



ZEYTİN ÇEKİRDEĞİ TOZU İLAVE EDİLMİŞ POLİPROPİLEN KOMPOZİTİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Münir TASDEMİR^{1,a,*}, Alim KAŞTAN^{1,b}

¹Marmara Üniversitesi, Türkiye,

^amunir@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8635-7251

^bkastanalim@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6514-3796

ÖZET

Bu çalışmada; toz haline getirilmiş zeytin çekirdeği tozları polipropilen (PP) polimeri içerisine ağırlıkça %5-10-15 ve 20 oranında katılarak çift vidalı ekstrüzyon makinesinde karıştırılmış ve dört farklı kompozit malzeme üretilmiştir. Polipropilen ve zeytin çekirdeği tozları arasındaki uyumluluğu artırmak için kompozite %5 oranında maleik anhidrit aşılansız polipropilen (MA-g-PP) eklenmiştir. Daha sonra granül halindeki kompozit malzemeler enjeksiyon kalıplama yöntemi ile kalıplanarak standart test numuneleri basılmıştır. Kompozitin mekanik özellikleri hakkında bilgi edinmek için elastiklik modülü, akma mukavemeti, çekme mukavemeti, % uzama, sertlik, Izod darbe mukavemeti ve yoğunluk deneyleri yapılmıştır. Ayrıca zeytin çekirdeği tozlarının matris içerisinde dağılımlarını görmek için darbe testleri sonucundan elde edilen kırık yüzeylerden taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ile fotoğrafları çekilmiştir. Yapılan testlerin sonuçlarına göre, matris içerisinde zeytin çekirdeği toz (ZÇT) oranının artmasıyla; elastiklik modülü, sertlik ve yoğunluk değerlerinin yükseldiği buna karşılık akma mukavemeti, çekme mukavemeti, % uzama ve darbe mukavemeti değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen, biyo kompozit, zeytin çekirdeği tozu, mekanik özellikler, maleik anhidrit.

ABSTRACT

In this study, powdered olive pits were added to polypropylene at a rate of 5-10-15

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

Geliş (Received): 09/11/2021

Atıf (Citation): Taşdemir, M., Kaştan, A., "Controllable Cleaning Robot with Bluetooth that can Detect Obstacles", UMÜFED Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 4(1): 36-49, 2022.

Kabul (Accepted): 08/02/2022

Yayın (Published): 30/03/2022

and 20% by weight, and four different polymer composite materials with olive pits were produced by twin screw extruder. 5% maleic anhydride grafted polypropylene (MA-g-PP) was added to the composite to increase the compatibility of polypropylene and olive pits. Later, the granular composite material was molded by injection molding method and standard test samples were molded. In order to learn about the mechanical properties of the composite, elasticity modulus, yield strength, tensile strength, % elongation, hardness, Izod impact strength and density tests were performed. In addition, in order to see the distribution of olive pit powders in the matrix, photographs of the broken surface were taken with scanning electron microscopy. According to the results of the tests, with the increase of olive pits powder ratios in the matrix; It was determined that the elasticity modulus, hardness and density values increased while the yield strength, tensile strength, elongation, and impact strength values decreased.

Keywords: Polypropylene, bio composites, olive pit powder, mechanical properties, maleic anhydride.

1. GİRİŞ

Son yıllarda doğal dolgularla desteklenmiş polimer kompozitler, hem akademik hem de endüstriyel çevrelerde çok büyük ilgi görmektedir. Kompozit malzemelerde destek malzemesi olarak genellikle karbon elyaf veya cam elyaf kullanılmaktadır. Fakat bunlar hem pahalı ve üretimi zor hem de doğa dostu olmayan malzemelerdir. Doğada bolca bulunan lignoselülozik bazlı doğal maddeler; ucuz ve zehirsiz destek malzemeleri olmaları sebebiyle kompozitlerde kullanılması bu aşamada değer kazanmaktadır [1]. Polimerleri güçlendirmek için çok çeşitli lignoselülozik bazlı doğal maddeler mevcuttur. Kenaf, sisal, jüt ve kenevir bunlardan bir kaçıdır. Zeytin çekirdeği de lignoselülozik bazlı doğal dolgu maddeleri arasındadır. Maliyetinin düşük olması, yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi ve çevre dostu olması yani biyolojik olarak parçalanabilir olması nedenleriyle polimerlerde dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır [2]. Atık biyo-bazlı maddelerin termoplastik kompozit malzemelerde dolgu maddesi olarak kullanımı giderek artmaktadır [3-5]. Bu kompozitlerin kullanımlarının artmasının diğer sebepleri arasında düşük yoğunluğa sahip olmaları, yüksek aşınma dirençlerinin olması, ses yalıtım özelliklerinin iyi olması ve geri dönüşümlerinin kolay olması sayılabilir [6]. Bazı araştırmacılar plastik yapıların çevre

üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek için ve geri dönüştürülmüş ürünleri teşvik etmek için zeytin çekirdeğini plastik malzemelerde dolgu maddesi olarak kullanımlarını incelenmişlerdir [7]. Akdeniz bölgesinde dünya zeytinyağı üretiminin yaklaşık %95' ini İspanya, Yunanistan, İtalya, Tunus ve Türkiye yapmaktadır [6]. Zeytinyağı çıkarma işleminden sonra, zeytin meyvesinin ağırlığının %30-35 civarında katı lignoselülozik atık ortaya çıkar. Bu atıkların kimyasal bileşimi; esas olarak lignin, hemiselüloz ve selülozdan oluşmaktadır. Zeytin atığı diğer birçok kullanımının yanı sıra dolgu malzemesi olarak kullanımı da büyüyen bir potansiyele sahiptir. Daha önce de yukarıda belirtildiği gibi lignoselülozik bazlı bu malzemeler ucuz, sert ve düşük yoğunluklu malzemelerdir. Polipropilenin aksine zeytin çekirdeği gibi lignoselülozik malzemelerin üzerindeki polar grupların olması nedeniyle bu malzemeler nemi kolayca emer. Yani polipropilen apolarken zeytin çekirdeği 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 [8].

Literatürde zeytinin çekirdeği ile ilgili birçok çalışma mevcut olup posasını oluşturan kısım (mezokarp-epikarp) ile ilgili yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır [9-10]. Gümüş ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada zeytin çekirdeği dolgulu polipropilenin dinamik mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Zeytin çekirdeği oranının artması ile elde ettikleri kompozitin bazı mekanik ve ısıl özelliklerinin iyileştiğini belirlemişlerdir [11]. Qutaiba doktora tezinde epoksi reçine içerisine dolgu malzemesi olarak işlenmemiş ve işlenmiş zeytin çekirdeği tozu ilave ederek polimer kompozit üretmiştir. Zeytin çekirdeği tozunun oranına bağlı olarak elde ettiği kompozitin boşluk içeriği ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. İşlenmiş zeytin çekirdeği tozu ilaveli grubun mekanik özelliklerinin, işlenmemiş zeytin çekirdeği tozuna göre daha iyi değerler verdiğini tespit etmiştir [12]. Koutsomitopoulou ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada polilaktik asit (PLA) içerisine zeytin çekirdeği tozları katarak bir polimer kompoziti üretmişlerdir. Elde ettikleri polimer kompozitinin biyolojik olarak bozulabilir bir ürün olduğunu belirlemişlerdir. Aynı zamanda zeytin çekirdeğinin oranının artmasıyla polimer kompozitinde fiziksel ve mekanik değerlerin nasıl değiştiğini de belirlemişlerdir [4]. Naghmouchi ve arkadaşları ise yapmış oldukları bir çalışmada polivinil klorür (PVC) içerisine zeytin çekirdeği eklenmiş ve elde ettikleri polimer kompozitinin mekanik, ısıl ve su emme özelliklerini incelemişlerdir [8]. Taşdemir ise bir diğer çalışmasında polipropilen içerisine zeytin çekirdeği ve badem kabuğu tozlarını katarak elde ettiği

polimer kompozitinin özelliklerini incelemiştir [13]. Kılıçaslan yapmış olduğu bir çalışmada, zeytin sıkma işleminden sonra arta kalan zeytin pürnasının poliester matrisli kompozitlerde kullanımını araştırmıştır. Çalışmasında poliester içerisine %30-60 arasında zeytin pürnası eklemiştir. Saf poliester ve elde ettiği kompozit malzemelerin mekanik değerlerini karşılaştırmıştır. Çalışmasının sonucunda poliester içindeki zeytin çekirdeği oranının artması ile elastiklik modülü ve akma gerilmesinin azaldığını rapor etmiştir [14]. Djidjelli ve arkadaşları ise [15], polivinil klorür içerisine %5-15-25 oranlarında zeytin çekirdeğikatarak elde ettiği polimer kompozitlerinin mekanik özelliklerini incelemiştir. Zeytin çekirdeklerinin yaklaşık 100 µm olacak şekilde öğütüp bir kısmına kimyasal işlem uygulamadan bir kısmına ise benzil klorür kullanarak kimyasal işleme tabi tutmuşlardır. Çekme testleri sonucunda kompozit içerisindeki zeytin çekirdeği oranının artmasıyla saf polivinil klorüre oranla daha düşük uzama ve çekme mukavemeti değeri verdiklerini ettiklerini ve bu yüzden benzil klorür ile yapılan kimyasal işlemin mekanik değerlere önemli etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Öte yandan maleik aşılama işlemi ile matris ve zeytin çekirdeği arasında adezyonun oluşması sağlanmaktadır. Bu sebeple polipropilen türü polimerlere zeytin çekirdeği katkısı yapıldığında arayüzey uyumunu sağlamak için maleik anhidrit aşılı polipropilen kullanımı avantaj sağladığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada ise literatürdeki veriler ışığında ülkemizde bol miktarda üretilmekte olan zeytin çekirdeklerinin öğütülüp toz haline getirerek ve sisteme uyumluluklarının sağlanması amacıyla maleik anhidrit aşılı polipropilen katarak bir polimer kompozitinin üretimi hedeflenmiştir. Bunların öğütülerek toz haline getirilmesi ve polipropilen içerisine bir çeşit dolgu malzemesi olarak katılması sağlanmıştır. Polipropilen ve zeytin çekirdeği arasındaki yapışmanın sağlanması için sisteme maleik anhidrit aşılı polipropilen (MA-g-PP) %5 oranında ilave edilerek bazı mekanik özellikleri belirlemiş ve sonuçlar rapor edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Kompozisyon ve Kullanılan Malzemeler

