1. ULUSAL PLASTİK TEKNOLOJİLERİ SEMPOZYUMU

“Plastikler, Polimer Kompozitler, Şekillendirme Teknolojileri”

BİLDİRİ KİTABI

15-16 EKİM 2015

İSTANBUL

ÖNSÖZ

Önemi her geçen gün artan, metallerle rekabet edebilen, özellikleri gelişmiş, hafif, ortam şartlarına dirençli polimer esaslı malzemelerin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Bunun ötesinde, plastik esaslı ürünlerin imalatının bel kemiğini oluşturan kalıp, makine gibi ilgili alanlardaki teknolojik gelişmeler dikkate alındığında, plastik teknolojileri hem ülkemizde, hem de dünyada yadsınamayacak kadar büyük öneme sahiptir. Beyaz eşyadan, otomotive, havacılıktan, gıda sektörüne kadar birçok alanda plastikleri ve polimer kompozitleri görmek mümkündür. Tüm bunların ışığında, I. Ulusal Plastik Teknolojileri Sempozyumu, "*Plastikler, Polimer Kompozitler, Şekillendirme Teknolojileri"* (UPTS'2015) etkinliğini düzenlemek amacıyla, plastiklere, polimer kompozitlere ve ilgili teknolojilerine gönül verenler olarak çıktığımız bu yolda, bizimle aynı amacı paylaşan sizlerle bir arada olmaktan onur duyuyoruz.

Yıldız Teknik Üniversitesi'nde birincisini gerçekleştirdiğimiz bu sempozyum ile sanayi-üniversite iş birliklerini sağlanmak, sektörel ve akademik alanlardaki araştırma ve gelişmeleri paylaşmak, paylaşarak büyümek ve çoğalmak düşüncesinden yola çıkarak sizlerle bir araya gelmeyi hedefledik. UPTS2015'in sanayiye, akademik camiaya ve tüm katılımcılara faydalı olmasını dilediğimiz verimli bir etkinlik olmasını arzu ediyoruz.

Sempozyumun gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Danışmanlar ve Bilim Kurulları'na ve destek veren kuruluşlara katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

I. Ulusal Plastik Teknolojileri Sempozyumu'nun, Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş Kampüsü, Oditoryum Salonunda yapılmasına olanak sağlayan, destek ve yardımlarını esirgemeyen Yıldız Teknik Üniversitesi Rektörü Sayın Prof. Dr. İsmail YÜKSEK'e en içten teşekkürlerimizi sunarız.

I. Ulusal Plastik Teknolojileri Sempozyumu'na hoşgeldiniz, katılımlarınız için teşekkür ederiz.

Doç. Dr. Mihrigül EKŞİ ALTAN
UPTS Düzenleme Kurulu Başkanı

KURULLAR

Onursal Başkan
Prof.Dr. İsmail Yüksek (Rektör)

Danışmanlar Kurulu
Prof.Dr. Faruk Yiğit (Makine Fakültesi Dekanı)
Prof.Dr. Ayşegül Akdoğan Eker (Makine Mühendisliği Bölüm Başkanı)
Prof.Dr. Hüseyin Sönmez
Prof.Dr. Erhan Altan

Düzenleme Kurulu
Prof.Dr. İsmail Teke
Prof.Dr. Hüseyin Yıldırım
Prof.Dr. Özgen Ü. Çolak Çakır
Doç.Dr. Zehra Yumurtacı
Doç.Dr. Mihrigül Ekşi Altan (Sempozyum Başkanı)
Yrd.Doç.Dr. İbrahim Şahin
Dr. Alper Uysal

Bilim Kurulu*

Hamit Akbulut (Atatürk Üniversitesi)
Armağan Arıcı (Kocaeli Üniversitesi)
Pınar Çamurlu (Akdeniz Üniversitesi)
İsmet Çelik (Dumlupınar Üniversitesi)
Mehmet Ali Gürkaynak (İstanbul Üniversitesi)
Rasim İpek (Ege Üniversitesi)
Ahmet Koyun (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Yusuf Menceloğlu (Sabancı Üniversitesi)
Nihan Nugay (Boğaziçi Üniversitesi)
Turgut Nugay (Boğaziçi Üniversitesi)
Mustafa Öksüz (Marmara Üniversitesi)
Mualla Öner (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Binnur Sağbaş (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Tülin Şahin (Kocaeli Üniversitesi)
Sinan Şen (Yalova Üniversitesi)
Metin Tanoğlu (İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü)
Münir Taşdemir (Marmara Üniversitesi)
Vedat Temiz (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Sevgi Ulutan (Ege Üniversitesi)
Deniz Uzunsoy (Bursa Teknik Üniversitesi)
Ahmet Ünal (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Hale Berber Yamak (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Ülkü Yılmazer (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

