



Odun Kuvars İkameli Plastik Kompozit Malzeme Özelliklerinin Araştırılması

Korkmaz Yıldırım¹

¹*Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Bölümü, 09900 Aydın / TÜRKİYE, ORCID:0000-0002-7470-2297, kyildirim@adu.edu.tr

(International Conference on Design, Research and Development (RDCONF) 2021 – 15-18 December 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.1039897)

ATIF/REFERENCE: Yıldırım, K. (2021). Odun Kuvars İkameli Plastik Kompozit Malzeme Özelliklerinin Araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 152-159.

Öz

Doğal kaynakların sınırlı olması nedeniyle giderek azaldığı dünyada, atık malzemelerin geri dönüşüm ile tekrar üretime kazandırılması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında Odun-Kuvars takviyeli kompozit malzemelerin mekanik ve termal özellikleri incelenmiştir. Çıkan sonuçlar incelendiğinde, eğilme deneyi sonunda kırılmanın olmaması, numunenin tekrar eski boyutlarına dönmesi malzemenin plastik özelliğinden kaynaklanmaktadır. Çekme, Vida Çekme ve Janka Sertlik Deneyi sonuçlarında, ikame katkı oranlarının farklı olmasından dolayı, önemli derecede direnç değerlerinde değişiklik görülmüştür. Thermogravimetric Analiz deneyi sonuçlarında, üretilen numunenin 470 - 500 °C' ye ulaştığında tamamen bozulduğu, sadece kuvars kaldığı görülmüştür. DSC sonuçlarında pik noktası 10-15 m/W ısı akış hızında gerçekleşmiş, erime sıcaklığı 110-140°C aralığında görülmektedir. SEM sonuçlarında göre komponentlerin karışımları tutarlılık göstermiştir. Sonuç olarak kuvars sertliği etkisini göstermiş, kuvars miktarı arttıkça direnç değerlerinin artmış, kompozit malzeme içerisindeki komponentlerin birbirleri ile uyum sağladığı ve homojen dağıldığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kuvars, Ahşap tozu, Kompozit Malzeme, Eğilme, Enjeksiyon

The Investigation of Wood Quartz Replaced Plastic Composite Material Properties

Abstract

In a world where natural resources are gradually decreasing due to limited resources, it is of great importance to recycling waste materials into production. In this study, the mechanical and thermal properties of wood-quartz reinforced composite materials were investigated. In terms of the results, it can be repeated from the samples of the bending from the experience to the experience, from the samples to the characteristics of the old products. In the results of Tensile, Screw Tensile, and Janka Hardness Tests, significant changes were observed in the resistance values due to the different ratios of substitution additives. In the results of the Thermogravimetric Analysis experiment, it was observed that the produced sample completely deteriorated when it reached 470 - 500 °C, and only quartz remained. In the DSC results, the peak point occurred at a heat flow rate of 10-15 m/W, and the melting temperature was observed in the range of 110-140°C. According to the SEM results, the mixtures of the components showed consistency. As a result, quartz hardness showed its effect, as the amount of quartz increased, the resistance values increased, it was observed that the components in the composite material were compatible with each other and homogeneously distributed.

Keywords: Quartz, Wood powder, Composite Material, Bending, Injection

* Sorumlu Yazar: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Bölümü, 09900 Aydın / TÜRKİYE, ORCID:0000-0002-7470-2297, kyildirim@adu.edu.tr

1. Giriş

Dünyamızda her geçen gün yeni malzemelerin üretiminde metal malzemeler kadar dayanıklı, hafif, atmosferik iklim şartlarına direnç gösteren polimer içeren kompozit malzemelerin üretimi ve kullanım alanlarına yönelik çalışmalar yaygınlaşmaktadır.

Polimer içerikli ürünlerin imalatında makine, kalıp yapımı alanlarında görülen teknolojik araştırmalara bakıldığında plastik-odun kompozit ürün teknolojileri ülkemiz ve dünyada ham maddeleri hızla azaldığı günümüzde büyük önem arz etmektedir. Beyaz eşya, otomotiv, havacılık, gıda, mobilya ve inşaat sektöründe olmak üzere birçok sektörde üretilen plastikler ile polimer kompozit ürünleri görmekteyiz. Nano partikül içeren dolgu polimer kompozitler, fiziksel, termal, kimyasal dayanıklılıkları ve atmosferik iklime gösterdiği direnç nedeniyle endüstrinin ve araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Hammadde eksikliği, çevre kirliliği ve ürün maliyetlerinin artması yenilenebilir hammadde araştırmalarına neden olmaktadır. Odun-plastik içerikli kompozit malzemeler, plastiğin dayanımı ve ahşabın dayanımı yönünden ikisinin de en uygun performans ile maliyet fayda-yarar avantajlarını bir arada toplayan kompozit materyali oluşturur. Sağladığı fayda-yarar katkılarında nedeniyle ormancılık ve orman ürünleri sektöründe hizmet veren fabrikalarda atıkların değerlendirilmesi adına odun-plastik kompozit malzeme alanına yöneldiği görülmektedir (Clemons,2002).

