86 MPa değerinde çıkmıştır. Öksüz [19], Teke [21], Uluştas [22] ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmalarda da kopma mukavemeti değerinin arttığını belirlemişlerdir. Aka ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada yüksek yoğunluklu polietilen içerisine karbonize edilmiş ve edilmemiş mısır püskülünü toz haline getirip katmışlardır. Elde ettikleri kompozitte mısır püskülü tozlarının oranının artmasıyla kopma mukavemeti değerinin arttığını tespit etmişlerdir [23].

Aşağıdaki Tablo 4'de kopma uzaması değerleri ve Şekil 4'de ise bu değerlerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde en yüksek kopma uzaması değerinin saf polipropilene ait olduğu görülmektedir. Polipropilen içerisine %20 oranında çeltik-üzüm sapı ilavesi ile kopma uzaması değerinin düştüğü ve saf polipropilene kıyaslandığında bu değer %90,06 oranında azaldığı görülmektedir. Çeltik-üzüm sapı ilavesine ek olarak %10 oranında cam elyaf eklendiğinde kopma uzaması değerinin %3,16 olduğu ve saf polipropilene kıyasla bu değer %47,50 oranında azaldığı görülmektedir. Kompozit malzeme içerisinde cam elyaf oranının gittikçe artmasıyla kopma uzama değerinin de buna paralel olarak azaldığı görülmektedir. Bu durum numunelerin gevrek davranış gösterdiği anlamına gelmektedir. Literatür incelendiğinde değişik türlerde selüloz bazlı ürünler toz haline getirilmiş ve polimer matris içerisine katılmışlardır. Selüloz bazlı bu malzemelerin matris içerisindeki oranının artmasıyla kopma uzama değerinin düştüğü belirlenmiştir [14, 19-24].

Aşağıdaki Tablo 5'de elastiklik modül değerleri ve Şekil 5'de ise bu değerlerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde maksimum elastiklik modülü değerinin 1558 MPa değeri ile 5. gruba ait olduğu görülmektedir. Polipropilen içerisine %20 oranında çeltik-üzüm sapı ilavesi ile elastiklik modülü değerinin 890,6 MPa olduğu görülmektedir. Bu değer saf polipropilenin elastiklik modül değeri ile kıyaslandığında %1,2 oranında bir artışın olduğu görülmektedir.

Çeltik ve üzüm sapı ilavesine ek olarak %10 oranında cam elyaf eklendiğinde elastiklik modülü değerinin

1096,8 MPa olduğu ve saf polipropilene kıyasla bu değer %23,15 oranında arttığı tespit edilmiştir. En yüksek elastiklik modül değeri ise 5. grupta görülmüştür. Bu değer saf polipropilenin elastiklik modül değeri ile kıyaslandığında %31,59 oranında bir artışın olduğu anlaşılmaktadır.

Literatür incelendiğinde değişik türlerde selüloz bazlı ürünler toz haline getirilmiş ve polimer matris içerisine katılmışlardır. Selüloz bazlı bu malzemelerin matris içerisindeki oranının artmasıyla elastiklik modül değerinin de arttığı belirlenmiştir [19-21, 23].

Aşağıdaki Tablo 6'da darbe mukavemeti değerleri ve Şekil 6'da ise bu değerlerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Şekil 6'ya bakıldığında maksimum darbe mukavemeti değerinin saf polipropilene ait olduğu görülmektedir. Grafik incelendiğinde polipropilen içerisine %20 oranında çeltik-üzüm sapının ilavesi ile darbe mukavemeti değerinin 3,42 kJ/m²'ye düştüğü görülmektedir. Bu değer saf polipropilenin darbe mukavemeti değeri ile kıyaslandığında %47'lik bir azalmanın olduğu anlaşılmaktadır.

