# 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

# GÜN IŞIĞINDAN YOKSUN UZUN SÜRELİ DEPOLANAN POLİPROPİLEN BLOK KOPOLİMER/KALSİYUM KARBONAT/TİNKAL HİBRİT KOMPOZİTLERİN ÇEKME ÖZELLİKLERİ

**Şenol Şahin[a], Şeyma Melike Tatas[b] ve Burhan Çeliksöz[c]**

*[a] Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/TÜRKİYE, sensah@kocaeli.edu.tr*
*[b] Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Öğrencisi, Kocaeli/TÜRKİYE, seymamelike_tatas@hotmail.com*
*[c] Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Öğrencisi, Kocaeli/TÜRKİYE, brh_27@hotmail.com*

**Özet**

Bu deneysel çalışmada, konfor şartlarında gün ışığından yoksun bir ortamda uzun süre depolanan polipropilen blok kopolimer (PPB)/kalsiyum karbonat (CC)/tinkal (TL) hibrit kompozitlerin, çekme özellikleri, CC dolgu miktarına bağlı çalışılmıştır. Üretimlerinin ardından uzun süreli depolama sonrası hibrit kompozit malzemelerin çekme özelliklerinin, CC dolgu miktarına bağlı değişimleri hala belirsizliğini korumaktadır. Bu kapsamda üretimlerinin ardından uzun süre depolanan saf ve hibrit kompozit malzemelerin, çekme özelliklerini, CC dolgu miktarına bağlı incelemek çalışmanın amacıdır. Saf ve hibrit kompozit malzemeler, en az 50 ay konfor şartlarında gün ışığından yoksun bir ortamda depolandı. Deneysel sonuçlar, malzemelerin çekme özelliklerinin, TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı olduğunu gösterdi.

**Anahtar kelimeler:** Kalsiyum karbonat, Tinkal, kompozit, çekme özellikleri

# TENSILE PROPERTIES OF POLYPROPYLENE BLOCK COPOLYMER/CALCIUM CARBONATE/TINCAL HYBRID COMPOSITES STORED LONG TERM WITHOUT ANY DAYLIGHT

**Abstract**

In this experimental study, the tensile properties of tincal (TL)/calcium carbonate (CC) / polypropylene block copolymer (PPB) hybrid composites stored long term without any daylight in a comfortable environment have been examined according to the contents of the CC filler. The changes to tensile properties of the hybrid composite materials depending upon contents of the CC filler after a long term storage period following their production are still unclear. In this context, it is the aim of this study is to compare of the tensile properties depending upon CC-contents between pure and hybrid composite materials, after they stored long term in a comfortable environment without any daylight following their production. Pure and hybrid composite materials were stored in a comfortable environment without any daylight for at least 50 months. When the experimental results were evaluated according to ISO 527, it was clearly seen that the tensile properties of materials is strict related to contents of TL and CC fillers.
**Keywords:** Calcium carbonate, Tincal, composite, tensile properties

# 1. Giriş

Kısmi kristalin termoplastik malzemelerin ve bunların katkılı olanlarının mekanik davranışları son yıllardaki çok sayıdaki araştırmanın konusu olmuştur. Bu malzemelerin şekil değiştirme karakteristiklerini anlamak üzere pek çok deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir [1]. Mikro partiküllü kompozit malzemelerde, partikül boyunun, yüzeyler arası yapışmanın [2] ve yüzey karakteristiğinin, dolgulu sistemin performansını büyük ölçüde etkileyebileceği kabul gören genel bir görüştür. Bunların yanında partikül şeklinin, partikül dağılımının ve katkı miktarı oranının da sistemin performansına önemli etkisinin olduğu bilinmektedir [3]. Bu konudaki bilgi birikiminin oluşması süresince, fiziksel modifikasyon ile mikro, hibrit ve hatta nano termoplastik kompozit malzemelerin üretilmesinde, farklı tane boylarında ve farklı yüzde ağırlık oranlarında çok çeşitli inorganik maddeler katkı ve/veya dolgu maddesi olarak denenmiştir. Wollastonit [4], kaolin [5], talk [6] ve kalsiyum karbonat [7] maddeleri konvansiyonel olarak kullanılanlarıdır.

