Makale

Polipropilen Random Kopolimerlerin Yaşlanması (Depolaması) ile Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

✍ Prof.Dr. Paşa YAYLA - Yrd.Doç.Dr. Şenol ŞAHİN / Kocaeli Üniversitesi

ÖZET:

Polipropilen random kopolimer malzemesinin enjeksiyonla üretiminden itibaren ışık tesiri olmaksızın konfor koşullarında uzun süreli yaşlanma davranışı incelenmiştir. Malzemenin uzun süreli yaşlanmasına bağlı olarak mekanik ve fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimler uygulanan çekme, Charpy darbe, Shore D sertlik, Vicat yumuşama sıcaklığı tayini ve diferansiyel tarama kalorimetre deneyleri ile yaşlanma süresine bağlı olarak açıklanmaya çalışılmıştır.

1. Giriş

Modern konstrüksiyon malzemeleri olarak çok çeşitli şekillerde kullanılan termoplastik malzemelerin karakteristik değerleri büyük bir çoğunlukla hammadde üreticileri tarafından belirlenmekte ve kullanıcıların ve tüketicilerin bilgisine sunulmaktadır. Termoplastik malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde birçok çalışma yapılmış ve bu konuda bilgi birikimi oluşmuş olmasına rağmen kullanıcılar ve konstrüktörler genellikle kendileri için önemli olan parametrelerin tespitinde zorlanmaktadırlar (Yayla ve Şahin 2002). Örneğin; malzeme bilgi föylerini hazırlamak durumunda olan işletmelerde standart deneylere tabi tutulacak deney malzemesinin,

- kondisyonlanma şartlarına ve / veya kondisyonlanma süresine,
- deney ortamının sıcaklığına ve nem oranına,
- deney cihazlarının kalibrasyonuna ve bulundukları konumdaki hava akış hızına gerekli hassasiyet gösterilmediği taktirde elde edilecek deney sonuçları üretilen ve dolayısıyla satışa sunulan mamulün teknik özelliklerini doğru yansıtmayabilecektir.

Bunun yanında yukarıda sıralanan maddelere hassasiyet gösterildiği durumlarda dahi yurtiçine ve/veya yurtdışına gönderilen mamul partiler sipariş veren firmalar tarafından teknik şartlara uygun olmadığı gerekçesi ile kabul edilmeyip geri iade edildiği de yaşanabilmektedir. Bunun nedenlerinden birisi de malzeme yaşlanması olarak da adlandırılan malzemenin özelliklerinde zamanla meydana gelebilen değişikliklerdir. Örneğin; işletme seri üretimi esnasında yakın zamanda karşılayabileceği sipariş miktarından çok fazla üretim yapmakta ve fazla üretilen mamulü depolamaktadır. Gelişi güzel ortam şartlarında açık ve/veya kapalı ortamlarda depolanan mamulün malzemesinin teknik özelliklerinde de yaşlanma sonucu değişiklikler meydana gelebilmektedir. Genellikle plastikten üretilen parçaların özelliklerinin parçanın ömrü boyunca değişmediği kabul edilmekle birlikte bunun pek de doğru olmadığı, polimerin özelliklerinin sürekli olarak değiştiği hem hammadde üreticileri hem de parça imalatçılarınca bilinmektedir. Bu nedenlerden dolayıdır ki çoğu zaman standart ürün testleri üretimden mutlaka belli bir minimum süre içinde yapılmaktadır. Kısmi kristalin bir malzeme olan polipropilen random kopolimerin (PP-R), malzeme özelliklerinde üretim veya şekillendirme anından itibaren zaman içinde meydana gelen değişimler üç grup altında toplanabilir.

1. Malzemedeki kimyasal değişiklikler,
2. Kristal yapısı,
3. Malzeme yaşlanması

1.1. Plastik Malzemelerin Özelliklerini Belirleyen Faktörler

Plastik malzemelerin özellikleri çoğunlukla, kimyasal yapılanmalarıyla açıklanabilirken, bazıları da makromolekülün konfigürasyonu ile tanımlanabilmektedir. Yapının, bundan dolayı da her bir monomerin kimyasal yapılanmasının, plastik malzemelerin fiziksel davranışlarına önemli bir etkisi bulunmaktadır. Böylelikle hacimsel büyük yada polar yan gruplar, dönme potansiyelli dolayısıyla inter ve intra moleküler bağları yükselterek, molekülün sertleşmesine sebep olmaktadır. Molekülün bu şekildeki sertleşmesi, plastik malzemenin, makroskobik rijitliğinin (elastisite modülünün) artmasına ve camsı geçiş sıcaklığının (Tg) yada ısıya karşı direncinin yükselmesine yol açmaktadır. Benzer bir şekilde, yüksek bağ enerjileri de plastik malzemelerin sürekli kullanım sı-

caklıklarını yükseltmektedir (Friedrich 1978).

Monomerlerin yapılanmalarının yanında, plastik malzemelerin özellikleri açısından, bağlanma tipleri, molekül ağırlığı (MW) ve bunun dağılımı da (MWD) önemlidir. Makromolekülün davranışları, hem dallanmaların oluşum ve dereceleri ile makromolekülde meydana gelen her tip hatalı monomer birleşmeleri (örneğin baş-baş-polimerizasyon yada ana zincir dallanması) tarafından hem de monomerlerin yan gruplarının hacimsel düzenleri tarafından belirlenmektedir (Menges 1998).

Diğer taraftan kısmi kristalin polimer malzemelerin yapıları ve özellikleri, kimyasal yapılanmalarından çok teknik olarak işlenmeleri, yani eriyiğin termo-mekanik geçmişi, tarafından etkilenmektedir. Yüksek polimerler düşük moleküllü maddelere nazaran önemli ölçüde daha karmaşık bir kristalizasyon ve erime davranışı göstermektedir. Belirgin karakteristikleri, geniş bir erime bölgesi ve belirli bir sıcaklık aralığında sonradan ve yeni kristalizasyon imkanı bulunan ve pek de anlaşılamayan bir kristalizasyondur.

Yapısal oluşum, aralarında amorf yapılar ihtiva eden lamelli yapıdaki kristalin blokları ile tanımlanırken; kısmi kristalin termoplastikler ikili faz-modeli ile tanımlanmaktadır. Kristalizasyon şartlarına bağlı olarak, farklı küresel (sferulit) geometri ve morfolojilerde, küremsi bir yapı oluşur.

Kristalin yapı gibi küresel yapı da malzemelerin özelliklerini belirgin bir şekilde etkileyebilmektedir (Fischer 1988).

1.3. Polipropilen Random Kopolimer

Günümüzde PP, geniş kullanım alanı, iyi işlenilebilirlik kabiliyeti, düşük yoğunluğu (0.9 g/cm3), yüksek kristalin erime noktası (yaklaşık 165C), yüksek kimyasal direnci, sertlik, çok iyi yüzey parlaklığı, iyi yönlendirilebilme özelliği, mükemmel bir fiyat-verim oranı, mükemmel mekanik özellikleri ve ekolojik sebepler dolayısıyla en çok ilgi gösterilen plastik malzemedir (Brenner 2000).