Polipropilen içerisine değişik oranlarda zeytin çekirdeği katılarak beş farklı grup hazırlanmıştır. Aşağıda Çizelge 1' de oranlar verilmiştir. Kullanılan polipropilen Moblen EP 3307 kodlu Lyondell Basell tarafından üretilen bir polimerdir. Yoğunluğu 0,900 g/cm³, erime akış indisi 15 g/10 dak. (230 °C-2,16 kg), ısıl çarpılma sıcaklığı 95 °C' dir. Zeytin

çekirdekleriGemlik' te yaşayan yerel halktan temin edilmiştir.

Çizelge 1. PP/ZÇT/MA-g-PP polimer kompozitinin karışım oranları

Gruplar	PP (%)	ZÇT (%)	MA-g-PP (%)
1	100	-	-
2	90	5	5
3	85	10	5
4	80	15	5
5	75	20	5

2.2 Kompozitlerin Hazırlanması

Zeytin çekirdeklerini toz haline getirmek için Siemens marka öğütücü kullanılmıştır. Bu çalışmada ortalama 40 mikron boyutundaki tozlar kullanılmıştır. Şekil 1' de bu yöntemin fotoğrafları verilmiştir. Zeytin çekirdeği tozları ve polipropilen Yamato ADP-31 tipi fırında matris ile karıştırılmadan önce 105 °C' de 24 saat boyunca kurutulmuştur. Daha sonra zeytin çekirdeği tozları ve polipropilen granülleri Patterson marka karıştırıcıda 20 dakika boyunca karıştırılmıştır. Bir sonraki aşamada ise Mikrosan marka çift vidalı ekstrüderde 15-20 bar basınç altında, 30 dev/dak vida dönüş hızında ve 190-220 °C arasındaki sıcaklıklarda eritilerek karışımları gerçekleştirilmiştir. Bu işlemden sonra tekrar fırında 105 °C' de 24 saat boyunca kurutulmuştur ve test numuneleri enjeksiyon sıcaklığı 190–220 °C, enjeksiyon basıncı 90-110 bar ve vida dönme hızı 20 dev/dak olan bir enjeksiyon makinesinde test numuneleri basılmıştır.

Çizelge 2. PP/ZÇT/MA-g-PP polimer kompozitinin kalıplama şartları

İşlem	Ekstrüzyon	Enjeksiyon
Sıcaklık (°C)	190–220	190–220
Basınç (bar)	15-20	90–110
Kalıpta bekleme süresi (sn)	-	20
Vida hızı (dev/dak)	30	20
Kalıp sıcaklığı (°C)	-	40

2.3 Test Yöntemleri

Çekme testleri ASTM D638 standartlarına göre 50 mm/dk çekme hızında (çok

yumuşak veya çok sert olmayan malzemelere genellikle bu hız uygulanmaktadır) Zwick Z010 çekme makinesinde test edilmiştir. Sertlik testi Zwick sertlik ölçüm cihazı ile ASTM D2240 standardına göre yapılmıştır. Çentikli Izod darbe testleri B5113 darbe test cihazı ile ASTM D256 standardına göre oda sıcaklığında yapılmıştır. Numunelerin yoğunlukları ISO 1183-1 (yöntem A) test standardına göre ölçülmüştür. Yoğunluk ölçümünde her bir kompozit tipi için üç numuneden ölçüm yapılarak değerlerin ortalaması alınmıştır. Darbe numunelerinden elde edilen kırık yüzeyler Polaron marka kaplama cihazında altın/paladyum alaşımı ile kaplanmıştır. 10 nm kalınlığındaki bu kaplama elektriksel yüklemeyi önlemek için yapılmıştır. Daha sonra numuneler 15 kV altında Jeol marka taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir.