**Bilim kurulu, soyadı sıralı olarak listelenmiştir.*

Davetli Konuşmacılar

Murat Akyüz (İKMİB)
Zafer Gemici (MİR Ar-Ge)
Oğuzhan Gürlek (PAGDER)
Erkan Ateş (3D Design Technologies)
Metin Bilgili (Arçelik)
Aykut Filiz (Üçgen Yazılım)
Faruk Ünlüuysal (DSM Mühendislik Plastikleri)

DESTEK VEREN KURULUŞLAR

İKMİB İstanbul Kimyevi Maddeler ve Mamulleri İhracatçıları Birliği
İstanbul Chemicals and Chemical Products Exporters' Association

YTÜ TEKNOLOJİ TRANSFER OFİSİ

EGE MÜHENDİSLİK VE DANIŞMANLIK HİZMETLERİ

PAGDER 1969
Plastik Sanayicileri Derneği

Ekstrüzyon Koşullarının Son Ürüne Etkisi Üzerine Bir Uygulama 109
Göksenin Kurt Çömlekçi

Alçak Yoğunluklu Polietilenin Mor Ötesi Işınlara Karşı Kararlı Kılınması 117
Güneş Boru İzmirli, Sevgi Ulutan ve Pınar Tüzüm Demir

Polimerik Malzemeler için 'Overstress' kavramına dayanan viskoplastisite teorisi (VBOP) 127
Özgen Ü. Çolak Çakır

PE Levhaların Sürtünme Karıştırma Kaynağı ile Birleştirilmesinde Dalma ve Bekleme Süresinin Etkisi 135
İdris Karagöz ve Mustafa Öksüz

Gün Işığından Yoksun Uzun Süreli Depolanan Polipropilen Blok Kopolimer/Kalsiyum Karbonat/Tinkal Hibrit Kompozitlerin Çekme Özellikleri 141
Şenol Şahin, Şeyma Melike Tatas ve Burhan Çeliksöz

Mikropartikül Taneli Kolemanit Bor Maddesinin Polipropilen Random Kopolimer Malzemenin Termal Özelliklerine Etkisi 151
Tülin Şahin, Ece Cengiz Yücel ve Şenol Şahin

Geridönüşüm Poli(Etilentereftalat) (R-PET)-Polipropilen (PP) Harmanlarının Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi 161
Tuğba Güven, İsminur Gökgöz Erkoç, Muhammet Sözer, Fatih Yıldırım ve Mustafa Doğu

Kestane Ağacı Talaşı ve Farklı İnorganik Dolgular ilave Edilmiş Dökme Polimetilmetakrilat Hibrit Kompozitlerin Mekaniksel Özelliklerinin İncelenmesi 167
İlyas Kartal, Halil Demirer ve Kenan Büyükkaya

Karbon/Cam ve Kevlar Kumaşlarla Takviyelendirilmiş Epoksi Hibrit Kompozitlerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi 175
İlyas Kartal ve Halil Demirer

Yalın ve Karbon Siyahı Katkılı Polipropilen ve Polyamid Malzemelerin Matkapla Delinmesinde Takım Aşınması 181
Alper Uysal ve Erhan Altan

Polimer Esaslı Kalça Protezlerinin Yüzeylerinde Sürtünmeye Bağlı Oluşan Sıcaklık Artışının Belirlenmesi 189
Binnur Sağbaş ve M. Numan Durakbaşa

Polimer/Metal Hibrid Yapıların Plastik Enjeksiyon Kalıplama ile Şekillendirilmesi 199
Mihrigül Ekşi Altan ve Burak Yavuz

UPTS'2015
1.ULUSAL PLASTİK TEKNOLOJİLERİ SEMPOZYUMU
"Plastikler, Polimer Kompozitler, Şekillendirme Teknolojileri"
15-16 Ekim 2015, İSTANBUL

MİKROPARTİKÜL TANELİ KOLEMANİT BOR MADDESİNİN POLİPROPİLEN RANDOM KOPOLİMER MALZEMENİN TERMAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Tülin Şahin[a], Ece Cengiz Yücel[b] ve Şenol Şahin[c]

[a] *Kocaeli University, Department of Mechanical Engineering, 41380, Umuttepe, Kocaeli, Turkey, tulsah@kocaeli.edu.tr*
[b] *Kocaeli University, Graduate School of Natural and Applied Science, 41380, Kocaeli,Turkey, ececengiz@gmail.com*
[c] *Kocaeli University, Department of Mechanical Engineering, 41380, Umuttepe, Kocaeli, Turkey, sensah@kocaeli.edu.tr*

Özet

Günümüze kadar dolgu ve katkı maddeleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'nin, dünyanın en büyük bor cevheri üreticisi olmasından yola çıkarak, bor cevherinin bir ürünü olan kolemanitin de dolgu maddesi olarak kullanılabileceği öngörülmüştür. Bu amaçla termoplastik malzemeye çeşitli oranlarda kolemanit ile dolgulandırılıp termal özellikleri incelenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada, polielefin grubu olan polipropilen random kopolimer (PRK) malzeme seçilmiştir. Elde edilen tüm malzemelere DSC (diferansiyel taramalı analiz) ve TMA (termomekanik analiz) deneyleri uygulanmıştır ve malzemelerin %kristalleşme oranı, erime sıcaklığı, termal genleşme katsayısı ve yumuşama sıcaklığı verileri incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, PRK malzemede artan dolgu oranı ile erime sıcaklığında önemli bir değişme görülmezken, %kristalleşme derecesinde çok az bir düşüş gözlemlenmekte ve yumuşama sıcaklığında saf PRK malzemeye göre bir miktar azalma meydana gelmektedir.

