ÜRETİM YÖNTEMİNİN KALSİYUM KARBONAT DOLGULU POLİPROPİLEN BLOK KOPOLİMER MALZEMENİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

EFFECT OF MANUFACTURING METHODS ON MECHANICAL PROPERTIES OF CALCIUM CARBONATE FILLED POLYPROPYLENE BLOCK COPOLYMER

Şenol ŞAHİN*, Neşe BAHÇECİ, Levent SÖZEN****

*) Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü KOCAELİ,

**) Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Lisans Öğrencisi, KOCAELİ

ÖZET

Bu çalışmada, kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) mineral dolgulu polipropilen blok kopolimerin (PPB) mekanik özelliklerine üretim yönteminin etkisi çalışılmıştır. Birbirine paralel dönen çift vidalı ekstrüzyonda farklı % hacim oranlarında (0, 10, 20 ve 30) granül halde üretilmiş olan $CaCO_3$ mineral dolgulu PPB hammaddeleri kullanılmıştır. Enjeksiyon kalıplama yöntemiyle, ekstrüzyonla çekilmiş boru ve termo form yöntemiyle elde edilmiş plaka üzerinden zımba kalıbı kullanılarak standart deney numuneleri elde edilmiştir. Çekme, instrumente edilmiş Charpy çentik darbe deneyleri farklı üretim yöntemiyle üretilmiş ve farklı oranlarda mineral dolgu maddesi ilave edilmiş deney numunelerine uygulanmıştır. Mekanik özelliklerdeki değişiklikler farklı üretim yöntemine ve farklı oranda ilave edilen mineral dolgu maddesi miktarına bağlı olarak açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen blok kopolimer, kalsiyum karbonat, üretim yöntemi, mekanik özellikler.

ABSTRACT

In this study, the effects of processing in pipe manufacturing on the Polypropylene block copolymer (PPB) filled with calcium carbonate ($CaCO_3$), are investigated. In different volume ratios (%0, 10, 20 & 30) of $CaCO_3$ raw materials are extruded in twin screw extrusion machine. Injection moulded pipe, extruded pipe and thermo formed plate are used to take samples, with a punch mould the standard test samples are punched from these different processed materials. Tensile and instrumented Charpy tests are performed to different processed samples in different filler ratio. The variations of mechanical properties are investigated as a function of different processing with different amount of filler content.

Key words: Polypropylene block copolymer, calcium carbonate, manufacturing methods, mechanical properties.

1. GİRİŞ

Yüzyılımızın malzemesi olan plastik malzemeler (Müller, 1995) dünya petrollerinin çok ufak bir kısmını (% 4) 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, 2001).

Termoplastik hammaddeler çeşitli yöntemlerle ürünlere dönüştürülürken nihai ürünün gerek maliyetlerini azaltmak gerekse kalitesini (ısıl, mekanik ve elektrksel özelliklerini) iyileştirmek için şekillendirme esnasında ana plastiğe bir takım mineral dolgu maddeleri de ilave edilirler (Osman, 2004, Kwon, 2002).

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

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).

Plastik ürün kullanıcıları, plastik ürünlerden, ekonomiklik, katkılandırma ve dolgu, iyi fiziksel görünüm, farklı ortam koşullarında uzun ve konforlu kullanım ömrü ile mekanik özelliklerinin optimum olmasını beklenmektedir. Piyasa şartlarına ve isteklerine bağlı olarak, $CaCO_3$ dolgulu plastik malzemeler, enjeksiyon, ekstrüzyon, şişirme (stretch blow) ve ısı ile şekillendirme (termo form) gibi farklı konvansiyonel üretim yöntemleriyle nihai ürüne dönüştürülürken, ilgili kullanıcı beklentileride etkilenmektedir.