Çeltik-üzüm sapı ilavesine ek olarak %10 oranında cam elyaf eklendiğinde darbe mukavemeti değerinin 3,94 kJ/m²'ye çıktığı ve saf polipropilene göre %15,20 oranında arttığı görülmektedir. Huda [14], Öksüz [19], Ulutaş [22] Aka [23], Taşdemir [24], ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalarda darbe mukavemeti değerinin arttığını belirlemişlerdir.

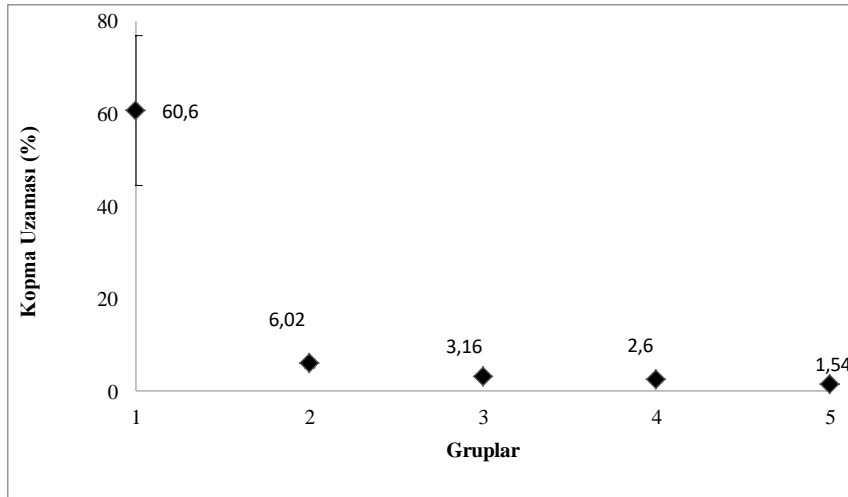
Aşağıdaki Tablo 7'de sertlik değerleri ve Şekil 7'de ise bu değerlerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Şekil 7'ye bakıldığında maksimum sertlik değerinin 5. gruba ait olduğu görülmektedir. Polipropilen içerisine %20 oranında çeltik-üzüm sapı ilavesi ile sertlik değerinin bir miktar artarak 64,5 çıktığı görülmektedir. Saf polipropilene kıyasla bu artış oranı %3,2 'dir. Şekilden de anlaşıldığı gibi kompozit içerisindeki cam elyaf oranının artışıyla sertlik değerinin de giderek arttığı görülmektedir.

3.2. Yoğunluk

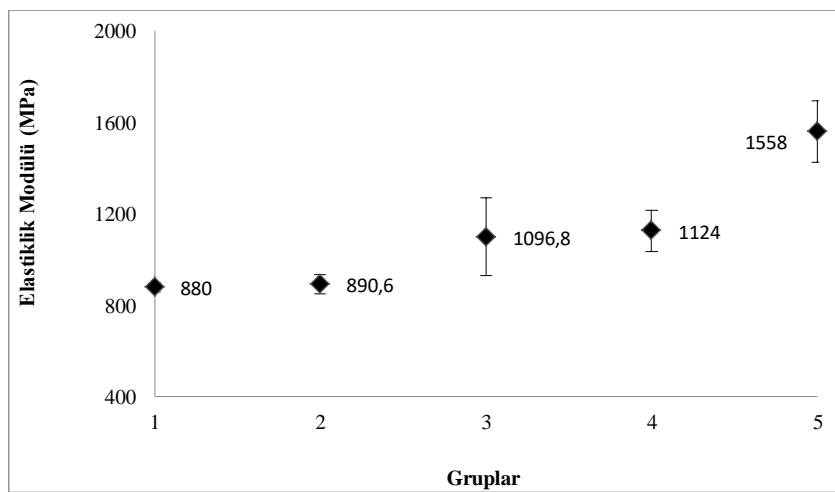
Aşağıdaki Tablo 8'de yoğunluk değerleri ve Şekil 8'de ise bu değerlerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Şekil 8'e bakıldığında maksimum yoğunluk değerinin 1,01 gr/cm³ ile, 5. gruba ait olduğu görülmektedir. PP içerisine çeltik ve üzüm sapı %20 oranında ilavesi ile yoğunluk değerinin saf polipropilene kıyasla %2,29 oranında arttığı anlaşılmaktadır. Polipropilen içerisine cam elyaf oranının artmasıyla yoğunluk miktarının giderek arttığı da şekilden görülmektedir. Ulutaş ve arkadaşları geri dönüşümlü polipropilen içerisine çeltik ilave ederek bir polimer kompoziti elde etmişlerdir. Elde ettikleri kompozitte çeltik tozlarının oranının artmasıyla yoğunluk değerlerinin de arttığını belirlemişlerdir [22].