Odun-plastik kompozit malzemeler her geçen gün insan oğlunun yaşam sürecinde yer almaktadır. Genellikle sosyal alanlarda yer alan dış mekan mobilyalarında ve farklı alanlarda kullanım alanı bulmaktadır. Kullanım alanlarında görülen bu artışın sebebi olarak odun-plastik kompozit malzemelerin atmosferik- iklimsel koşullara (rutubet, çürüme, mantar vb.) dayanım göstermesi sayılabilir(Altuntaş, Salan, Alma,2016).

Ahşap plastik kompozit malzeme sektörü atıkların değerlendirilmesinde kullanılan alanlardan biridir. Bu sektör odun kökenli atıklar, çay fabrikası atıkları vb. günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Ürünleri güçlendirme adına içerisine değişik fiber malzeme veya kalsit gibi mineral malzemeler de değerlendirilmektedir (Günay, Yörür, Şeker, Birinci, 2018).

Odun-plastik kompozit malzemelerin üretiminde kullanılan termoplastik malzeme olarak polipropilen, yüksek ve düşük yoğunluklu polietilen tercih edilmektedir. Polipropilen, yüksek ve düşük yoğunluklu polietilen ürünlerde sağlamlık, kolay işlenebilirlik, dielektrik özelliği, maliyetinin düşük olması tercih sebebidir. Saf halde bulunan polimerlerden beklenen yukarıda sayılan özellikleri sağlayamayız. Düşük yoğunluklu polietilenleri de dezavantajları nedeniyle kullanımları sınırlıdır. Bu ve buna benzer nedenlerden dolayı kullanılan polimerleri işleyerek bazı özelliklerini değiştirebilmekteyiz. Bu sayede üretilen odun-plastik kompozit malzemelerin üretiminde kullanılan polipropilen, yüksek ve düşük yoğunluklu polietilenin mekanik özelliklerinin performansı artmakta olup böylece üretilen kompozit malzemelerin kullanım alanları da genişlemekte olduğu görülmektedir (Yang, Yang, Li, Sun, Feng, 2006).

Odun-plastik kompozit malzemelerin üretiminde kullanılan dolgu malzemeleri olarak kullanılan atık malzemeler (odun tozu, kuvars, mermer tozu vb.) kolay bulunması, üretim maliyetini düşürmekle birlikte, üretim sırasında makinelerde aşınmaya ve üretim ekipmanlarının az zarar görmeleri nedeniyle kullanımları yaygınlaşmıştır. Polipropilen, yüksek yoğunluklu ve düşük

yoğunluklu polietilen malzemeler ile üretilen kompozit malzemelerde kullanılan dolgu malzemesi inorganik kalsiyum karbonat (CaCO₃)'tır (Hanım, Zarina, Ahmadfuad, Ishak, Hassan, 2008).

Odunsu ve yıllık bitkilerin lifleri ve odunsu ürünlerin unları (tozları) polimer termoplastikler ile bir araya getirildiğinde oluşan bu yeni malzemeye odun plastik kompozit adı verilmektedir. Odun lif veya toz oranının %50'den fazla olması gerekir. Odun plastiklerin özelliklerini kullanılan odun/lif yapısı, termoplastik polimerin molekül ağırlığı, katkı maddesi ve uyum sağlayıcı maddeler oluşturur (Mengeloğlu, 2006). Odun plastik kompozitlerde odun malzemeler veya sıkışmış Mdf, sunta gibi yan ürünlerin tozları olabilir. Odun unu olarak ahşap tozları kompozit malzemenin sertliğini artırırken dayanıklılığını azaltır (Jeong, 2005). Odun plastik kompozit malzeme üretiminde termoplastik reçineler (Polietilen, Polipropilen) ve odun tozları kullanılmaktadır. Kompozit malzeme üretiminde ucuzluk, düşük yoğunluk, yüksek mukavemet, aşınmanın az olması, doğada bozunabilir olması lignoselülozik esaslı liflerin kullanılmasını cazip kılmaktadır (Chen, 2009).

İlk odun plastik kompozit odun unu ve fenoliklerin karıştırılmasıyla 1907 yılında üretilmiş, ticari kullanım olarak 1916 yılında araçlarda vites kolu olarak üretilip kullanılmıştır. 1997 yılında % 2 olan pazar payı, 2005 yılında %18'e çıkarak odun plastik kompozit üretiminde ciddi artış gözlenmiştir. Artık dünyanın birçok bölgesinde bu ürünlerin üreticisi bulunmaktadır (Mengeloğlu, 2006;Rowel, 2006;10- Balma,1999).

Bu çalışma içeriğinde termoplastik malzeme, odun tozu (unu) ve kuvars mineralini belirli miktarlarda ekstrüde ederek, 100 bar basınç ve 45 sn enjeksiyon yüklemesi yapılarak kalıplama yöntemiyle deney numuneleri üretilmiş, üretilen kuvars ikameli odun plastik kompozit malzeme deney numuneleri mekanik deneylerle araştırılmış, ürün olarak kullanılabilirliği, orijinal hammaddelerin hızla tükenmekte olduğu dünyamızda atık malzemelerin geri dönüşüm yoluyla ekonomiye kazandırılması amaçlanmıştır.

2. Deneysel Çalışma Materyal ve Metot

2.1. Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler

2.1.1. Mineral Agregata Kuvars

Dolgu malzemesi olarak kuvars, sertliğinin yüksek olması nedeniyle yapımında kullanıldığı polimer betona rijitlik ve yüksek mukavemet kazandırdığı için tercih edilmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan kuvars agregasına ait kimyasal ve fiziksel teknik özellikler tablo 1'de gösterilmiştir.