Anahtar kelimeler: Polipropilen, termal özellikler, kolemanit, TMA, DSC

THE EFFECT OF MICROPARTICLULATE COLEMANITE BORON SUBSTANCE ON THE THERMAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE RANDOM COPOLYMER MATERIAL

Abstract

With fillers and additives as many academic studies have been performed until now. In this study, regarding to Turkey's role as starting to be world's largest boron ore producer fact that colemanite which is a product of boron ore, expected to be used as filler in Polyprophelene Random Copolymer (PRK). For this purpose, auhors aimed to investigate thermal properties of the thermoplastic material filled with various ratios of colemanite filler.Differential Scanning Calorimeter (DSC) tests and Thermo Mechanical Analysis performed to examine the new composites. The crystallization rate, melting temperature, thermal expansion coefficient and softening temperature outputs investigated. Based on the experimental study, with the increasing colemanite filler amount the melting temperature is

seemed to be same but crystallization rate and softening temperature is decreased when compared to pure PRK material.

Keywords: Polypropylene, thermal properties, colemanite, TMA, DSC

1. Giriş

Termoplastikler, sıcaklık karşısında genleşme, yumuşama ve bozunma göstermesi nedeniyle yüksek sıcaklıkta uzun süre kullanılmazlar. Plastikler, metallere ve cama göre ısı ile daha fazla genişlerler. Özellikle termoplastiklerin genişlemesi yaklaşık 2-10 kat daha fazladır. Isı ile genişleme, sıcaklıktaki bir derecelik değişikliğin plastik maddenin uzunluğunda yaptığı değişiklik olarak tanımlanabilir. Her plastik maddenin ısı ile genişleme katsayısı farklıdır [1].

Camsı geçiş sıcaklığı (T_g) gibi erime sıcaklığı da (T_m) plastikler için önemli bir özelliktir. Erime sıcaklığı plastiklerin işlenmesiyle ilgili bir özelliktir. Bazı plastikler yüksek sıcaklıkta işlenebilir ve kullanılabilirler. Ancak genel olarak plastikler yüksek sıcaklığa pek dayanıklı değildir ve yüksek sıcaklıkta bozunurlar. Artan sıcaklıkla önce yumuşarlar, mekanik özelliklerini kaybederler, belirli bir sıcaklıkta erirler ve daha da yüksek sıcaklıkta bozunarak kimyasal özelliklerini kaybederler [1].

Polimerlerin ısı etkisindeki hacimlerinin artması, birden fazla parça bir araya getirilerek üretilen malzemelerde ve içlerine metal yerleştirilen polimerik ürünlerde önemlidir. Bu tür malzemeler yapımlarında kullanılan metal ve plastiklerden yapılan dişliler gibi sürtünme etkisinde kalan parçalarda, sürtünme ısısından dolayı polimerin genleşmesi kaçınılmazdır [2,3]

Plastik hammaddelerin farklı yöntemlerle ürünlere dönüştürülmesi esnasında son ürünün gerek maliyetini azaltmak gerekse de mekanik özellikler, görünüm vb. özelliklerini iyileştirmek için şekillendirme esnasında ana plastiğe bir takım katkı ve dolgu maddeleri ilave edilmektedir. Bu bağlamda mikro partikül dolgulu plastik malzemeler yıllardan beri birçok alandaki çeşitli uygulamalar için büyük oranlarda kullanılmaktadır [4,5,6,7].

Kolemanit (Kalsiyum borat), mineraller içeren bordan meydana gelmektedir. Özel yapısı ve boratın (borik asit tuzu) bağlanma karakteristiği, modern günlük sanayi uygulamalarında anahtar olmuştur. Boratlar beyazlatmadaki leke çıkarıcı deterjan ve film üretimlerinde tampon etkisine sahip önemli bir unsurdur. Dahası boratlar, boyaların ve yapıştırıcıların viskozitesini kontrol eder. Termoplastiklerde, termal denge ve dayanıklılıklarından dolayı çeşitli nano dolgu maddeleri nano kompozit matris ve yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ancak zayıf boyut dengesinden dolayı termoplastik matrisler ve ilgili kompozitler arasındaki ilişki sınırlıdır [8]. Moleküler formülü $Ca_2B_6O_{11}.5H_2O$ şeklinde ifade edilebilir. Kolemanit, cam fiberlerde ham madde olarak kullanılır. Türkiye'de ve dünyanın birkaç yerinde bulunur.