Bu çalışma sayesinde üretim yönteminin $CaCO_3$ mineral dolgulu PPB malzemenin mekanik özelliklerine etkisi konusunda hem konunun bilimsel bir şekilde deneysel araştırılması hem de sonuçların katkısız PPB malzemelerle mukayesesi yapılabilecektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Malzemeler

Çalışmada temel polimer olarak naturel renkte ve granül halde Borealis firması 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	Birim Sistemi	BEC5015 Naturel
Çekme akma gerilmesi	ISO 527-2	50 mm/dak	MPa	30
Çekme akma uzaması	ISO 527-2	50 mm/dak	%	10
Çekme elastisite modülü	ISO 527	1 mm/dak	MPa	1500
Charpy darbe (çentikli)	ISO 179/ 1eA	+23°C	kJ/m^2	70
Charpy darbe (çentikli)	ISO 179 /1eA	-20°C	kJ/m^2	7
Erime akış oranı	ISO 1133	230°C/2.16 kg	g/10 dak	0.3
Yoğunluk	ISO1183		kg/m^3	900

Bu çalışmada üretim yönteminin (enjeksiyon, ekstrüzyon ve ısı ile şekillendirme (sıcak pres)) dolgusuz ve $CaCO_3$ dolgulu PPB'in mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Dolgu maddesi ve dolgu maddesi miktarından [9] başka üretim yönteminin de malzemenin tüm mekanik özelliklerine etkisinin olduğu varsayılmıştır.

Üretim yönteminin dolgu PPB malzemesinin mekanik özelliklerine etkisini tespit edebilmek için önce beyaz renkte ve toz halde Mikromineral firması tarafından Mikrocarb-1G ticari ismi ile üretilen $CaCO_3$ mineral dolgu maddesi kullanılarak PPB malzemesi katkılandırılmıştır. Bursa-Orhaneli maden sahalarından elde edilen ve plastik malzemeler için hazırlanmış olan $CaCO_3$ 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, %20 ve %30 (ağırlıkça %25.00, %42.86 ve %56.25) 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

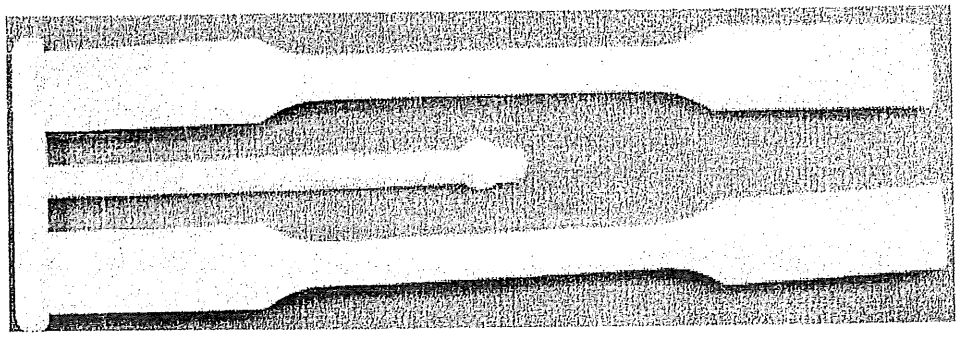
	Test Metodu	Birim Sistemi	Mineral Madde
Kimyasl Analizi	-	-	-
$CaCO_3$ oranı	-	%	99.28
$MgCO_3$ oranı	-	%	0.56
Fe_2O_3 oranı	-	%	0.03
HCL 'de çözünmeyen	-	%	0.02
Fiziksel Analizi	-	-	-
Nem fabrika çıkışı	ISO 787/2	%	0.3
Paket içinde dokme yoğunluğu	ISO 787/11	g/ml	0.9
pH değeri	ISO 787/9	-	9.4
Tane Boyu 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. Enjeksiyon yöntemiyle deney numunesi hazırlama

Birinci ve ikinci grup harmanlardan, ISO 294-1 (2005) standardı dikkate alınarak, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle Şekil 1'de görülen ve ISO 527-2 (1993) standardında verilen 216 mm x 10 mm x 4 mm boyutlarındaki Tip 1A çekme numunesi basılmıştır. Çekme numunesinin basılmasında teknik özellikleri Tablo 4'te verilen Arburg Allrounder firmasına ait 370 CMD model enjeksiyon makinesi Tablo 5'te verilen enjeksiyon ayarlarında ve kalıp soğutma suyu sıcaklıklarında kullanılmıştır.