2.1.2. Petilen G03-5 (Alçak Yoğunluklu Petilen) (AYPE)

Servis ömrünün uzunluğu, üretilen ürünlerin dayanıklılığı, uyumu, her türlü dış etkilere gösterdiği dayanıklılık nedeniyle plastiklerin kullanım alanı olarak boru üretimi ilk sıradadır.

Her türlü pissu ve temiz su tesisatlarında kullanılan boru imalatında Alçak Yoğunluklu Petilen (AYPE) 1950 yılından beri yaygın kullanılmaktadır (Maria, Rode, ShusterVd. 2015).

Günümüzde plastik atıkların yaklaşık %42'sini alçak yoğunluklu petilen oluşturmaktadır. İnsanoğlunun yaşamında plastik ürünlerde bozunmayı önleyen katkıların kullanılarak ürünlerin servis ömrünü arttırmaya amaçlayan çalışmalar hız kazanmıştır.

Plastiklerde ürün işleme, depolama, kullanımı sonrasında geri dönüşüm süreçlerinde görülen radikal süreçlerde gerçekleşen bozunmayı sağlayan tepkimeler kullanılan polimerin yapısal içeriğini değiştirdiği görülmüştür (Cruz, Zanin, 2003).

Yüksek basınç otoklav prosesi ile geniş molekül ağırlığı dağılımında üretilmiş, düşük erime akış hızına sahip ürün alçak yoğunluklu polietilen olup PETİLEN G03-5 sembolü ile piyasada bulunmaktadır (ASTM-D618-96, 1998).

Enjeksiyonla kalıplama uygulamalarında ideal bir malzemedir. Uygulanmasında Enjeksiyonla kalıplama metodu kullanılır. Tavsiye edilen işleme koşulları 160-220 °C aralığında olup kullanılan petilen G03-5 ürünü teknik özellikleri tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Termoplastik (AYPE) ve Kuvars Mineraline ait Teknik Özellikler

PETİLEN (AYPE) G03-5			KUVARS MİNERALİ ÖZELLİKLERİ	
Reçine Özellikleri	Tipik Değer	Birim	Ürün boyutu	0-75 mikron
Erime Akış hızı (230 °C)	0,30	g/10 min	Sertlik derecesi	7 mohs
Yoğunluk	0,920	g/cm ³	Özgül ağırlık	2,65 gr/cm ³
Ergime Noktası (DSC)	110	oC		
Mekanik Özellikler			Kuvars Kimyasal Analiz Raporu	
Akmada Gerilme Dayanımı	12	MPa	Bileşik	Bileşik Ağırlığı %
Kopmada Gerilme Dayanımı	26	MPa	SiO ₂	97.13
Kopmada Uzama (MY)	>250	%	Al ₂ O ₃	1.72
Bükülme Modülü, 23 oC	-----	MPa	Fe ₂ O ₃	0.029
İzod Darbe Dayanımı 23 oC	-----	J/m	TiO ₂	0.031
Sertlik (Shore-D)	-----	R-scale	CaO	0.06
Rockwell Sertliği	-----	R-scale	MgO	0.02
Çevresel baskıyla kırılma dayanımı	-----	saat	Na ₂ O	0.91
Termal Özellikler			P ₂ O ₅	0.00
Deformasyon Sıcaklığı 0,45 Mpa	-----	°C		
Vicat Yumuşama Noktası, 10N	98	°C		

2.1.3. Ahşap Tozu

Çalışma kapsamında mobilya sektöründe atık malzeme olarak geri kalan ahşap ve ahşap ürünlerine ait makine artığı tozlar kullanılmıştır. Tozların karışım oranları sabit olmayıp; çam, kayın, kavak, mdf, sunta, ahşap artığı ve bazı kenar bantlarına ait talaş ve tozlar toplanmıştır. Bu atık malzeme 105 °C etüvde kurutulduktan daha sonra öğütülmüş ve 200 mesh incelikte olan

elekten elenerek odun unu şeklinde toz malzeme üretilmiştir (Horta, Simoes, Mateus, 2017). Bu karışım içerisinde bulunan maddelerin analiz değerlerine bakıldığında selüloz maddesinin çokluğu görülmektedir. Deneysel çalışmada kullanılan ahşap tozuna (unu) ait özellikler tablo2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ahşap Tozu (unu) Teknik Özellikleri

Elementsel Analiz	Ağırlıkça Analiz	Kimyasal analiz
C 50,02	% Uçucu Madde 75,68	% Özütlenebilir madde 9,8
H 6,62	% Kül 1,01	% Hemi selüloz 11,1
N 1,96	%Nem 4,10	% Selüloz* 56,1
S -	% Sabit 19,21	% Lignin 23,0
O* 47,66	C Isıl Değer (cal/g)* 5413,9	9,8



Şekil 1. Malzeme Karışımlarının Extrüder - Kırma Ve Enjeksiyon Makinasında Üretilen Deney Numuneleri Aşamaları

Tablo 3. Deney Numune Gruplarının Karışım Oranları

OPK-K1 - Kuvars - Ahşap Tozu - Alçak Yoğunluklu Petilen Plastik
OPK-K2 - Kuvars - Ahşap Tozu - Alçak Yoğunluklu Petilen Plastik
OPK-K2 - Kuvars - Ahşap Tozu - Alçak Yoğunluklu Petilen Plastik

2.2. Deney Numuneleri Hazırlığı

Termoplastiklerden Alçak Yoğunluklu Petilen malzeme (AYPE), sanayi artığı olan 200 mesh incelikte ahşap tozu (unu) ve 0,100 μ (mikron) altı incelikte kuvars minerali belirli oranlarda yer değiştirme metodu ile hazırlanmıştır. Odun, Plastik,

Kuvars kompozit malzemesi için hazırlanan deney gruplarına ait isimlendirme ve karışım oranları tablo 3’de verilmiştir.