Bu deneysel çalışmada, konfor şartlarında gün ışığından yoksun bir ortamda uzun süre depolanan PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemelerin, tek eksenli çekme özellikleri, CC dolgu miktarına bağlı çalışılmıştır. Malzemelerin mekanik özelliklerine ait mukayese değerleri ve sürekli mukavemetlerine ait değerler, çoğunlukla üretimlerinin ardından deney parçalarına uygulanan kısa süreli ve uzun süreli testler sonucu tespit edilir. PPB malzemelerin, üretimi sonrası mekanik özelliklerine ait değerlerin zamana bağlı olarak azalabileceği yada artabileceği bilinmektedir. Ancak, üretimlerinin ardından uzun süreli depolama sonrası PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemelerin çekme özelliklerinin, CC dolgu miktarına bağlı değişimleri hala belirsizliğini korumaktadır. Bu kapsamda üretimlerinin ardından konfor şartlarında gün ışığından yoksun bir ortamda uzun süre depolanan saf PPB, PPB/TL ve PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemelerin, çekme özelliklerini, CC dolgu miktarına bağlı incelemek çalışmanın amacıdır. Bu amaç için, saf PPB, PPB/TL ve PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemeler, ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve/veya farklı hacimce yüzde 10, 15, 17.5 ve 20 dolgu oranında kullanıldı. Saf PPB PPB/TL ve PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemeler, en az 50 ay konfor şartlarında gün ışığından yoksun bir ortamda depolandı. ISO 527-1 standardına göre malzemelere tek eksenli çekme testleri uygulandı.

# 2. Deneysel

### 2.1 Malzemeler

Çalışmada, 900 kg/m$^3$ yoğunluğa ve 0.30 g/10 min (230$^o$C/2.16 kg) erime akış hızına sahip, ticari ismi BorECO$^{TM}$ BEC5015 (Borealis A/S) olan polipropilen blok kopolimer (PPB) kullanıldı. Basınçsız boru sistemleri için piyasaya sürülen boru hammaddesi için, ISO527 standardına göre çekme modülü 1500 MPa, akma gerilmesi 30 MPa ve akma uzaması %10 değerleri, bazı mekanik özelliklerine ait üretici verileridir (Borealis 22.01.2008 Ed.9).

Katkı ve dolgu miktarının etkisini incelemek için, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen tane boyu elek altı 75 µm, ticari ismi Etibor48 ve yoğunluğu 1810 kg/m$^3$ olan TL minerali katkı maddesi olarak ve ortalama tane boyu 2.15 µm, ticari ismi Mikrocarb-2X (Mikro Mineral Endüstriyel Mineraller San. ve Tic. A.Ş.) ve yoğunluğu 2700 kg/m$^3$ olan CC minerali ise dolgu maddesi olarak kullanıldı.

Bigadiç-Balıkesir-Türkiye maden sahasından elde edilen TL mineralinin temel bazı özellikleri Tablo 1 ve Tablo 2'de ve beyaz renkte, toz haldeki CC maddesinin tane boyu dağılımı analizleri sonuçları ile ilgili üretici verileri ise Tablo 3'de verildi.

Tablo 1 Kimyasal Bileşimi

| Bileşen | Birim | Miktar |
|---|---|---|
| $B_2O_3$ | % | 47.80 min. |
| $Na_2O$ | % | 21.28 min. |
| $SO_4$ | ppm | 200 maks. |
| Cl | ppm | 70 maks. |
| Fe | ppm | 3 maks. |

Tablo 2 Elek Analizi

| Partikül çapı | Birim | Miktar |
|---|---|---|
| + 1.180 mm | % | 2 maks. |
| - 0.075 mm | % | 50 maks. |