Şekil 1. Enjeksiyonla üretilen deney numunesi grubu

Tablo 4. Arburg Allrounder marka ve 370 CMD model enjeksiyon makinesinin teknik özellikleri

Enjeksiyon Ünitesi	Birim Sistemi	Boyutları
Vida çapı	mm	20 / 25 / 30
Etkili vida uzunluğu	L/D	25 / 20 / 16.7
Vida stroku (maksimum)	mm	100
Vida hızı	devir/dak	42 / 52 / 63
Eritme kapasitesi	kg/h	5.5 / 8 / 9.5
Maksimum strok hacmi	cm^3	31 / 49 / 70
Spesifik enjeksiyon basıncı	kg/cm^2	2500 / 2240 / 1550
Enjeksiyon meme dayanma kuvveti	kN	50
Isıtma gücü	kW	4.3
Isıtma bölgesi	bölge	4

Tablo 5. Deney numunesi üretiminde kullanılan enjeksiyon ayarları ile soğutma suyu sıcaklıkları

Üretim	Meme	1. Bölge	2. Bölge	3.Bölge	4.Bölge
Sıcaklık [°C]	$225\ ^{+5}_{0}$	$225\ ^{+5}_{0}$	$220\ ^{+5}_{0}$	$220\ ^{+5}_{0}$	$215\ ^{+5}_{0}$
Basınç ve hızlar	Enjeksiyon	Ütüleme Basıncı (bar)		Ütüleme Hızı	Enjeksiyon Hızı
	1450 bar	1 / 650	2 / 575	3 / 350	6 m /s	1 / 25 m/dak	2 / 10 m/dak
Bekleme	60 s	Soğutma Suyu Sıcaklığı			30°C		

2.4. Ekstrüzyon yöntemiyle deney numunesi hazırlama

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 90 mm. ve et kalınlığı 8.2 mm. olan borulara bazı teknik özellikleri Tablo 6' te ve sıcaklık ayarları Tablo 7'te verilen, Krauss-Maffei firmasına ait KME 60-36 B / R model tek vidalı plastik boru ekstrüzyon makinesinde çekilmiştir.

Tablo 6. 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

Birinci ve ikinci grup harmanlar kullanılarak ekstrüzyon yöntemiyle üretilen borulardan, ISO 2818 (1994) standardı dikkate alınarak, makine ile işlenerek ve zımba kalıbı kullanılarak Şekil 1'de görülen ve ölçüleri verilen Tip 1A çekme numunesi çıkarılmıştır.

Tablo 7. 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
%30 Katkılı	50	180	180	180	180	180	200	180	180	180	180	180

2.5. Termo form (sıcak presleme) yöntemiyle deney numunesi hazırlama

Kalıp boşluğu 220 mm x 220 mm x 4 mm olan kalıp önce ısıtılmıştır. Bunun için kalıp, şekillendirme sıcaklığında bulunan, üst çenesi sabit alt çenesi hareketli presin çeneleri arasında 5 bar basınç altında 3 dakika bekletilmiştir. Sonra şekillendirme sıcaklıkları Tablo 8'de verilen birinci ve ikinci grup granül haldeki harmanlardan, kalıp boşluğundan biraz taşacak miktarlarda, kalıp boşluğuna yerleştirilmiştir. Kalıp boşluğunda, şekillendirme sıcaklığında önce 50 bar basınç altında 10 dakika bekletilen eriyik haldeki dolgusuz ve dolgulu PPB malzemeler, 2 dakikada kademeli olarak uluşılan 200 bar basınç altında da 3 dakika tutulduktan sonra ısıtıcılar devre dışı bırakılmıştır. Kalıp, presin iki çenesi arasında aynı basınç altında 25°C soğutma suyunda 5 ila 10 dakika tutularak eriğin kalıp boşluğunda katılaşması sağlanmıştır. Elde edilen plakadan Şekil 1'de görülen ve ölçüleri verilen Tip 1A çekme numunesi zımba kalıbı kullanılarak çıkarılmıştır.