Bu çalışmada, termoplastik malzeme, odun ve kuvars ile ayrı ayrı hazırlanan malzemeler mikserde karıştırılmış, dolgu malzemesi olarak kuvars, odun tozu ve alçak yoğunluklu petilen (PE) kompozitler çift vidalı ekstrüder kullanılarak üretilmiştir (Şekil.1).

Polimer içerikli kompozit malzeme üretiminin gelişmesinde ekstrüzyon işlemi önemli role sahiptir. Extrüder makinasında yapılan ekstrüzyon işleminde makine içinde bulunan silindirik bir kovan ve içinde dönen vida sayesinde polimer işleme tekniği gelişmiştir. Kompozit malzeme üretiminde kullanılan polimerlerin %60’ı bu makinede işlenerek karışım tamamlanan son ürün haline gelir (Bodur, 2010).

Extrüder makinasında bir araya getirilen numuneler granül hale getirildi. Enjeksiyon makinası için granül hale gelen malzeme etüvde belirli sıcaklıkta bekletilerek rutubet ve nemden arındırma işlemi gerçekleştirilmiş. Hazırlanan malzeme ile mekanik ve termal deneyleri yapacağımız deney numunelerin oluşumu için enjeksiyon makinasında 100 bar basınç ve 45 sn enjeksiyon yüklemesi yapılarak kalıplama yöntemiyle deney numuneleri üretilmiştir (Şekil.1). Her üç grup malzeme aynı üretim aşamalarından geçerek kompozit malzeme üretilmiştir.

3. Deneysel Süreç ve Sonuçları

Kuvars, 200 mesh inceliğinde ahşap unu (tozu), termoplastik ürün (alçak yoğunluklu petilen) belirli karışımlarda yer değiştirme usulü ile hazırlanmış, hazırlanan malzeme ile extrüder ve enjeksiyon işlemleri sonrasında testlerde kullanılan deney çubukları üretilmiştir. Deney numunelerine standartlar kapsamında eğilme, çekme, vida çekme ve janka sertlik deneyleri uygulanmış deneylere ait sonuçlar ve grafikleri aşağıda yorumlanmıştır (ASTM-D790ISO178,2007; TS EN 323, 1999). (Şekil 2). Alçak Yoğunluklu Petilen ait deney çubuklarında eğilme, çekme, vida çekme ve janka sertlik deneylerinde, maksimum kuvvet karşısında aldığı deney sonuç değerleri tablo 4’de ve deney sonuç değerlerine ait grafik şekil 3’de görülmektedir.

3.1. Eğilme Deneyi

Eğilme Deneyinde; K-0 referans numunenin aldığı eğilme mukavemeti 10,85 N/mm² seviyesinde çıkmış, OPK-K1 nolu numunede; referans numuneye göre maksimum kuvvet ve eğilme mukavemetinde % 34 seviyesinde artışın olduğu, OPK-K2 nolu numunede referans numuneye göre eğilme direncinde % 38 seviyesinde artışın devam ettiği, OPK-K3 nolu numunede odun tozunun az, kuvars mineralinin fazla olduğunda; referans numuneye göre maksimum kuvvette ve eğilme mukavemetinde % 33 seviyesinde artışın olduğu, OPK-K2 nolu numune grubuna göre %7,8 seviyesinde azalma gözlenmiştir. Kuvarsın fazla olduğu OPK-K3 nolu numunede maksimum kuvvet ile eğilme mukavemeti göreceli olarak düşüş göstermiştir.

