KALSİYUM KARBONAT MİNERAL DOLGU MADDESİ İLE POLİPROPİLEN BLOK KOPOLİMER BASINÇLI BORULARIN KISA SÜRELİ İÇ BASINÇ PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN OPTİMİZASYONU

OPTIMISING INTERNAL PRESSURE PERFORMANCE PROPERTIES OF CALCIUM CARBONATE FILLED POLYPROPYLENE BLOCK COPOLYMER PRESSURE PIPES

Şenol ŞAHİN, Tülin ŞAHİN, Paşa YAYLA
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, Kocael'

ÖZET

Bu çalışmada, aynı tip fakat üç farklı ortalama tane boyuna sahip kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) mineral dolgu maddesi ile polipropilen blok kopolimerin (PPB) plastik boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerinin optimizasyonu çalışılmıştır. Aynı tip fakat ortalama tane boyları 1.65 μm, 2.15 μm ve 5.00 μm olan $CaCO_3$ mineral dolgu maddesi ayrı ayrı farklı % hacim oranlarında PPB boru hammaddesine birbirine paralel dönen çift vidalı ekstrüzyonda ilave edilerek $CaCO_3$ mineral dolgulu PPB boru hammaddeleri üretilmiş borular tek vidalı ekstrüzyonda çekilmiştir. Borulara aynı ve sabit sıcaklıkta fakat farklı iç basınç değerlerinde sabit iç basınçlar uygulanmış ve regresyon eğrileri elde edilmiştir. Kısa süreli iç basınç performans özelliklerindeki değişimler $CaCO_3$ mineral dolgu maddesi miktarına ve ortalama tane boyuna bağlı olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plastik boru, Polipropilen blok kopolimer, Kalsiyum karbonat, Tane boyu, İç basınç, Regresyon eğrileri.

ABSTRACT

In this study, the same type but different particle size calcium carbonate ($CaCO_3$) fillers were added to the polypropylene block copolymer (PPB) plastic pipe and the internal pressure performance of the of the pipes were investigated as a function of filler content and filler size. The average particle sizes were 1.65 μm, 2.15 μm and 5.00 μm and filler contents were also altered to in the PPB raw material compound which is obtained with the use of twin screw extruder. The pipe samples from this compounded raw material were extruded with a single screw extruder and a series of internal pressure performance tests were carried out on these pipes. The variation of failure stress were obtained as a function of the filler size and filler content.

Keywords: Plastic pipes, Polypropylene block copolymer, Calcium carbonate, Particle size, Internal pressure, Regression curves.

1. GİRİŞ

Yeraltına döşenen borulardan beklenen en önemli özellikler, güvenilir bir şekilde çalışma ömürlerinin uzun, kırılma dayanımlarının yüksek ve iyi bir korozyon dayanımına sahip olmalarıdır (Björklund, 1996). Metalik malzemelerle kıyaslandığında plastik malzemelerin, hafiflik, yüksek performans ve yüksek korozyon dayanımına sahip olmaları plastiklerin boru üretiminde kullanımını sürekli artırmaktadır (Sahin, 2005).

Mekanik özellikleri iyileştirmek ve maliyetleri düşürmek amacıyla kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) gibi inorganik dolgu maddelerinin polimer endüstrisinde kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır (Osman, 2004, Kwon,

2002). Bu avantajlarına rağmen uygun yerlerde, uygun oranlarda ve miktarlarda kullanılmadıkları takdirde $CaCO_3$ dolgu maddesini kullanımı polimerin ve polimerden elde edilen ürünün performans özelliklerini kabul edilemeyecek düzeyde kötüleştirebilmektedir. Bilhassa partikül şekli ve ölçüsü, partikül yüzeyi ve miktarının $CaCO_3$ mikro partikül takviyeli polimerlerin mekanik özelliklerini önemli oranda etkilediği bilinmektedir (Chan, 2002).

Poliolefin grubu plastiklerden olan polipropilen (PP), çok çeşitli doğal ve sentetik dolgular kabul etmesine olanak veren, iyi mekanik özellikleri ve işlenebilirliği ile tanınmıştır. Çok yönlülüğü, partikül yapılı dolgulu PP kompozitlerin üretilmesine olanak vermiştir (Leong, 2004).

Bu çalışmada mineral dolgu maddesinin ortalama tane boyunun PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Dolgu maddesi ve dolgu maddesi miktarından başka ortalama tane boyunun da malzemenin tüm mekanik özelliklerine etkisinin olduğu varsayılmıştır (Pukánszky, 1999, Sahnoune, 1999).

