



Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE) ve Atık Pirinç Saplarından Üretilen Kompozitlerin Bazı Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Halime ACAR¹, Tufan SALAN^{1,*}, Ertuğrul ALTUNTAŞ¹, Mehmet Hakkı ALMA¹

¹ KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

*İletişim yazarı: tufansalan@gmail.com

Özet

Bu çalışmada bir termoplastik olan yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE), lignoselülozik bir atık olan pirinç sapları ve bağlayıcı ajan olan maleik anhidrit graft edilmiş polietilen (MAPE) kullanılarak kompozit malzemeler üretilmiştir. Üretilen malzemelerin çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve şok(darbe) direnci gibi mekanik özellikleri ile su adsorplama özellikleri araştırılmıştır. Testlerde kullanılan örneklerin elde edildiği levhaların üretimi için pirinç sapları kurutulduktan sonra öğütülmüş ve HDPE ve MAPE ile farklı oranlarda iyice karıştırılmıştır. Elde edilen karışımlar 170-200 °C sıcaklık aralığında 45 rpm vida dönme hızında tek vidalı bir ekstruder hattından geçirildikten sonra soğutulup granül haline getirilmiştir. Bu granüller ölçüleri 220×410×5 mm olan levhalar halinde 170 °C ve 100 bar basınç altında preslenmiştir. Üretilen levhalar uygun testler için ASTM standartlarına göre çeşitli ölçülerde kesilip iklimlendirildikten sonra analizlere hazırlanmıştır. Sonuçlar lignoselülozik atık pirinç sapının YYPE'ne eklenmesinin üretilen kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerini göreceli olarak iyileştirdiğini göstermiştir. YYPE'ne eklenen pirinç sapı miktarı arttırıldığı zaman örneklerin çekme direnci azalmıştır. Ancak pirinç sapı ve YYPE'ne MAPE eklenerek üretilen örnek gruplarının çekme direnci artmıştır. Kompozit malzeme içerisindeki pirinç sapı oranının artması ile çekmede elastikiyet modülünde artma gözlenmiş, bu artış MAPE'siz %40 pirinç sapı eklenen kompozit örneklerinde optimum seviyeye çıkmıştır. Pirinç sapı miktarının artması eğilme direncini çok değiştirmemiştir fakat %50 pirinç sapı içeren örneklerde %2 MAPE katılması eğilme direncini önemli ölçüde arttırmıştır. Son olarak pirinç sapının eklenmesi şok direnci üzerinde ham YYPE'ne göre ciddi anlamda bir düşmeye sebebiyet vermiştir. Su alma testleri ise, YYPE ve bağlayıcı ajanın artan miktarlarının örneklerin su alma özelliklerini azalttığını göstermiştir. Diğer taraftan kompozit örnekler içindeki pirinç sapı oranı arttıkça malzemenin su adsorplama kapasitesi önemli ölçüde artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüksek yoğunluklu polietilen, pirinç sapı, maleik anhidrit bağlı polietilen, kompozit malzeme, mekanik özellik, fiziksel özellik

Determination of Some Mechanical and Physical Properties of the Composites Produced From High Density Polyethylene (HDPE) and Waste Rice Stalks

Abstract

In this study, composite materials were produced by using high density polyethylene (HDPE) which is a thermoplastic, rice stalks which are lignocellulosic waste and the maleic anhydride grafted polyethylene (MAPE) which is a binding agent. Mechanical properties such as tensile strength, modulus of elasticity at tensile, bending strength, modulus of elasticity at bending and shock (impact) strength and water adsorption properties of composites were investigated. For manufacturing the tests samples,

rice stalks was milled after drying and mixed with HDPE and MAP thoroughly in different proportions. The resulting mixtures was cooled and granulated after processed through in a single screw extruder line in the temperature range of 170-200 °C at 45 rpm screw rotation speed. These granules are pressed at 170 °C under 100 bar pressure into sheets with dimensions of 220 × 410 × 5 mm. These sheets were prepared for analysis after cutting in various sizes for appropriate test according to ASTM standards and air-conditioning. Results showed that of the addition of lignocellulosic waste rice stalk to the HDPE, relatively improved mechanical and physical properties of the produced composites. When amount of rice straw added to HDPE increased, tensile strength of the samples decreased. However, tensile strength of the samples produced with rice straw, HDPE and MAPE increased. With the increasing proportion of rice stalk in the composite material, an increase was observed in tensile modulus of elasticity and this increase rose to the optimum level in the 40% rice stalk added composite samples without MAPE. The increased amount of rice stalk did not change the bending strength too much, but addition of 2% MAPE to samples containing 50% rice stalk increased the bending strength significantly. Finally, the addition of rice stalk resulted to a serious decrease on impact strength comparing the HDPE. Water adsorption tests showed that increasing amounts of HDPE and binding agent reduced the dewatering properties of the samples. On the other hand, when the rice stalk proportion increased in the composite samples, water adsorption capacity of the material increased significantly.

Keywords: High density polyethylene, Rice straw, Maleic anhydride grafted polyethylene, Composite material, Mechanical property, Physical property

1. GİRİŞ

Odun plastik kompozitleri, kendisini oluşturan plastik ve oduna kıyasla daha üstün özelliklere sahip olmaları sayesinde tüm dünyada geniş kullanım alanları bulmaya başlamıştır. Bu özellikler arasında plastik malzemeye kıyasla daha düşük maliyetli olmaları ve doğada daha kolay bozularak çevre dostu olmaları; ağaç malzemeye kıyasla ise daha iyi boyutsal stabiliteye sahip olmaları, istenilen boyut ve şekilde, farklı renk ve dokuda üretilebilmeleri; çatlamalara, mantarlara ve böceklere karşı daha dayanıklı olmaları; geri dönüşümlü atık malzemelerden üretilebilmeleri sayılabilir (Kaymakçı ve ark., 2014).