Tablo 8. Isı ile şekillendirme sıcaklıkları

Hammade	Sıcaklık (°C)
Naturel	230
%10 Katkılı	210
%20 Katkılı	195
%30 Katkılı	180

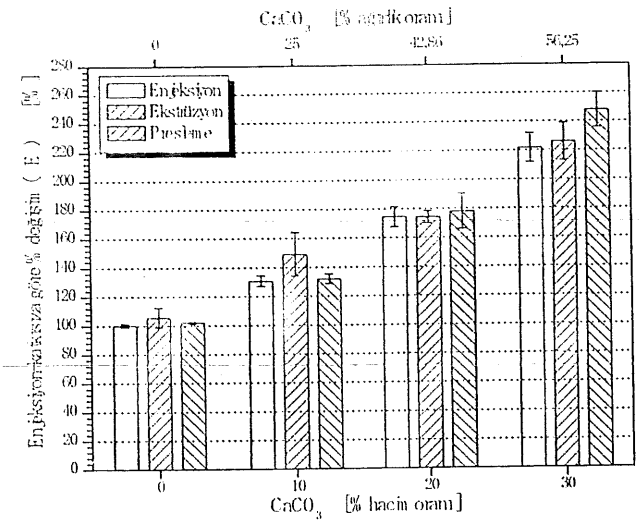
3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Deneyler 20°C ± 1°C sıcaklık ve %50 ± 10 nem oranındaki ortamda ve her bir değer için en az 5'er adet ilgili deney numunesi kullanılmış olup elde edilen değerler Chouvenant kriterine göre istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve değişimler enjeksiyon kalıplama yöntemiyle basılan naturel (katkısız) numuneler baz alınarak % olarak grafikleştirilmiştir.

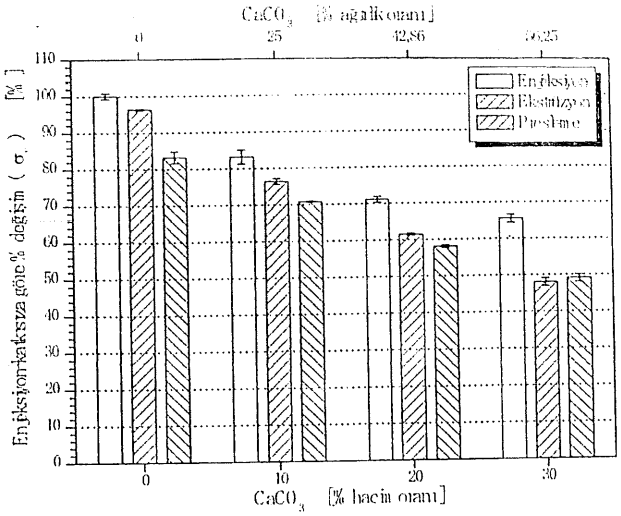
3.1. Çekme deneyi sonuçları

Çekme numunesi, çekme cihazındaki çekme çenelerine, enjeksiyon girişi sabit çene tarafında olacak şekilde yerleştirilmiştir. Çekme deneyi sonuçlarının, kullanılan çekme makinesi ve programına bağlı olarak belirli ölçüde farklılıklar gösterebildiğine dair sonuçlar bilinmektedir (Breuer, 1994). Çekme makinesi olarak ekstansometre (uzama ölçer) bağlantılı ve 5 kN kapasiteli, sistem kodu 4411 H 4240 olan Instron çekme cihazı kullanılmıştır. Elastisite Modülünün tespitinde 1 mm/dak olarak kullanılan çekme hızı, diğer mekanik özelliklere etki eden parametrelerin tespitinde 50 mm/dak tercih edilmiştir.