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Malzemeler

Çalışmada temel polimer olarak naturel renkte ve granül halde Borealis tarafından BEC5015 ticari ismi ile üretilen PPB kullanılmıştır. Önemli bazı fiziksel ve mekanik özellikleri konusunda, enjeksiyonla kalıplama yöntemiyle üretilen standart deney numunelerinden elde edilmiş üretici verileri (P1123-2004) Tablo 1'de bir araya getirilmiştir.

Tablo 1. Polipropilen blok kopolimerin fiziksel ve mekanik özelliklerine ait üretici verileri

	Test Metodu	Test Şartları	BEC5015 Naturel
Çekme akma gerilmesi (MPa)	ISO 527-2	50 mm/dak	30
Çekme akma uzaması (%)	ISO 527-2	50 mm/dak	10
Çekme elastisite modülü (MPa)	ISO 527	1 mm/dak	1500
Charpy darbe (çentikli) (kJ/m^2)	ISO 179/ 1eA	+23°C	70
Charpy darbe (çentikli) (kJ/m^2)	ISO 179 /1eA	-20°C	7
Erime akış oranı (g/10 dak)	ISO 1133	230°C/2.16 kg	0.3
Yoğunluk (kg/m^3)	ISO 1183		900

Ortalama tane boyunun PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine etkisini tespit edebilmek için beyaz renkte ve toz halde Mikromineral tarafından Mikrocarb-1G, 2XG ve 5G ticari isimleri ile üretilen $CaCO_3$ mineral dolgu maddeleri kullanılmıştır. Bursa-Orhaneli maden sahalarından elde edilen ve plastik malzemeler için hazırlanmış olan $CaCO_3$ mineralinin temel bazı özellikleri (2007) Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kalsiyum karbonata ait bazı üretici verileri

	Test Metodu	Mikrocarb 1G	Mikrocarb 2XG	Mikrocarb 5G
Kimyasal Analizi	-	-	-	-
$CaCO_3$ oranı (%)	-	99.28	99.28	99.28
$MgCO_3$ oranı (%)	-	0.56	0.56	0.56
Fe_2O_3 oranı (%)	-	0.03	0.03	0.03
HCL 'de çözünmeyen (%)	-	0.02	0.02	0.02
Fiziksel Analizi	-	-	-	-
Nem fabrika çıkışı (%)	ISO 787/2	0.3	0.3	0.2
Paket içinde dökme yoğunluğu (g/ml)	ISO 787/11	0.9	1	1.3
pH değeri (-)	ISO 787/9	9.4	9.4	9.4
Tane Boyu Dağılımı	-	-	-	-
Ortalama tane boyu (D50%) (µm)	-	1.65	2.15	5.00
En büyük tane (D97%) (µm)	-	7.50	11.60	28.00
2 µm. altı tanecikler (%)	-	57	48	30
45 µm. elek bakiyesi (%)	ISO 787/7	0.01	0.01	0.1

2.2. Harmanların Hazırlanması

Bu çalışmada dört grup harman hazırlanmıştır. Birinci, ikinci ve üçüncü grup için granül haldeki naturel malzemeye ortalama tane boyları sırasıyla 1.65 μm, 2.15 μm ve 5.00 μm olan toz haldeki $CaCO_3$ mineral maddeleri hacimce %10 ve %20 (ağırlıkça %25.00 ve %42.86) miktarlarında ilave edilerek malzemenin farklı ortalama tane boylarında ve miktarlarında katkılanması sağlanmıştır.

Harmanların granül halde hazırlanmasında teknik özellikleri Tablo 3'te verilen birbirine paralel dönen çift vidalı Coperion marka ZSK 70 Mcc model ekstruder kullanılmıştır. Dördüncü grup için ise granül haldeki naturel malzeme (katkısız) alınmıştır.

Tablo 3. Harmanların üretiminde kullanılan çift vidalı ekstruderin teknik bilgileri

Üretici firma	-	Coperion
Marka/Model	-	ZSK 70 Mcc
Vida uzunluğu	L/D	38.5
Burgu boyu	mm	2700
Kesim şekli	-	Kafadan Kesme
Sıcaklıklar	°C	245-250-250-255-255-255-255-255-260
Devir	1/dak	1000
Kapasite	kg/sa	1600-1800
Soğutma suyu	°C	30

2.3. Boruların üretilmesi

Herbir grup harmanlardan boruların üretilmesinde TS 8084 ISO 4065 (1998) standardı gözönünde bulundurulmuştur. Harmanlar, boru üretim serisi SDR (standart çap oranı) 11 'e göre dış çapı 90 mm. ve et kalınlığı 8.2 mm. olan borulara bazı teknik özellikleri Tablo 4' te ve sıcaklık ayarları Tablo 5'te verilen, Krauss-Maffei KME 60-36 B / R model tek vidalı ektruder kullanılarak çekilmiştir.