Odun lifli-dolgu kompozitler, çevresel problemlerin çözümüne katkı sağlamakta ve güverte yapımı, balkonlar, çitler, bahçe mobilyaları, kapı ve pencere doğraması, otomotiv iç döşeme parçaları, müzik ve spor aletleri yapımı, çöp kovaları ve çiçek saksıları yapımı vb. alanlarda kullanılmaktadır. Farklı plastik materyaller, kompozit üretiminde kullanılabilir ve odun yüzdesi oranı % 10 ile 70 arasında çeşitlilik gösterir. Odun parçacıkları (lif veya un) dolgu maddesi ya da güçlendirici eleman olarak kullanılabilir. Kompozitlere hedeflenen kullanım yerine bağlı olarak odununu, bıçkı tozu, küçük parça, lif ya da özel işlem görmüş atık kağıt eklenebilir. Odun lifli plastik kompozitleri plastik işleme endüstrisinde kullanılan ekstrüzyon, enjeksiyonlu kalıp, sıcaklıkla şekillenme, pres ve perdahlama gibi plastik işleme teknolojisiyle işlem görmektedir (Bledzki ve Sperber, 1999).

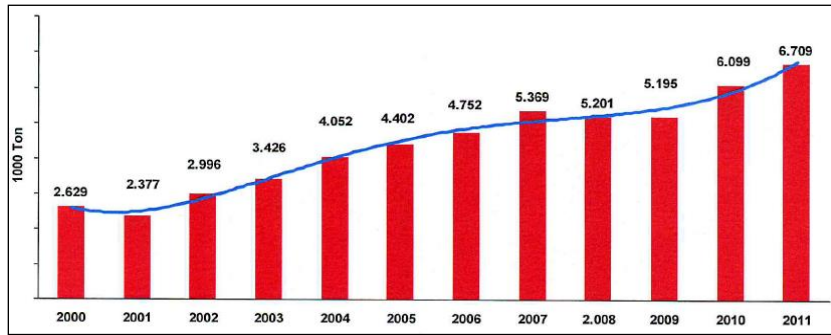
Dünyada plastik tüketimini yönlendiren Kuzey Amerika, Japonya ve Batı Avrupa dünya plastik malzeme üretiminde de önemli bir noktadadır. Bu ülkelere ilave olarak Güney Doğu Asya ülkelerinin de plastik malzeme üretiminde ciddi bir pay sahibi oldukları görülmektedir. 2012 yılında 241 milyon ton olarak gerçekleşen plastik üretiminin; %23,9'u Çin, %20,4'ü AB ülkeleri, %19,9'u NAFTA (Kuzey Amerika) ülkeleri, %15,8'i Asya kıtasının diğer ülkeleri, %7,2'si Ortadoğu ve Afrika, %4,9'i Latin Amerika, %4,9'u Japonya ve %3'ü Bağımsız Devletler tarafından gerçekleştirilmiştir (Plastics Europe, 2013).

Türk plastik sanayi'nin dünya plastik sektörü içindeki payı % 1,6 düzeyinde olup, Türkiye, plastik işleme kapasitesi ile Avrupa'da İspanya'dan sonra 6. sırada yer alırken, Avrupa'da sentetik elyaf üretiminde ikinci, pencere profilinde de üçüncü sıradadır. Türkiye'de plastik tüketimini yönlendiren başlıca sektörler, dünyada da olduğu gibi inşaat malzemeleri (%23)

II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu

ve ambalaj (%36) sektörleridir (URL1). Şekil 1’de Türkiye’nin yıllara göre değişen plastik üretim miktarları görülmektedir.

Biyokütle, kimyasal içerik olarak yaklaşık %90-99 oranında, üç doğal polimerden; selüloz, lignin ve hemiselülozlardan oluşmaktadır. Ayrıca, daha az oranda olmak üzere (%1-10) inorganik (kül) ve organik bazı renk, koku vb. ekstraktif maddelerde bulunmaktadır. Ülkemiz tarım ve orman alanlarının % 34.9’unu orman, % 27.9’unu ekili tarım alanları, %7’sini nadas alanları ve geriye kalan kısmını ise çayır ve mera arazileri, sebze ve meyve bahçeleri oluşturmaktadır (DİE, 2007) Bu arazilerden önemli miktarda biyokütle üretimi elde edilmektedir. Elde edilen ürünler asli kullanım alanlarında değerlendirildikten sonra önemli miktarlarda atıklar oluşmaktadır. Türkiye’nin yıllık biyokütle potansiyeli ve tarımsal atık potansiyeli sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Türkiye plastik sektörünün gelişimi (PAGEV, 2011).