Zeytin çekirdeği

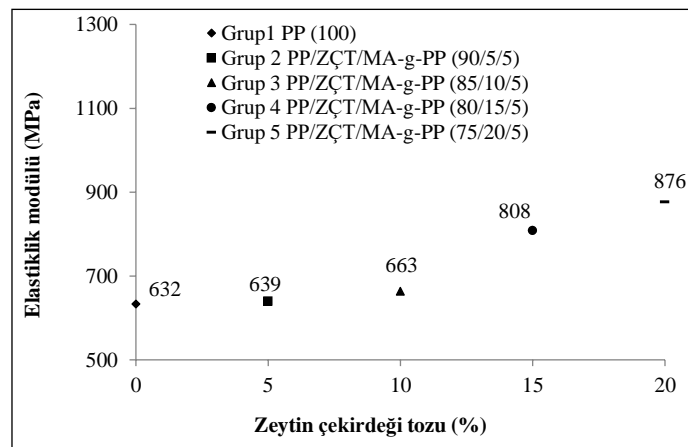
Öğütücü

Toz hali

Şekil 1. Zeytin çekirdeğinin yapısı ve toz haline getirilmesi

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

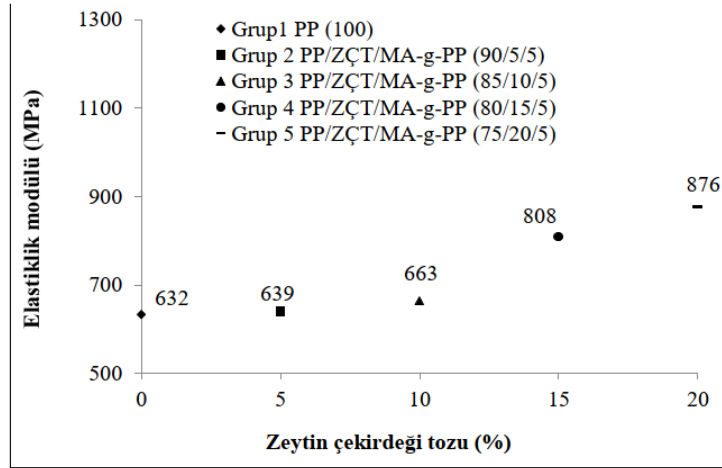
Polipropilen içerisine farklı oranlarda zeytin çekirdeği tozlarının katılmasıyla üretilen polimer kompozitinin elastiklik modülü değerleri Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. PP/ZÇT/MA-g-PP polimer kompozitinin elastiklik modül değerleri

Grafikten de anlaşılacağı gibi matris içerisine zeytin çekirdeği tozlarının ilavesiyle kompozitin elastiklik modülü değerinin arttığı görülmektedir. Saf polipropilenin elastiklik modülü değeri 632 MPa olarak ölçülmüşken matrise ağırlıkça %20 oranında zeytin çekirdeği katıldığında bu değer yaklaşık %39 oranında artarak 876 MPa' a çıktığı tespit edilmiştir. Bu durumun zeytin çekirdeğinin sert yapısından ve matris ile zeytin çekirdeği arasındaki yapışmayı arttırsın diye katılan maleik anhidrit aşılı polipropilenin ilavesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer sonuç Naghmouchi ve arkadaşlarının yapmış oldukları PVC/odun tozu kompozitlerinde de görülmüştür [7]. Mousa ve arkadaşlarının yapmış oldukları benzer bir çalışmada polivinil klorür içerisine zeytin çekirdeği katarak elde ettikleri polimer kompozitinin elastiklik modülü değerinin arttığını ve bu artışın sebebinin ise PVC matris arasındaki atomik bağın polar-polar olması, böylece toz parçacıklarının matrise çok daha kuvvetli bir şekilde bağlanması sonucunda olduğunu rapor etmişlerdir [16]. Başka bir çalışmada ise Ihamouchen ve arkadaşları [17] yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) içerisine zeytin çekirdeği katıp elde ettikleri kompozitin elastiklik modülü değerinde artışın olduğunu buna karşılık çekme mukavemeti ve % uzama değerlerinin ise düştüğünü belirlemişlerdir. Elastiklik modül değerindeki artış yüksek yoğunluklu polietilendeki bağın polar karakterde olması ve zeytin çekirdeği partiküllerinin çok iyi bağlanması sonucu olduğunu belirlemişlerdir. Bizim bu çalışmada elde ettiğimin elastiklik modül değerindeki artışında yukarıda verilen literatürlerde olduğu gibi polipropilen matrisin polar karakterde olması ve zeytin çekirdeği tozlarının da matrise kuvvetli şekilde bağlanmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Polipropilen içerisinde zeytin çekirdeklerinin oranlarının artmasıyla elde edilen kompozitin akma mukavemet değerleri Şekil 3' de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi zeytin çekirdeklerinin ağırlıkça oranının artmasıyla akma mukavemeti değerinde az da olsa bir düşüş tespit edilmiştir. Saf polipropilenin akma mukavemeti değeri 18 MPa olarak ölçülmüştür. %20 zeytin çekirdeği katkılı grupta bu değer %7 oranında düşüşle 16,7 MPa değerine inmiştir.