Plastik malzemelerin özellikleri, makromoleküler çekim kuvvetlerinin anizotropisi ve mekanik özelliklerinin büyük ölçüde sıcaklığa ve zamana bağlı olması sebebiyle, konvansiyonel malzemelerden ayrılırlar. Bu nedenle polimer modifikasyonu ile yeni plastik malzemelerin geliştirilmesi sağlanmıştır. Bu geliştirme, hem moleküler seviyede kimyasal hem de moleküler üstü seviyede fiziksel olarak yapılmaktadır. Polipropilen random kopolimer (PP-R), farklı bir monomer molekül bileşiminden oluşan ve polimer zincirlerinin basit yapılarında bulunduğu polipropilen türleridir. İzotaktik polipropilenin (iPP) en çok etilen monomeri ile kopolimerizasyonu ile elde edilen PP-R malzemeler, en çok %15 etilen miktarına sahiptirler. Kristalleşme kabiliyeti yüksek olan izotaktik polipropilenin dezavantajlı özelliklerini iyileştirmek amacıyla gerçekleştirilen kopolimerizasyon işleminde etilen monomerleri iPP molekül zincirinde bozucu eleman olarak bulunurlar. İzotaktik polipropilenin kristalleşme kabiliyetinin %20 etilen miktarına kadar korunabilmesinin yanında, ticari değerdeki polipropilen random kopolimerin özellikleri, etilen miktarının varyasyonları ile değiştirilebilmektedir (Moore 1996).

İzotaktik polipropilene göre;

- Yüksek esneklik kabiliyeti ile birlikte ısı etkilerine karşı şeklini daha iyi koruyabilme kabiliyeti,

-Çok yüksek bir saydamlık ve düşük sıcaklıklarda daha büyük darbe mukavemeti,

-Çok iyi bir rijitlik-darbe mukavemet davranışı göstermektedirler (Paulik et al 1996).

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1. Malzemeler

Çalışmada kullanılan temel polimer, naturel renkte ve granül halde Borealis firması tarafından RA130E ticari ismi ile üretilen PP-R'dir. Önemli bazı fiziksel ve mekanik özellikleri konusunda, enjeksiyonla kalıplama yöntemiyle üretilen standart deney numunelerinden elde edilmiş üretici verileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Genellikle boru üretiminde

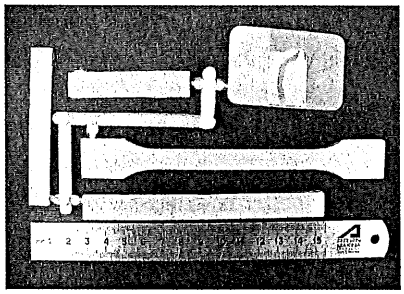
	Test Metodu	Test Şartları	Birim Sistemi	RA130E Naturel
Çekme Akma Gerilmesi	ISO 527-2	50 mm/dak	MPa	25
Çekme Akma Uzaması	ISO 527-2	50 mm/dak	%	13.5
Çekme Elastisite Modülü	ISO 527	1 mm/dak	MPa	900
Charpy çentikli	ISO 179/1eA	+23°C	kJ/m²	20
Charpy çentikli	ISO 179/1eA	-20°C	kJ/m²	2
Sertlik	ISO 868	Shore D		60
Vicat Yumuşama Sıcaklığı	ISO 306	B (50 N)	°C	65

Tablo 1. PP-R malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerine ait üretici verileri

	Sıcaklık [°C]
Silindir	180, 190, 200, 210
Kafa	210
Kalıp	210
Eriyik	210-220

Tablo 2. PP-R boru üretiminde üreticisi tarafından tavsiye edilen, ekstrüzyon çalışma sıcaklıkları

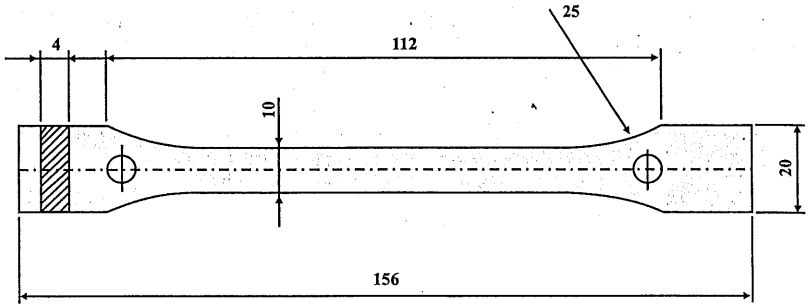
kullanılan PP-R'in mekanik özelliklerini işletme şartlarına uygun tespit etmek için boru üretiminde, imalatçı tarafından tavsiye edilen ve Tablo 2'de verilen enjeksiyon parametrelerinde, tek vidalı sürekli ekstrüzyonla deney numuneleri hazırlanmıştır.



Şekil 1. Enjeksiyonla üretilen deney numunesi grubu a) Charpy darbe, b) Sertlik, c) Çekme, d) Vicat Yumuşama Sıcaklığı ve e) Renk numunesi; numunelere ait kalınlıklar sırasıyla 4.0 mm., 3.3 mm., 4.0 mm., ve 4.0 mm'dir

2.2. Deney Numunesi Hazırlama

Bu çalışmada naturel renkte ve granül haldeki malzeme enjeksiyonda Şekil 1'de görülen deney numunesi grubuna basılmıştır. Deney numuneleri, E-



Şekil 2. Çekme numunesi

maş firması bünyesinde bulunan ve teknik özellikleri Tablo 3'te verilen ERAT FE130/95 model enjeksiyon makinesi kullanılarak hazırlanmıştır.

Deney numunelerinin şartlandırılması kısmen, TS 720 (1999) numaralı standardında belirtilen şekliyle yapılmıştır. Numuneler, üretildikten sonra uygun boyutlardaki poşetlere yerleştirilmiş ve konfor şartlarını iletebilen, ışık geçirmeyen bir metal dolapta depolanmıştır. Ancak şartlandırma süresi dolmadan deneye tabi tutulan ve bu nedenle sıcaklığı test sıcaklığına ulaşamayacak olan deney numunesinin sıcaklığı sürekli akış olan çeşme suyunun altında test sıcaklığına düşürülmüştür.