Tablo 1. Türkiye'nin yıllık biyokütle potansiyeli (Saraçoğlu, 2008)

Biyokütle	Yıllık Biyokütle (milyon ton)
Yıllık bitkiler	55
Çok yıllık bitkiler	16
Orman atıkları	18
Tarım endüstrisi atıkları	10
Odun endüstrisi atıkları	6
Diğer	7
Toplam	112

Tablo 2. Ülkemizde Bulunan Tarımsal Atık Potansiyeli (Saraçoğlu, 2008)

Türkiye'nin Lif Kaynakları	Türkiye Yıllık Bitki Sapı (milyon ton)
Buğday Samanı	26.4
Arpa samanı	13.5
Mısır Sapı	4.2
Pamuk çiçeği kabuğu	2.9
Ayçiçeği kauğu	2.7
Şeker kamışı atığı	2.3
Fındık kabuğu	0.8
Yulaf samanı	0.5
Çavdar samanı	0.4
Pirinç kabuğu	0.4
Meyve kabukları	0.1
Asma Çubuğu	0.6
Toplam	55

Bu tablolarda miktarları verilen tarımsal atıklardan termoset esaslı kompozit üretimi dünyanın birçok yerinde gerçekleştirilmektedir. Başta Amerika, olmak üzere tüm dünyada çok hızlı endüstriyel üretim artışı göstermektedir. Plastik kompozitler diğer levha

ürünlerine göre mekanik özelliklerinin iyi olması, ses ve gürültüyü azaltıcı özellikte olmaları, doğal ve geri dönüşüme uygun olmaları sebebiyle araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Tüm bu üstün yönleri ve ülkemizde bulunan potansiyel göz önüne alınırsa bu konuda çalışma yapmanın zorunluluğu daha açık bir şekilde görülecektir (Korucu ve Mengeloğlu, 2007).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan çalışmada doğal lignoselülozik atık olarak pirinç sapı kullanılmıştır. Pirinç sapsarı ise Kahramanmaraş merkeze bağlı Önsen kasabası kırsalından temin edilmiştir. Toplanan pirinç sapsarı KSÜ Orman Fakültesi laboratuvarlarındaki öğütücülerden geçirilerek küçük boyutlara dönüştürülmüştür. Öğütülen pirinç sapsarı sarsak eleklerden geçirilerek değişik boyutlarda sınıflandırılmışlardır. Yapılan bu çalışmalarda eleklerde sınıflandırılan malzemelerden sadece 60 mesh'lik elek üzerinde kalan pirinç sapsarı kullanılmıştır. Bu çalışmada polimer malzeme olarak Petkim firmasından alınan yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE), Bağlayıcı olarak maleik anhidritle muamele edilmiş polietilen (MAPE) kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda tasarlanan deney parametreleri ve hammadde oranları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Lignoselülozik atık, polimer ve bağlayıcı katkılı kompozitlerin bileşim oranları

Örnekler	Pirinç Sapsarı (%)	YYPE (%)	MAPE (%)
Örnek 1	50	50	
Örnek 2	40	60	
Örnek 3	30	70	
Örnek 4	50	48	2

Lignoselülozik hammaddeler 103 °C'de 24 saat etüvde bekletilerek rutubetlerinin uzaklaştırılması sağlandı. Sonrasında karışımları hazırlanarak yüksek devirli karıştırıcılardan geçirildi. Hazırlanan karışımlar ekstruder aşamasına sevk edildi. Kullanılan ekstruder makinesi tek vidalı olup karışımlar besleme ağzından verilmiştir. Beş farklı ısıtma alanına sahip olan ekstruder içerisindeki sıcaklıklar 170 °C ile 200 °C arasına ayarlanmıştır. Üretim aşamasında ekstruder vida dönme hızı dakikada 45 devir olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekstruder içerisine gelen karışım, sıcaklığın ve kovan içerisindeki sürtünmenin etkisi ile erimeye başlamış ve vida yardımıyla ekstruder içerisinde ileriye doğru yönlendirilmiştir. Ekstruderden çıkan erimiş haldeki karışım kesilerek soğuk su banyosu içerisine konulmuş ve soğutularak sertleşmesi sağlanmıştır. Ekstruderden geçirilen kompozit materyal suda soğutulduktan sonra kırıcılardan geçirilerek granül elde edilmiştir. Elde edilen parçacıklar nemli oldukları için en az 6 saat süreyle 103±2 °C sıcaklıktaki etüvde bekletilerek rutubetlerinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Bu işlem sonrasında granüller paketlenip rutubet almayacak şekilde muhafaza edilmiştir.

Etüvde 6 saat kurutulularak hazırlanan ve muhafaza edilen granüller sıcak pres aşamasına sevk edildi. Presleme aşaması kademe kademe yapılmıştır. Bunun sebebi malzemenin içerisinde bulunan plastik atık ve katkılarının erimesinin zaman almasıdır. Malzeme 170°C'de, 10 dakika süre ile 100 bar basınç altında preste kaldıktan sonra çıkarılıp kondisyonlaşması sağlanmıştır. Elde edilen levhanın boyutları 220×410×5 mm'dir.

Elde edilen levhalar ASTM standartlarının mekanik testlerinde kullanılacak ebatlara göre kesilmiştir. Hazırlanan test örneklerinin iklimlendirme dolabında ASTM D-618 standardına göre iklimlendirilmesi sağlanmıştır. İklimlendirmede malzemeler en az 60 saat bekletilmiştir. Çekme ve Eğilme Direnci testleri sırasıyla ASTM D638 ve ASTM D790 standartlarına göre 5×13×165 ve 5×13×150 ebatlarında kesilen 10 örnek grubu kullanılarak

Zwick/Roell Universal test cihazında gerçekleştirilmiştir. Şok Direnci testleri ise ASTM D256 metoduna göre 5×13×64 ebatlarında kesilen ve ortasından çentiklenen 10 örnek grubu ile Zwick/Roell HIT 5.5P test cihazında gerçekleştirilmiştir.