Polimerlerin katkılandırılıp, DSC deneyi aracılığıyla kristalleşme derecesi ve erime sıcaklığı değişimini incelemek amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır [9-15]. Yarı kristalin polimerlere partikül takviyesinin en öne çıkan özelliği, partiküllerin yapıda çekirdekleştirici etki göstermesidir. Çekirdekleştirici etki dolgu maddesinin tipine, boyutuna ve yüzey işlemlerine bağlıdır [12]. Örneğin talk polipropilenin kristalleşme morfolojisinde güçlü, aktif bir rol oynamaktadır [16]. İnce, geniş yüzey alanına sahip mikrokristalin talk kristalleşme derecesini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Polipropilene her ne amaçla

katılırsa katılsın polimerin kristalleşme derecesini yükseltmektedir [17]. Kalsiyum karbonat ise polipropilenin kristalleşmesinde etkin olmayan bir rol üstlenerek çok az bir etki değişikliğe neden olmaktadır [18]. Dolgu maddelerine yüzey işlemleri uygulayarak, kristalleşme derecesi arttırılabilir, azaltılabilir ya da değişmeden sabit bırakılabilir [12,18,19].

Katkılandırılmış polimer malzemelerin termal genleşme katsayısı, camsı geçiş sıcaklığı ve belirli bir yük altındaki termal davranışını incelemek amacıyla TMA deneyi uygulanarak pek çok araştırma yapılmıştır [13,20,21]. Çeşitli katkı ve dolgu maddeleri ilavesi ile polimerlerin camsı geçiş sıcaklıkları ve termal genleşme katsayıları değerlerinde değişimler gözlenmektedir. Örneğin polipropilene talk ilavesi ile yük ve sıcaklık altındaki boyutsal kararlılık artmaktadır [16].

Günümüze kadar dolgu ve katkı maddeleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'nin, dünyanın en büyük bor cevheri üreticisi olmasından yola çıkarak, bor cevherinin bir ürünü olan kolemanitin de dolgu maddesi olarak kullanılabileceği öngörülmüştür. Literatürde yapılmış olan çalışmalarda çeşitli polimer malzemeler çeşitli dolgu maddeleri ile katkılandırılmış ve termal özellikleri incelenmiştir. Fakat mevcut çalışmalarda polipropilenin kolemanit ile katkılandırıp termal özelliklerinin incelendiği çalışmalar bulunmamaktadır. Bu amaçla termoplastik malzemeye çeşitli oranlarda kolemanit ile dolgulandırılıp termal özellikleri incelenmesi hedeflenmiştir.

2. Deneysel Çalışma

2.1 Malzeme

2.1.1 Polipropilen

Resin malzeme olarak Borealis firmasından temin edilen RA130E polipropilen random kopolimer kullanılmıştır. Tablo 1'de polipropilen random kopolimer malzemenin fiziksel özellileri verilmektedir.

Tablo 1 RAE130E polipropilen random kopolimerin fiziksel özellikleri

Yoğunluk	0,9 g/cm^3	
MFI	12 g/10 dk. (230 C/2,16kg)	
Çekme modülü	1450 Mpa	
Akma Gerilmesi	33 Mpa	
Charpy Darbe Dayanımı	0°C'de 3,5 kj/m^2	23° C'de 20 kj/m^2

2.1.2 Öğütülmüş kolemanit bor maddesi

Öğütülmüş kolemanit bor maddesi Eti Maden Bigadiç tesislerinden Elek altı 75 µ (ortalama partikül boyutu 20,596µ) olarak alınmıştır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2 Kolemanit Bor Maddesinin Özellikleri

Kimyasal Özellikler		Fiziksel Özellikler	
B2O3	42 %	Özgül Ağırlık	0,80-1,00 ton/m^3
CaO	27%	Birim Hacim Ağırlığı	1.02 gr/cm3
SiO2	6,5%	Ortalama Partikül Boyutu	20,596µ
SO3	0,5%		

2.2 Harmanlama

Numunelerin harmanlanmasında çift vidalı ekstrüzyon makinesi kullanılmıştır (Coperion Werner ve Pleiderer ZSK 25 P8.2 E WLE). Ekstrüzyon makinesinin L/D oranı 45 ve helis uzunluğu 1125 mm.'dir. Her malzeme granül haldeyken 8 saat süre ile 80 ^{o}C sıcaklıkta nem alma işlemine tabi tutulmuştur. Tablo 3'de polipropilen random kopolimerin üretim parametreleri görülmektedir.

Ortalama partikül boyutu 20,596 µm olan kolemanit içeren RA130E Polipropilen random kopolimerin malzeme karışımları Tablo 4'de verilmektedir. Bu çalışmada homopolimerlerde partikül dağılımına faydalı olabileceğinden polietilen (PE) temelli PE-Wax kullanılmıştır.

