KALSİYUM KARBONAT KATKILI POLİPROPİLEN RANDOM KOPOLİMER MALZEMENİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE SOĞUK ÇEKMENİN ETKİSİ

Şenol ŞAHİN, Tülin ŞAHİN

Kocaeli Universitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 41040, İzmit/Türkiye

ÖZET

Soğuk şekil verme işlemi termoplastik malzemelerde moleküler yönlenmenin derecesini belirleyen bir olaydır. Soğuk şekillendirme, çekme suretiyle bir numunenin yatay kesit alanın azaltılmasıdır. Camsı geçiş sıcaklığının veya erime sıcaklığının altındaki bir sıcaklıkta, soğuk şekil verme olayı hem amorf hem de yarı kristalli polimerlere uygulanabilir.

Katı fazdaki çubuk, iplik, boru, levha gibi polimer malzemeler çekme gerilmesiyle yönlendirilerek belli bir miktarda plastik deformasyona uğratılmasıyla mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi mümkün olmaktadır. Yönlenme sonucunda elde edilen sertlik ve mukavemet artışının derecesi yaklaşık olarak deformasyonun derecesine, dolayısıyla da molekülsel zincirlerin yönlenme miktarına bağlıdır. Uygulanan gerilmenin yönüne bağlı olarak polimer zincirlerinin düzene girme derecesi uygulanan çekme gerilmesinin bir fonksiyonudur.
Bu çalışmada, soğuk çekmenin farklı oranlardaki kalsiyum karbonat katkılı polipropilen random kopolimer malzemenin mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Oda sıcaklığında yapılan soğuk çekme ile yönlendirilmiş mekanik özelliklerindeki değişimler çentik darbe ve çekme deneyi ile incelenmiştir.

Sonuçlar yönlenme ve katkı maddesinin değişen oranlarının malzemenin özelliklerini etkilediğini göstermiştir. Bu değişimin dikkate alınarak malzemenin maruz kalacağı servis şartları süresince göstereceği performans düşünülerek tasarımların yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen Random Kopolimer, kalsiyum karbonat, Soğuk çekme, Mekanik özellikler,

EFFECT OF COLD DRAWING ON MECHANICAL PROPERTIES OF CALCIUM CARBONATE FILLED POLYROPYLENE RANDOM COPOYMER

ABSTRACT

Degree of molecular orientation is determined by cold drawing process in thermoplastic materials. Cold drawing is decrease of a sample's horizontal cross-section area. Cold drawing can be used to under glass transition temperature or melting temperature.

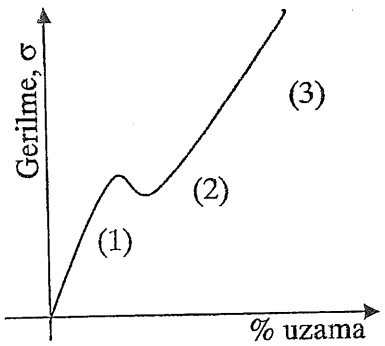
Polymeric materials are deformed in plastically region which are orientated by tensile stress in the event of mechanical properties are improved on polymeric materials to shaped form of bar, thread, pipe, slab. Improving of hardness and strength is owing to orientations which depend on deformed degree so amount of molecular orientation. Orientation degree of polymeric chains is a function about line of thought strength.

In this study, influences of cold drawing on mechanical properties investigation on polypropylene random copolymer (PP-R) with different rate of calcium carbonate. Orientated with cold drawing at room temperature samples performed with notched impact for determination of mechanical changing.

Results point out that orientation and addition rates influence of mechanical properties. It is emphasized that by considering these changing, the design of the products has to be re-analyzed estimating the service life and service conditions of product.
Keywords: Polypropylene Random Copolimer, Calcium Carbonate, Cold Drawing, Mechanical properties

1. GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerde 1970'li yılların sonlarından itibaren yaygınlaşarak sıcak ve soğuk su tesisatlarında kullanılan plastik boru sistemleri, diğer malzemelerin yanı sıra son 15 yıldan daha fazla bir süreden beri PP-R malzemeden de üretilmektedir. Avrupa'da kullanılan boru tesisatı sistemlerinin toplam miktarı 1988 yılından 1998 yılına kadar iki katına çıkarken, Almanya'da plastik borular, metal esaslı boruların egemenliğine son vermişlerdir (Bresser and Sallaberger 2001, Lind 1995).



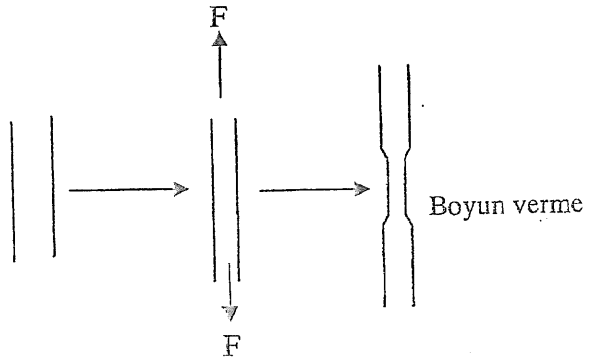
Şekil 1. Soğuk şekillendirme yapılmış bir polimerin gerilme uzama diyagramı

Yerden ısıtma sistemlerinde, yüksek sıcaklıklara dayanıklılığı ile kendisini ispatlamış ve bu nedenle piyasaya çıkarılmış olan PE-X borular, kendilerini ispatlamış PP ve poliolefin grubundan olan diğer malzeme polibütadien (PB) kullanılmıştır. PE-X, PP ve PB plastik boru sistemleri doğal olarak aynı anda içme suyu sistemlerinde de devreye sokulmuştur. Hafiflikleri, taşınma kolaylıkları, izolasyon gerektirmemeleri, kolay döşeme tekniği, montajın firesiz ve çok süratli yapılabilmesi, korozyona dayanıklılıkları, içme suyunun tadını bozmadan taşıyabilmeleri ve uzun ömürlü olmaları gibi avantajlı özellikleri malzemelerin başarılarında çok büyük etken olmuştur (Yayla 2002, Bresser 2001, Schöpf and Schneider 1997, Martin 1997, Ant et al 1997, Schüssler 1996, Janson 1995, Akar 1994).