Su absorpsiyon özelliklerinin araştırılması 13×25×5 mm ebatlarında örnekler kullanılmıştır. Örnekler kurutma fırınında 103±2 °C'de kurutulmuştur ve ağırlıkları alınmıştır. Her bir örnek 24 saatte bir olmak üzere 5 gün süreyle ağırlıkları ölçülmüştür. Ölçümler sonunda malzemenin su alma miktarları belirlenmiştir. Her bir deney örneğinden en az 5 örnek ölçülmüştür. Bu örneklerin rutubet miktarı (M) yüzde olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$M: \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100$$

Burada;

M : Su Alma Miktarı (%)

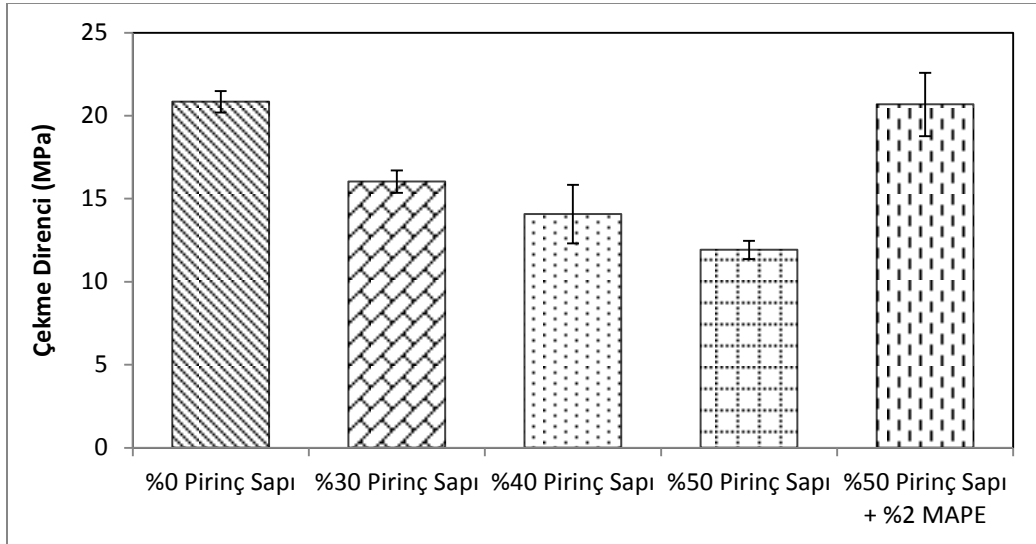
m₀ : Örneğin tam kuru ağırlığı (g),

m₁ : Örneğin suda bekletildikten sonraki ağırlığı (g)'dir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kompozit Levhaların Mekanik Test Sonuçları

Deneyler sonrasında elde edilen örnek gruplarının YYPE ve YYPE'ye eklenen pirinç sapları miktarlarına göre mekanik test sonuçları kıyaslamaları yapılmıştır. Şekil 2'de YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen grupların çekme direnci değerleri gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere örnek içerisine eklenen pirinç sapı yüzdesi arttıkça çekme direnci azalmıştır. Ancak MAPE'nin pirinç sapı ve YYPE eklenerek üretilen örnek gruplarının çekme direnci üzerindeki etkisi olumlu olmuştur.



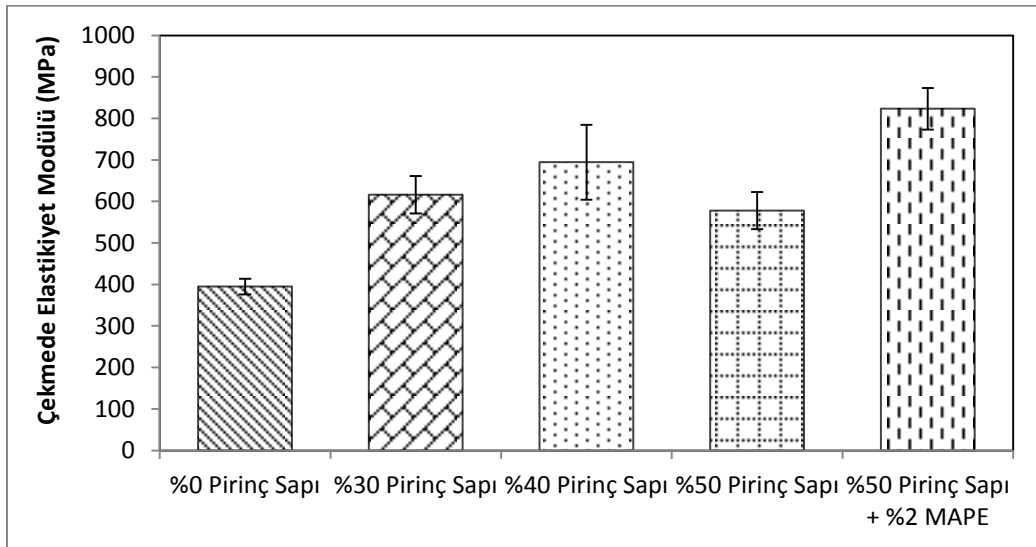
Şekil 2. YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen grupların çekme direnci

%100 YYPE örneğinde çekme direnci 20,84 MPa iken %30 pirinç sapı eklendiğinde çekme direnci 16,03 MPa ya düşmüştür. Pirinç sapı oranı % 40'a çıkarıldığında çekme direnci 14,07 MPa, %50'ye çıkarıldığında 11,92 MPa'ya düşmüştür.%50 pirinç sapı eklenmiş örneğe %2

MAPE eklediğimizde çekme direncinin 20 MPa'ya yükseldiği yani %100 YYPE örneği ile aynı çekme direncine sahip olduğu görülmüştür. Çekme direncinde varyans değerlerine bakıldığında, sonuçların birbirine benzer olduğu ve kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu saptanmıştır ancak %40 pirinç sapı eklenen kompozit grubunun değeri diğerlerine göre göreceli olarak daha yüksek olmuştur.