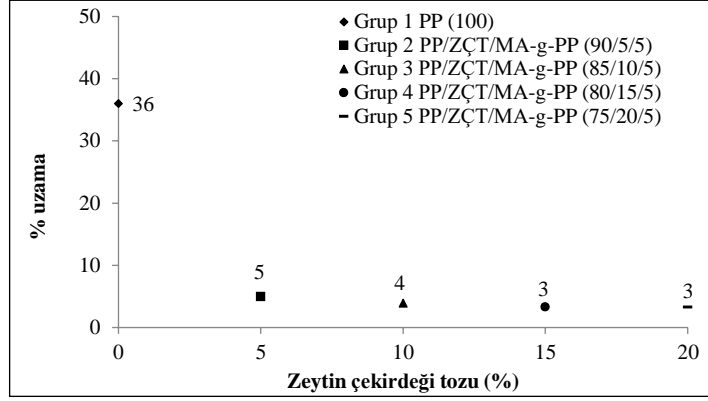


Şekil 3. PP/ZÇT/MA-g-PP polimer kompozitinin akma ve çekme mukavemeti değerleri

Benzer durum çekme mukavemeti değerlerinde de gözlemlenmiştir. Saf polipropilenin çekme mukavemeti değeri 16 MPa iken bu değer %20 zeytin çekirdeği katkılu grupta yaklaşık %19 oranında bir düşüşle 13 MPa olarak ölçülmüştür. Bu sonuç literatür ile uyumludur. Örneğin Kılıçaslan'ın [14] yapmış olduğu zeytin çekirdeği/poliester karışımında da zeytin çekirdeğinin oranının poliester matrisi içerisinde artmasıyla akma mukavemeti değerinin düştüğünü belirlemiştir. Djidjelli ve arkadaşları da [15] polivinil klorür içerisinde zeytin çekirdeği katarak elde ettiği polimer kompozitlerinin çekme mukavemeti değerinin artan zeytin çekirdeği oranı ile düştüğünü belirlemiştir.

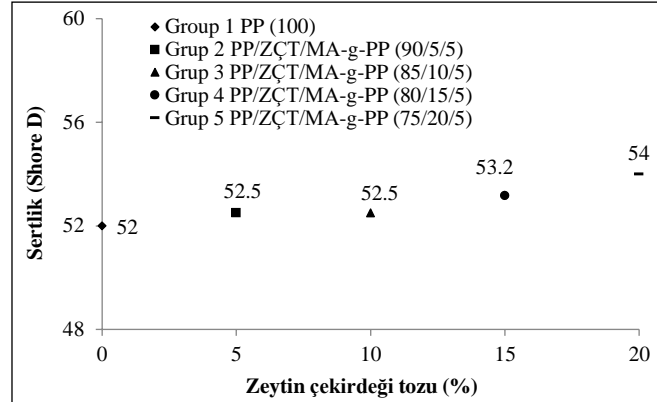
Şekil 4' de verilen % uzama değerlerine baktığımızda ise zeytin çekirdeğinin ilavesiyle uzama değerlerinde ciddi bir düşüşün olduğu görülmektedir. Saf polipropilenin % uzama değeri

%36 iken kompozit içerisinde zeytin çekirdeği oranının %20' ye çıkması bu değer %3' e düşmesine sebep olmuştur. Bu düşüş oranının yaklaşık %92 seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç literatür ile uyumluluk göstermektedir. Örneğin, Djidjelli ve arkadaşları [15], polivinil klorür içerisinde zeytin çekirdeği katarak elde ettiği polimer kompozitlerinin % uzama değerinin artan zeytin çekirdeği oranı ile düştüğünü belirlemiştir.



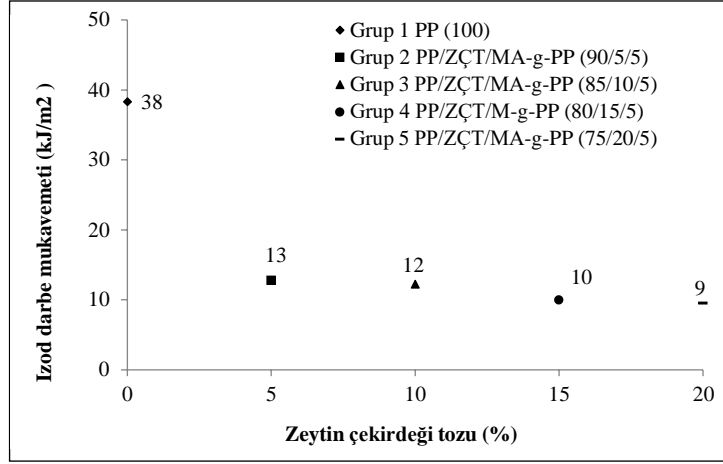
Şekil 4. PP/ZÇT/MA-g-PP polimer kompozitinin %uzama değerleri

Şekil 5'e bakıldığında zeytin çekirdeği tozu ilavesiyle sertlik değerlerinde bir miktar düşüşün olduğu görülmektedir. Saf polipropilenin sertlik değeri 52 Shore D iken %20 oranında zeytin çekirdeği katkısı bu değeri 54 Shore D' ye çıkarmıştır. Saf PP' nin sertlik değeri ile kıyaslandığında, %20 zeytin çekirdeği içeren kompozitin sertlik değerinde %4 artış tespit edilmiştir.



