KALSİYUM KARBONAT DOLGU POLİPROPİLEN BLOK KOPOLİMER BORULAR HİDROSTATİK BASINÇ PERFORMANSLARI

CALCIUM CARBONATE FILLED POLYPROPYLENE BLOCK COPOLYMER PIPE EVALUATING HYDROSTATIC PRESSURE PERFORMANCE

Halit ERDEM KARACAN*, Şenol ŞAHİN, Paşa YAYLA****
* Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli
** Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

ÖZET

Bu çalışmada, poliolefin grubu plastiklerden olan ve basınçlı boru üretiminde kullanılan polipropilen blok kopolimerin kısa süreli iç basınç performans özelliklerine kalsiyum karbonat mineral dolgu miktarının etkisi çalışılmıştır. Birbirine paralel dönen çift vidalı ekstrüzyonda farklı % hacim oranlarında granül halde üretilmiş olan kalsiyum karbonat mineral dolgulu blok kopolimer boru hammaddeleri dış çapı 63 mm. ve et kalınlığı 5.8 mm. olan borulara tek vidalı ekstrüzyonda üretilmiştir. Borulara aynı ve sabit sıcaklıkta fakat farklı iç basınç değerlerinde sabit iç basınçlar uygulanmış ve 20 °C'deki regresyon (çevresel gerilme-sıcaklık-zaman) eğrileri elde edilmiştir. Kısa süreli iç basınç performans özelliklerindeki değişimler farklı oranda ilave edilen kalsiyum karbonat dolgu miktarına bağlı olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plastik boru, Polipropilen blok kopolimer, Kalsiyum karbonat, $CaCO_3$, İç basınç, Regresyon eğrisi.

ABSTRACT

In this study, the effect of calcium carbonate filler content on the short term hydrostatic pressure performance of block copolymer polypropylene pipe is studied. Using a twin screw extruder, block copolymer raw material is compounded with calcium carbonate filler at certain volume fraction ratios and then a pipe with 63 mm outer diameter and 5.8 mm thickness was extruded with a single screw extruder. In order to obtain the regression curves (circumferential stress, time and temperature), these pipe samples were hydrostatically tested at 20 °C and the variation of regression curves were analyzed as a function of filler content.

Keywords: Plastic pipes, Polypropylene block copolymer, Calcium carbonate, $CaCO_3$, 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 (Şahin, 2005a).

Yüzyılımızın malzemesi olan plastik malzemeler (Müller, 1995) dünya petrollerinin %4'lük gibi küçük bir kısmını tüketmesine rağmen, petrokimyanın arz-talep durumu, plastik ürünlerin arz-talep durumunu doğrudan

etkilerken dünya ham petrol fiyatları termoplastik ürünlere genellikle gecikmeli olarak ta olsa yansımaktadır (Çetinkaya, 2004).

Termoplastik hammaddeler çeşitli yöntemlerle ürünlere dönüştürülürken nihai ürünün gerek maliyetlerini azaltmak gerekse ısıl, mekanik ve elektriksel özelliklerini iyileştirmek için şekillendirme esnasında ana plastiğe bir takım dolgu maddeleri de ilave edilirler (Osman, 2004, Kwon, 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, 2004a).

Termoplastik malzemelerden üretilen basınçsız boru ve ek parçalarda dolguların önemlilerinden olan, mikro partikül ölçekli kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) mineral maddesinin kullanılabileceği konusunda son yıllarda sürdürülen çok sayıda araştırmalar ve uygulamalar bulunmaktadır (Osman, 2004, Kwon, 2002, Leong, 2004a, Şahin, 2005b). Ancak, $CaCO_3$ mineral dolgu maddesinin basınçlı poliolefin grubu boruların iç basınç performans özelliklerine etkileri konusunda ciddi bir çalışma yapılmamış olmasının yanında mineral dolgulu poliolefin grubu boruların regresyon eğrileri olarak ta bilinen Çevresel Gerilme-Sıcaklık-Zaman eğrilerinin dolgu maddesi ilavesi ile nasıl değiştiği hala belirsizliğini korumaktadır.

Bu çalışmada $CaCO_3$ mineral dolgu maddesinin basınçlı PPB'den üretilen boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine etkisi deneysel olarak incelenmiş ve sonuçlar saf ve farklı oranlarda mikro taneli $CaCO_3$ dolgu maddesi içeren borularda regresyon eğrileri şeklinde elde edilmiştir.

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)	ISO1183		900

Bu çalışmada dolgu miktarının PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Dolgu maddesinden başka dolgu maddesi miktarının da malzemenin tüm mekanik özelliklerine etkisinin olduğu varsayılmıştır (Leong, 2004b).