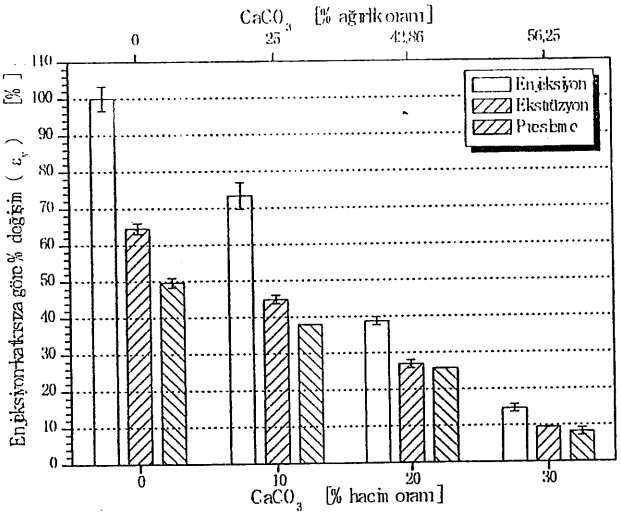
Üretim yönteminin katkısız ve farklı % hacim oranında $CaCO_3$ dolgulu PPB malzemelerin Şekil 2'de elastisite modülüne (E), Şekil 3 'te akma gerilmesine (σ_y), Şekil 4 'de akma uzamasına (ε_y) ve Şekil 5'te de kopma gerilmesine (σ_B) etkisi verilmiştir. Şekil 2'den katkısız ve dolgusuz PPB malzemelerin elastisite modülüne üretim yönteminin etkisinin olmadığı tespit edilebilir. Şekiller 3-5'ten ise üretim yönteminin akma gerilmesine ve akma uzamasına hacimce ilave edilen $CaCO_3$ miktarına bağlı olarak buna karşın kopma gerilmesine ise hacimce %20 $CaCO_3$ ilavesinden sonra etkisinin olduğu söylenebilir.



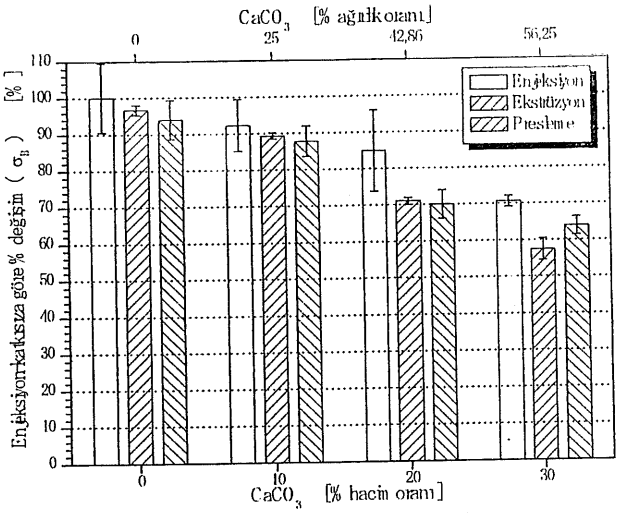
Şekil 2. Elastisite modülünün enjeksiyon-katkısıza göre yüzde değişimi



Şekil 3. Akma gerilmesinin enjeksiyon-katkısıza göre yüzde değişimi



Şekil 4. Akma uzamasının enjeksiyon-katkısıza göre yüzde değişimi



Şekil 5. Kopma gerilmesinin enjeksiyon-katkısıza göre yüzde değişimi

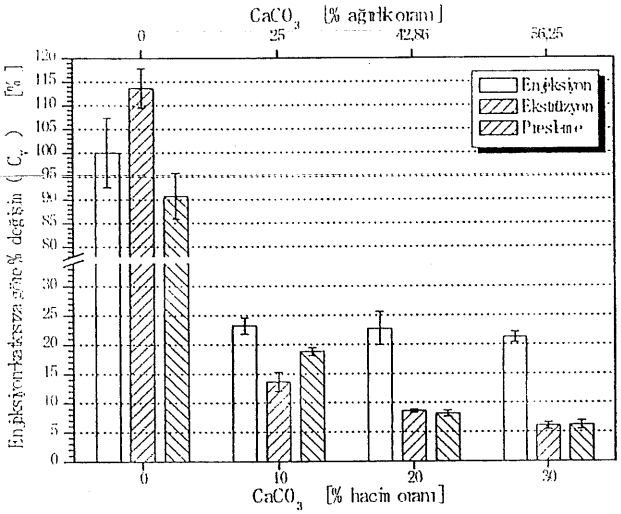
3.2. Charpy çentik darbe deneyi sonuçları