Tablo 4. PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin kopma uzaması değerleri

Gruplar	Test Numune Sayısı					Ort.	St. Sapma
	1	2	3	4	5		
Grup 1	67	69	74	33	60	60,6	16,22
Grup 2	7,6	5,1	6,1	5,4	5,9	6,02	0,96
Grup 3	2,6	4	3,3	3,5	2,4	3,16	0,65
Grup 4	2,7	2,7	2,2	2,5	2,9	2,6	0,26
Grup 5	1,5	1,4	1,5	1,6	1,7	1,54	0,11

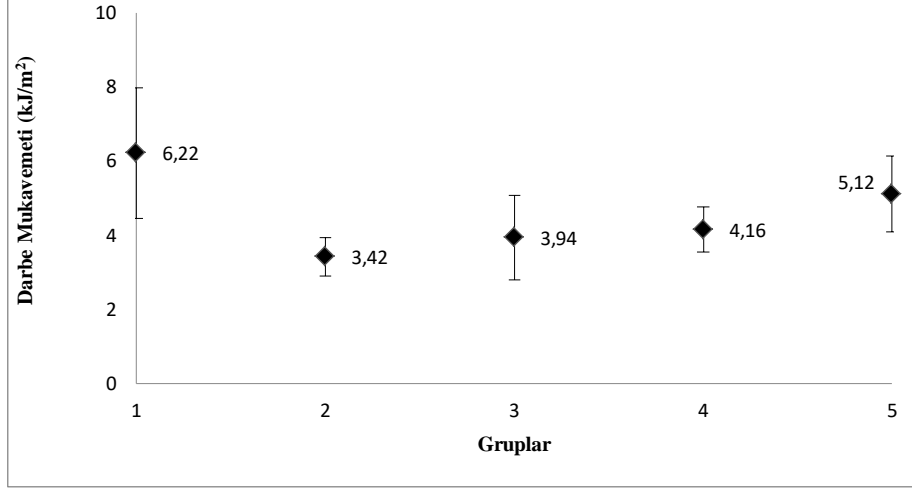
**Şekil 4.** PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin kopma uzaması değerlerinin grafiksel gösterimi**Tablo 5.** PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin elastiklik modül değerleri

Gruplar	Test Numune Sayısı					Ort.	St. Sapma
	1	2	3	4	5		
Grup 1	858	868	870	906	898	880	20,78
Grup 2	926	888	935	836	868	890,6	40,99
Grup 3	1160	914	960	1110	1340	1096,8	169,88
Grup 4	1060	1010	1240	1150	1160	1124	90,16
Grup 5	1530	1580	1680	1660	1340	1558	136,08