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

2.2. Harmanların Hazırlanması

Bu çalışmada iki grup harman hazırlanmıştır. Birinci grup için granül haldeki naturel malzemeye toz haldeki $CaCO_3$ mineral maddesi hacimce %10 ve %20 (ağırlıkça %25.00 ve %42.86) miktarlarında ilave edilerek malzemenin katkılanması sağlanmıştır.

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

Tablo 2. Kalsiyum karbonata ait bazı üretici verileri

	Test Metodu	Birim Sistemi	Mineral Madde
Kimyasl Analizi	-	-	-
$CaCO_3$ oranı	-	%	99.28
$MgCO_3$ oranı	-	%	0.56
Fe_2O_3 oranı	-	%	0.03
HCL 'de çözünmeyen	-	%	0.02
Fiziksel Analizi	-	-	-
Nem fabrika çıkışı	ISO 787/2	%	0.3
Paket içinde dokme yoğunluğu	ISO 787/11	g/ml	0.9
pH değeri	ISO 787/9	-	9.4
Tane Boyu Dağılımı	-	-	-
Ortalama tane boyu (D50%)	-	µm	1.65
En büyük tane (D97%)	-	µm	7.50
2 µm. altı tanecikler	-	%	57
45 µm. elek bakiyesi	ISO 787/7	%	0.01

Tablo 3. Harmanların üretiminde kullanılan çift vidalı ekstruderin teknik özellikleri

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

Birinci ve ikinci 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 63 mm. ve et kalınlığı 5.8 mm. olan borulara bazı teknik özellikleri Tablo 4' te ve sıcaklık ayarları Tablo 5'te verilen, Krauss-Maffei firmasına ait KME 60-36 B / R model tek vidalı plastik boru ekstrüzyon makinesinde çekilmiştir.

2.4. Hidrostatik iç basınç deney numunesi

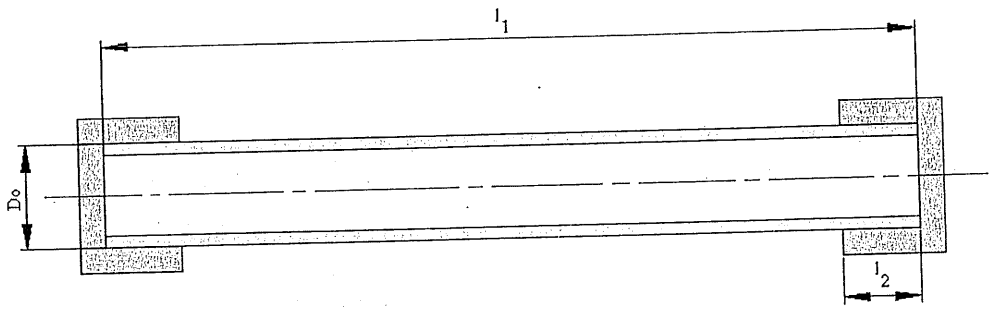
Hidrostatik iç basınç deney numunesi hazırlanmasında TS EN ISO 1167-2 (2006) standardı dikkate alınmıştır. İlgili dış çapa (63 mm.) göre Şekil 1'de verilen ölçüler 1 numaralı eşitlik ile 575 mm. hesaplanan hidrostatik iç basınç deney numunesi boyu sürekli (kontinü) üretimle üretilmiş naturel ve mineral dolgulu borulardan kesilerek elde edilmiştir.

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

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 dolgulu	60	210	210	210	210	210	210	210	215	215	220	220
%20 dolgulu	35	189	195	195	195	195	195	195	190	190	190	190



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 uzunluğu (mm).

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

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 miktarının PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine etkisinin belirlenmesi için ilgili borulara 2 numaralı eşitlik ile hesaplanan deney basıncı uygulanmıştır.

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

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 düşümünu 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 sonuçları

Regresyon eğrileri iki aşamalı olarak çizilmiştir. İlk aşamada PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerine $CaCO_3$ mineral madde 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 ve 4'te verilen kısa süreli regresyon eğrilerine kaydedilmiştir. İkinci aşamada $CaCO_3$ mineral madde miktarının 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 5'te görülen kısa süreli regresyon eğrisine kaydedilmiştir.