Tablo 4. Tek vidalı plastik boru ekstrüzyon makinesine ait teknik bilgiler

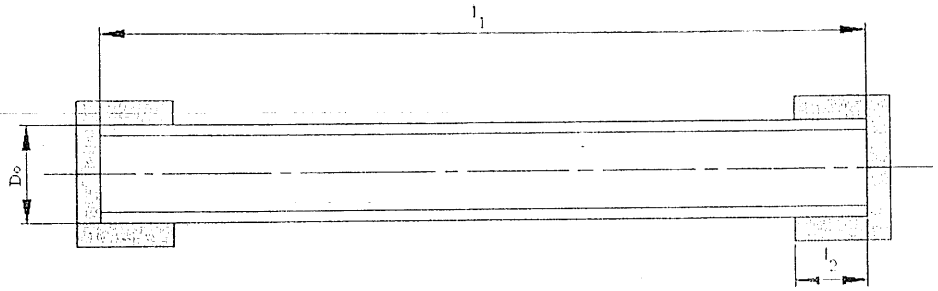
Üretici Firma	-	Krauss-Maffei
Marka / Model	-	KME 60-36 B / R
Sıra No	-	380 50534
İmal Tarihi	-	2006
Ağırlık	kg	3200
Maksimum üretim	kg/sa	400-500
Maksimum vida hızı	1/dak	230
Isıtma / Soğutma bölgesi sayısı	-	5/5
Vida uzunluğu	L/D	36
Vida çapı	mm	60
Ekstrüzyon yüksekliği	mm	1000
Çekiş uzunluğu	mm	3150
Huni yüksekliği	mm	1980
İç hadde ebadı	mm	90
Dış hadde ebadı	mm	90

Tablo 5. Boru üretimindeki ekstrüzyon sıcaklıkları

	Sıcaklıklar(°C)											
Hammadde	Soğutma	Ekstruder					Malzeme iç sıcaklığı	Kafa kısmı				
Naturel	35	200	230	230	230	230	230	230	245	245	260	260
%10 Katkılı	60	210	210	210	210	210	210	210	215	215	220	220
%20 Katkılı	35	189	195	195	195	195	195	195	190	190	190	190

2.4. Hidrostatik iç basınç deney numunesi

Hidrostatik iç basınç deney numunesi hazırlanmasında TS EN ISO 1167-2 (2006) standardı dikkate alınmıştır. İlgili dış çapa (90 mm.) göre Şekil 1'de verilen ölçüler 1 numaralı eşitlik ile 710 mm. hesaplanan hidrostatik iç basınç deney numunesi boyu sürekli (kontinü) üretimle üretilmiş naturel ve mineral dolgulu borulardan kesilerek elde edilmiştir.



Şekil 1. Hidrostatik iç basınç deney numunesi boyutları
l_1 : deney numunesi boyu (mm), D_o : boru anma dış çapı (mm),
l_2 : basınç kapakları içerisinde kalan boru uzunluğunu (mm)

$$l_1 = 3 \cdot D_o + 2 \cdot l_2 + 250 \text{ mm} \qquad (1)$$

2.5. Hidrostatik iç basınç cihazı ve deneyi

Hidrostatik iç basınç deneylerinde Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Mekanik Anabilim Dalı bünyesinde bulunan IPT (Institut für Prüftechnik Geraetebau GmbH & Co.KG) firmasının Airless Blue Line 1586-0212 model boru test cihazı kullanılmıştır.

Cihazın TS EN ISO 1167-1 (2006) standardında belirtilen A tipi boru testlerinin yapılmasına imkan vermesi sayesinde ilgili standart dikkate alınarak deney numunelerine hidrostatik iç basınç deneyleri uygulanmıştır.

$CaCO_3$ mineral dolgu maddesi tane boyunun ve miktarının PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine etkisinin belirlenmesi için ilgili borulara 2 numaralı eşitlik ile hesaplanan deney basıncı uygulanmıştır.

$$P = 10 \cdot \sigma \cdot \frac{2 \cdot e}{d_e - e} \qquad (2)$$

Burada;
P : deney iç basıncını (bar),
σ : uygulanan iç basıncın neden olduğu çevresel gerilmeyi (MPa),
d_e : deney parçasının ölçülen ortalama dış çapını (mm),
e : deney parçasının serbest uzunluğunun ölçülen en düşük et kalınlığını (mm)
ifade etmektedir.