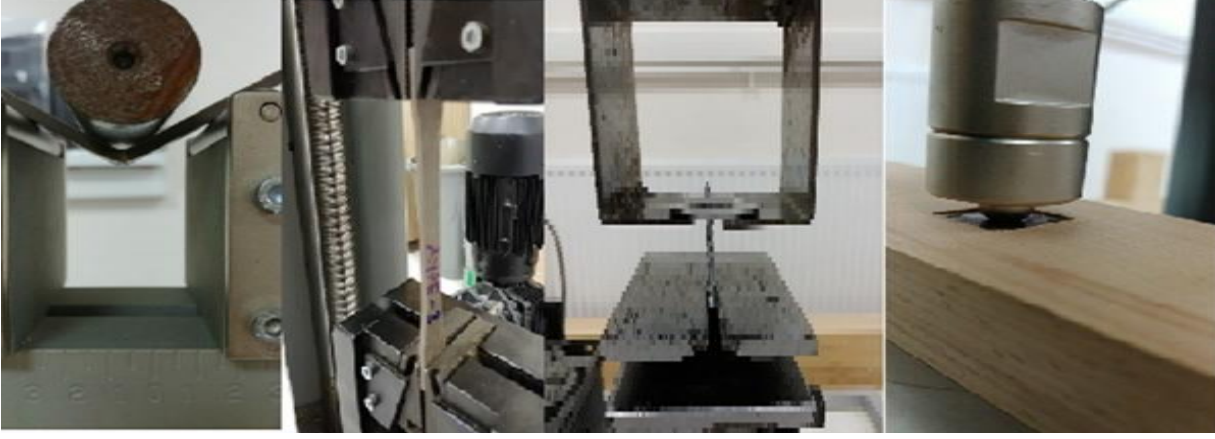
3.2. Çekme Deneyi

Alçak yoğunluklu polietilen referans numunede; K-0 referans numunenin aldığı çekme mukavemeti 9,32 N/mm² seviyesinde çıkmış, OPK-K1 nolu numunede; referans numuneye çekme mukavemetinde % 23,6 seviyesinde azalmanın olduğu, OPK-K2

nolu numunede; OPK-K1 nolu numune grubuna göre, çekme direncinde % 12,1 seviyesinde artışın olduğu, OPK-K3 nolu numunede; referans numuneye göre çekme mukavemetinde % 11 seviyesinde bir azalma, OPK-K2 nolu numuneye göre maksimum kuvveti ve çekme mukavemetinde % 2,4 seviyesinde artışın olduğu gözlenmiştir.

3.3. Vida Çekme Deneyi

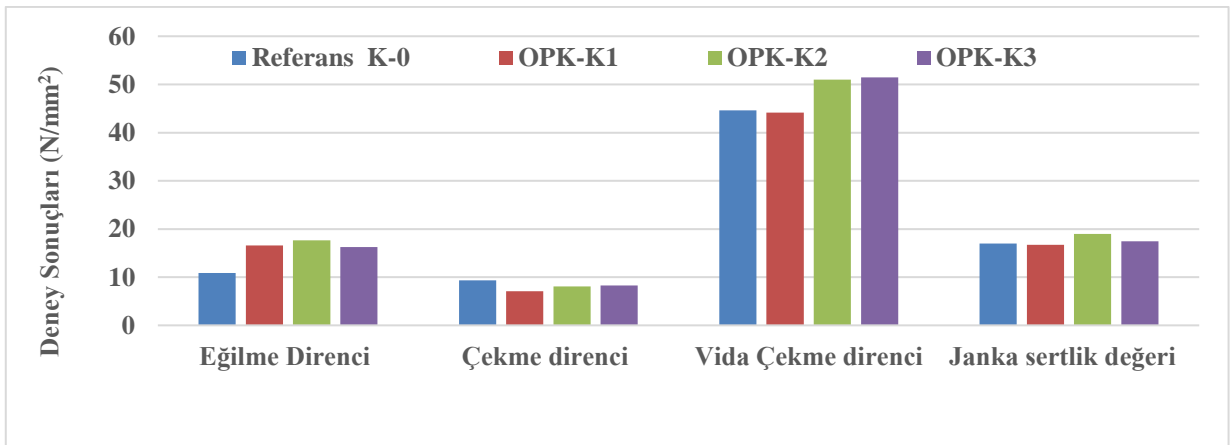
Alçak yoğunluklu polietilen referans numunede; K-0 referans numunenin aldığı vida çekme mukavemeti 44 N/mm² dolayında çıkmış, OPK-K1 nolu numunede; referans numuneye göre, vida çekme mukavemetinde %1,09 seviyesinde azalma olduğu, OPK-K2 nolu numunede; referans numuneye göre, vida çekme mukavemetinde %13 seviyesinde artışın olduğu, OPK-K3 nolu numunede; OPK-K2 nolu numuneye göre vida çekme mukavemetinde %1 seviyesinde artışın olduğu buna göre vida çekme mukavemetinin kuvars katkısı ile uyumlu arttığı,



Şekil 2. Deney Numunelerine Uygulanan Eğilme, Çekme, Vida Çekme ve Janka Sertlik Deney Süreçlerine Ait Görüntüleri

Tablo 4. Düşük Yoğunluklu Petilen Numunelere Yapılan Eğilme, Çekme, Vida Çekme Ve Janka Sertlik Deney Sonuçları

	Eğilme Direnci	Çekme direnci	Vida Çekme direnci	Janka sertlik direnci
Referans K-0	10.8487	9.3163	44.6203	16.99825
OPK-K1	16.5489	7.0984	44.1300	16.6844
OPK-K2	17.6522	8.0905	50.9947	18.9595
OPK-K3	16.2731	8.2948	51.4850	17.4428



Şekil 3. Alçak Yoğunluklu Petilen Numunelere Yapılan Eğilme, Çekme, Vida Çekme Ve Janka Sertlik Deney Sonuçları Grafiği