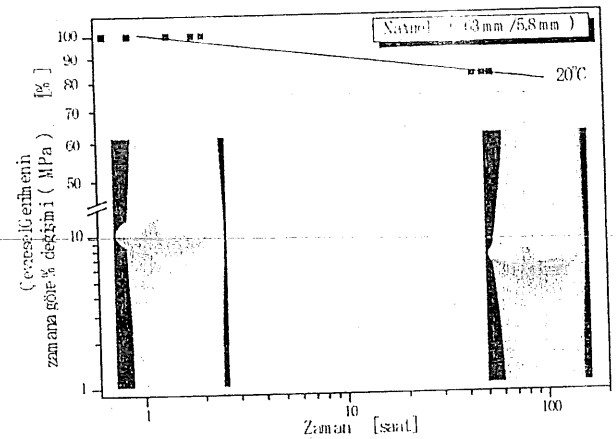
SDR 11'e göre dış çapı 63 mm. olarak ekstrüzyon edilmiş naturel ve hacimce %10 ve %20 $CaCO_3$ dolgulu PPB boruların Şekiller 2, 3 ve 4'te görülen regresyon eğrileri incelendiğinde, zamana bağlı olarak, naturel ile %10 dolgulu borulardaki kısa süreli iç basınç performans özelliklerindeki değişimlerin benzer olduğu buna karşın %20 dolgulu borudaki değişimin ise zamana bağlı olarak naturel ve %10 dolgulu borulara göre daha büyük olduğu tespit edilebilir. 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.

Bu sonuçlar, $CaCO_3$ dolgu maddesinin çentik darbe mukavemeti ve elastik modülü gibi malzemenin mekanik özellikleri etkilemekle kalmayıp (Şahin, 2005b), dolgulu hammaddeden üretilen borunun regresyon eğrilerinin de $CaCO_3$ içeriği ile birlikte kayda değer oranda olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır.

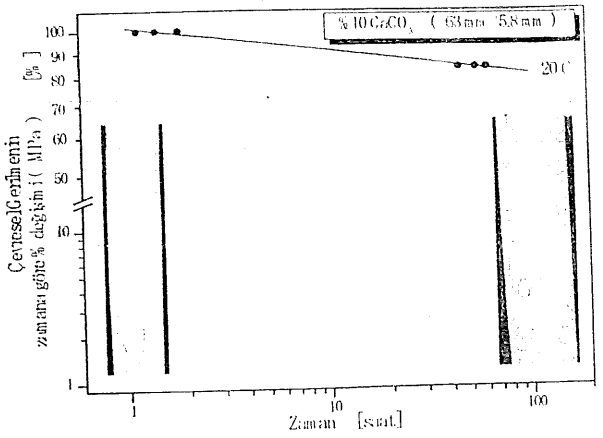
SDR 11'e göre dış çapı 63 mm. olarak ekstrüzyon edilmiş naturel ve hacimce %10 ve %20 $CaCO_3$ dolgulu PPB boruların Şekil 5'te görülen regresyon eğrileri incelendiğinde, $CaCO_3$ mineral madde miktarının PPB boruların kısa süreli iç basınç performans özelliklerini olumsuz yönde etkilediği tespit edilebilir. Diğer taraftan zamana bağlı olarak borularda oluşan hasar büyüklüğü açısından değerlendirme yapıldığında, naturel ve hacimce % 10 miktarına kadar $CaCO_3$ dolgulu borularda oluşan kısa süredeki hasar büyüklüğü, hasarın oluşma zamanı uzadıkça, $CaCO_3$ dolgulu borular lehinde değiştiği söylenebilir.

$CaCO_3$ dolgusunun hidrostatik basınç performansını olumsuz yönde etkilemesinin en belirgin nedeni, ana polimer ile $CaCO_3$ taneleri ara yüzeyinde iyi bir yapışmanın oluşmayışı ve buna bağlı olarak da her bir katkı partikülünün etrafında oluşan boşlukların bir gerilme yığılmasına neden olup malzemenin kısa ve uzun süreli gerilme performansını olumsuz yönde etkilemesidir. Dolgulu PPB borunun performansında ortaya çıkan azalmalar, partikül takviyesinin neden olduğu malzemenin yavaş çatlak ilerleme performansındaki düşüşlerden kaynaklandığı öngörülmektedir.

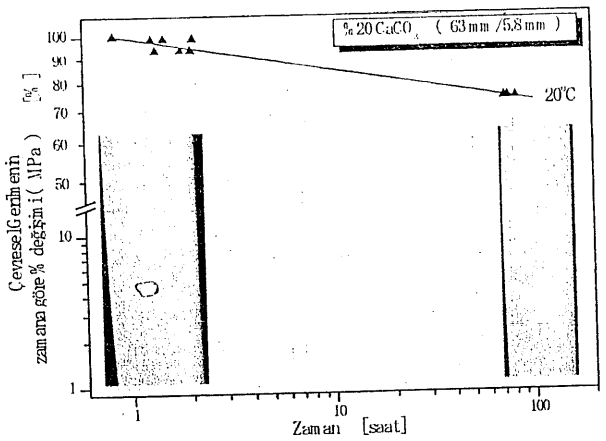
$CaCO_3$ mikro partikül takviyeli PPB borularda dolgu oranına bağlı olarak ortaya çıkan hidrostatik basınç performans kaybını azaltmak üzere, partikül ile ana matris ara yüzeyi etkileşimini artırmak gerektiği ortaya çıkmaktadır. Devam edecek olan çalışmalarda bu konuya ağırlık verilecektir.