Panthapulakkal ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada YYPE kullanarak odun plastik kompozit üretmişlerdir. Lifsel madde olarak tarımsal atıklardan yararlanmışlardır. Yıllık tarımsal atık olarak buğday sapı, mısır sapı ve mısır koçanı kullanmıştır. Üretilen kompozitlerin mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Sonuçta kullanılan bitki liflerinin odun liflerine göre benzer mekanik özellikler gösterdiğini saptamışlardır.

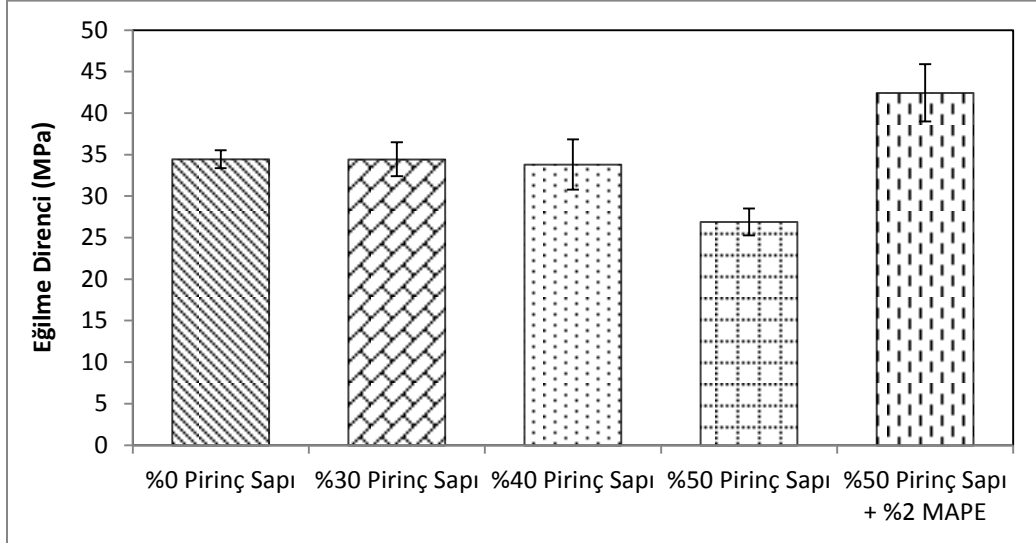
Şekil 3'de YYPE, Pirinç Sapı ve MAPE eklenen kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerleri gösterilmiştir. En iyi çekmede elastikiyet modülü değeri 823 MPa olmak üzere %50 pirinç sapı+%2 MAPE eklenen kompozit örneklerinde görülmüştür. Bu değeri 694 MPa ile %40 pirinç sapı eklenen örnek grubu, daha sonra ise 615 MPa'lık çekmede elastikiyet modülü değeri ile %30 pirinç sapı eklenen örnek grubu takip etmektedir. En düşük değeri ise %100 YYPE grubunun 394 MPa olarak ortaya çıkmıştır. Çekmede elastikiyet modülünde en iyi değere MAPE eklenen grup sahipken en kötü değer saf YYPE'den elde edilen değerin olduğu saptanmıştır. Kompozit malzeme içerisindeki pirinç sapı oranının artması ile çekmede elastikiyet modülünde artma gözlenmiş, bu artışın %40 pirinç sapı eklenen kompozit örneklerinde optimum seviyeye çıktığı görülmüştür. Pirinç sapının %50 oranında eklenmesi ile düşüş eğilimi gösteren çekmede elastikiyet modülü MAPE'nin etkisi ile tekrar artmıştır. Çekmede elastikiyet modülünde varyans değerleri kıyaslandığında kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu, ancak %40 pirinç sapı eklenen örnek grubunun diğerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü.

Georgopoulos ve ark. (2005), yapmış oldukları çalışmada odun dışı çeşitli lignoselülozik materyaller ile çeşitli plastikler karıştırılarak kompozit materyaller oluşturmuşlardır. Elde edilen kompozitlerin çekme testi sonuçlarına göre dirençte bir azalma meydana geldiğini, ancak elastikiyet modülünde ise artış olduğunu belirlemişlerdir.

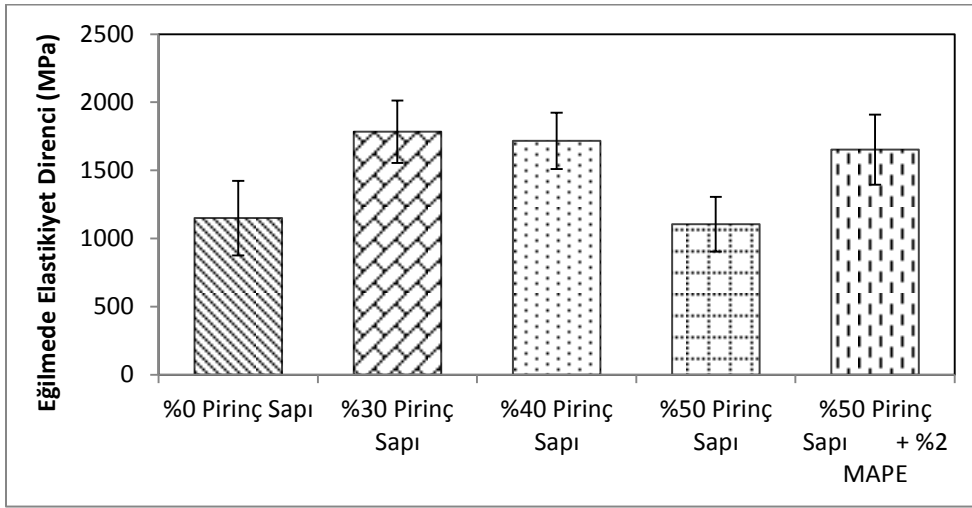
Şekil 4'de YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen grupların eğilme direnci değerleri gösterilmiştir. Şekil 4'de görüldüğü gibi saf örnek örnek grubu (34,45 MPa), %30 pirinç sapı eklenen örnek grubu (34,43 MPa) ve %40 pirinç sapı eklenen örnek grubu (33,81 MPa) birbirine oldukça yakın eğilme direnci değerlerini göstermiştir. %50 pirinç sapı eklenen örnek grubunda bir miktar düşme gözlenmiş ve çekme direnci 26 MPa olmuştur. En iyi eğilme direnci sonucunu ise %50 pirinç sapı + %2 MAPE eklenen örnek grubu 42,44 MPa olarak gözlenmiştir.