3.4. Janka Sertlik Direnci Deneyi

Alçak yoğunluklu Petilen referans numunede; K-0 referans numunenin aldığı janka sertlik değeri 16,99 N/mm² dolayında çıkmış, OPK-K1 nolu numunede; referans numuneye göre, maksimum kuvveti ve janka sertlik değerinde %1,8 seviyesinde azalmanın olduğu, OPK-K2 nolu numunede; referans numuneye göre, janka sertlik değerinde %10 seviyesinde artışın olduğu; OPK-K3 nolu numune grubunda, OPK-K2 nolu gruba göre, janka sertlik değerinde %8 seviyesinde azalmanın olduğu, OPK-K3 nolu numunede; OPK-K1 nolu numuneye göre, çekme direncinde %4,3 seviyesinde artışın olduğu buna göre janka sertlik değerinin arttığı,

3.5. Thermogravimetric Analiz (TGA)

Deneyisel çalışmada üretilen kompozit numunelere ısıtma hızı 30°C/dk., azot akış hızı 20 ml/dk. seçilerek 700 °C'ye kadar ısıya karşı davranışı ölçülen Thermogravimetric Analysis TGA analizi gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre içerisinde katkı bulunmayan Alçak Yoğunluklu Petilen numuneler yaklaşık 470° civarında tamamen bozunmuş ve ağırlığını kaybetmiştir.

İçerisinde ahşap tozu ve kuvars bulunan numunelerde plastik malzemenin bozunması 300 °C derece civarında başlamış, 470-500 °C'ye varıncaya kadar polietilen malzeme ile ahşap tozunun yok olduğu geriye sadece kuvarsın kaldığı görülmüştür. Kuvarsın yanma sıcaklığının yüksek olması nedeniyle, 500 °C'den sonra kuvarsın bozunmadan ağırlığını koruduğu gözlenmiştir.

Mineral olarak kuvarsın kompozit malzemedeki bozunmayı geciktirdiği, aynı zamanda bozunma sıcaklıklarını uzattığı anlaşılmıştır.

3.5. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) analizi

Diferansiyel Taramalı Kalorimetre Polimer filmlerin camısı geçiş sıcaklıkları(Tg), Perkin Elmer Diamond Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) cihazı kullanılarak azot atmosferinde ve 20 °C/dk. tarama hızıyla gerçekleştirildi. Analizden önce numuneler 45 °C'de vakum altında 1 gün bekletildi. Analiz iki aşamada gerçekleştirildi. İlk aşamada numuneler 20 °C'den 100 °C'e ısıtılarak ön ısıtma işlemi gerçekleştirildi. İkinci aşamada ise numuneler -20 °C'e soğutulmuş ve bu sıcaklıktan 250 °C'ye kadar ısıtıldı.

Şekil 5'deki Alçak yoğunluklu polietilen, ahşap tozu ve kuvars katkılı numuneler üzerinde yapılan DSC analiz grafiğine göre, deney numunelerinin reaksiyona başlama sıcaklığı 30°C civarındadır.

Alçak yoğunluklu Petilenin pik noktası katkılı olanlara göre 19 m/W ısı akış hızında iken, ahşap tozu ve kuvars katkılı olan gruplarda ise 10-15 m/W ısı akış hızında gerçekleşmiştir. Tüm gruplarda ise erime sıcaklığı 110-140°C aralığında gözlenmiştir.

3.6. Alçak Yoğunluklu Petilen, Ahşap Tozu ve Kuvars İkameli Kompozit Elemanlarda Scanning Electron Mikroskopu (SEM) Analizi

Şekil 6'da Scanning Electron Mikroskopu (SEM) Görüntülerinde deney numunelerinin içine katılan ahşap tozu ve kuvarsın polimerik kompozit eleman içerisinde homojen olarak dağılım göstermiştir. Karışıma giren komponentlerin içeride segmentlerle uyumlu olduğu ve aralarındaki bağlanma açıkça görülmüştür.

4. Sonuçlar

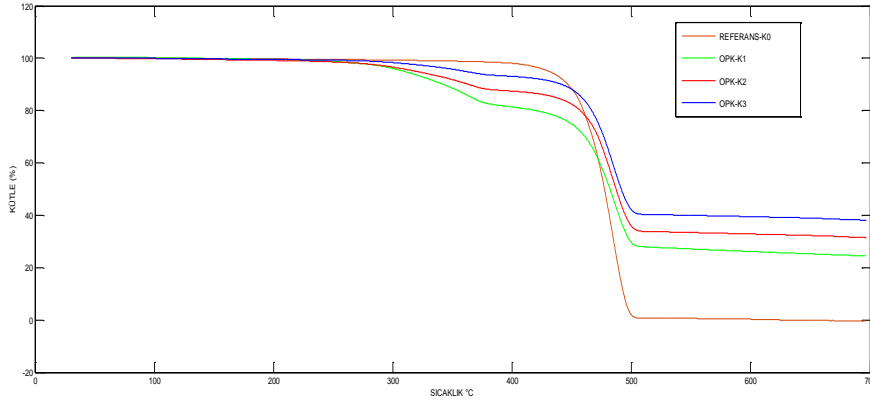
Kuvars ikameli odun plastik kompozit malzemedeki eğilme direnci, çekme, vida çekme ve janka sertlik deneyi genel sonuçları aşağıdaki çıkmıştır.

Eğilme deneyi sonunda kırılmanın olmaması, eğilme deneyi başladığında numuneler maksimum kuvvete kadar direnç göstermiş olup, eğilme sonucunda numunenin tekrar eski boyutlarına dönmesi malzemenin plastik özelliğini göstermiştir. Karışıma giren malzemelerin birbiri ile uyumu sayesinde numunelerde kırılma ve çatlak oluşmamıştır.