Tablo 3 Tane boyu dağılımı (Mikro Mineral 2004 Rev:03)

| Tane boyu | Birim | Değer |
|---|---|---|
| Ortalama çap (D50%) | µm | 2.15 |
| TopCut (D97%) | µm | 11.600 |
| 2 µm altı tanecikler | % | 48 |
| 45 µm elek bakiyesi | % | 0.01 |

**2.2 Kompozit Hazırlama**

PPB/TL ve PPB/CC/TL kompozit hammaddelerin üretilmesinde vida uzunluğu (L/D) 45, burgu boyu (L) 1125 mm olan çift vidalı ekstrüzyon makinası (Coperion Werner ve Pleiderer ZSK 25 P8.2 E WLE) kullanıldı. 900 rpm (1/min) devir sayısı, 30 kg/h üretim kapasitesi, 220ºC-245ºC arasındaki zone sıcaklıklarındaki sabit ekstrüzyon parametrelerinde üretilen granül haldeki kompozit hammaddelerin soğutulması 30$^{o}$C'deki su banyosunda gerçekleştirildi. Elde edilen her bir granül kompozit hammaddeler 50ºC'de 4 saat kurutuldu.

Fiziksel modifikasyonla, ağırlıkça yüzde 2 tane boyu elek altı 75 µm, TL maddesi ve hacimce yüzde 10, 15, 17.5 ve 20 (ağırlıkça yüzde 25.00, 34.62, 38.89 ve 42.86) oranlarında ortalama tane boyu 2.15 µm olan CC maddesi dolgulu PPB/CC/TL kompozit hammaddeler üretildi.

**2.3 Deney Numunesi Hazırlama**

Saf PPB, PPB/TL ve PPB/CC/TL kompozit hammaddeler, vida çapı (D) 25 mm ve vida uzunluğu (L/D) 20 mm olan enjeksiyon makinesinde (Arburg Allrounder 370 CMD), ISO 527-2 standardına göre 216 mm x 10 mm x 4 mm ölçülerinde tip 1A çekme numunesine basıldı. ISO 294-1 standardı dikkate alınarak gerçekleştirilen basma işleminde, 225ºC meme sıcaklığı, 225$^{o}$C/220$^{o}$C/220$^{o}$C/215$^{o}$C zone sıcaklıkları, 1450 bar enjeksiyon basıncı,

650 bar ütüleme basıncı, 60 s. bekleme süresi ile 30ºC kalıp soğutma suyu sıcaklığında sabitlenmiş enjeksiyon parametreleri kullanıldı.

Çok amaçlı deney parçaları deneylerden önce, konfor şartlarında, gün ışığı görmeyen bir ortamda en az 50 ay depolandı.

**2.4 Çekme Deneyi**

Çekme deneyleri ISO 527-1 dikkate alınarak, üzerinde ölçü uzunluğu 50 mm olan klipsli statik ekstansometre (INSTRON 2630-111) bulunan ve Bluehill-2 (2.6 sürüm) yazılımı kurulu olan 5 kN kapasiteli (INSTRON 4411 H 4240) çekme cihazında gerçekleştirildi. ISO 527-2 standardına göre 216 mm x 10 mm x 4 mm ölçülerindeki tip 1A çekme numunesi, çekme cihazına, enjeksiyon girişi çekme cihazının sabit çenesine ve dolayısıyla enjeksiyon yönü çekme cihazının hareketli çenesine gelecek şekilde yerleştirildi. Çekme testlerinde, Young's Modülü için 1 mm/dak ve diğer özellikler için ise 50 mm/dak çekme hızları kullanıldı.

Deneyler 22ºC ± 1ºC sıcaklık ve %50 ± 10 nem oranındaki ortamda yapıldı. Her bir değer için en az 5'er adet deney numunesi kullanıldı. Elde edilen değerler Chauvenet Kriterine [8] göre istatistiksel olarak değerlendirildi.