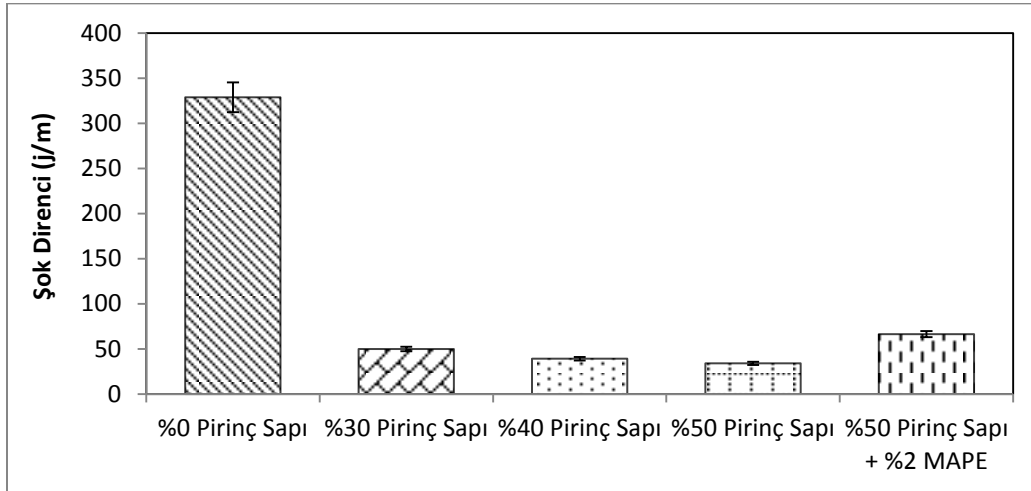
Şekil 4. YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen grupların eğilme direnci

Şekil 5'de YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen grupların eğilme elastikiyet modülü değerlerinin çubuk grafiği gösterilmiştir. Şekil 5'den anlaşılacağı üzere %100 YYPE örnek grubunun eğilme elastikiyet modülü 1149,71 iken, %30 pirinç sapı eklenen kompozit örneğinde 1783,55 MPa'ya düştüğü, %40 pirinç sapı eklendiğinde bu değer 1716,32 MPa'ya düştüğü ve eklenen pirinç sapı oranı %50 ye çıkarıldığında eğilme elastikiyet modülünün 1104,25 MPa olduğu gözlenmiştir. % 50 pirinç sapı eklenen kompozite MAPE eklenmiş, eğilme elastikiyet modülünde bir miktar artış gözlenmiş ve 1652 MPa olmuştur. YYPE içerisine eklenen lifsel malzeme arttıkça eğilme elastikiyet modülünde önce bir iyileşme olduğu, %50 oranında pirinç sapı eklendiğinde iyileşmenin devam etmediği ve azaldığı, ancak bağlayıcının eklenmesi ile tekrar arttığı görülmektedir.

Şekil 6'da YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen grupların şok direnci değerleri gösterilmiştir. Şekil 6'dan anlaşılacağı üzere pirinç sapının örnek gruplarına eklenmesi ile şok direnci üzerinde ciddi anlamda bir düşmeye sebebiyet vermiştir. %100 YYPE örnek grubunda şok direnci 328 J/m iken %30 pirinç sapı eklenerek üretilen örnek grubunun darbe direnci 49 J/m olarak elde edilmiştir. %40 pirinç sapı eklenen örnek grunda 39 J/m' ye, %50 pirinç sapı eklenen örnek grubunda ise 34 J/m' ye kadar düşmüştür. %50 pirinç sapı+%2 MAPE eklenen grup 66 J/m darbe direnci ile bir miktar artış göstermiş olsa da saf örnek grubu ile karşılaştırdığımızda çok iyi bir darbe direnci değerine sahip olduğu söylenemez. Örnek grupları içerisine giren lignoselülozik malzeme arttıkça bu lifsel yapı ayrılmayı kolaylaştırarak şok direncini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca bağlayıcı madde eklendiğinde şok direnci değerlerinde az da olsa bir miktar artışın olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 5. YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen grupların eğilmede elastikiyet modülü



Şekil 6. YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen grupların şok direnci

Kompozitlerin Su Alma Testi Sonuçları

Yapılan çalışmada YYPE içerisine farklı oranlarda pirinç sapı ve MAPE eklenerek elde edilen kompozit levhaların ne kadar su aldığının belirlemek için her kompozit levhadan 13×25×5 mm ebatlarında 5 adet örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan örnek grupları her 24 saatte bir ölçülmek kaydıyla 120 saat süre ile her 24 saatte bir tartılarak % ağırlık artışları hesap edilmiştir. Yapılan test sonucunda elde edilen verilerin Tablo 4’de ortalama değerleri ve standart sapmaları verilmiştir.