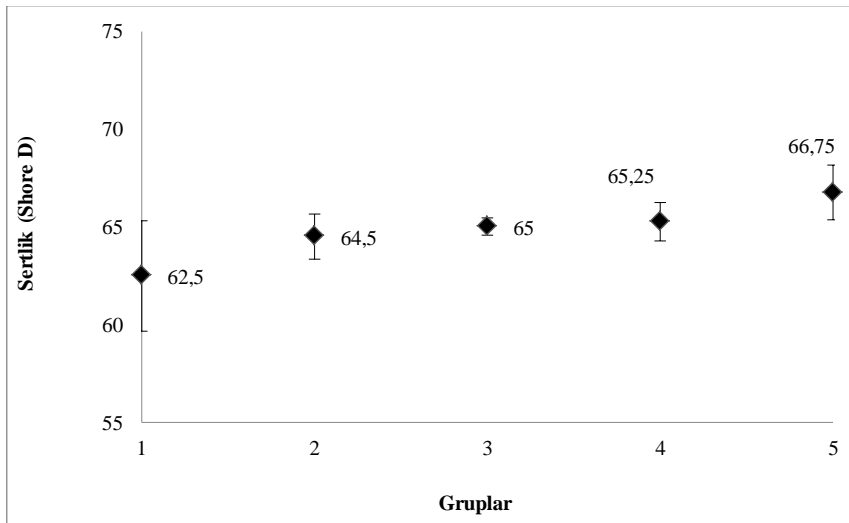
**Şekil 5.** PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin elastiklik modül değerlerinin grafiksel gösterimi

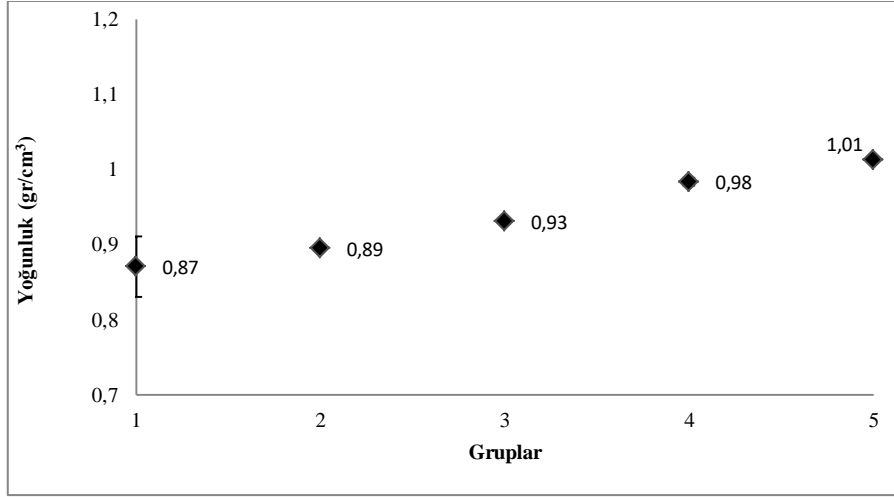
Tablo 6. PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin darbe mukavemeti değerleri

Gruplar	Test Numune Sayısı					Ort.	St. Sapma
	1	2	3	4	5		
Grup 1	9,3	5,7	5	5,9	5,2	6,22	1,75
Grup 2	4,2	3,4	3	3,6	2,9	3,42	0,52
Grup 3	3,8	3,4	3,6	5,9	3	3,94	1,13
Grup 4	3,8	4,2	5,2	3,8	3,8	4,16	0,60
Grup 5	5,9	5,2	5,9	5,2	3,4	5,12	1,02

**Şekil 6.** PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin darbe mukavemeti değerlerinin grafiksel gösterimi**Tablo 7.** PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin sertlik değerleri

Gruplar	Test Numune Sayısı					Ort.	St. Sapma
	1	2	3	4	5		
Grup 1	65	65	65	63	58,5	58,5	62,5
Grup 2	65	65	66	63	64	64	64,5
Grup 3	64	65	65	65	65	66	65
Grup 4	66	64	65	66,5	65	65,5	65,25
Grup 5	65	67	67	69	67	65,5	66,75

**Şekil 7.** PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin sertlik değerlerinin grafiksel gösterimi



Şekil 8. PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin yoğunluk değerleri

Tablo 8. PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin yoğunluk değerleri