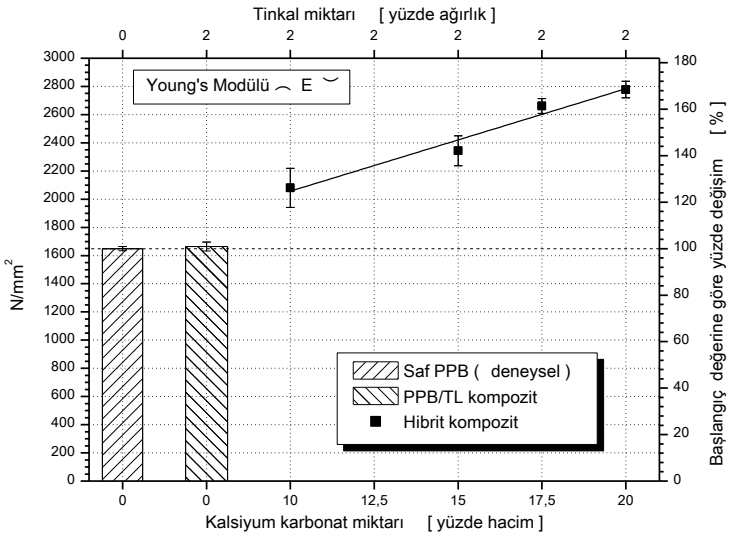
Sonuçlar saf PPB malzemeden elde edilen veriler baz (başlangıç) alınarak, çekme özelliklerindeki değişimler, farklı yüzde hacim miktarına bağlı olarak, başlangıç baz değerine ve saf PPB malzemesine göre de yüzde olarak grafikleştirildi.

# 3. Sonuç ve Tartışma

Burada önemle belirtilir ki, çalışmada saf PPB hammaddesi, PPB/TL ve PPB/CC/TL kompozit hammaddeleri gibi, çift vidalı ekstrüzyon parametreleri etkisine maruz bırakılmadan kullanıldı. Bu kapsamda da, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle, sabit enjeksiyon parametrelerinde basılan ve deneylerden önce, konfor şartlarında, gün ışığı görmeyen bir ortamda en az 50 ay depolanan saf PPB, PPB/TL ve PPB/CC/TL kompozit malzemelerin çekme özellikleri belirlendi.

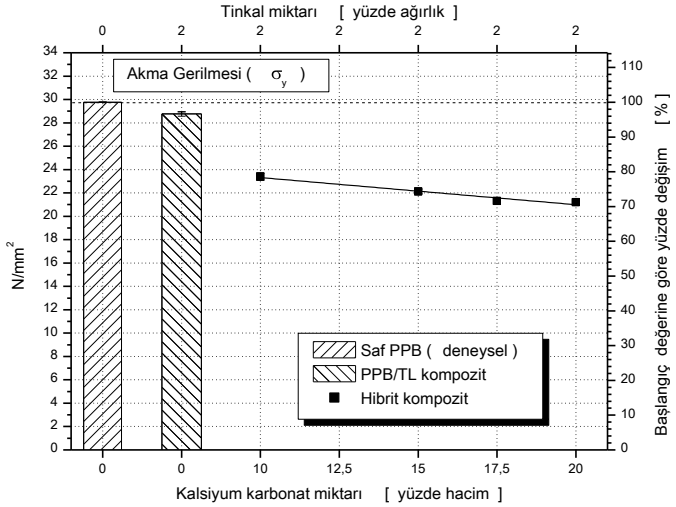
Saf PPB ve tane boyu elek altı 75 μm olan TL maddesi ile ağırlıkça yüzde 2 katkılı olan PPB/TL kompozit ve ayrıca ağırlıkça yüzde 2 TL katkılı ve ortalama tane boyu 2.15 μm olan CC maddesi ile hacimce en az yüzde 10 en fazla yüzde 20 oranları arasında dolgulu PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemelerin, tek eksenli çekme testlerinin sonuçları, şekiller 1 ila 5'te verildi.