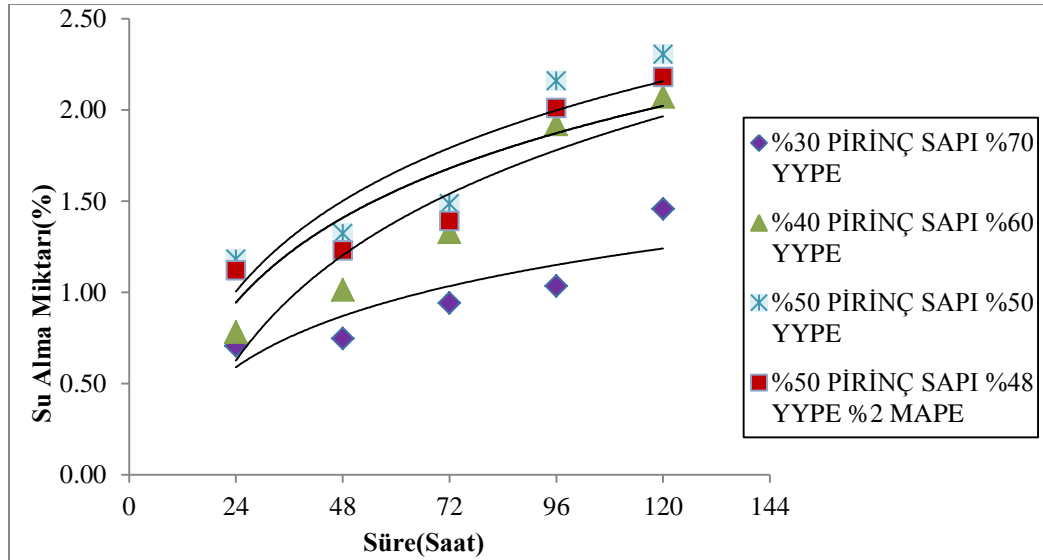
Şekil 7’de YYPE içerisine pirinç sapı ve MAPE bağlayıcı eklenerek hazırlanan örnek grupların su alma % değerleri verilmiştir. 120 saat sonrasında YYPE ve bağlayıcı miktarının su tutma özelliği düşürdüğü belirlenmiştir. Şekilden anlaşıldığı gibi %2 bağlayıcının eklenmesi eklenmemiş örneğe nazaran daha az su absorbe ettiği ancak önemli derece bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir ve %2 civarında su absorbe etmiştir. Kısmen de olsa su tutma özelliğinin düşmesinin sebebi lignoselülozik malzeme içerisinde bulunan liflerin yapısındaki serbest -OH gruplarının MAPE ile bağ oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4. YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen kompozitlerin su alma test sonuçları

Örnek Grupları		Süre (saat)				
		24	48	72	96	120
%30 PİRİNÇ SAPI	x ¹	0,71	0,75	0,94	1,04	1,46
%70 YYPE	st ²	0,13	0,15	0,09	0,12	0,17
%40 PİRİNÇ SAPI	x	0,78	1,01	1,33	1,92	2,07
%60 YYPE	st	0,27	0,45	0,42	0,50	0,41
%50 PİRİNÇ SAPI	x	1,18	1,32	1,49	2,16	2,30
%50 YYPE	st	0,27	0,12	0,14	0,20	0,21
%50 PİRİNÇ SAPI	x	1,12	1,23	1,39	2,01	2,18
%48 YYPE	st	0,19	0,28	0,23	0,31	0,21
%2 MAPE						

¹ Ortalama, ² Standart Sapma

Odun plastik kompozitleri; dayanıklılığı ve kolay onarım açısından kullanıcıların artan oranlarda dikkatini çekmektedir. Odun plastik kompozitlerinin su alması; masif ahşaba göre oldukça yavaş olmaktadır (Silva ve ark., 2001).



Şekil 7. YYPE, pirinç sapı ve MAPE eklenen kompozitlerin su alma oranları

4. SONUÇLAR

- Elde edilen sonuçlara göre kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin iyileştiği tespit edildi. Ayrıca kompozit malzeme içerisine eklenen %2 MAPE'nin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir.
- Kompozit malzemenin en iyi sonuçları, %70 YYPE ve %50 YYPE+%2 MAPE ile eklenen örneklerde belirlenmiştir.
- Elde edilen sonuçlara göre eklenen bağlanma ajanlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirdiği anlaşıldı.
- Pirinç sapı arttıkça eğilmede elastikiyet modülünde önce bir iyileşme olduğu, %50 oranında pirinç sapında iyileşmenin azaldığı ve bağlayıcının eklenmesi ile tekrar arttığı görülmüştür.
- Kompozit malzeme içerisine eklenen lignoselülozik madde oranı arttırıldığında elde edilen kompozitlerin bazı mekanik özellikleri ve su tutma özelliği azalmıştır.