Tablo 3 Polipropilen random kopolimer malzemenin üretim parametreleri

Özellikler	Birim											
Zone ayar	Zone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mem
	^{o}C	-	170	220	240	24	240	25	25	25	25	270
Devir	1/dk	900										
Kapasite	kg/saat	30										
Soğutma	^{o}C	30										
Rejimde oluşan malzeme iç sıcaklığı 300°C												

Tablo 4 Ortalama partikül boyutu 20,596 µm olan kolemanit içeren RA130E Polipropilen random kopolimerin karışım tablosu

Numune Adı	Partikül Boyutu (µm)	Kolemanit Oran (% Ağırlıkça)	Wax Oranı (% Ağırlıkça)
PRK-NAT	0	0	0
PRK755	20,596	5,00	0,5
PRK7510	20,596	10,00	0,5
PRK7515	20,596	15,00	0,5
PRK7520	20,596	20,00	0,5

2.3 DSC Deneyi

Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) bir polimerin fiziksel özelliklerini belirlemede etkili ve yaygın kullanılan analitik bir yöntemdir [22, 23]. DSC, polimer malzemelerin erime, kristalizasyon ve mezomorfik geçiş sıcaklıkları ile bunlara bağlı olan entalpi ve entropi değişimleri, camsı geçiş karakterizasyonu, ısı kapasitesi gibi diğer özelliklerini saptamamıza imkan verir. Kalorimetri yöntemi diğer termal analiz yöntemleri arasında özel bir yere sahiptir. Basitliği ve üniversallığının yanı sıra kalorimetri ile ölçülen enerji karakteristiği yorum yapmanın zor olduğu durumlarda bile düzgün bir fiziksel anlam taşımaktadır [23].

DSC deneyi, Metler Toledo DSC1 cihazı ve Star System yazılımı kullanılarak 25˚C'den 200˚C'ye 10 ˚C/dk ısıtma hızında nitrojen atmosferi altında gerçekleştirilmiştir [24]. Kristalin erime sıcaklığı ve kristalin erime enerjisi deney sonuçlarında elde edilen erime grafiğinden okunmuştur. Yaklaşık 10 mg ağırlığında olan numunelerin kristalleşme derecesi (%c) malzemenin entalpi değerini kullanarak denklem (1) ile hesaplanmıştır.

$$c = \frac{\Delta}{} \qquad (1)$$

Bu bağıntıda ΔH_{SC} yarı kristalin malzemenin erime entalpisi (j/g), ΔH_C resin polimer malzemenin erime entalpi değeri (j/g) ve c malzemenin kristalleşme derecesidir [9,25]. Kristalizasyon ve erime entalpi değerleri ekzotermik ve endotermik pik alanlarından faydalanarak hesaplanmaktadır. Ekzotermik ve endotermik pik sıcaklıkları ise kristalizasyon ve erime sıcaklığın değerlerini tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır [12].

Mikro yapıdaki özelliklerin incelenmesinde kullanılan DSC deneyi, kristalizasyon derecesindeki değişimin malzemenin mekanik özelliklerini nasıl etkilediğini incelemek amacıyla kullanılmıştır.

2.4 TMA Deneyi

Termomekanik analiz (TMA), malzemelerin mekanik özelliklerini zaman ve sıcaklığın fonksiyonuna bağlı olarak belirleyen bir metottur. Seçilen ölçme modlarına göre malzemelerin termal genleşme, viskoz akış ve elastik davranışları araştırılabilir. Statik yük altında yapılan deneyler TMA olarak adlandırılır [26].

Bu çalışmada TMA-50 Shimadzu marka termomekanik analiz cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz ile genleşme (expension) modunda deneyler yapılmıştır. Genleşme (expension) modunda 5 ^{o}C/dakika ısıtma hızı ve 0,5 g. Yük uygulanmıştır. Deney için 6x6x3 mm. Boyutlarındaki numuneler kullanılmıştır. Deneylerden elde edilen eğrilerin analizi TA-60WS termal analiz paket programı kullanılarak yapılmıştır. Bu eğrilerden yumuşama sıcaklığı T_Y [^{o}C], herhangi bir sıcaklık aralığında lineer termal genleşme katsayısı [µm] ve [1/K] cinsinden elde edilebilmektedir [26].

Lineer termal genleşme katsayısı, deney sonuçlarını kontrol etmek amacıyla denklem 2 ve 3'den faydalanılır.

$$\alpha = \frac{1}{V} x \frac{\partial V}{\partial T} = \frac{1}{3l} x \frac{\partial l}{\partial T} \quad (2)$$

$$\alpha (linear) = \frac{1}{l} x \frac{\partial l}{\partial T} \quad (3)$$

Burada; V hacim, T sıcaklık ve l malzemenin uzunluğudur [13,27].