Şekil 1, saf PPB malzemesinin Young's Modülü'nün, ilave edilen TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı değişimini göstermektedir. Saf PPB malzemesine, ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı miktarı, saf PPB malzemesinin Young's Modülünü kısmen değiştirmediği tespit edildi. Diğer taraftan ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve hacimce yüzde 10 CC dolgu miktarının, saf PPB malzemesinin Young's Modülünü yaklaşık yüzde 26 yükseltmektedir. Hacimce yüzde 10 CC dolgu oranından daha çok dolgu miktarlarında ise PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin E Modülü daha da yükselmektedir. Dolayısıyla, ağırlıkça yüzde 2 TL katkılı ve hacimce yüzde 20 CC dolgulu PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin Young's Modülünün, saf PPB malzemesinin Young's Modülüne göre, yaklaşık yüzde 68 daha yüksek olduğu tespit edildi.




Şekil 1. TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı PPB malzemenin Young's Modülü değişimi

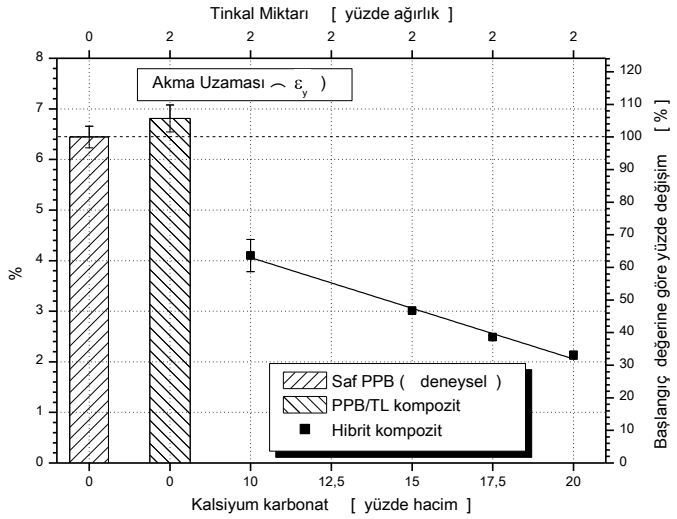
Şekil 2 ise, saf PPB malzemesinin akma gerilmesinin ilave edilen TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı değişimini göstermektedir. Saf PPB malzemesine, ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı miktarı, saf PPB malzemesinin akma gerilmesini yaklaşık yüzde 4 düşürmektedir. Diğer taraftan ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve hacimce yüzde 10 CC dolgu miktarının, saf PPB malzemesinin akma gerilmesini yaklaşık yüzde 22 düşürmektedir. Hacimce yüzde 10 CC dolgu oranından daha çok dolgu miktarlarında ise PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin akma gerilmesi daha da düşmektedir. Dolayısıyla, ağırlıkça yüzde 2 TL katkılı ve hacimce yüzde 20 CC dolgulu PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin akma gerilmesinin, saf PPB malzemesinin akma gerilmesine göre, yaklaşık yüzde 29 daha düşük olduğu tespit edildi.




Şekil 2. TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı PPB malzemenin akma gerilmesi değişimi

Şekil 3'te, saf PPB malzemesinin akma uzamasının ilave edilen TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı değişimini göstermektedir. Saf PPB malzemesine, ilave edilen ağırlıkça

yüzde 2 TL katkı miktarı, saf PPB malzemesinin akma uzamasını yaklaşık yüzde 6 yükseltmektedir. Diğer taraftan ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve hacimce yüzde 10 CC dolgu miktarının, saf PPB malzemesinin akma uzamasını yaklaşık yüzde 36 düşürmektedir. Hacimce yüzde 10 CC dolgu oranından daha çok dolgu miktarlarında ise PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin akma uzaması daha da düşmektedir. Dolayısıyla, ağırlıkça yüzde 2 TL katkılı ve hacimce yüzde 20 CC dolgulu PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin akma uzamasının, saf PPB malzemesinin akma uzamasına göre, yaklaşık yüzde 67 daha düşük olduğu tespit edildi.