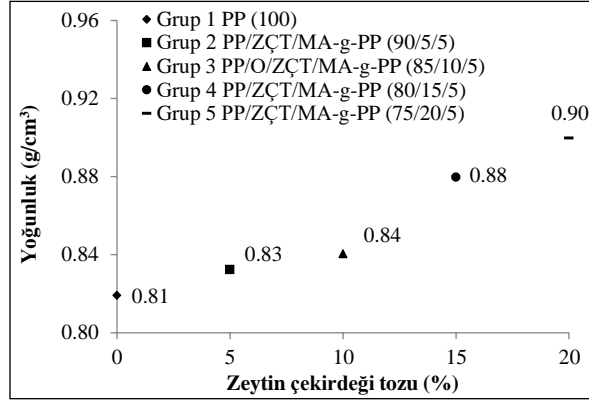
Şekil 5. PP/ZÇT/MA-g-PP polimer kompozitinin sertlik değerleri

Şekil 6'da Izod darbe mukavemetinin nasıl değiştiği görülmektedir. Kompozit içerisindeki zeytin çekirdeği oranının artmasıyla bu değerde önemli bir düşüşün olduğu tespit edilmiştir. Saf polipropilenin Izod darbe değerinin 32 kJ/m^2 ' den artan zeytin çekirdeği tozu oranıyla bu değer 9 kJ/m^2 ' ye kadar düştüğü tespit edilmiştir. Saf PP' nin Izod darbe mukavemeti ağırlıkça %20 zeytin çekirdeği tozu ilaveli grup ile kıyaslandığında bu değer 76% oranında azaldığı tespit edilmiştir. Sisteme katılan %5 oranındaki uyumluluk maddesinin matris ve zeytin çekirdeği arasında yaptığı adezyonun darbe mukavemetinin artmasına sebebiyet vermediği görülmüştür.



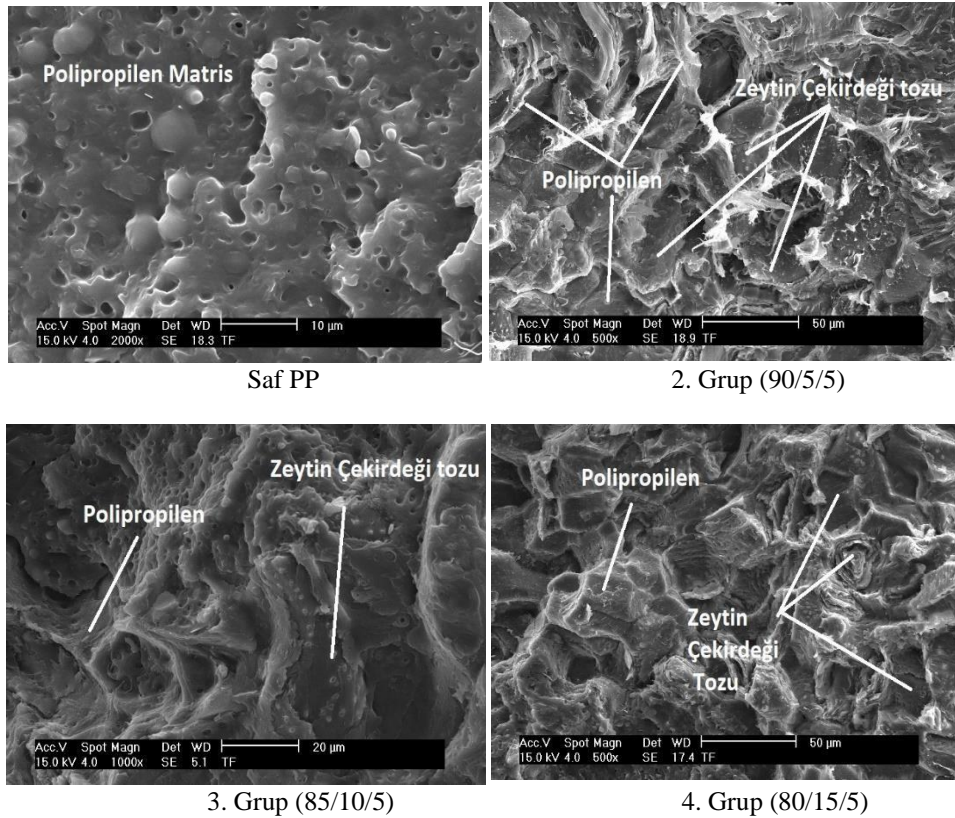
Şekil 6. PP/ZÇT/MA-g-PP polimer kompozitinin izod darbe mukavemeti değerleri