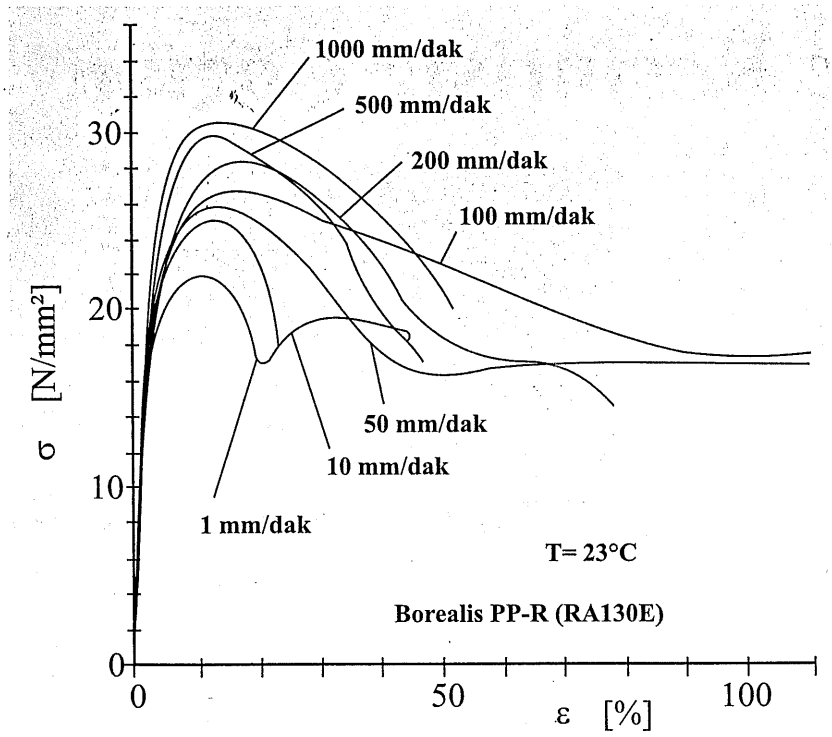
2.3. Çekme Numunesi ve Çekme Deneyi

Çekme deneylerinde, enjeksiyon kalıplama ile üretilmiş bütün çekme numuneleri, TS 1398-2 (1997) veya ISO 527-2 (1993) standardında verilen ve Şekil 2'de görülen Tip 1A çekme numunesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çekme numunesi, çekme cihazındaki çekme çenelerine, enjeksiyon girişi sabit çene tarafında olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ayrıca, makromoleküler yapıları nedeniyle, polimerlerin mekanik özellikleri sıcaklığın yanında uygulanan dış yüklerin yükleme hızından da etkilenmektedir. Bu nedenle hazırlık deneyleri esnasında, üretici verileri dikkate alınmaksızın, çekme numunelerine, 1, 10, 50, 100, 200, 500 ve 1000 mm/dak çekme hızları uygulanmıştır (Şekil 3). Çekme deneyleri, TS 1398-1 (1997) veya ISO 527-1 (1993) standardı dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Aksi belirtilmediği sürece deneylerde çekme hızı olarak, üretici verilerinde de belirtilen, V=50 mm/dak tercih edilmiş olup, deneyler 23°C sıcaklığa sahip ortamda ve her bir değer için en az 5 adet deney numunesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çekme deneyi sonuçlarının, çekme deneyinde esas alınan çekme hızına bağlı olarak belirli ölçüde farklılıklar gösterebildiğine dair sonuçlar bilinmektedir (Şahin ve Yayla 2003). Çekme makinesi olarak Zwick Z10 kullanılmıştır. Çekme makinesi, mekanik tahrikli olup düşey hareketi, her iki yanında bulunan vidalı sütunlar sayesinde ger-

Enjeksiyon Ünitesi	Birim Sistemi	Boyutları
Vida çapı	mm	45
Vida stroku	mm	140
Vida hızı	devir/dak	0-175
Eritme kapasitesi	kg/sa	17
Maksimum strok hacmi	cm^3	22
Spesifik enjeksiyon basıncı	kg/cm^2	772
Enjeksiyon meme dayanma kuvveti	Ton	2.1
Mal itme kuvveti	kN	13
Isıtma gücü	kW	4.2
Isıtma bölgesi	Bölge	3

Tablo 3. ERAT FE130/95 model enjeksiyon makinesinin teknik özellikleri



Şekil 3. 1 ila 1000 mm/dak 'lık çekme hızlarında PP-R malzemede gerilme uzama diyagramları

çekleştirmektedir. Bilgisayar hafızasında bulunan TestXpert isimli test programının 6.01 versiyonlu programı ile bilgisayar klavyesinden kumanda edilen test cihazı test süresince kuvvette ve uzunlukta meydana gelen değişimleri saniyede 2 değer algılayarak hafızasına kaydetmektedir.

2.4. Charpy Numunesi ve Charpy Deneyi

Charpy deneylerinde, enjeksiyon kalıplama ile üretilmiş bütün Charpy numuneleri, TS 1004 (1994) veya ISO 179 (1993) standardında verilen ve Şekil 4'de görülen Tip 1'e göre ve yine ISO 178 (1993) nolu standardında verilen üretim yönünde ve A numune pozisyonunda numuneler kullanılmıştır. Darbeli yüklemeler altında polimer malzemelerin çentik darbe mukavemeti hakkında değerlendirme yapmak için uygulanan Charpy deneyi, ISO 179 (1993) ve TS 1004 (1994) standartları göz önünde tutularak gerçekleştirilmiştir.

Deneyler çarpma hızı 2.93 m/s olan CEAST marka enstrumente edilmiş Charpy darbe test cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Charpy deneyleri ile elde edilen ve Şekil 5'de verilen kuvvet (F)-zaman (t)- ve kuvvet (F)-yol (x) diyagramlarından maksimum kuvvet FMaks [N], maksimum enerjisi W [J] ve maksimum kuvvetteki enerji WFmaks [J] gibi malzeme büyüklükleri saptanmıştır.

Deneyler 23°C sıcaklığa sahip ortamda ve her bir değer için en az 5 adet deney numunesi kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, her bir deneyden elde edilen enerji (W) değerleri Denklem 1'de yerine konarak malzemelerin kJ/m2 cinsinden Charpy çentik darbe mukavemeti (Cv) hesaplanmıştır.

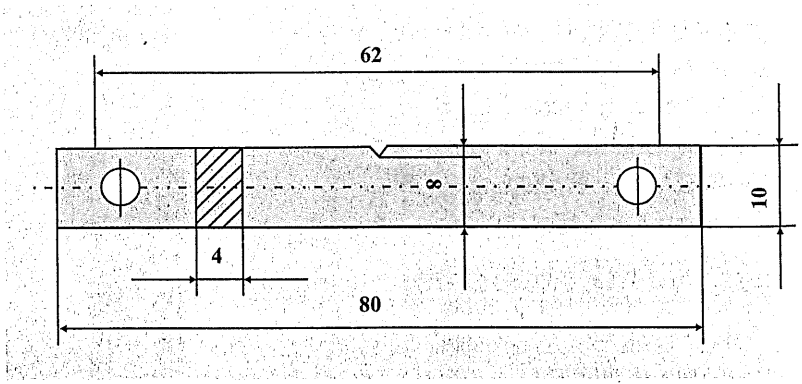
$$C_V = \frac{W}{h \cdot b \cdot \phi_c} \quad (1)$$

Burada; (Cv) Charpy çentik darbe mukavemeti [kJ/m2], (W) Charpy darbe enerjisi [J], (h) numune kalınlığı [m], (b) numune genişliği [m] ve (ϕ_c) çentik numunesi geometrisine bağlı olarak Williams (Williams 1987) tarafından önerilen Charpy geometri düzeltme faktörüdür.

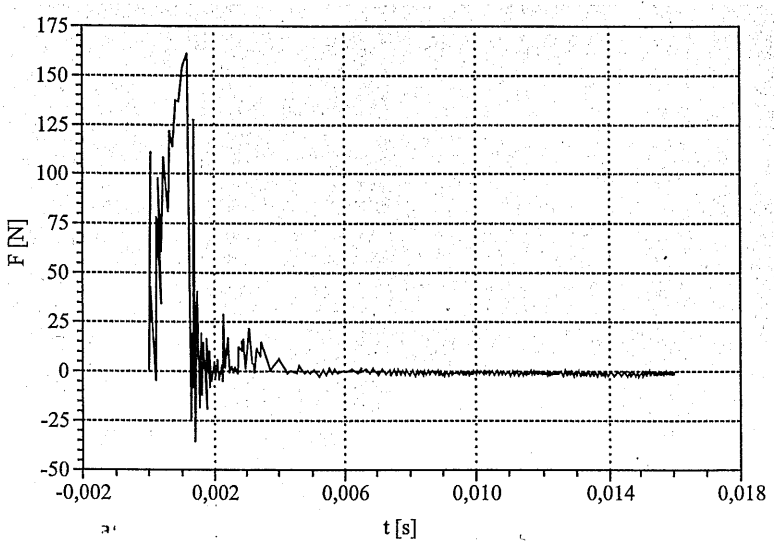
2.5. Sertlik Numunesi ve Sertlik Deneyi

Sertlik deneylerinde, enjeksiyon kalıplama ile elde edilmiş bütün sertlik numunelerinin boyutları 13 mm x 62 mm x 3.2 mm'dir. TS 1181 (1999) standardı göz önünde tutularak gerçekleştirilen sertlik deneyleri, Türkkablo firması bünyesinde bulunan, Zwick 3100 marka Tip D sertlik (Shore D) ölçen durometre ile gerçekleştirilmiştir.