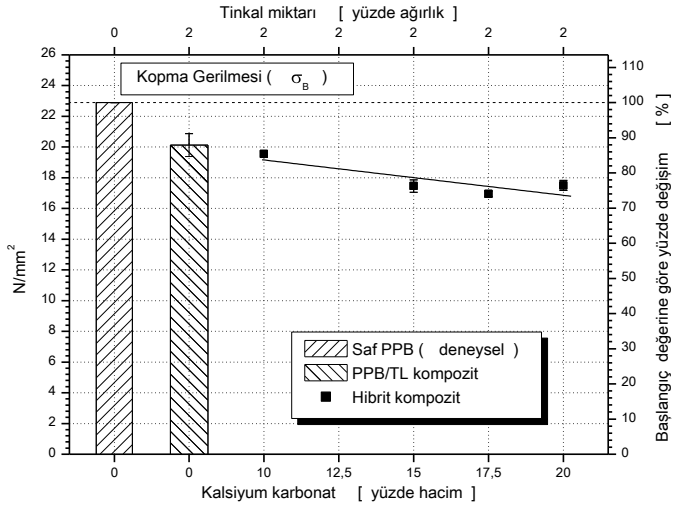

Şekil 3. TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı PPB malzemenin akma uzaması değişimi

TL katkı ve/veya CC dolgu maddesinin, diğer alışıla gelmiş talk [4-6], wollastonit [4] ve kaolin [5] maddeleri gibi, termoplastik malzemelerin elastisite modüllerini [5-7], artan dolgu miktarıyla, benzer bir şekilde yükselttiği ifade edilebilir. Ayrıca, artan dolgu miktarıyla, talk, wollastonit ve kaolin maddelerinin akma gerilmesini [4-7] yükseltirken, TL katkı ve/veya CC dolgu maddesinin, artan dolgu miktarıyla akma gerilmesini düşürdüğü sonucuna ulaşılabilir. Ancak, TL katkı ve/veya CC dolgu maddesinin, termoplastik malzemelerin akma uzamalarını [4,6], alışıla gelmiş dolgu maddeleri gibi artan dolgu miktarıyla benzer bir şekilde düşürdüğü sonucu tespit edilebilir.

Dolayısıyla, TL katkı ve/veya CC dolgu maddesinin, termoplastik malzemelerin, akma sınırına kadar, çekmedeki karakteristik özelliklerine sağladığı olumlu ve/veya olumsuz katkıları açısından, diğer konvansiyonel dolgu maddelerine benzerliği dikkat çekmektedir. Buna karşın TL katkı ve/veya CC dolgu maddesi ile mukayese edilen minerallerin, termoplastik malzemelerin karakteristik özelliklerini etkileme miktarlarındaki farklılıkların, ilgili minerallerin yüzeysel karakteristiklerinin yanında hem ilave edilme ve artan dolgu miktarı oranlarının hem de ortalama tane boyları ve tane şekillerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Şekil 4, saf PPB malzemesinin kopma gerilmesinin ilave edilen TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı değişimini göstermektedir. Saf PPB malzemesine, ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı miktarı, saf PPB malzemesinin kopma gerilmesini yaklaşık yüzde 17 düşürmektedir. Diğer taraftan ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve hacimce yüzde 10 CC dolgu miktarının, saf PPB malzemesinin kopma gerilmesini yaklaşık yüzde 15

düşürmektedir. Hacimce yüzde 10 CC dolgu oranından daha çok dolgu miktarlarında ise PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin kopma gerilmesi daha da düşmektedir. Dolayısıyla, ağırlıkça yüzde 2 TL katkılı ve hacimce yüzde 20 CC dolgulu PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin kopma gerilmesinin, saf PPB malzemesinin kopma gerilmesine göre, yaklaşık yüzde 24 daha düşük olduğu tespit edildi.