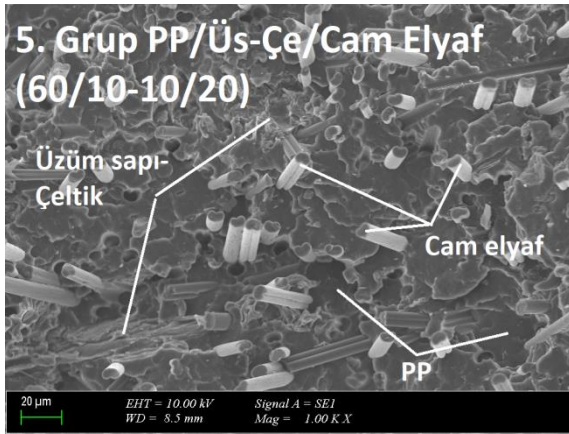
Yoğunluk (gr/cm ³)						
		Havada	Alkolde	Yoğunluk	Ortalama	Std.Sapma
Grup 1	1.Numune	1,2267	0,1586	0,907305	0,87	0,04
	2.Numune	1,2154	0,1201	0,876624		
	3.Numune	1,14	0,0514	0,827301		
Grup 2	1.Numune	1,1104	0,1318	0,896399	0,89	0,002
	2.Numune	1,1043	0,1299	0,895317		
	3.Numune	1,1182	0,1279	0,892031		
Grup 3	1.Numune	1,3173	0,195	0,927263	0,93	0,003
	2.Numune	1,319	0,2002	0,931364		
	3.Numune	1,2968	0,1992	0,933375		
Grup 4	1.Numune	1,362	0,2697	0,985059	0,98	0,005
	2.Numune	1,3597	0,2605	0,977223		
	3.Numune	1,3893	0,2777	0,987358		
Grup 5	1.Numune	1,3942	0,3076	1,013637	1,01	0,003
	2.Numune	1,4014	0,3095	1,013926		
	3.Numune	1,3999	0,3032	1,008408		

3.3. Mikroyapı Özellikleri

Saf polipropilen ve içerisine değişik oranlarda katılan üzüm sapı, çeltik ve cam elyaf ile oluşturulan polimer kompozitinin mikroyapı fotoğrafı Şekil 9' da verilmiştir. Çift vidalı ekstrüzyon kullanımı polipropilen, üzüm sapı, çeltik ve cam elyafın homojen olarak karışımını sağladığı şekilden görülmektedir. Polipropilen apolar karakterdedir. Üzüm sapı ve çeltik ise polardır. Bu yüzden uyumsuzdurlar ve uyumlu hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu durumda sisteme yüzey modifikasyonunu artıran uyumluluk maddeleri

eklenmektedir. Böylelikle matris ve dolgu yüzeyi arasında bir yapışma sağlanır. Bu çalışmada herhangi bir arayüzey uyumluluk maddesi ve yağlayıcı bu aşamada kullanılmamıştır. Polipropilen ve cam elyaf arasında uyumluluk maddesi kullanılmadığından zayıf bir bağlantı olduğu ve matrise olan zayıf bağlanmadan dolayı bazı elyafların yerlerinden çıktıkları görülmektedir. Mikroyapıdaki boşluklar cam elyafın matrise olan zayıp adezyonundan dolayı kayıp çıkmaları sonucu oluşmuştur. Matris ile cam elyaf arasındaki adezyonu arttırmak için maleik anhidrit polietilen (MAPE) gibi bir uyumluluk maddesi

kullanımı yapışmayı artıracağından mekanik özelliklerde de daha iyi sonuçlar alınmasına sebebiyet verecektir. Bu polimer kompozitinde üzüm saptarı ve çeltik dolgu malzemesi olarak kullanımı hedeflenmiştir. Tabiki bu dolgu maddelerinin ilavesi bazı mekanik değerlerde düşüşe sebebiyet vermektedir. Bunu bertaraf etmek için kompozite atık cam elyaf ilavesi yapılmıştır. Zhang ve arkadaşları [25] yapmış oldukları bir çalışmada polipropilen/selüloz polimer kompozitinde polipropilen ile selüloz arasında maleik anhidrit aşılı polipropilen (MAPP) ve metil akrilik asit glisidil ester aşılı polipropilen kullanmışlardır. Bir başka çalışmada Kızıltaş ve arkadaşları [26] polietilen tereftalat ve politrimetilen tereftalat polimerlerine selüloz katıp bir polimer kompoziti elde etmişler ve daha kolay kalıplanması için struktol ticari isimli bir malzeme de kullanmışlardır.