Kısmi kristalin bir termoplastik malzeme olan PP-R malzemenin, sertlik deney numuneleri üzerinde yapı-



Şekil 4. Charpy numunesi



Şekil 5. Charpy deneyinde PP-R malzemesi için elde edilen tipik bir kuvvet-zaman diyagramı

lan hazırlık Shore D sertlik değeri ölçümlerinde, numune boyu boyunca ölçüm değerinde belirgin bir fark gözlenmiştir. Bu nedenle, homojen bir sertlik ölçümü elde etmek için, Shore D sertlik değerleri, her bir sertlik numunesinin, hep aynı geniş yüzeyinden ve bu yüzeyin ortasından okunmuştur. Deneyler 23°C sıcaklığa sahip ortamda ve her bir değer için en az 5 adet deney numunesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

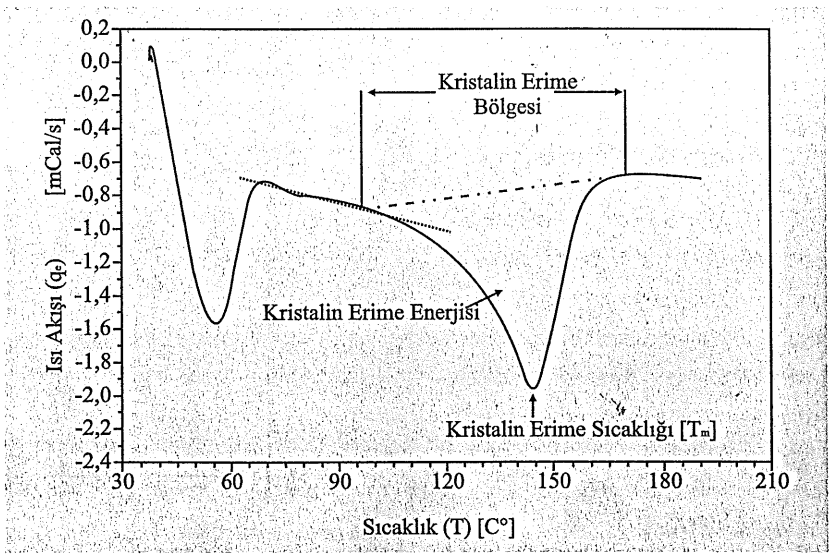
2.6. Vicat Yumuşama Sıcaklığı Tayini Deneyi ve Numunesi

Vicat yumuşama sıcaklığı (Vicat Softening Temperature-VST) tayininde TS 1825 (1997) standardı dikkate alınmıştır. Deneylerde, boyutları 12 mm x 10 mm x 4 mm olan deney numuneleri kullanılmıştır. Bu numuneler, homojen bir ölçüm elde etmek için, 12 mm x 124 mm x 4 mm boyutlarındaki her bir üç nokta eğme numunesinin ortasından kesilmiştir. Deneyler, Pimaş firması bünyesinde bulunan, Zwick marka Vicat yumuşama sıcaklığı tespit cihazında, aynı standartta belirtilen B metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

Deney numunelerine, 50 N'luk bir kuvvet ve 50°C/sa'lik bir ısıtma hızı uygulanarak, batma ucunun numune içinde 1 mm ilerlemesinde okunan sıcaklık değeri malzemelerin Vicat yumuşama sıcaklığı (VYS) değeri olarak okunmuştur. Her bir değer en az 3 adet deney numunesi kullanılarak bulunmuştur.

2.7. Diferansiyel Tarama Kalorimetre Numunesi ve Deneyi

Diferansiyel tarama kalorimetre (DSC) deneyleri için, TS 2249 (1999) ve ISO 3146 (1985) standartları dikkate alınmıştır. Deneylerde, 10 mg ağırlığındaki deney numuneleri kullanılmıştır. Bu numuneler, homojen bir ölçüm elde etmek için uygun olan, enjeksiyon kalıplama ile üretilen numuneler içinde kalıp numune boşluğu en küçük ve bu nedenle de numune boşluğu en hızlı dolan ve homojen bir şekilde en hızlı katılaştığı tahmin edilen, 13 mm x 62 mm x 3.2 mm boyutlarındaki sertlik numunesinin enjeksiyon girişine en uzak olan kenarından kesilerek elde edilmiştir. DSC deneylerinde, Türkkablo firması bünyesinde bulunan, Rheometric Scientific Polymer Laboratories cihazı kullanılmıştır. Cihazın bir kablo ve soket vasıtasıyla, hafızasında aynı markanın Thermal Sciences Division (Isı Bilimi Bölümü) Plus V U5.40 programının SU download 3.01 versiyonu bulunan, bir bilgisayarla irtibatı sağlanmıştır. Cihazın basınç odasında bulunan iki alüminyum keseciklerden, birine konulan deney numunesinin, diğerinde bulunan karşılaştır-



Şekil 6. PP-R numunelere uygulanan diferansiyel tarama kalorimetre (DSC) deneyinde elde edilen tipik bir malzeme erime davranışı

ma numunesine (kurşun) bağlı olarak, odanın endotermik olarak ısıtılması ile erime davranışı gözlenmiştir. Deneyler, hızı 10 ml/dak olan azot gazı atmosferinde, 10°C/ dak'lık ısıtma hızında gerçekleştirilmiştir. Şekil 6'da görülen örnek diyagrama benzer erime grafikleri üzerinden, PP-R malzemelerin, kristal erime sıcaklığı (Tm), kristal erime enerjisi (entalpisi, ΔHsc) ve grafikten okunabildiği sürece, camsı geçiş sıcaklığı (Tg) değerleri okunmuştur.

Ayrıca, Christian Goetzloff'un bildirdiğine göre, tamamen (%100) kristalin PP-R malzemenin ısıl füzyon (entalpi) değeri yerine %100 kristalin isotaktik polipropilenin (iPP) entalpi değeri (ΔHc) olan 209 kJ/kg alınarak (Goetzloff 2001), PP-R malzemelerin kristalleşme dereceleri (c) hesaplanmıştır.