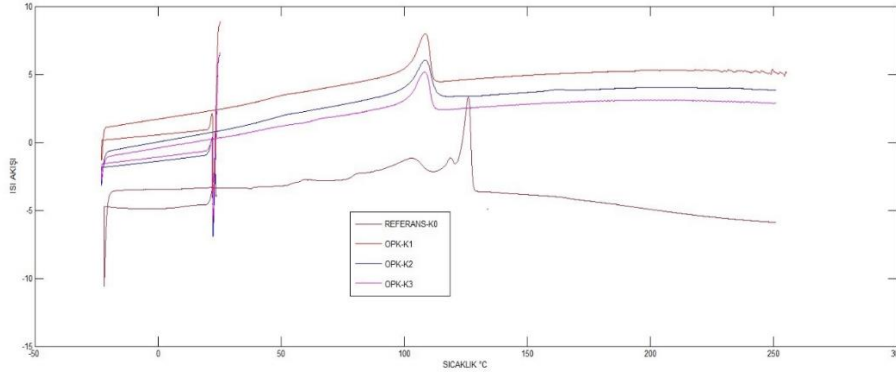
Çekme deneyine tabii tutulan numunelerde enjeksiyon sırasında makine hızına bağlı olduğu düşünülen deney numunesinin bazı kısımlarında boşluklar kaldığı bu nedenle çekme direncinin düşük çıktığı gözlemlendi. Boşlukların oluşmaması için enjeksiyon makine hızı ayarına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Janka sertlik direnci deneyi sonuçları ve Vida çekme deneyi sonuçlarında alçak yoğunluklu polietilen numunelerde vida çekme direncinde artış görülmüştür. Bunun sebebi olarak polietilenin teknik özelliğinden kaynaklandığı söylenebilir. Vida çekme deneyi numunelerinde kuvarsın sertliği etkisini göstermiştir. Kuvars miktarı arttıkça vida çekme direnci de artmıştır. Üretilmesi düşünülen malzeme açısından karışımların uyumlu olması mekanik özellikler açısından olumlu sonuçları getirmiştir.

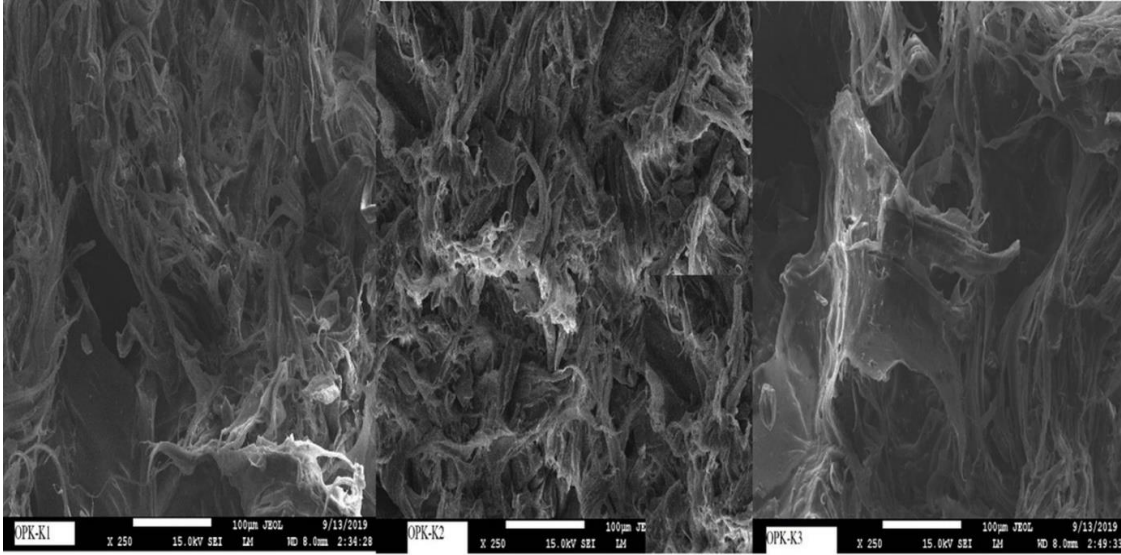
Janka sertlik deneyi numunelerinde kuvarsın sertlik etkisinin görüldüğü, kuvars miktarının arttığında janka sertlik direnci değerinde arttığı gözlenmiştir.



Şekil 4. Alçak Yoğunluklu Petilen Numunelerde Thermogravimetric Analiz Deney Sonuçları Grafiği



Şekil 5. Alçak Yoğunluklu Petilen Numunelerde Diferansiyel Taramalı Kalorimetre Deney Sonuçları Grafiği



Şekil 6. Alçak Yoğunluklu Petilen Numunelerde Scanning Electron Mikroskopi (Sem) Görüntüleri

Termoplastik katkı gruplarında kuvars ikamesi fazla olan numunelerde göreceli olarak artış gösterdiği, plastik katkının teknik özelliği nedeniyle alçak yoğunluklu polietilen malzemenin referans numunelerinde ortaya çıkan sonuçlara göre karışım içinde bulunan kuvars ve odun tozunun uyumlu çalıştığı söylenebilir.