Katkısız ve $CaCO_3$ dolgulu PPB malzemelerin darbelere karşı davranışlarına üretim yönteminin etkisini belirlemek üzere, Charpy numunelerine 20°C ± 1°C sıcaklık ve %50 ± 10 nem oranındaki ortamında ISO 179-2 (1997) ve ISO 9854-1 (1994) standardına uygun Charpy deneyleri uygulanmıştır. Deneyler çarpma hızı 2.74 m/s olan CEAST marka instrumente edilmiş Charpy darbe test cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Charpy deneyleri ile elde edilen kuvvet (F)-zaman (t)- ve kuvvet (F)-yol (x) diyagramlarından maksimum kuvvet (F_{Maks}) [N], maksimum enerjisi W [J] ve maksimum kuvvetteki enerji (W_{Fmaks}) [J] gibi malzeme büyüklükleri saptanmıştır. Her bir deneyden elde edilen enerji (W) değerleri denklem 1'de yerine konarak malzemelerin kJ/m^2 cinsinden Charpy Çentik darbe mukavemeti (C_v) hesaplanmıştır.

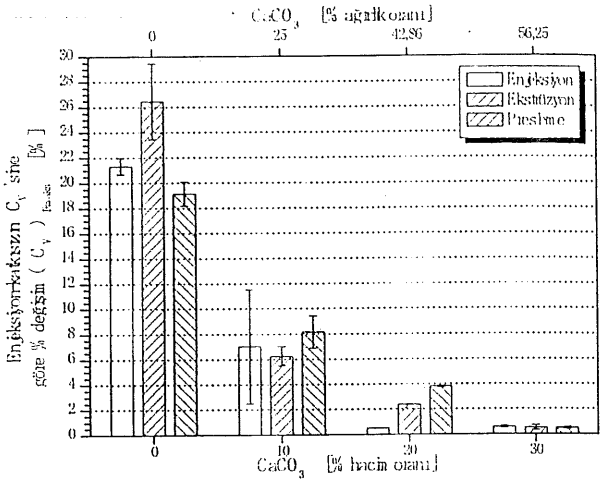
$$C_V = \frac{W}{h \cdot b \cdot \phi_c} \qquad (1)$$

Burada; (C_V) Charpy çentik darbe mukavemeti [kJ/m^2], (W) Charpy darbe enerjisi [J], (h) numune kalınlığı [m], (b) numune genişliği [m] ve (ϕ_c) çentik numunesi geometrisine bağlı olarak Plati ve Williams (Williams, 1987) tarafından önerilen Charpy geometri düzeltme faktörüdür.

Deneylerden iki enerji türü elde edilmiştir. Biri maksimum kuvvete kadar olan enerji ki bu enerji Charpy çatlak başlatma enerjisi [$(C_V)_{Fmax}$] olarak düşünülebilir ve ikincisi ise konvansiyonel olarak Charpy darbe enerjisi olarak bilinen ve darbe boyunca harcanmış olan toplam enerjidir. Dolayısıyla bu iki enerji arasındaki fark ki, bu enerji maksimum kuvvetten sonra olan enerjidir Charpy çatlak ilerletme enerjisi [$(C_V)_{iler}$] olarak kabul edilebilir.



Şekil 6. Charpy çentik darbe mukavemetinin enjeksiyon-katkısıza göre yüzde değişimi



Şekil 7. Charpy çatlak başlatma enerjisinin enjeksiyon-katkısızın Charpy çentik darbe mukavemetine göre yüzde değişimi

İnstrumente edilmiş Charpy darbe deneylerinden elde edilen veriler ile üretim yönteminin Şekil 6 'da Charpy çentik darbe mukavemetine ve Şekil 7 'de ise Charpy çatlak başlatma enerjisine etkisi elde edilmiştir.