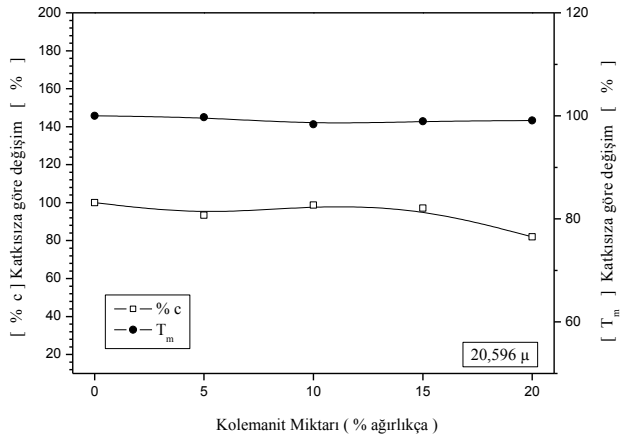
2.5 Taramalı elektron analizi (SEM)

Malzemelerin iç yüzeyleri Jeol 6060 marka SEM cihazında incelenmiştir.

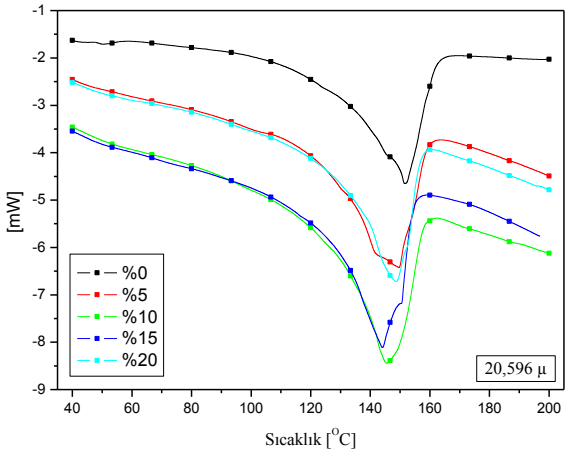
3. Deneysel Sonuçlar

3.1 PP kopolimer malzemenin DSC deneyi sonuçları

Şekil 1'de 20,596 µ ortalama tane boyuna sahip kolemanit ile katkılandırılan PRK malzemeye ait %kristalleşme oranı ve erime sıcaklığına ait grafik görülmektedir. Artan katkı oranı ile erime sıcaklığında önemli bir değişme görülmezken %kristalleşme derecesinde çok az bir düşüş gözlemlenmektedir. Şekil 2'de aynı malzemelere ait DSC diyagramları görülmektedir. Kristalleşme oranının azalmasını, TMA deneylerinden elde edilen Şekil 4 deki azalan yumuşama sıcaklığı değerlerini desteklemektedir.



Şekil 1. Ortalama tane boyutu 20,596 µm olan kolemanit ilaveli PRK malzemenin kristalleşme derecesi ve erime sıcaklığı eğrileri



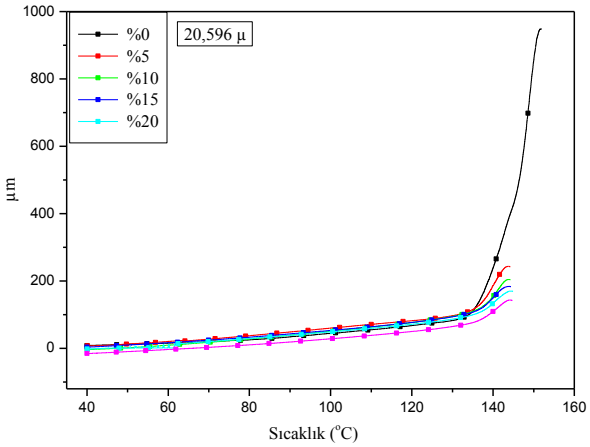
Şekil 2. Ortalama tane boyutu 20,596 µm olan kolemanit ilaveli PRK malzemenin DSC eğrileri

3.2 Polipropilen random kopolimerin TMA sonuçları

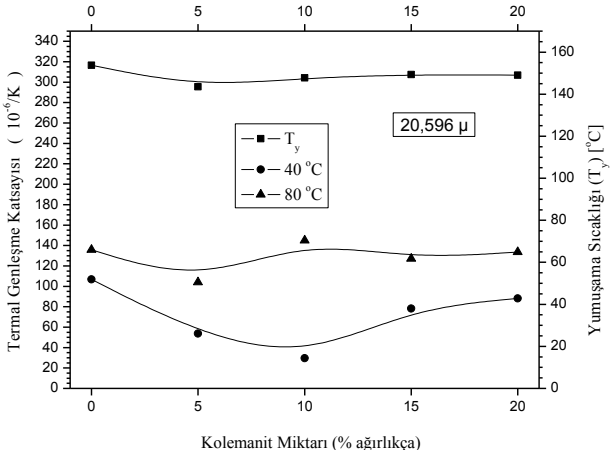
Şekil 3 ve Şekil 4'de ortalama tane boyutu 20,596 µm olan kolemanit ilaveli PRK malzemenin TMA eğrileri ve termal genleşme katsayısı ve yumuşama sıcaklığı eğrileri görülmektedir. Şekil incelendiğinde yumuşama sıcaklığında saf PPH malzemeye göre bir miktar düşüş olmakta, daha sonra yumuşama sıcaklığı değeri sabit kalmaktadır.