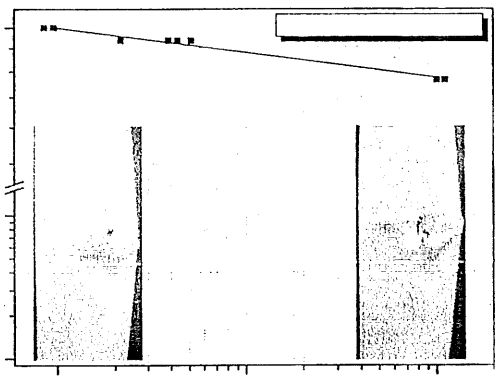
İlgili borular, ekstrüzyon edilmesinden ve konfor şartlarında gün ışığı görmeyen bir ortamda en az 150 saat depolandıktan sonra hidrostatik iç basınç testlerine tabi tutulmuşlardır. Borulara, su sıcaklığı 20°C±0.2°C olan ortamda, yaklaşık 1 ve 100 saatte hasar oluşturabilecek nominal iç basınçlar, %1 basınç düşümünü ve %2 basınç yükselmesini karşılayabilen sınırlarda uygulanmıştır. Hidrostaik iç basınç deneyi en az 5'er adet deney numunesine uygulanmış ve herbiri için basınç-zaman-sıcaklık eğrisi elde edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

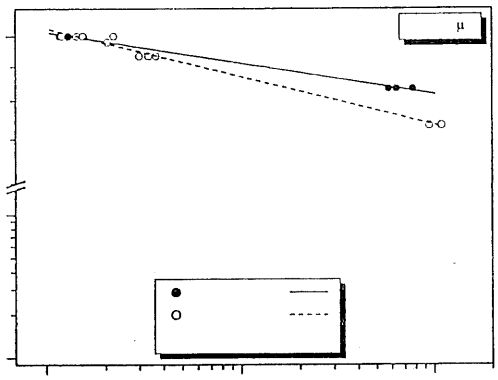
Hidrostatik iç basınç deneylerinden elde edilen basınç-zaman-sıcaklık eğrilerindeki veriler değerlendirilerek regresyon (çevresel gerilme-zaman-sıcaklık) eğrileri elde edilmiştir.

3.1. Hidrostatik iç basınç deneyi

Regresyon eğrileri iki aşamalı olarak çizilmiştir. İlk aşamada PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine farklı mikro taneli $CaCO_3$ mineral madde miktarı etkisinin görülmesi hedeflenmiştir. Bu hedef için herbir ilgili boru birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Boruda 1 saatte harsar oluşturan çevresel gerilme değeri ilgili boru için baz alınmış ve performanstaki değişmeler baz alınan değere göre yüzde olarak Şekil 2, 3, 4 ve 5'te verilen kısa süreli regresyon eğrisine kaydedilmiştir. İkinci aşamada $CaCO_3$ mineral maddesi mikro tane boyunun PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine etkisinin görülmesi hedeflenmiştir. Bu hedef içinse naturel PPB (katkısız) boruda 1 saatte harsar oluşturan çevresel gerilme değeri baz alınarak ilgili tüm performanstaki değişmeler bu baz alınan değere göre yüzde olarak Şekil 6 ve 7'de görülen kısa süreli regresyon eğrilerine kaydedilmiştir.

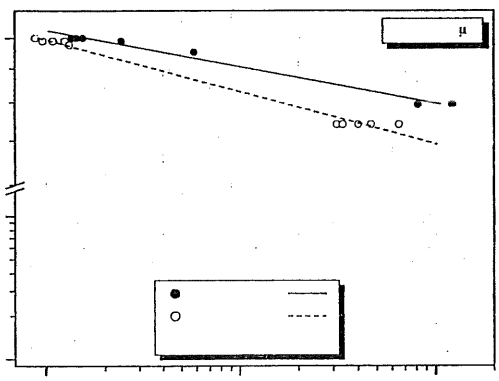


Şekil 2. Naturel PPB borunun yüzde olarak regresyon eğrisi

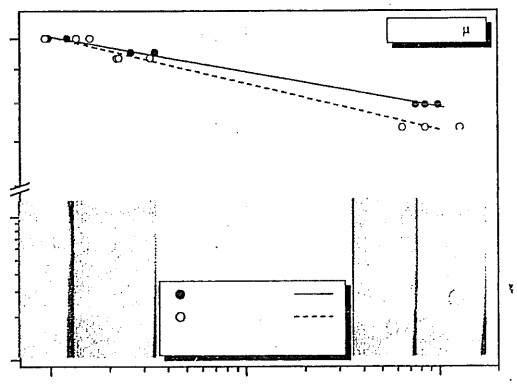


Şekil 3. Ortalama tane boyu 5 μm., hacimce %10 ve %20 $CaCO_3$ dolgulu PPB borunun yüzde olarak regresyon eğrisi