Şekil 9. PP/üzüm sapı-çeltik/cam elyaf polimer kompozitinin mikroyapı fotoğrafı

IV. SONUÇLAR

1. Atık üzüm sapı ve çeltikten elde edilen tozların polipropilen türü malzemelerde potansiyel bir dolgu maddesi olarak kullanımını bu çalışma ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra bu atık malzemelerin yeniden değerlendirilmesi sağlanmıştır.
2. Atık cam elyafın polimer kompozitlerinde yeniden kullanımı sağlanmış ve cam elyaf oranının kompozit içerisindeki oranının artması mekanik özelliklerde iyileşme sağlamıştır. Burada MAPE gibi bir uyumluluk maddesi kullanımı matris ve cam elyaf arasında adezyonu artıracağından mekanik değerlerin daha iyi sonuç vereceği öngörülmektedir.
3. Üzüm sapı- çeltik ve cam elyaf ilavesi, polimer kompozitinin mekanik özelliklerinde önemli değişimler sağlamıştır. Örneğin, kopma mukavemeti ve elastiklik modül değerleri artmış buna karşılık kopma uzaması ve darbe mukavemeti değerleri ise düşmüştür.

4. Bu çalışma üzüm sapı, çeltik ve cam elyafın atık birer malzeme olması ve bunların polimerlerde dolgu veya takviye malzemesi olarak yeniden kullanımının sağlaması konusuna dikkati çekmektedir. Buna ek olarak petrol ürünü olan polimerik malzemelerin daha az oranda kullanımını sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Tufan, M., Mengeloğlu, F. (2010). *III. Ulusal karadeniz ormancılık kongresi* 20-22 mayıs, cilt: IV sayfa 1658- 1664
- [2] Rude, E. (2007). Evaluation of coupling mechanisms in wood plastic composites, Master of science in material and engineering department of mechanical and materials engineering. Washington state university pp 1–4
- [3] Balma, A. (1999). Evaluation of bolted connections in wood plastic composites. Master of science in civil Engineering, Washington State University, Department of civil and environmental engineering pp.1
- [4] Mengelolu, F. (2006). Wood/thermoplastic composites. *I. Polimerik kompozitler sempozyumu ve dergisi*, TMMOB kimya mühendisleri odası, İzmir. 471-480
- [5] Gupta, B. (2006). Development of a coating technology for wood plastic composites, Washington state university master of science in materilas science and engineering pp.130
- [6] Chen, L., (2009). Extrudable melamine resin for wood plastic composite Master of science, civil engineering. Washington state University, department of civil and environmental engineering, pp.8–9
- [7] Karakuş, K., Başboğa, İ.H., Mengeloğlu, F., (2014). Termoplastik esaslı polimer kompozitlerin üretilmesinde orman budama atıklarının değerlendirilmesi, *II. Ulusal akdeniz orman ve çevre sempozyumu* 22-24 Ekim Isparta
- [8] Rowell, R. M. (2006). Advances and challenges of wood polymer composites, *proceedings of the 8th pacific rimbio-based composites symposium*, 20 – 23 November, Kuala Lumpur, Malezya, 1–10
- [9] Perhac, D., (2007). An applied statistical reliability analysis of the modulus of elasticity and the modulus of rupture for wood-plastic composites masters thesis, The university of tennessee, Knoxville
- [10] Salmen, L. & Burgert, I. (2008). Cell wall features with regard to mechanical performance. A review cost action E35 2004–2008: Wood machining – micromechanics and fracture. *Holzforschung*, 63 (2), 121-129
- [11] Tasdemir, M., (2017). Effects of olive pit and almond shell powder on polypropylene *Key Engineering Materials* vol. 733, 65-68