3.3 Polipropilen random kopolimerin SEM sonuçları

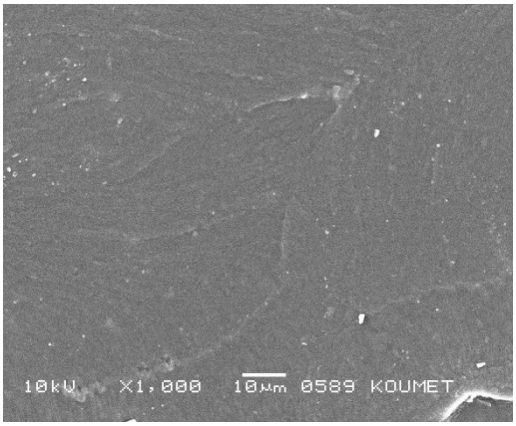
Şekil 5'de PRK natürel malzemeye ait SEM görüntüsü bulunmaktadır. Ağırlıkça %10 ve en büyük tane boyu 75 mikron olan kolemanit katkılı PRK malzemenin sem görüntüleri Şekil 6a ve Şekil 6b'de verilmektedir. Şekiller incelendiğinde dağılımın düzgün olduğu görülmektedir. Hiçbir ara yüzey çalışması yapılması ve kolemanitin özel olarak mikronize edilmemesi dikkate alındığında matris katkı maddesi ara yüzeyinde yapışmanın mevcut olduğu görülmektedir.



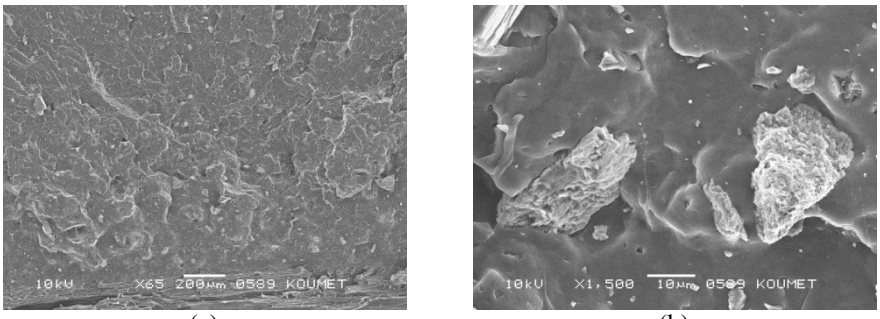
Şekil 3. Ortalama tane boyutu 20,596 µm olan kolemanit ilaveli PRK malzemenin TMA eğrileri



Şekil 4. Ortalama tane boyutu 20,596 µm olan kolemanit ilaveli PRK malzemenin termal genleşme katsayısı ve yumuşama sıcaklığı eğrileri



Şekil 5. PRK natürel malzemeye ait SEM görüntüleri (çentik dibi x1000 büyütme)



(a) (b)

Şekil 6. PRK7510 kodlu malzemeye ait SEM görüntüleri, a) çentik dibi x65 büyütme, b) çentik dibi x1500 büyütme

4. Sonuç

PRK malzemede kolemanit oranı, kolemanit tane büyüklüğü ve bondyram ilavesi erime sıcaklığında bir değişime neden olmazken yumuşama sıcaklığında çok az bir düşüşe neden olmaktadır.

Yapılan analizler sonucunda, dolgulandırma ile matris malzemesinin termal dengesinin bozulmadığı tespit edilmiştir.. PRK malzemeyi kolemanit ile dolgulandırma da hiçbir ara yüzey iyileştirici kullanılmaması durumun için, iyi bir ara yüzeyi yapışması olduğu fraktografik inceleme sonucunda tespit edilmiştir.

Kaynaklar

[1] Kaya, F., 2005. "*Ana Hatlarıyla Plastikler ve Katkı Maddeleri*", 2. Basım, Birsen Yayınevi, 50.
[2] Saçak, M., "Polimer teknolojisi", Gazi Kitabevi, 80-81, 2005.
[3] Richardson ve Lokensgard, 1997 ."*Industrial Plastics Theory and Applications*", Dermal Publishers Inc, 97,98.
[4] Mareri, P., Bastide, N. B., Crespy, A., 1998 ."Mechanical Behaviour of Polypropylene Composites Containing Fine Mineral Filler: Effect of Filler Surface Treatment", *Composites Science and Technology*, , 58, 747-752.
[5] Misra, R. D. K., Nerikar, P., Bertrand, K. Murphy, D., 2004. "Some aspects of surface deformation and fracture of 5–20% calcium carbonate-reinforced polyethylene composites", *Materials Science and Engineering*, 384, 284-298.
[6] Şahin, Ş. ve Yayla, P., 2005."Effects of processing parameters on the mechanical properties of polypropylene random copolymer", *Polymer Testing*, 24, 1012-1021.
[7] Karger, J. K.,1999"*Polypropylene An A-Z reference*", Kluwer Academic Publishers, 58, 150, 151, 240-246, 447, 715, 917.
[8] URL-1: http://www.colemanite.co.uk/index.html (Ziyaret Tarihi: 23 Kasım 2008)
[9] Sorrentino L.,Berardini, F., Capozzoli, M.R., Amitrano S., Iannace, S., 2009. "Nano/micro Ternary Composites Based on PP, Nanoclay, and $CaCO_3$", *Journal of Applied Polymer Science*,113, 3360–3367.
[10] Leong, Y. W., Abu Bakar, M. B., Mohd. Ihsak, Z. A., Ariffin, A., "2004. Characterization of talc/calcium carbonate filled polypropylene hybrid composites weathered in a natural environment," *Polymer Degradation and Stability*, 83, 411-422.