SDR 11'e göre dış çapı 90 mm. olarak üretilmiş naturel ve hacimce %10 ve %20 miktarlarında farklı ve sırasıyla 1.65 μm, 2.15 μm ve 5.00 μm ortalama tane boylarındaki $CaCO_3$ dolgulu PPB boruların Şekiller 2, 3, 4 ve 5'te görülen regresyon eğrileri incelendiğinde zamana bağlı olarak, naturel ile farklı ortalama tane boylarındaki %10 dolgulu borulardaki kısa süreli iç basınç performans özelliklerindeki değişimlerin benzer olduğu buna karşın %20 dolgulu borulardaki zamana bağlı değişimlerin ise naturel ve %10 dolgulu borulara göre daha büyük olduğu tespit edilebilir. Ayrıca, %20 dolgulu borularda da, zamana bağlı olarak, farklı ortalama tane boylarındaki %10 dolgulu borularda olduğu gibi $CaCO_3$ maddesinin ortalama tane boyunun PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine fark edilebilir bir etkisi olmadığı söylenebilir. Diğer taraftan zamana bağlı olarak, aynı şekillerden oluşan hasar türleri değerlendirildiğinde, naturel boruda oluşan sünek hasarın, $CaCO_3$ dolgulu borularda önce gevrek, artan dolgu miktarıyla sünek gevrek ve sonra da noktasal (kılcal) hasara dönüştüğü görülebilir.

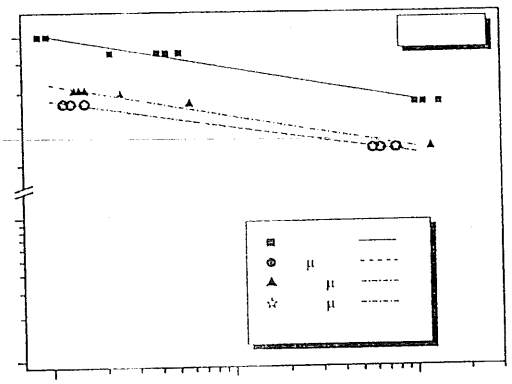


Şekil 4. Ortalama tane boyu 2.15 μm., hacimce %10 ve %20 $CaCO_3$ dolgulu PPB borunun yüzde olarak regresyon eğrisi

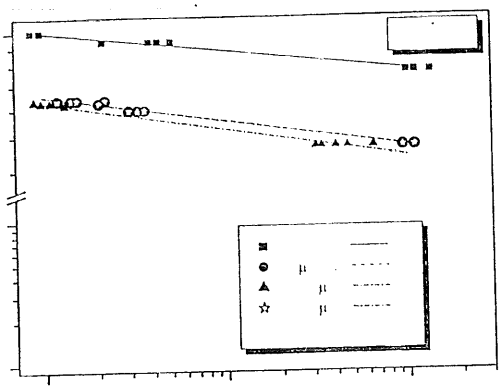


Şekil 5. Ortalama tane boyu 1.65 μm., hacimce %10 ve %20 $CaCO_3$ dolgulu PPB borunun yüzde olarak regresyon eğrisi

SDR 11'e göre dış çapı 90 mm. olarak ekstrüzyon edilmiş naturel ve hacimce %10 ve %20 miktarlarında farklı ve sırasıyla 1.65 µm, 2.15 µm ve 5.00 µm ortalama tane boylarındaki $CaCO_3$ mineral madde dolgulu PPB boruların Şekil 6 ve 7'de görülen regresyon eğrileri incelendiğinde, $CaCO_3$ mineral madde miktarının PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerini kayda değer oranda olumsuz etkilediğini ancak bu olumsuz etkilemede ortalama tane boyunun etkisinin ihmal edilebilir büyüklükte olduğu tespit edilebilir.



Şekil 6. Naturel ve ortalama tane boyları sırasıyla 1 µm., 2.15 µm. 5 µm. hacimce %10 $CaCO_3$ dolgulu PPB boruların yüzde olarak regresyon eğrileri



Şekil 7. Naturel ve ortalama tane boyları sırasıyla 1 µm., 2.15 µm. 5 µm. hacimce %20 $CaCO_3$ dolgulu PPB boruların yüzde olarak regresyon eğrileri

Mikro partiküllü kompozitlerde, partikül boyunun, yüzeyler arası yapışmanın (Wulin, 2000) ve yüzey karekteristiğinin, 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 (Wah, 2000).

Aynı maden sahalarından elde edilen $CaCO_3$ maddesinin ortalama tane boyunun, olumlu yada olumsuz etkisi tespit edilemezken, $CaCO_3$ dolgu miktarının, kısa süreli hidrostatik basınç performansına olumsuz yöndeki etkisinin en belirgin nedeni olarak, ana polimer ile $CaCO_3$ taneleri ara yüzeylerinde sağlam bir yapışmanın oluşmamış olması gösterilebilir.