Mousa ve arkadaşlarının [16] yapmış oldukları çalışmada polivinil klorür içerisindeki zeytinçekirdeği oranının artmasıyla darbe mukavemet değerinin düştüğünü belirlemişlerdir. Darbe testleri sonunda, saf PVC'nin yaklaşık 0,55 J enerji sönümlendiğini, 5 phr oranlı kompozitte ise enerji sönümlene değerinin 0,2 J'e düştüğünü çalışmalarında rapor etmişlerdir. Buna ek olarak zeytin tozu oranı arttıkça, malzemenin enerji sönümlene değerinin azalmaya devam ettiğini ve bu azalma hızının 15 phr'den sonra 0,1 J değerinde sabit kaldığını da belirlemişlerdir. Dikkat edilirse bu çalışmada da zeytin çekirdeği oranının artmasıyla darbe mukavemet değerinin neredeyse yatay hareket ederek bir plato bölgesi oluşturduğu görülmektedir. Gharbi ve arkadaşlarının [18] yapmış oldukları çalışmada ise poliester içerisine zeytin çekirdeği tozları eklemiş ve elde ettikleri polimer kompozitinin Charpy darbe mukavemet değerinin düştüğünü belirlemişlerdir. Örneğin %10 oranındaki kompozitin enerji sönümlene değerinin yaklaşık 6 kJ/m² iken, %55 oranında bu değer yaklaşık 3,5 kJ/m² 'ye düştüğünü çalışmalarında rapor etmişlerdir. Bizim elde ettiğimiz polimer kompozitinde de zeytin çekirdeği oranının artmasıyla enerji sönümlenenin azalması neticesinde darbe mukavemeti değerinde düşme oluşturmuştur. Şekil 7'de ise polipropilene zeytin çekirdeği ilavesi ile yoğunluğun nasıl değiştiği görülmektedir. Şekilden de anlaşıldığı gibi kompozit içerisindeki zeytin çekirdeği oranının artmasıyla kompozitin yoğunluk değerinin de arttığı anlaşılmaktadır. Saf polipropilenin yoğunluğu ile %20 zeytin çekirdeği katkı grup arasında yaklaşık %10' luk bir artış tespit edilmiştir. Bu da zeytin çekirdeğinin daha yoğun olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 7. PP/ZÇT/MA-g-PP polimer kompozitinin yoğunluk değerleri

Saf PP, PP/zeytin çekirdeği tozu/MA-g-PP (90/5/5), PP/zeytin çekirdeği tozu/MA-g-PP (85/10/5) ve PP/zeytin çekirdeği tozu/MA-g-PP (80/15/5) örneklerinin SEM görüntüleri Şekil 8' te verilmiştir. Tozların matrise yapışma yeteneği ve homojen olarak dağılması herhangi bir polimer kompozitinin özelliklerini anlamada çok yardımcı olmaktadır. SEM fotoğraflarına bakıldığında matris ve zeytin çekirdeği tozları net olarak gözükmemektedir. Polipropilen ve zeytin çekirdeği arasındaki ara yüzey gerilimi faz morfolojisi için çok önemlidir. Resimler incelendiğinde ara yüzey yapışmasının olduğu görülmektedir.



Şekil 8. PP/ZÇT/MA-g-PP polimer kompozitinin SEM görüntüleri

Bazı araştırmacılar yapmış oldukları çalışmalarda matris ile dolgu malzemesi arasında yapışmanın artırılması veya kalıplama kolaylığı sağlamak için çeşitli maddeler kullanmışlardır. Örneğin, Kızıltaş ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada [1] poli (etilen tereftalat) (PET) ve poli (trimetilen tereftalat) (PTT) polimerlerine mikro kristal selüloz katıp bir polimerkompoziti elde etmişlerdir. Yağlayıcı (lubricant) olarak kompozite Struktol ticari isimli bir malzeme kompozitin daha kolay kalıplanması için işlem kolaylaştırıcı olarak katılmıştır. Bizim yapmış olduğumuz bu çalışmada herhangi bir işlem kolaylaştırıcı madde kullanılmamıştır. Valves ve arkadaşları [19] polimer esaslı kompozitlerde dolgu malzemesi olarak kullanılan zeytin çekirdeği konusunda kapsamlı bir review yayınlamışlardır. Benzer bir çalışma ise Banat [20] tarafından yapılmıştır.