PP-R malzemelerin kristalleşme dereceleri (c) hesaplanırken denklem 2 kullanılmıştır (Menges 1998).

$$c = \frac{\Delta H_{sc}}{\Delta H_c} \cdot 100 \quad (2)$$

Burada;

ΔHc: %100 kristalin polimer malzemenin erime entalpisi (209 kJ/kg)

ΔHsc: Kısmi kristalin malzemenin erime entalpisi [kJ/kg]

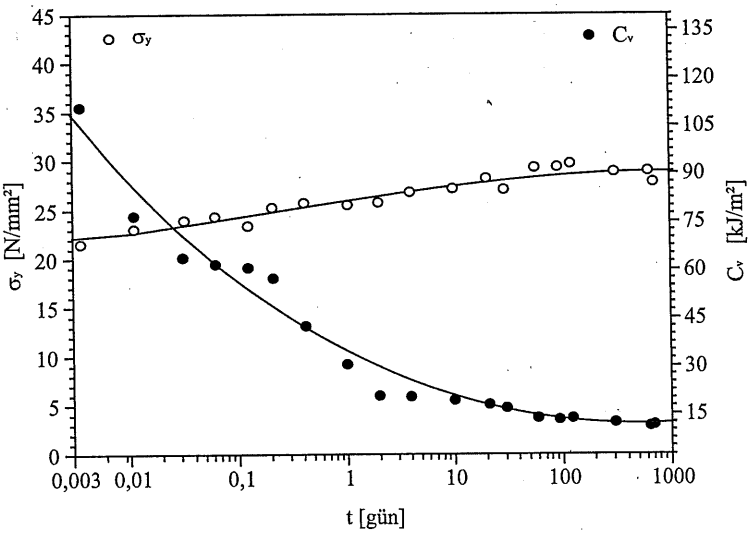
c: Malzemenin kristalleşme derecesi [%]

Malzemelerin mikro yapısal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan bu DSC deneyleri sayesinde PP-R malzemelerin mekanik özelliklerindeki değişimin kristalleşme derecesini nasıl etkilediğinin incelenmesi ve ortaya konması hedeflenmiştir.

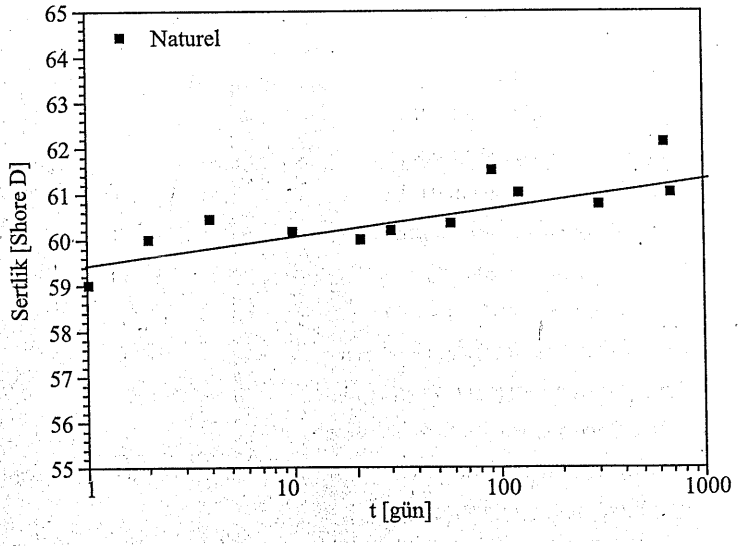
3. Deney Sonuçları

3.1. Çekme ve Charpy Darbe Deneyleri

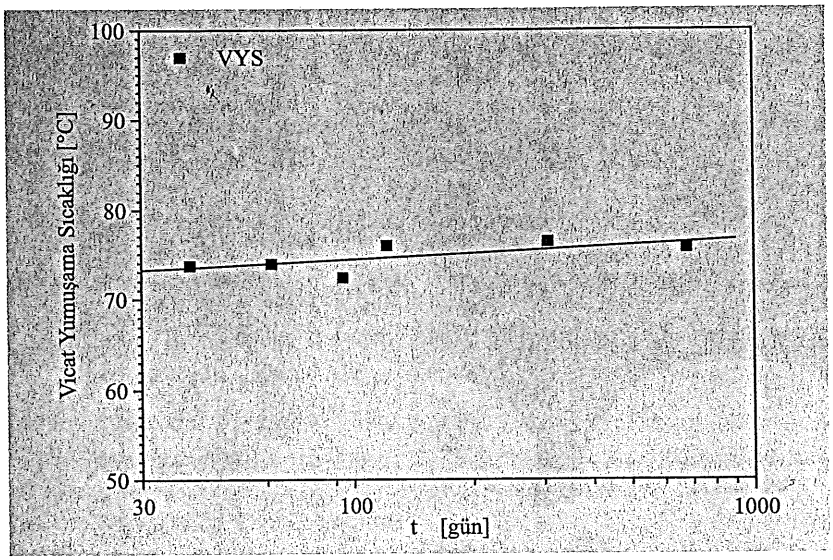
Enjeksiyon yöntemiyle hazırlanmış standart deney numunelerinin inceleme süresince oda koşullarında yaşlanması sonucu çekme dayanımı ve Charpy darbe mukavemeti değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 7'de verilmiştir. Şekilden enjeksiyondan itibaren çekme dayanımının sürekli bir artma eğilimi gösterdiği ve yaklaşık %20 artma değişiminin ardından 28 günden sonra zamana bağlı olarak sabit kaldığı görülmektedir. Diğer taraftan enjeksiyondan itibaren Charpy darbe mukavemeti de zamanın etkisinden daha kuvvetli etkilenmektedir. Charpy darbe mukavemeti hızlı bir azalma eğilimiyle %50 azalma değişiminin ardından yaklaşık 70 günden sonra zamana bağlı olarak kısmen sabit olduğu görülmektedir. Ayrıca şekilden çekme ve darbe deneylerine tabi tutulacak standart deney numunelerinden doğru deney sonuçları alabilmek için numunelerin deneylerden en az



Şekil 7. Naturel PP-R malzemenin çekme dayanımının ve Charpy darbe mukavemetinin yaşlanma zamanına bağlı olarak değişimi



Şekil 8. Naturel PP-R malzemenin Shore D sertliğinin yaşlanma zamanına bağlı olarak değişimi



Şekil 9. Naturel PP-R malzemenin Vicat yumuşama sıcaklığının yaşlanma zamanına bağlı olarak değişimi

24 saat önce üretilmiş olması gerektiği de anlaşılmaktadır.

3.2. Shore D sertlik Deneyi

Enjeksiyon yöntemiyle hazırlanmış standart deney numunelerinin inceleme süresince oda koşullarında yaşlanması sonucu Shore D sertlik değerinde meydana gelen değişimler Şekil 8'de görülmektedir. Şekilden enjeksiyondan itibaren Shore D sertliğinin sürekli bir artma eğilimi gösterdiği görülmektedir.

3.3. Vicat Yumuşama Sıcaklığı Tayini Deneyi

Enjeksiyon yöntemiyle hazırlanmış standart deney numunelerinin inceleme süresince oda koşullarında yaşlanması sonucu Vicat yumuşama sıcaklığı (VYS) değerinde meydana gelen değişimler Şekil 9'da görülmektedir. Şekilden enjeksiyondan itibaren VYS'nın az da olsa bir artış gösterdiği anlaşılmaktadır.