- [12] Mehmood, S., Khaliq, A., Ranjha, S.A. (2010). The use of post consumer plastic waste for the production of wood plastic composites: A Review, *Third international symposium on energy from biomass and waste Venice*, Venice, Italy, November 8- 11
- [13] Chen, J., Wang, Y., Gu, C., Liu, J., Liu, Y., Li, M., Lu, Y. (2013). Enhancement of the mechanical properties of basalt fiber-wood plastic composites via maleic anhydride grafted high-density polyethylene (MAPE) addition, *Materials*, 6 (6), 2483- 2496
- [14] Huda, M.S., Drzal, L.T., Misra, M., Mohanty, A.K. (2005). Wood-fiber reinforced poly(lactic acid) composites: Evaluation of the physicomechanical and morphological properties, *Journal of Applied Polymer Science*, 102, 4856-4869
- [15] Demir M. E., Çelik Y. H. ve Kılıçkap E., (2019). Cam ve karbon elyaf takviyeli kompozitlerde elyaf cinsinin, yükün, kayma hızı ve mesafesinin abrasiv aşınmaya etkisi, *Politeknik dergisi*, 22(4): 811-817
- [16] Kurniawan, D., Kim, B.S., Lee, H.Y., Lim, J.Y. (2012). Atmospheric pressure glow discharge plasma polymerization for surface treatment on sized basalt fiber/poly(lactic acid) composites, *Composites part B-engineering*, 43 (3), 1010-1014
- [17] Tasdemir, M., Koçak, D., Merdan, N., Usta, İ., Akalın, M., (2013). Recycled polyamide-6/waste silk & cotton fibre polymer composites: Effect of fibre length, *Fen bilimleri dergisi*, 25(4) 157-166
- [18] <https://www.materialdatacenter.com/ms/en/Emoplen/Emas+Plastik+San/EMOPLen+CPM+8081/9caa5af9/7572>, Erişim:2021
- [19] Öksüz, A., Taşdemir, M., (2018). Değişik oranlarda cam elyaf takviyeli polipropilen polimer kompozitine etilen vinil asetat ilavesi ile mekanik değerlerdeki değişimlerin incelenmesi, sayfa 1014-1023, *International conference on multidisciplinary sciences (icomus)* 15-16 Aralık İstanbul medipol üniversitesi/İstanbul/Türkiye
- [20] Korkmaz, B., Özhan, A., Peksanlı, A., Tepeyurt, G.N., 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
- [21] Teke, Z., Sırtıkara, M., Şahin, K.A., Taşdemir, M., (2019). The investigation of the effects of carbonized and uncarbonized orange peel powder on the mechanical properties of polypropylene, *The international conference on materials science, Mechanical and automotive engineering and technology*, 21-23 Jun Kapadokya/Nevşehir/Turkey
- [22] Ulutaş, E., Taşdemir, M., Koçak, E.D., (2019). Investigation of mechanical properties of recycled polypropylene/rice husk polymer composites, *The international conference on materials science, Mechanical and automotive engineering and technology*, 21-23 Jun Kapadokya/Nevşehir/Turkey
- [23] Aka, A., Tekerek, A.Y., Güler, G., Taşdemir, M., (2019). High density polyethylene/uncarbonized and carbonized waste corn husk polymer composites: physical and wear behaviors *35th International conference of the polymer processing society (PPS-35)* 26 - 30 May Radisson blu resort & Spa, Çeşme-İzmir/Turkey
- [24] Taşdemir, M., (2019). Mechanical properties of polypropylene biocomposites with sea weeds, *Nanomaterials science and engineering*, vol 1, no. 1 pp. 22-29
- [25] 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.
- [26] Kızıltas, A., Gardner, D.J., Han, Y., Yang, H.S., (2010). Determining the mechanical properties of microcrystalline cellulose (MCC) filled PET/PTT blend composites, *Wood Fiber Sci.* 42(2), 165-176.