[11] Leong, Y. W., Abu Bakar, M. B., Mohd. Ihsak, Z. A., Ariffin, A., Pukanszky, B. 2004. "Comparison of the Mechanical Properties and Interfacial Interactions Between Talc, Kaolin, and Calcium Carbonate Filled Polypropylene Composites" *Journal of Applied Polymer Science,* 91, 3315–3326.
[12] Othman, N., Ismail, H., Mariatti, M., 2006."Effect of compatibilisers on mechanical and thermal properties of bentonite filled polypropylene composites" *Polymer Degradation and Stability*, 91, 1761-1774.
[13] Sahebian, S., Zebarjad, S. M., Khaki, J. V., Sajjadi, S. A., 2009. "The effect of nano-sized calcium carbonate on thermodynamic parameters of HDPE", *journal of materials processing technology*, 209, 1310–1317.
[14] Luyt, A. S., Dramicanin, M. D., Antic, Z., Djokovic, V., 2009. "Morphology, mechanical and thermal properties of composites of polypropylene and nanostructured wollastonite filler", *Polymer Testing*, 28, 348-356.
[15] Zhaobin C., Tongsheng, L., Yang, Y. Liu, X., Lv, R., "Mechanical and tribological properties of PA/PPS Blends", *Wear*, 2004, 257, 696-707.
[16] Schlumpf H. F., 1990 "*Plastic additives handbook: stabilizers, processingaids, plasticizers, fillers, reinforcements colorants for thermoplastics*", 3rd Edition, Gachter R., Müller H., Klemchuk P. P, Hanser Publishers, 558-560.
[17] Clark, J. R. and Steen, W. P., 2003 "*Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites, Revised and Expanded.*" Karian, H. G., CRC Press, 296.
[18] Zuiderduin W. C. J., Westzaan, C., Huetink, J., Gaymans, R. J. 2002. "Toughening of polypropylene with calcium carbonate particles", *Polymer*, , 44, 261-275.
[19] Meng, M., Dou, Q., 2008. "Effect of pimelicacid on the crystallization, morphology and mechanical properties of polypropylene / wollastonite composites", *Materials Science and Engineering,* A 492, 177–184.
[20] Lin Y. X., Gao, C., Chen, M., 2009. "Thermomechanical properties and tribological behaviour of CaCO3 whisker-reinforced polyetheretherketone composites", *Engineering Tribology*, 223, 1013-1018.
[21] Leszczynska A., and Pielichowski, K., 2008. "Application of thermal analysis methods for characterization of polymer/montmorillonite nanocomposites", *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 93, 677–687.
[22] Davis, F. J., 2004. "*Polymer Chemistry, A Practical Approach* ", Oxford University Press, 19,
[23] Schick,C. 2009."Differential scanning calorimetry (DSC) of semicrystalline polymers (Review), Analytical and Bioanalytical Chemistry,395, 1589–1611.
[24] ISO 11357-3,2011.Plastics -- Differential scanning calorimetry (DSC) -- Part 3: Determination of temperature and enthalpy of melting and crystallization
[25] Sperling, L. H., 2006 "Introduction to Physical Polymer Science", fourth edition, John Wiley&Sons, Inc. Publication, 244-245.
[26] Şahin, T., 2004. "Çevresel Faktörler ve Soğuk Çekmenin Polistren Malzemede Mekanik ve Isıl Özelliklere Etkileri", Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Kocaeli,.
[27] Hatakeyama, T ve Quinn, F. X. , 1999. "Thermal Analysis Fundamentals and Applications to Polymer Science", Second Edition, John Wiley&Sons, 127.

Not:
Bu çalışma, tamamlanan "Mikro Taneli Ham Kolemanit İle Polipropilen Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin Geliştirilmesi ve Yurtiçi Tüketim Miktarının Arttırılması" başlıklı 2009-ç0227 numaralı Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN) projesi kapsamında üretilen, ancak proje sonuçlanınca (tamamlanınca) arta kalan numunelerin değerlendirilmesi amacıyla yapıldı ve hazırlandı.