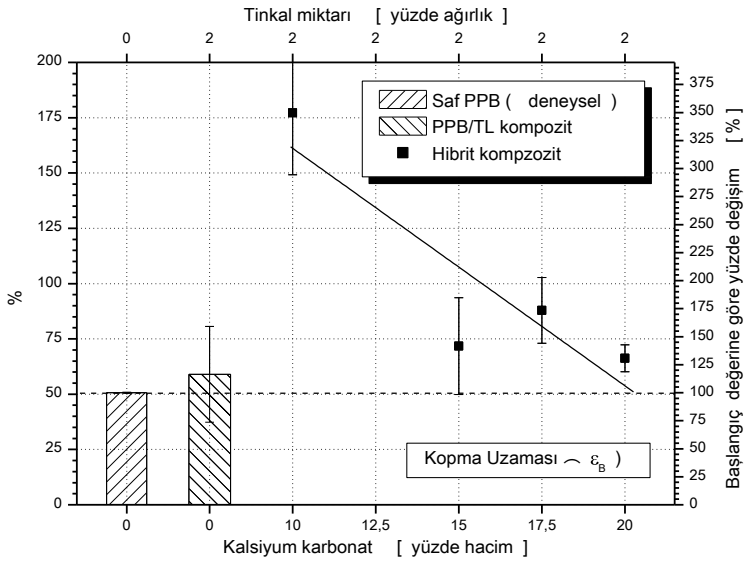



Şekil 4. TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı PPB malzemesinin kopma gerilmesi değişimi

Şekil 5'te ise, saf PPB malzemesinin kopma uzamasının ilave edilen TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı değişimini göstermektedir. Saf PPB malzemesine, ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı miktarı, saf PPB malzemesinin kopma uzamasını yaklaşık yüzde 6 yükseltmektedir. Diğer taraftan ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve hacimce yüzde 10 CC dolgu miktarının, saf PPB malzemesinin kopma uzamasını yaklaşık yüzde 250 yükseltmektedir. Hacimce yüzde 10 CC dolgu oranından daha çok dolgu miktarlarında ise PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin kopma uzaması düşmektedir. Dolayısıyla, ağırlıkça yüzde 2 TL katkılı ve hacimce yüzde 20 CC dolgulu PPB/CC/TL hibrit kompozit malzemesinin kopma uzamasının, saf PPB malzemesinin kopma uzamasına göre, yaklaşık yüzde 30 daha yüksek olduğu tespit edildi.

Öncelikle wollastonit [4] ve talk [4-6] maddelerinin, ilave edilen ve artan dolgu miktarında, termoplastik malzemelerin kopma gerilmelerini [4-6] yükseltirken, TL katkı ve/veya CC dolgu maddesinin ise düşürdüğü sonucuna ulaşılabilir. Sonra, ilave edilen dolgu miktarında, kaolin, talk ve wollastonit maddeleri birden ve aşırı olmak üzere termoplastik malzemelerin kopma uzamalarını düşürürken, TL katkı ve/veya CC dolgu maddesinin ise ilave edilen dolgu miktarında kopma uzamasını birden ve aşırı olarak yükselttiği sonucu tespit edilebilir.

Bu çalışmada, TL katkı ve/veya CC dolgu maddesinin, termoplastik malzemenin çekmedeki karakteristik özelliklerine, diğer konvansiyonel dolgu maddelerinin olumlu ve/veya olumsuz etkilerine benzer etkiler gösterdiğinin belirlenmesi yanında, sadece TL katkı maddesinin akma uzamasını ve kopma uzamasını yükselttiği ancak TL katkı ve CC dolgu maddesi ilavesinin ise kopma uzamasını da yükselttiği bulguları, yeni birer tespittir.




Şekil 5. TL katkı ve CC dolgu miktarına bağlı PPB malzemesinin kopma uzaması değişimi

# 4. Sonuçlar

Konfor şartlarında, gün ışığı görmeyen bir ortamda en az 50 ay depolanan saf PPB malzemesinin çekmedeki karakteristik özelliklerinin her biri, ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı miktarından etkilendi. Ayrıca, ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve hacimce yüzde 10 CC dolgu miktarından etkilendi. Bundan başka, ilave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve artan hacimce yüzde 10 CC dolgu oranından daha çok dolgu miktarlarında da etkilendi.