3.4. Diferansiyel Tarama Kalorimetre Deneyi

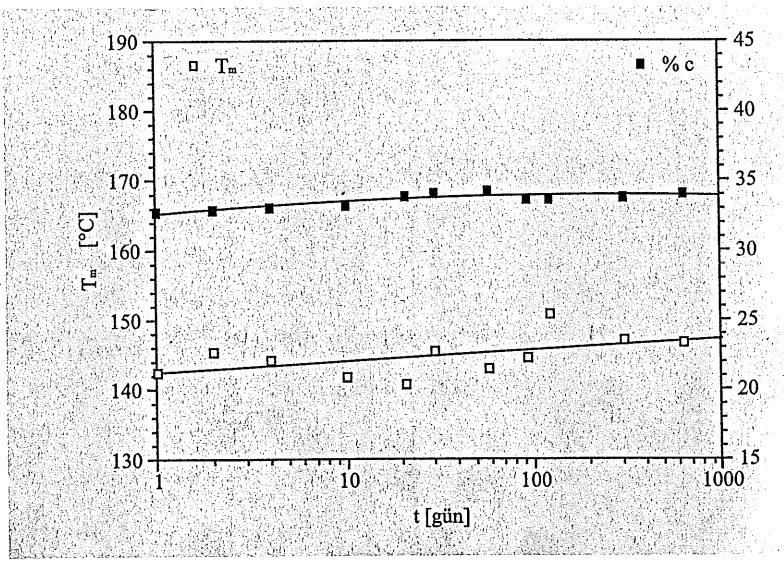
Enjeksiyon yöntemiyle hazırlanmış standart deney numunelerinin inceleme süresince oda koşullarında yaşlanması sonucu Kristalin erime sıcaklığı (Tm) ve Kristalleşme derecesinde (%c) meydana gelen değişimler Şekil 10'da görülmektedir. Şekilden %c 'nin yaşlanma zamanına bağlı olarak artma eğiliminde olduğu ve yaklaşık 275 günden itibaren sabit kaldıkları görülmektedir. Diğer taraftan belirgin bir malzeme için ancak bir kristalin erime bölgesinden söz edilebilmesinden dolayı Tm yaşlanma zamanına bağlı olarak kısmen sabit kaldığı söylenebilir.

4. SONUÇ

Metallerin aksine polimer malzemelerin özellikleri üretildikleri andan itibaren sürekli bir değişim göstermektedir. Bu değişim bazı özelliklerde iyileşmeler sağlarken baz özelliklerde de bir kötüleşmeyi beraberinde getirir. Bu değişimlerin hem ürün tasarımcıları ve üreticilerce hem de ürün kullanıcılarınca bilinmesinin birçok noktada faydası vardır.

Dış zorlanma olmaksızın polipropilen random kopolimer (PP-R) malzemede oda koşullarında yaşlanma sonucu:

- Çekme dayanımında, Shore D sertliğinde, Vicat yumuşama sıcaklığında, kristalleşme derecesinde yükselme,
- Charpy darbe mukavemetinde azalma ve
- Kristalin erime sıcaklığında ise herhangi bir değişme meydana gelmemektedir.



Şekil 10. Naturel PP-R malzemenin kristalin erime sıcaklığının ve kristalleşme derecesinin yaşlanma zamanına bağlı olarak değişimi

Polimerin özelliklerindeki bu değişimlerin üretimden hemen sonra hızlı olup zaman içinde yavaşladığı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1- BRENNER, E., 2000. "Poly-propylen-eine Alternative ", Kunststoffe 90, 4.94-96.

2- FISCHER, G., 1988. Deformations-und Versagensmechanismen von isotaktischem Polypropylen (i-PP) oberhalb der Glasübergangstemperatur, Doktora Tezi, Universitaet Stuttgart.

3- FRIEDRICH, K., 1978. Über den Einfluss der Morphologie auf Festigkeit und Bruchvorgaenge in isotaktischem Polypropylen, Doktora Tezi, Ruhr-Universitaet Bochum.

4- GOETZLOFF, C., 2001. Dr. P. YAYLA ile özel görüşme, Borealis A/S, Austria.

5- MENGES, G., 1998. Werkstoffkunde Kunststoffe, 4. Auflage, Carl Hanser Verlag, ISBN 3-446-19600-5, München.

6- MOORE, E. P., 1996. Polypropylene Handbook, ISBN 3-446-18176-8, Carl Hanser Verlag, München.

7- PAULIK, Ch., GAHLEITNER, M., NEISSL, W., 1996. "Weiche, Zaehelastische PP-Copolymere", Kunststoffe 86, 8, 1144-1146.

8- ŞAHİN, Ş. ve YAYLA, P., 2001. "Effect of Processing and Testing Parameters on the Mechanical Properties of Polypropylene Random Copolymer", Polymer Processing Symposia, PPS-2001 Regional Meeting, Antalya /Turkey.

9- ŞAHİN, Ş. ve YAYLA, P., 2003. "Şekil Değiştirme ve Deney Parametrelerinin Polipropilen Random Kopolimerin Mekanik Özelliklerine Etkileri", 6 th International Fracture Conference, Konya / Türkiye , 10-12 Eylül, 2003

10- WILLIAMS, J. G., 1987. Fracture Mechanics of Polymers, Ellis Horwood Limited, John Wiley & Sons, ISBN 0-470-20013-8, Great Britain.

11- YAYLA, P. ve ŞAHİN, Ş., 2002. "Plastik Boruların Sıhhi Tesisat ve Isıtma Sistemlerinde Kullanımı", PAGEV Plastik, Sayı 64, Eylül-Ekim 2002, İstanbul / Türkiye.

KÖROĞLU PLASTİK

DIŞ TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ

DOW CHEMICAL ➤ Polypropylene Copolimer

TVK ➤ Macaristan

EXXON CHEMICAL ➤ Sanayi Tipi Bidonluk İçin (HY 010) Kimyasala Dayanıklı Şişirmelik İçin (HYA 600)

Hyosung Chemical ➤ PPRC R200P (Tip 3), P.P. / Polypropylene Copolimer Random Copolimer

İran Petrochemical Commercial Co. (IPCC) ➤ HDPE, LDPE

HONAM PETROCHEMICAL CORP. ➤ Polypropylene, Polypropylene Copolimer, Random Copolimer

HANWHA CHEMICAL CORP. ➤ LLDPE Rotasyonluk

Ampecet ➤ Beyaz Boya

İstoç Ticaret Merkezi. 11. Ada. No:23 Mahmutbey / İSTANBUL
Tel.:0212-659 61 53 (3 Hat) Faks:0212-659 61 56
web: www.korogluplastik.com e-mail: korogluplastik@superonline.com

Editörden

Büyüyen Plastik Sanayiimiz ve Plastik ve Kauçuk Fuarı...

Plastik ve Kauçuk Fuarımızın 13.ncüsünde sizlerle beraber olabilmenin mutluluğunu yaşıyoruz. Düzenlendiği ilk yıldan bu yana sürekli büyüyen ve Türk Plastik Sektörüne önemli açılımlar sağlayan Plastik ve Kauçuk Fuarımıza bu yıl rekor bir katılım beklenmektedir. Geçtiğimiz yıl 25 Bin civarında ziyaretçinin izlediği fuarın bu yıl daha da yoğun geçmesi beklenmektedir.

Çarpıcı bir nokta da; yurtdışından, özellikle Rusya, Ukrayna, Cezayir, Mısır ve Suriye gibi ülkelerden gelecek olan sektör temsilcilerinin, fuarımıza ayrı bir soluk getirecek olmalarıdır. Stand bazında katılımlarda da, dünyanın neredeyse her bölgesinden gelen firmalarla, yurtdışı pazarlara açılma imkanlarını geliştirme olanağı bulabileceğiz. Fuar süresince, ekip olarak PAGEV Standlarında hizmetinizde olacağımızı bilmenizi isteriz.

Yaklaşık 40 yıllık bir geçmişi olan Plastik Sanayiimiz, oldukça hızlı bir büyüme göstermektedir. Yalnızca geçtiğimiz yıl % 35'lik bir rekor büyüme kaydedilmiştir. Bu rakam, bir patlama yılı olan 2000'e göre bile % 27'lik büyümeyi ifade etmektedir. 1.nci Başkan Yardımcımız Selçuk AKSOY'un hazırladığı Plastik Sanayiimizin son durumunu gözler önüne seren, istatistiki verilerle dayalı araştırmasını PAGEV sayfalarımızda bulacaksınız.