- Elde edilen sonuçlara göre eklenen bağlanma ajanının (MAPE) şok direncinde belirgin olmamakla beraber diğer fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirdiği belirlenmiştir. Kompozit malzeme içerisine eklenen lignoselülozik madde oranı arttırıldığında elde edilen kompozitlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin düştüğü belirlenmiştir.
- Bu çalışmada, YYPE ile üretilen bütün polimer kompozitlerin eğilmede elastikiyet modülü ve eğilme direnci bakımından ASTM D 6662 (2001) standardında istenilen değerlerden daha yüksek değerlere sahip olduğu ve istenilen özellikleri sağladığı tespit edilmiştir.
- Şimdiye kadar yakılarak bertaraf edilen veya doğaya çürümeye bırakılan endüstriyel, tarımsal ve plastik atıklar dış mekanda kullanılabilir ürünler dönüşürülecektir. Hayatımızın birçok alanında yaygın olarak kullanılan plastiklerin kullanılmasında yeni bir kullanım alanının açılması ülkemiz ekonomisine olumlu katkı sağlayacaktır.
- Ülkemizde her yıl tonlarca endüstriyel, doğal lifsel ve plastik atığı ortaya çıkmaktadır. Gerek tesislerin kendi atıkları gerekse de tarımsal ve ormansal atıkların polimer matrisinde dolgu maddesi olarak kullanılabilirliği ortaya çıktığı için bu atıkların daha verimli bir şekilde değerlendirilmesi açısından bu çalışmalar önem kazanmıştır.
- Çevresel zararları olan doğal ve endüstriyel atıkların rasyonel olarak kullanılması sağlanacaktır.
- Yasalarla teşvik edilen bitkisel liflerin kullanılması yönündeki baskılar azalacaktır.
- Tarımsal atıklardan üretilen kompozit ürünler yenilenebilirliği, üretim esnasında formaldehit çıkarmaması ve yeşil sertifika alabilmesi gibi çevreci avantajları olduğundan piyasalarda birincil ürün olma potansiyeline sahiptir.
- Geri dönüşümü yeterince yapılamayan termoplastiklerin geri dönüşümünü teşvik amacıyla yenilenebilir ürünlerin elde edilmesini sağlanacaktır. Hem plastik endüstrisi hem mobilya endüstrisi hem de ikisini de hammadde olarak kullanan endüstri kolları için fire ve atıklarını değerlendirebilecekleri, yükleri hafifleterek artıya geçecekleri bir alan oluşmuş olacaktır.
- Yapılan mekanik deneyler sonucunda elde edilen kompozit malzemelerin çekme direncine, çekmede elastikiyet modülüne, eğilme ve eğilmede elastikiyet modülüne maruz kalacak alanlarda kullanılması mümkün olabilecektir. Ancak şok direncine maruz kalacak alanlarda kullanılması yeterli mekanik değerleri taşımasından ötürü sakıncalı olabilir.
- Kompozit malzemeler üretilirken düşük oranda bağlayıcı eklenmiştir ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Farklı oranlarda bağlayıcılar denenerek elde edilen sonuçlar geliştirilebilir, fiziksel ve mekanik performansları araştırılabilir.
- Bu konuda yapılan çeşitli teknik ve bilimsel araştırmaların artması, yeni yatırımların ve yeni teknolojilerin ortaya çıkmasına öncülük yapacaktır.
- Atıkların değerlendirilmesi ve orman endüstrisinde alternatif hammadde oluşturma potansiyeli ormanlar üzerindeki baskıyı azaltabilir.
- Atık potansiyeli yüksek olan ülkemizde atıkların değerlendirilmesi konusundaki araştırma ve uygulamaya yönelik çalışmalar teşvik edilmeli, atıkları kullanmanın gerekliliği konusunda kamuoyu oluşturulmalı ve bilinçlendirme politikaları uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Bledzki, A. K. & Sperber, V. E., 1999. Recent developments in wood-plastic: United States, Japan, and Europe, The Fifth International Conference on Woodfiber-Plastic Composites, May 26-27 1999, The Madison Concourse Hotel, Madison, Wisconsin, 187-192.
- DİE, 2007. Tarım İstatistikleri Özeti 1988-2007. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. ISSN 1300-1213.
- Georgopoulos, S.T., Tarantili, P.A., Avgerinos, E., Andreopoulos, A.G., Koukios, E.G., 2005. Thermoplastic polymers reinforced with fibrous agricultural residues. *Polymer Degradation and Stability*, 90 (2): 303-312.
- Kaymakçı A., Ayrılmış N., Akbulut, T., 2014. Dış Cephe Kaplamalarına Ekolojik bir Yaklaşım: Ahşap Polimer Kompozitler, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3-4 Nisan 2014.

II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu

- Korucu, T., Mengeloğlu, F., 2007. Potentials of Agricultural Residues as Raw Materials and Their Alternative Usage Possibilities in Turkey. National Agricultural Mechanisation Congress, Kahramanmaraş, s. 297-307.
- PAGEV, 2011. Türkiye Plastik Sektörü 2011 yılı İzleme Raporu, 14 s.
- Panthapulakkal, S. & Sain, M. 2006. Injection molded wheat straw and corn stem filled polypropylene composites. *Journal of Polymers and The Environment*,14:265-272.
- Plastics Europe, 2013. Association Of Plastics Manufactures, An analysis of European latest plastics production, demand and waste data *Plastics-The Facts 2013*, 38 s.
- Saraçoğlu, N., 2008. Modern Enerji Ormancılığı - Ormanlardan Biyokütle Enerjisi Üretimi ve Çözümlemeler. Orman Genel Müdürlüğü. Ankara. 28s.
- Silva, A., Freitag C., Morrel, J.J., Gartner, B., 2001. Strength of wood plastic composites. The Sixth International Conference On Woodfiber-Plastic Composites, May 15-16, 73-77.
- URL1: <http://sektorelrehberbilgileri.blogspot.com.tr/2012/05/turkiye-plastik-sektoru.html>