İlave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı miktarı, saf PPB malzemenin, akma uzamasını ve kopma uzamasını yükseltti, akma gerilmesini ve kopma gerilmesini düşürdü, Young's modülünü ise değiştirmedi. İlave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve hacimce yüzde 10 CC dolgu miktarı, saf PPB malzemenin kopma uzamasını ani ve birden daha çok ve Young's modülünü ise yükseltti, akma gerilmesini, akam uzamasını ve kopma gerilmesini düşürdü. İlave edilen ağırlıkça yüzde 2 TL katkı ve artan hacimce yüzde 10 CC dolgu oranından daha çok dolgu miktarları ise saf PPB malzemenin, akma gerilmesini, akma uzamasını ve kopma gerilmesini düşürdü ancak Young's modülünü daha çok ve kopma uzamasını yükseltti.

PPB/CC/TL hibrit kompozit malzeme çalışmaların da, TL maddesinin daha çok katkı/dolgu miktarları ve/veya daha küçük ve/veya daha büyük ortalama tane boyları kullanılarak ve ayrıca farklı üretim parametreleri tercih edilerek devam ettirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

# Teşekkür

Yazarlar, PPB/TL ve PPB/CC/TL kompozit hammaddelerin çift vidalı ekstrüzyon da üretilmesinde ve çok amaçlı deney parçalarının enjeksiyon kalıplama yöntemiyle elde edilmesindeki katkılarından dolayı EMAŞ Plastik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye teşekkür eder.

Bu çalışma, tamamlanan “Mineral Dolgu Maddeleri İle Poliolefin Boruların Kısa ve Uzun Süreli İç Basınç Performans Özelliklerinin Optimizasyonu” başlıklı 105M220 numaralı Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) projesi kapsamında üretilen, ancak proje sonuçlanınca (tamamlanınca) arta kalan numunelerin değerlendirilmesi amacıyla yapıldı ve hazırlandı.

# Kaynaklar

[1] Zhou, Y. & Mallick P.K. 2002. “Effects of Temperature and Strain Rate on the Tensile Behavior of Unfilled and Talc-Filled Polypropylene. Part I: Experiments”, Polymer Engineering and Science, Volume 42, Number 12, Pages 2449-2460.
[2] Wulin Q., Mai K., Zeng H. 2000. “Effect Of Silane-Grafted Polypropylene on The Mechanical Properties and Crystallization Behavior of Talc/Polypropylene Composites”, Journal of Applied Polymer Science, Volume 77, Pages 2974-2977.
[3] Wah C.A., Choong L.Y., Neon G.S. 2000. “Effects of Titanate coupling agent on rheological behavior, dispersion characteristics and mechanical properties of talc filled polypropylene”, Europian Polymer Journal, Volume 36, Pages 789-801.
[4] Hadal R.S., Dasari A., Rohrmann J., Misra R.D.K. 2004. “Effect of wollastonite and talc on micromechanisms of tensile deformation in polypropylene composites” Materials Science and Engineering A, Volume 372, Pages 296-315.
[5] Leong Y.W., Abu Bakar M.B., Mohd Ishak Z.A., Ariffin A., Pukanszk, B. 2004. “Comparison of the Mechanical Properties and Interfacial Interactions Between Talc, Kaolin and Calcium Carbonate Filled Polypropylene Composites”, Journal of Applied Polymer Science, Volume 91, Pages 3315-3326.
[6] Premalal H.G.B., İsmail H., Baharin A. 2002. “Comparison of the mechanical properties of rice husk powder filled polypropylene composites with talc filled polypropylene composites”, Polymer Testing, Volume 21, Pages 833-839.
[7] Zuiderduin W.C.J., Wesrzaan C., Hue’tink J., Gaymans R.J. 2003. “Toughening of polypropylene with calcium carbonate particles”, Polymer, Volume 44, Pages 261-275.
[8] Holman J.P. 1994. Experimental Methods for Engineers, 6th Ed., McGraw-Hill.