$CaCO_3$ mikro partikül takviyeli basınçlı PPB borularda dolgu oranına bağlı olarak ortaya çıkan hidrostatik basınç performans kaybını azaltmak üzere, partikül ile ana matris ara yüzeyi etkileşimini artırmak gerektiği ortaya çıkmaktadır. Devam edecek olan çalışmalarda bu konuya ağırlık verilecektir.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma "Mineral Dolgu Maddeleri İle Poliolefin Boruların Kısa ve Uzun Süreli İç Basınç Performans Özelliklerinin Optimizasyonu" başlıklı 105M220 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında hazırlanmıştır.

Yazarlar, mineral dolgulu polipropilen blok kopolimer harmanların hazırlanmasında yardımcı olan EMAŞ Plastik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ve Boruların Ekstrüzyon edilmesindeki katkılarından dolayı IBG-Pakplastik Plastik Yapı Elemanları Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye teşekkür ederler.

5. KAYNAKLAR

-BJÖRKLUND,I., 1996, Future Use Of Plastic pipes, Plastics, Rubber and Composites Processing and Applications, vol 25, no 8, 364-367.
-CHAN, C. M, , WU, J, LI, J. X, CHEUNG, Y. K, 2002, Polypropylene/Calcium Carbonate Nanocomposites, Polymer, 43, 2981-2992.
-KWON, S., KWANG, J. K., KIM, H., KUNDU, P. P., KIM, T. J., LEE, Y. K., LEE, B. H., CHOE, S., 2002, Tensile Property and Interfacial Dewetting In The calcite filled HDPE, LDPE, And LLDPE Composites, Polymer, 43, 6901-6909.
-LEONG, Y. W., ISHAK, Z. A. M., ARIFFIN, A., 2004, Mechnical And Thermal Of Talc And Calcium Carbonate Filled Polypropylene Hybrid Composites, Journal of Applied Polymer Science, 91, 3327-3336.

-OSMAN, M. A., ATALLAH, A., SUTER U. W., 2004, Influence Of Excessive Filler Coating On The Tensile Properties Of LDPE-Calcium Carbonate Composities, Polymer, 45, 1177-1183.
-PUKÁNSZKY, B., 1999, Fillers For Polypropylene, 241-245, Edited by J. Karger-Kocsis, Polypropylene An A Z Reference, Kluwer Academic Publishers, ISBN 0 412 80200 7, Printed in Great Britain.
-SAHİN,S.,YAYLA,P., 2005, Effect Of Processing Parameters On The Mechanical Properties Of Polypropylene Random Copolymer, Polymer Testing, 24, 1012-1021.
-SAHNOUNE, F., LOPEZ-CUESTA, J.M., CRESPY, A., 1999, Effect Of Elastomer Interfacial Agents On Tensile And Impact Properties Of $CaCO_3$ Filled HDPE, Journal of Materials Science, 34, 535-544.
-WAH, C. A., CHOONG, L. Y., NEON, G. S., 2000, Effect Of Titanate Coupling Agent On Rheological Behavior, Dispersion Characteristics And Mechanical Properties Of Talc Filled Polypropylene, European Polymer Journal, 36, 789-801.
-WULIN, Q., MAI, K., ZENG, H., 2000, EffectOf Silane-Grafted Polypropylene On The Mechanical Properties And Crystallization Behavior Of Talc/Polypropylene Composites, Journal of Applied Polymer Science, vol 77, 2974-2977.

GX95MnCrMoB 5-5-4 Çeliğin Mikroyapısına Isıl İşlemlerin Etkisi ve Erozif Aşınma Davranışı
İ. Er, G. Başman, C. F.r Arısoy, M. K. Şeşen 549

Hidrolik Basınçla Metalik Sacların Şekillenebilirliğinin İncelenmesi
M. Aydın, İ. Kadı, M. Yaşar 557

Hiperötektik Alüminyum Alaşımı Metal Köpüklerin Mekanik Özellikleri
N. Mahmutyazıcıoğlu, S. Altıntaş 566

Hot-Working Behaviour Of High-Manganese Austenitic Steels
L. A. Dobrzanski, A. Grajcar, W. Borek 574

İki Farklı Oranda Extrüze Edilmiş Al-12Si-20Mg Alaşımlarının Mekanik Davranışı
H. Ahlatcı 584

Implementation and Functioning of Quality Management In The Research Center
L. A. Dobrzanski, M.T. Roszak 592

Influence of Binder Composition On Structure And Properties of Carbide Alloyed Composite Manufactured With The PIM Method
G. Matula 601