Bu sayımızı doğal olarak Plastik ve Kauçuk Fuarımıza yönelik hazırladık. Gündemdeki konularımızla ve teknik yazılarımızla zengin bir içerik hazırladığımıza inanıyoruz. Güncel ve Fuar sayfalarımızı ilgiyle okuyacağınızı düşünüyoruz. Ayrıca dünyadaki yeni teknolojileri de ürün sayfalarımızdan takip edebilirsiniz.

Plastik ve Kauçuk Fuarı'nda beraber olabilmek umuduyla sektörümüzü selamlar, dergimize destek olup, katkıda bulunan herkese teşekkür ederiz...

Ertan GÜNEŞ

PAGEV Plastik

Yıl:13 Sayı:70 Eylül-Ekim 2003 İki Ayda Bir Hazırlanır

Plastik Araştırma-Geliştirme ve İnceleme Dergisi
PAGEV'in Yayın Organıdır
PAGYAY YAYINCILIK Turizm ve Ticaret Ltd. Şti. Adına

Sahibi
Hayrullah YELKENCİ

Genel Koordinatör
Feridun BİRİCİK

Yayın Yönetmeni
Yazı İşleri Müdürü
Ertan GÜNEŞ

Yazı İşleri Asistanı
Arzu YILMAZ

Reklam ve Halkla İlişkiler
Cengiz KALAYCI

Yayın Yürütme Kurulu
Mak.Y.Müh. İ. Selçuk AKSOY
Dr. Zafer ÇİÇEK
Kim.Yük.Müh. Tülin BİLGİÇ
Nurfan UMAR

Yayın Danışma Kurulu
Prof.Dr. Atilla GÜNGÖR / M.Ü.
Prof.Dr. Duygu KISAKÜREK / O.D.T.Ü.
Prof.Dr. Erhan PİŞKİN / H.Ü.
Prof.Dr. Güneri AKOVALI / O.D.T.Ü.
Prof.Dr. Hüseyin YILDIRIM / Y.T.Ü
Prof.Dr. İsmail DALAY / S.Ü.
Prof.Dr. M.Ali GÜRKAYNAK / İ.Ü.
Prof.Dr. Mehmet Emin YURCİ / Y.T.Ü.
Prof.Dr. Murat ORBAY / İ.Ü.
Prof.Dr. Nurseli UYANIK / İ.T.Ü.
Yrd.Doç.Dr.Çetin KARATAŞ / G.Ü.
Yrd.Doç.Dr.Mustafa ÖKSÜZ / M.Ü.T.E.F.
Yrd.Doç.Dr.Nilüfer ÇELİKKOL / K.Ü.
Yrd.Doç.Dr.Recep YENİTEPE / M.Ü.T.E.F.
Yrd. Doç.Dr. Soner ÇELİKKOL / K.Ü.
Dr. Tekin ARDA / TOPKAPI Mak.
Dr. Yakup ÜLÇER / RESINEX
Metin BİLGİLİ / ARÇELİK
Ekin KURT / CLARIANT
Levent ÖZDEMİR / SCHNEIDER
Elçin OĞUZHAN / TEKNOPOLİMER

Grafik Çalışma
PAGYAY Yayıncılık

Film
Güven Röprödüksiyon

Baskı
Kaptan Ofset

Merkez
Halkalı Cad. Tez - İş İş Merkezi No: 132/1 Kat:4
34620 Sefaköy/İSTANBUL
Tel.:(0212) 425 13 13 (3 Hat) 425 15 99
Fax:(0212) 624 49 26

Banka Hesap No
PAGYAY Turizm ve Ticaret Ltd.Sti.
Garanti Bankası Sefaköy Şubesi - 6200599

www.pagev.org.tr • pagyay@superonline.com

pagyay@pagev.org.tr • pagev@pagev.org.tr.

Plastik / Araştırma - Geliştirme ve İnceleme Dergisi'nde yayınlanan yazılardaki görüşler yazarlarına, yayınlanan ilanlardaki sorumluluk ise ilan verene aittir. Plastik / Araştırma - Geliştirme ve İnceleme Dergisi Hakemli bir dergidir. Dergimize gönderilen makaleler ihtiyaç duyulduğu takdirde uzmanlık alanlarına göre Yayın Yürütme ve Yayın Danışma Kurulu üyelerine veya konusunda uzmanlaşmış kişilere incelettirildikten sonra yayınlanır. Dergimize gönderilen yazılar yayınlansın veya yayınlanmasın iade edilmez. Bu dergide kullanılan yazılardan kısmen ya da tamamen izin alınmadan ve kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz. Yazı ve Fotoğrafların tüm hakları, Plastik Dergisi'ne aittir.

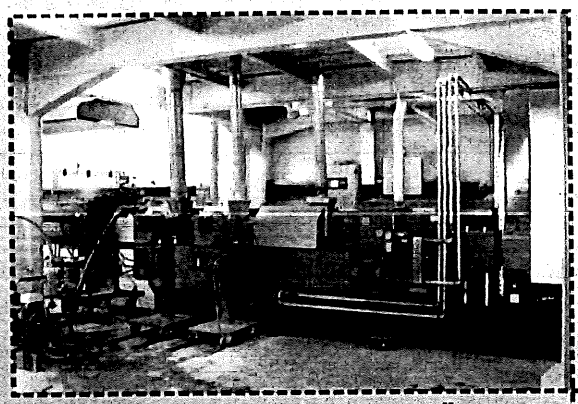
Plastik Dergisi, Basın Ahlak Yasasına uymayı taahhüt eder.