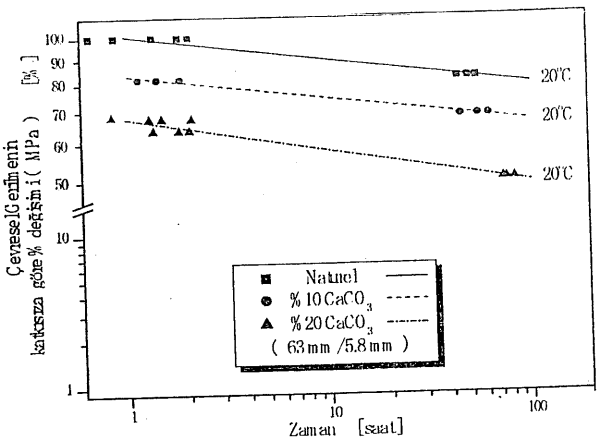
Şekil 2. Naturel PPB borunun yüzde olarak regresyon eğrisi



Şekil 3. Hacimce %10 $CaCO_3$ dolgulu PPB borunun yüzde olarak regresyon eğrisi



Şekil 4. Hacimce %20 $CaCO_3$ dolgulu PPB borunun yüzde olarak regresyon eğrisi



Şekil 5. Naturel PPB boruda 1 saatte hasar oluşturan çevresel gerilme değerine göre $CaCO_3$ dolgulu PPB boruların yüzde olarak regresyon eğrileri

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.
-ÇETİNKAYA, M., 2001, Dünya Hampetrol Fiyatlarının Termoplastik Ürün Fiyatlarına Yansıması-II, PAGEV Plastik Araştırma Geliştirme ve İnceleme Dergisi, Ocak-Şubat, 98-103.
-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., 2004a, Mechnical And Thermal Of Talc And Calcium Carbonate Filled Polypropylene Hybrid Composites, Journal of Applied Polymer Science, 91, 3327-3336.
-LEONG, Y.W., ABU BAKAR, M.B., MOHD.ISHAK, Z.A., ARIFFIN, A., PUKANSZKY, B., 2004b, 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.
-MÜLLER, A., 1995, Zur Lage der Westeuropeaischen Kunststoffindustrie, Kunststoffe. vol 85, no 10, 1504-1512.
-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.
-SAHİN,S.,YAYLA,P., 2005a, Effect Of Processing Parameters On The Mechanical Properties Of Polypropylene Random Copolymer, Polymer Testing, 24, 1012-1021.
-ŞAHİN, Ş., YAYLA, P., Kalsiyum Karbonat Mineral Dolgu Maddesinin Polipropilen Plastik Boru Malzemesinin Performansına Etkisi, 7. Uluslar arası Kırılma Konferansı, 19-20-21 Ekim 2005b, Kocaeli, S 1007-1016.

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

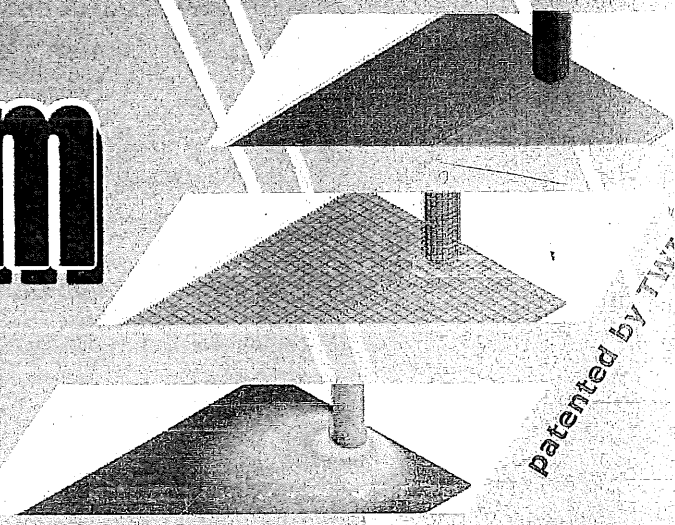
Res. Assist. Engin Tan	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Recep Yurtseven	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Gürkan Altan	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Emin Ergun	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Arzum Uluköy	Pamukkale Uni. - TR

Pamukkale University

IMSP'2008

12th International Materials Symposium

15-17 October 2008



Pamukkale University
Congress and Culture Center
Denizli - TURKEY

Volume

Proceedings