4. SONUÇ

Atık zeytin çekirdeği tozları ile elde edilen kompozitte zeytin çekirdeğinin miktarı arttıkça elastiklik modülü, akma mukavemeti, çekme mukavemeti, % uzama, sertlik, Izod darbe, yoğunluk değerlerinin ve morfolojilerinin nasıl etkilendiği belirlenmiştir. Veriler sonucunda polipropilen içerisindeki zeytin çekirdeği oranının artması ile elastiklik modülü değerinin, sertlik ve yoğunluk değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Buna karşılık akma mukavemeti, çekme mukavemeti, % uzama ve Izod darbe mukavemeti değerlerinin ise düştüğü belirlenmiştir. Elde edilen polimer kompozitinin akma mukavemeti ve çekme mukavemetinde çok önemli bir düşüşün olmaması ve bu değerlerin uyumlaştırıcı oranının veya cinsinin değiştirilmesi gibi çeşitli yöntemler kullanılarak geliştirilebilir olması zeytin çekirdeklerinin polimerlerde dolgu maddesi olarak kullanımları konusunda ümit vaat eden bir durumu oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Kızıltaş, A., Gardner, D.J., Han, Y. and Yang, H.S. Determining the mechanical properties of microcrystalline cellulose (MCC) filled PET/PTT blend composites. Wood Fiber Sci., 42(2):165, 2010.
- [2] Papanicolaou, G.C, Koutsomitopoulou, A.F and Sfakianakis, A., Effect of thermal fatigue on the mechanical properties of epoxy matrix composites reinforced with olive pits powder. Journal of Applied Polymer Science, 2012; 124 (1): 67, 2012.
- [3] Ogah, A. And Afiukwa. J., Characterization and comparison of mechanical behavior of

agro fiber-filled high-density polyethene bio-composites. *Journal of reinforced plastics & composites*, 33(1): 37, 2014.

[4] Koutsomitopoulou ,A. F., Bénézet. J.C., Bergeret, A. and Papanicolaou, G.C., Preparation and characterization of olive pit powder as filler to PLA-matrix bio-composites. *Powder Technology*, 255: 10, 2014.

[5] Pattara, C., Cappelletti, G.M and Cichelli, A., Recovery and use of olive stones: commodity,environmental and economic assessment. *Renew Sustain Energy Rev*, 14:1484, 2010.

[6] Naghmouchi, I., Espinach, F.X., Mutje, P. And Boufi, S., Polypropylene composites basedon lignocellulosic fillers: How the filler morphology affects the composite properties. *MaterialsDesign*, 65:454, 2015.

[7] Naghmouchi, I., Mutjé, P. And Boufi, S.,. Polyvinyl chloride composites filled with olive stone flour: mechanical, thermal, and water absorption properties. *J Appl Polym Sci.*, 131:41083, 2014

[8] Taşdemir, M., Kaştan, A., Zeytin çekirdeği tozu ilave edilmiş polipropilen kompozitinin aşınma ve fiziksel özellikleri. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 568-576, 2021.

[9] Asim, M., Abdan, K., Jawaid, M., Nasir, M., Dashtizadeh, Z., Ishak, M.R. and Hoque, M.E., A review on pineapple leaves fibre and its composites. *International Journal of Polymer Science*, 1:16, 2015.

[10] Azwa, Z.N., Yousif, B.F., Manalo, A.C. and Karunasena, W., A review on the degradability of polymeric composites base on natural fibres. *Mater Des.*, 47: 424, 2013.

[11] Gümüş B.E., Yağcı Ö., Erdoğan D.C., Taşdemir M., Dynamical mechanical properties of polypropylene composites filled with olive pit particles. *Journal of Testing and Evaluation*, 47(4): 2551-2561, 2019.

[12] Qutaiba, A., Investigation into the modes of damage and failure in natural fiber reinforcedepoxy composite materials. Ph.D. Thesis, University of East London, 2011.

[13] Tasdemir, M., Effects of olive pit and almond shell powder on polypropylene. *Key Engineering Materials*, 733:65, 2017.

[14] Kılıçaslan, C., Zeytin pirinası/polyester kompozitin basma yükü altındaki mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *Mühendis ve makina dergisi*, cilt: 57(656):26, 2016.

[15] Djidjelli, H., Benachour, D., Boukerrou, A., Zefouni, O., Martinez-Véga, J., Farenc, J. and Kaci, M., Thermal, Dielectric and Mechanical Study of Poly(vinyl Chloride)/Olive

Pomace Composites. Express Polymer Letters, 1:846, 2007.

[16] Mousa, A. and Heinrich, G., Thermoplastic composites based on renewable natural resources: unplasticized PVC/ olive husk. International Journal of Polymeric Materials, 59:843, 2010.

[17] Ihamouchen, C., Djidjelli, H., Boukerrou, A., Krim, S., Kaci, M. and Martinez, J. J, Effect of surface treatment on the physicomechanical and thermal properties of high density polyethylene/olive husk flour composites. Journal of applied polymer Science, 123:1310, 2012.

[18] Gharbi, A., Hassen, R. B. and Boufi, S., Composite materials from unsaturated polyester resin and olive nuts residue: The effect of silane treatment. Industrial crops and products, 62:491, 2014.

[19] Valvez S., Maceiras M., Santos P., Reis P.N.B., Olive Stones as filler for polymer-based composites: a review. Materials, 14: 845, 2021.

[20] Banat R., Olive pomace flour as potential organic filler in composite materials: A brief review. American Journal of Polymer Science, 9 (1): 10-15, 2019.