Kompozit numunelere uygulanan Thermogravimetric Analysis (TGA) deney sonuçlarına göre plastik ve odun esaslı malzeme 470-500 °C'ye ulaştığında tamamen bozunmuş, geriye sadece kuvars minerali kalmıştır.

Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) deneyinde katkı numunelerinde pik noktası 10-15 m/W ısı akış hızında gerçekleşmiş, erime sıcaklığı 110-140°C aralığında gözlenmiştir.

Scanning Electron Microscope (SEM) numune analiz sonuçlarına göre karışım içerisinde giren komponentlerin karışımında homojen dağılım ve tutarlılık göstermiştir.

Çalışmamızda plastik alçak yoğunluklu petilen (AYPE), odun tozu ve kuvars minerali ikameli deney numuneleri üzerinde yapılan deney sonuçlarına göre plastik kompozit üretiminde kuvarsın kullanılabilirliği gözlenmiş olup, deneyler sonucunda kuvars ile odun tozu ve alçak yoğunluklu petilenin eğilme mukavemeti, çekme mukavemeti, vida çekme ve janka sertlik mukavemetlerinde artış sağlanmıştır. Kuvarsın fazla kullanıldığı kompozitlerde en büyük mukavemet değerlerine ulaşılmıştır.

Deney sonuçlarına göre alçak yoğunluklu petilen, kuvars ve odun tozu ile oluşan kompozit malzeme içerisindeki komponentlerin birbirleri ile uyum sağladığı ve homojen dağılım gösterdiği görülmüştür.

Kaynaklar

- Clemons C, (2002), "Wood-plastic composites in the United States - The interfacing of two industries", *Forest Products Journal*, 52, 10-8.
- Altuntaş, E., Salan, T., Alma, HM., (2016), "Farklı Bor Bileşik Kullanılarak MDF-AYPE Odun Plastik Kompozitlerin Yangına Dayanıklılığının Araştırılması", *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 19-23.
- Günay, NM., Yörür, H., Şeker, B., Birinci, E., (2018), "The Effects on The Mechanical Properties of The Composite Material Obtained from Waste Fiber", *1 st International Symposium on Light Alloys and Composite Materials (ISLAC'18) Karabük*, 495-499.
- Yang, J., Yang, Q., Li, G., Sun, Y., Feng, D., (2006), "Morphology and mechanical properties of polypropylene/calcium carbonate nanocomposites", *Materials Letters*, 60, 805-809.
- Hanim, H., Zarina R., Ahmad Fuad, MY., Ishak, ZA. and Hassan A., (2008), "The Effect of Calcium Carbonate Nanofiller on the Mechanical Properties and Crystallisation Behaviour of Polypropylene", *Malaysian Polymer Journal*, 3, 38-51.
- Mengelöglü, F., (2006), "Wood-Thermoplastic Composites", *1. Polimerik Kompozitler Sempozyumu ve Sergisi, TBMOB Kimya Mühendisleri Odası, İzmir*, 471-480.
- Jeong, G., (2005), " Fracture Behavior of Wood-Plastic Composites (WPC) ", *LSU Master's Thesis B.S., Chonnam National University*,
- Chen, L., (2009), " Extrudable Melamine Resin for Wood Plastic Composite, Master of Science Civil Engineering", *Washington State University/ Department of Civil and Environmental Engineering*, 8-9.
- Rowel, Roger M., (2006), "Advances and Challenges Wood Polymer Composites", *Proceeding of the 8th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium*, 1-10.
- Balma, A., (1999), "Evaluation of Bolted Connections in Wood Plastic Composites, Master of Science Civil Engineering", *Master's Thesis, Washington State University/ Department of Civil and Environmental Engineering*, 86.
- Maria, R., Rode, K., Schuster, T., vd., (2015), "Ageing study of different types of longterm pressure tested PE pipes by IR-microscopy", *Polymer*, 61, 131-139.
- Cruz, S.A., Zanin M., (2003), "Evaluation and identification of degradative processes in post-consumer recycled high-density polyethylene", *Polym. Degrad. Stab.*, 80, 31-37.
- ASTM-D618-96, (1998), "Standard Practice For conditioning Plastic For testing", *American Society for Testing and Materials, Philadelphia, ASTM*.
- Horta, FJ., Simões, FJ., Mateus, A., (2017), "Study of Wood-Plastic Composites with reused High Density Polyethylene and Wood Sawdust" *Procedia Manufacturing*, 1.12, 221-229.
- Bodur, M.S., (2010), "Geri Dönüşüm İşleminin Tekstil Atığı Takviyeli Polimer Matrisli Karma Malzemelerin Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi", *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul*, 83.
- ASTM D 790 ISO 178, (2007), "Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials", *Annual Book of ASTM Standards, West Conshohocken, PA*, Vol. 08, 01,
- ASTM D 638-99 ISO 527-1, (2007), "Standard test methods for tensile properties of plastics", *Annual Book of ASTM Standards, West Conshohocken, PA, USA*, 08-01.
- ASTM D1037, (2020), "Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials", *Annual Book of ASTM Standards, USA*.
- TS EN 323, (1999), "Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini", *TSE Standardı, Ankara*.
- TS EN 326, (1999), "Ahşap Esaslı Levhalarda Numune alınması ve Deney Parçalarının Hazırlanması", *TSE Standardı, Ankara*.