Integrated Recycling Technology
M. Spilka, A. Kania, R. Nowosielski 606

Investigation of Friction and Wear Behaviours of CuSn10 Alloy in Vacuum
T. Küçükömeroğlu, G. Pürçek, O. Saray, L. Kara 613

Investigation of Surface Properties of High Temperature Nitrided Titanium Alloys
E. Koyuncu, F. Kahraman, Ö. Karadeniz 620

Investigation of Tribological Properties of Boronized Fe-Based SAE 1020 and TS DDK 40 Journal Bearings at High Loads
B. S. Ünlü, E. Atik 631

Investigations on the Suitability of Some Ferrous Alloys to Semi-Solid Processing
M. H. Robert, A. G. S. Galdino 640

Islah Çeliklerinin Düzlem Yüzey Frezelenmesinde Talaş Kaldırma Parametrelerinin İşlenebilirliğine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi
S. Gülmez, Ş. Aykut 652

Kalsiyum Karbonat Dolgu Polipropilen Blok Kopolimer Borular: Hidrostatik Basınç Performansları
H. E. Karacan, Ş. Şahin, P. Yayla 660

Kalsiyum Karbonat Katkılı Polietilen Malzemelerde Farklı Korozif Ortamların Termal Özelliklere Etkisi
A. T. Ertürk, T. Şahin 667

Kalsiyum Karbonat Katkılı Polietilen Malzemelerin Kırılma Tokluğu Özelliklerindeki Değişimin İncelenmesi
A. T. Ertürk, T. Şahin 678

Kalsiyum Karbonat Mineral Dolgu Maddesi ile Polipropilen Blok Kopolimer Basınçlı Boruların Kısa Süreli İç Basınç Performans Özelliklerinin Optimizasyonu
Ş. Şahin, T. Şahin, P. Yayla 686

Karbon Fiber Hidrofilisitesinin Plasma Oksidasyonu ile Arttırılması
S. Erden, H. Yıldız 693

COMMITTEES

Honorary President

Prof. Dr. Fazıl Necdet Ardıç	Pamukkale University – Rector

International Scientific Committee

Prof. Dr. Ali Ünüvar	Selçuk Uni. - TR
Prof. Dr. Ahmet Akdemir	Selçuk Uni. - TR
Prof. Dr. Ahmet Avcı	Selçuk Uni. - TR
Prof. Dr. Ahmet Topuz	Yıldız Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Ahmet Baldan	Mersin Uni. - TR
Prof. Dr. Alpay O. Ankara	Ortadoğu Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Ayhan Çelik	Atatürk Uni. - TR
Prof. Dr. Ayşegül Akdoğan Eker	Yıldız Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Barlas Eryürek	İstanbul Teknik Uni.- TR
Prof. Dr. Bedri Tunç	Gazi Uni. - TR
Prof. Dr. Bülent Doyum	Ortadoğu Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Can Çoğun	Gazi Uni. - TR
Prof. Dr. Cevdet Meriç	Celal Bayar Uni. - TR
Prof. Dr. Cuma Bindal	Sakarya Uni. - TR
Prof. Dr. Dietrich Rehfeldt	Uni. of Hannover - D
Prof. Dr. E. Sabri Kayalı	İstanbul Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Enver Oktay	İstanbul Uni.- TR
Prof. Dr. Erhan Altan	Yıldız Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Fazlı Arslan	Karadeniz Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Fehim Fındık	Sakarya Uni. - TR
Prof. Dr. H. Erol Akata	Trakya Uni. - TR
Prof. Dr. Halis Çelik	Fırat Uni. - TR
Prof. Dr. Hasan Mandal	Anadolu Uni. - TR
Prof. Dr. Hikmet Rende	Akdeniz Uni. - TR
Prof. Dr. Hüseyin Çimenoğlu	İstanbul Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. İ. Hakkı Tavman	Ege Uni. - TR
Prof. Dr. İbrahim Uzman	Kocaeli Uni. - TR
Prof. Dr. Levent Toppare	Ortadoğu Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Lutz Dorn	Uni. of Berlin Technical - D
Prof. Dr. M. Baki Karamış	Erciyes Uni. - TR
Prof. Dr. Maria Helena Robert	Uni. of Campinas - BR
Prof. Dr. Mehmet A. Akgün	Yeditepe Uni. - TR
Prof. Dr. Mehmet Demirkol	İstanbul Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Mehmet Durman	Sakarya Uni. - TR
Prof. Dr. Mehmet Yüksel	Pamukkale Uni. - TR
Prof. Dr. Metin Akkök	Ortadoğu Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Mustafa Kurt	Marmara Uni. - TR
Prof. Dr. Müfit Gülgeç	Gazi Uni. - TR
Prof. Dr. Naci Otmanbölük	Balıkesir Uni. - TR
Prof. Dr. Narin Ünal	Akdeniz Uni. - TR
Prof. Dr. Okan Addemir	İstanbul Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. O. Faruk Emrullahoğlu	Afyon Kocatepe Uni. - TR
Prof. Dr. Remzi Varol	Süleyman Demirel Uni. - TR
Prof. Dr. Rolf König	Fh Regensburg - D
Prof. Dr. S. Engin Kılıç	Ortadoğu Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Sabri Altıntaş	Boğaziçi Uni. - TR
Prof. Dr. Sami Aksoy	Dokuz Eylül Uni. - TR
Prof. Dr. Sami Karadeniz	Karadeniz Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Selahattin Anık	İstanbul Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Serdar Salman	Marmara Uni. - TR
Prof. Dr. Temel Savaşkan	Karadeniz Teknik Uni. - TR
Prof. Dr. Tevfik Aksoy	Dokuz Eylül Uni. – TR
Prof. Dr. Veysel Kuzucu	Pamukkale Uni. - TR
Prof. Dr. Vural Ceyhun	Ege Uni. - TR
Prof. Dr. Wolfram Worner	Fh Regensburg - D
Prof. Dr. Yong-Taek Im	Advanced Institute of Science and Technology, KR