Şekil 6'dan katkısız ve dolgusuz PPB malzemelerin Charpy çentik darbe mukavemetine üretim yönteminin etkisinin olduğu, ancak bu etkinin enjeksiyon kalıplamada hacimce %10, ekstrüzyon ve sıcak preslemede ise hacimce %20 $CaCO_3$ ilavesine kadar büyük, bu oranlardan sonra ise etkilerin azaldığı tespit edilebilir. Şekil 5'den ise Charpy çatlak başlatma enerjisine üretim yönteminin hacimce %10 $CaCO_3$ ilavesine kadar büyük ve bu orandan sonra ise etkilerinin azaldığı söylenebilir.

Konvansiyonel termoplastiklerde artan $CaCO_3$ miktarına bağlı olarak elastisite modülünün arttığını buna karşılık belirli bir $CaCO_3$ miktarına kadar akma gerilmesinin de (σ_y) artma eğilimi verdikten sonra düştüğünü ve yüzde akma uzamasının ($\%\varepsilon_y$) ise $CaCO_3$ miktarına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiğini veren sonuçlar daha önce yapılmış olan çalışmalarda mevcuttur (Şahin, 2005). Üretim yöntemine göre şekiller 2-5 birlikte değerlendirildiğinde, düşük şekil değiştirme miktarı ve hızında bulunan elastisite modülü (E) ile büyük şekil değiştirme miktarı ve hızında bulunan akma gerilmesi (σ_y), akma uzaması (ε_y) ve kopma gerilmesi (σ_B) değerlerinin değişmesi, katı haldeki polimerin üretim yönteminde, katı halden eriğik hale ve tekrar nihai katı ürün haline dönüşürken maruz kaldığı ısı yükü miktarı ve süresi, kuvvet etkisi ve süresi ile soğutma miktarı ve süresi tarafından etkilendiği varsayılabilir. Bu aşamada bu varsayım, farklı üretim yöntemleri ile üretilmiş numunelere örneğin Shore D sertlik, Vicat yumuşama sıcaklığı tayini (VYS), ısıl mekanik analiz (TMA) ve differansiyel taramalı kalorimetre (DSC) deneyleri uygulanarak, fiziksel ve ısısal özellikler ile desteklenmelidir.

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, Boruların Ekstrüzyon edilmesindeki katkılarından IBG-Pakplastik Plastik Yapı Elemanları Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ve Isı ile şekillendirme yöntemindeki yardımlarından dolayı Türkkablo Anonim Ortaklığı'na teşekkür ederler.

5. KAYNAKLAR

-BREUER, H., DUPP, G., JANTZ, R., WÜBKEN, G., TIBA, M., H., and TÜLLMANN, R., 1994, Campus vor weltweiter Verbreitung Teil 1: Stand der internationalen Normung, Kunststoffe 84, 7, 890-894 .
-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., 2004, Mechnical And Thermal Of Talc And Calcium Carbonate Filled Polypropylene Hybrid Composites, Journal of Applied Polymer Science, 91, 3327-3336.
-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.
-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.
-ŞAHİN, Ş., YAYLA, P., Kalsiyum Karbonat Mineral Dolgu Maddesinin Polipropilen Plastik Boru Malzemesinin Performansına Etkisi, 7. Uluslar arası Kırılma Konferansı, 19-20-21 Ekim 2005, Kocaeli, S 1007-1016.
-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.
-WILLIAMS, J.G., 1987, Fracture Mechanics of Polymers, Ellis Harwood Limited, John Wiley and Sons, ISBN 0-470-20013-8.
-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.