ISSN:1302-6925

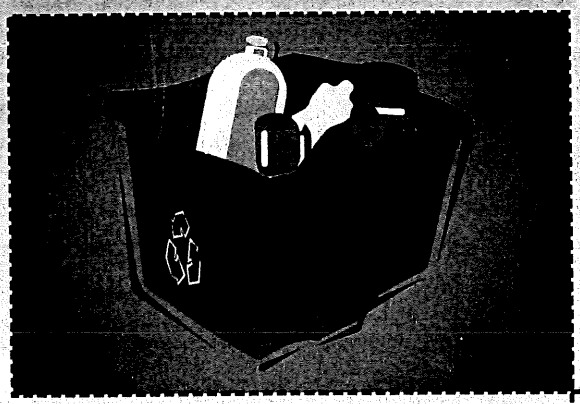


Ali COŞKUN Destek Verdi ! 12

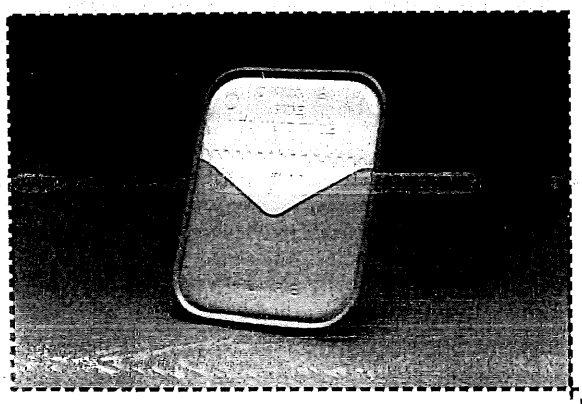




Emaş, Katkılı Hammadde Üretiyor... 38



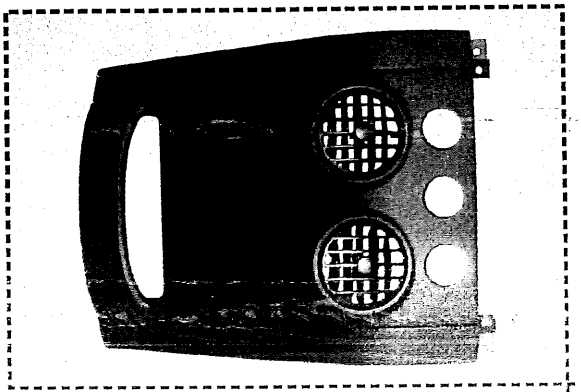
Plastiklerin Geridönüşümü... 46



Diş Röntgeninde Kalıplı Vinil Yastık... 50

İÇİNDEKİLER

Editörden	8
Ali COŞKUN Destek Verdi !	12
Mekatroniğe Giriş Semineri	14
Türk Plastik Sanayii Sol Şeritte !	16
Turkish Plastics Industry On The Fast Track	20
ISO 9001:2000 KYS İç Denetçi Eğitimi Gerçekleştirildi	24
Emballage'2004 Paris Ambalaj Fuarı	26
ANPA Fuarı Her Geçen Yıl Büyüyor...	28
2003 Uluslararası Fuar Takvimi	30
İranplast'2003 Fuarı 10-14 Aralık Tahran	30
Polimer İşleme ve Geri Kazanım Sempozyumu	32
Fiva Plastik Markalaşma Çalışmalarını Sürdürüyor	34
Siemens Bilişim Teknolojileri...	34
Ekinoks, EDI Ekstrüzyon Kalıbı Semineri Düzenliyor	36
Bayer, Plastik Fuarında Seminer Düzenliyor	36
Emaş, Poliolefin ve Stren İçerikli Hammadde Üretiyor	38
Asian'ın Dev'i Plastik Fuarında...	40
Tepro Makina Işığı Altında...	44
Plastik Ambalaj Atıklarının Geridönüşümü...	46
Diş Röntgeninde Kalıplı Vinil Yastık	50
PA/ABS Alaşımları Avantaj Sağlıyor	52
TPE Naylon Kalıplamada Yenilik Sağlıyor	54



www.pagev.org.tr

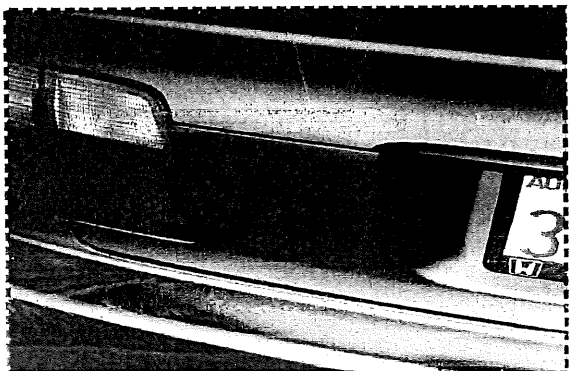
pagev@pagev.org.tr

pagyay@pagev.org.tr

pagyay@superonline.com

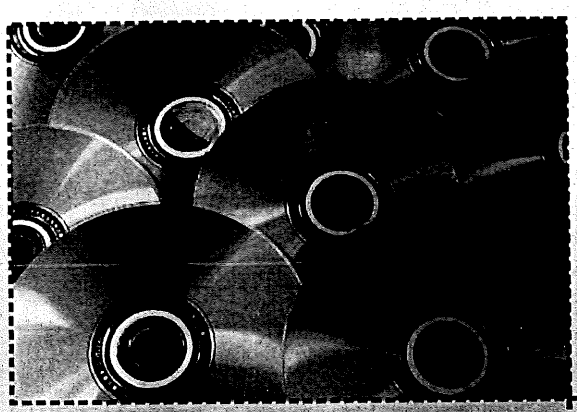
İÇİNDEKİLER

mbalaj En Az İçerik Kadar Önemlidir	56
rburg 820S ve 470C Modelleri ile Plastik Fuarında	58
sa Çevrim Süreleri İçin Çok Yüksek Hızlı Robot	60
rauss-Maffei İle İleri Teknolojiye Geçiş Mümkün	62
sfalt Yollarda Çukurları Sona Erdiren Özel Polimer	64
enk Ölçümünde Ulaşabileceğiniz En Hassas Sonuçlar	66
lastik Enjeksiyon Yöntemi İle İmalatta Maliyetler	68
olimerde Saçılmış Sıvı Kristaller PDLC	76
olimer - Silikat Nanokompozitleri	82
YPE Film Ekstruzyonunda Sorunlar Önlemler	94
lastik Malzemeler	102
ermoplastik Elastomerler	112
az Yardımlı Enjeksiyonla Kalıplamada Gaz Basıncı	118
olipropilen Random Kopolimerlerin Yaşlanması	124
nsan Kaynakları Yöneticileri ve Uyumluluk...	134
olimerlerin Kurutma Yöntemleri	142
urda Lastiklerin Geri Kazanımı	162
am Elyaf Takviyeli Poli-Bütilen-Tereftalın Etkileri...	168
njeksiyonla Kalıplanan ABS Malzeme İncelemesi...	174
lektrod Takım İmalat Metodları	180
AGEV Yayınları Kitap Serisinin Tanıtımı	189
lip Ajanlar	190
eklam İndeksi	200

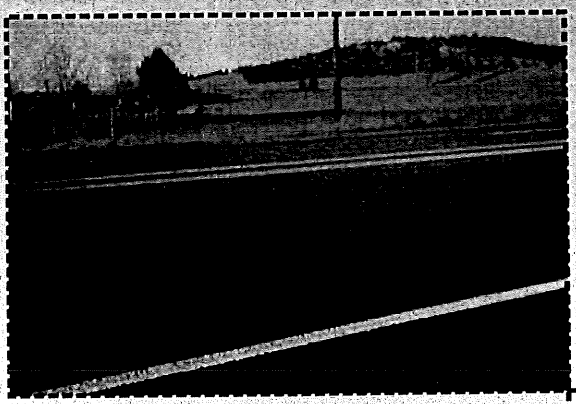




TPE Naylon Kalıplamada Yenilik Sağlıyor 54



Krauss-Maffei ile Verim Arttırabilirsiniz... 62



Asfaltta Çukuru Sona Erdiren Polimer 64



İmalatta Parça ve Kalıp Maliyetleri... 68

ISSN: 1302-6925

PAGEV

Plastik

Araştırma - Geliştirme ve İnceleme Dergisi Yıl: 13 Sayı:70 Eylül-Ekim 2003
The Magazine About Research, Development And Studies In Plastics Volume: 70

PLASTİK ve KAUÇUK 2003

✓ Ali COŞKUN, PAKOP Projesine Destek Verdi !

✓ Türk Plastik Sanayii Sol Şeritte !

- Plastik Ambalaj Atıklarının Geridönüşümü ve Geridönüşüm Plastiklerin Kullanım Alanları
- Plastik Enjeksiyon Yöntemi ile İmalatta Parça ve Kalıp Maliyetleri
- Polimerlerin Kurutma Yöntemleri
- Polimerde Saçılmış Sıvı Kristaller (PDLC)

akdeniz® POLYMER ADDITIVES
www.akdenizkimya.com.tr
Aksab ■ Akstab ■ Akropan
Akstab L ■ Aklub
Akpro
Plasticisers