Executive Committee

Prof. Dr. Muzaffer Topçu	Chairman - PAU -TR
Assoc. Prof. Dr. Cemal Meran	Co-Chairman - PAU - TR
Prof. Dr. Leszek Dobrzanski	Co-Chairman - Silesian Uni. - PL
Prof. Dr. Halil Kumsar	Pamukkale Uni. - TR
Prof. Dr. Alper Gülsöz	Pamukkale Uni. - TR
Assoc. Prof. Dr. O. Ersel Canyurt	Pamukkale Uni. - TR
Assist. Prof. Dr. A. Rıza Tarakcılar	Pamukkale Uni. - TR
Assist. Prof. Dr. Tezcan Şekercioğlu	Pamukkale Uni. – TR

Organizing Committee

Prof. Dr. Bülent Eker	Namık Kemal Uni. - TR
Prof. Dr. Erdinç Kaluç	Kocaeli Uni. - TR
Mech. Eng. Fatih Yaşa	MMO Denizli Şube - TR
Prof. Dr. Gürel Çam	Mustafa Kemal Uni. - TR
Prof. Dr. Joachim Hammer	Fh Regensburg -D
Prof. Dr. M. Mustafa Yıldırım	Fırat Uni. - TR
Dr. Marcin Adamiak	Silesian University of Tech. - PL
Prof. Dr. Mark Jackson	Purdue University, USA
Dr. Miroslaw Bonek	Silesian University of Tech. - PL
Prof. Dr. Mustafa Koçak	GKSS Research Center - D
Prof. Dr. Ryszard Nowosielski	Silesian University of Tech. - PL
Prof. Dr. Süleyman Karadeniz	Dokuz Eylül Uni. - TR
Prof. Dr. Tahir Çağın	Texas A&M University - US
Prof. Dr. Zbigniew Rdzawski	Silesian University of Tech. - PL

Technical Committee

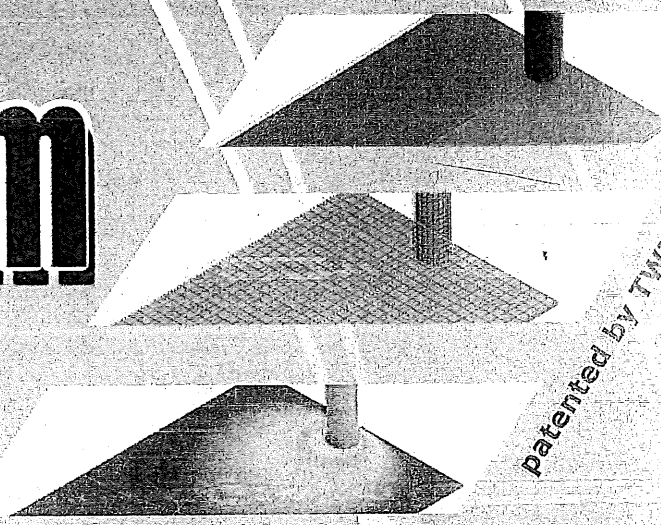
Res. Assist. Engin Tan	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Recep Yurtseven	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Gürkan Altan	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Emin Ergun	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Arzum Uluköy	Pamukkale Uni. - TR

Pamukkale University

IMSP'2008

12th International Materials Symposium

15-17 October 2008



Pamukkale University
Congress and Culture Center
Denizli - TURKEY

Volume

Proceedings