Toz Metalurjisi Yöntemiyle Üretilen Partikül Takviyeli Alüminyum Esaslı Metal Matris Kompozitlerin Mekanik Özellikleri (Çekme ve Yorulma Dayanımı, Sertlik)
E. A. Diler, R. İpek 1300

Traktör Kaportasında Kullanılan Değişik İçerikli Plastik Matrisli Kompozit Malzemelerin Bazı Özelliklerinin Karşılaştırılması
B. Eker, N. Becenen 1310

Üretim Yönteminin Kalsiyum Karbonat Dolgulu Polipropilen Blok Kopolimer Malzemenin Mekanik Özelliklerine Etkisi
Ş. Şahin, N. Bahçeci, L. Sözen 1316

Wear Resistance of Al-Si Coated Al-Cu Sintered Alloy Obtained By Laser Cladding
J. J. Candel, V. Amigo, J. L. A. Oliveira, J. B. Fogagnolo 1324

Wear Resistance of PM Composite Materials Reinforced With The Ti(C,N) Ceramic Particles
A. W. Fligier, L. A. Dobrzanski, M. Adamiak 1330

Weldability of Class 2 Armor Steel Using Gas Tungsten Arc Welding
C. Akça, A. Karaaslan 1336

Yaşlandırma Isıl İşleminin Ti6Al4V Alaşımının İşlenebilirliğine Etkisi
M. Bakkal, U. Karagüzel, S. Mutlu, S. Akyol 1340

Yüksek Alaşımlı Karbon Çeliklerinin Düzlem Yüzey Frezelenmesinde Talaş Kaldırma Parametrelerinin İşlenebilirliğine Etkisinin Deneysel İncelenmesi
S. Gülmez, Ş. Aykut 1349

Yüksek Alaşımlı X53CrMnNiN219 ve X45CrSi93 Çeliklerinin Sürtünme Kaynağı ile Birleştirilmesinde Element Difüzyonunun Belirlenmesi
M. Uzkut, B. S. Ünlü, M. Yavuz, M. Akdağ 1356

Yüksek Krom ve Nikelli Alaşımların Metal-Metal Aşınma Davranışlarının İncelenmesi
Y. Sun, H. Ahlatçı, H. Çimenoğlu 1366

Yüksek Yoğunluklu Polietilen Plastik Malzemesinin Reolojik Özelliklerinin Basınç ve Sıcaklık Değişimine Dayalı Tayini
A. Güldaş, O. Uluer, A. Özdemir 1371

ZrO_2 ve Al_2O_3 Katkılı Biyoseramik Tozların Üretimi ve Karakterizasyonu
A. Evcin, S. Coşkun, S. Koyaş 1380

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

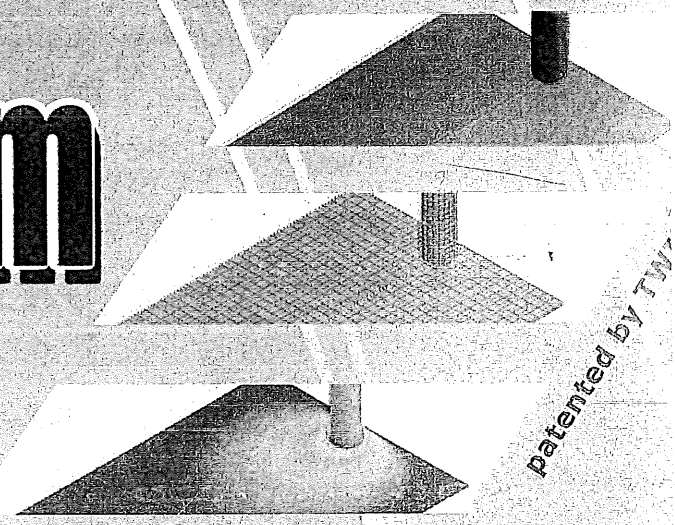
Res. Assist. Engin Tan	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Recep Yurtseven	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Gürkan Altan	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Emin Ergun	Pamukkale Uni. - TR
Res. Assist. Arzum Uluköy	Pamukkale Uni. - TR

Pamukkale University

IMSP'2008

12th International Materials Symposium

15-17 October 2008



Pamukkale University
Congress and Culture Center
Denizli - TURKEY

Volume I

Proceedings