Soğuk şekil verme işlemi termoplastik malzemelerde moleküler yönlenmenin derecesini belirleyen önemli bir olaydır. Soğuk şekillendirme, çekme suretiyle bir numunenin yatay kesit alanın azaltılmasıdır. Plastik deformasyon bu noktada yoğunlaşır ve buna boyun verme denir. Soğuk şekillendirme işlemi Şekil 1'teki gerilme uzama diyagramı ile açıklanabilir. Bu eğri üç

bölge ile tanımlanabilir: 1. bölgede %uzama gerilmeye karşı lineerdir, 2. bölgede gerilme azalır, 3. bölgede ise daha yüksek bir gerilmenin olduğu sertleşme uzaması meydana gelir (IRC).

Gerilmenin aşırı yoğun olduğu bir noktada boyun verme (Şekil 2) meydana gelebilir. Hem yavaşça küçülen yatay kesit alanından dolayı hem de hacimdeki bir noktada daha düşük uygulanan yükten dolayı meydana gelen akmanın sonucunda özelliklerde bölgesel olarak değişimler vardır. Başlangıcı takiben modülün düşük olduğu bu bölgede deformasyon devam eder. Soğuk çekme limiti sıcaklığa bağlıdır. Doğal çekme oranına ulaşıldığı zaman gerçek rijitlilik artar, deformasyon dengelenir ve boyun verme bu bölgenin dışına hareket eder.



Şekil 2. Şematik olarak sünek bir malzemede boyun verme olayı

Camsı geçiş sıcaklığının altındaki bir sıcaklıkta veya erime sıcaklığının altında, soğuk şekil verme olayı hem amorf hem de yarı kristalli polimerlere uygulanabilir. Soğuk şekil verme amorf polimerlerde uzun zincir moleküllerinin tekrar düzenlenmesi olarak da ifade edilir. Yarı kristalli polimerlerin morfolojik değişimleri soğuk şekil verme neticesi çok karmaşık hale gelir.

Genellikle malzemeye artan yük uygulanarak çekme testi yapılır. Bu metot, polimerlere özel sebeplere ihtiyaç duyulduğunda uygulanır. Çünkü yükün uygulanması ile malzeme uzaması arasındaki gecikmeden dolayı malzeme sürünür. Bu yüzden, gecikme uniform değilse malzemede lineer olmayan aşırı düzensizlik gözlenir (CRAWFORD 1987).

Çekme işleminin erime sıcaklığına çok yakın sıcaklıklarda veya çok düşük sıcaklıklarda yapılması uygun değildir. Çok düşük sıcaklıklarda yüksek çekme gerilmelerine gerek duyulmaktadır. Bununla beraber ergime sıcaklığına yakın sıcaklıklarda yapılan çekmelerde molekül zincirinin çekme esnasında ve sonrasında yüksek sıcaklıktan dolayı oldukça oynak olması kopma olmadan yüksek deformasyon derecelerine ulaşmasını mümkün kılmasına rağmen bu akma şeklindeki çekme ile malzeme özellikleri katı fazla karşılaştırıldığında fazla bir şekilde değişmez. Polietilen (PE), polikarbonat (PC) ve polipropilen (PP) içeren birçok polimer oda sıcaklığında çekilebilir ve bu sayede gerilme ve rijitliğin artmasına sebep olur. Genelde, çekme ile yönlendirme sentetik fiberlerin özelliklerini artırmak için kullanılmaktadır (SCHEIRS 2000).

Termal yaşlanma, malzemelerin ısı etkisinde kimyasal ve fiziksel özelliklerinin değişmesidir. Termal yaşlanmanın hangi koşullarda gerçekleştiği ve tecrübeleri tasarım mühendisleri için önemlidir. Termal yaşlanma etkisinin malzeme özelliklerine etkisinin bilinmesi, malzemenin ısı etkisiyle ömrünün ne kadar olacağı gibi sorunlar tasarım mühendislerinin her zaman üzerinde durdukları konulardır. Termal yaşlandırma yüksek sıcaklıklarda kütle kayıpları için

tersinmez bir olaydır. Sarılmış çekirdekteki bazı değişiklikler, zaman, oda sıcaklığı, hava akışı, çekirdek hacmi ve şekli gibi bazı değerlerin fonksiyonudur.

Bu çalışmada, yarı kristalli malzemelerde soğuk çekme sonucu meydana gelen yönlenmenin mekanik özelliklere etkisi araştırılmak istenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1. Malzemeler

Araştırma için polipropilen random kopolimer (PP-R) malzemeleri kullanılmıştır. Polipropilenin (PP) özel türü olan polipropilen random kopolimer boru üretiminde hammadde olarak kullanılan granül şeklinde elde edilmiştir. %5, %15 ve %30 olmak üzere üç değişik oranda kalsiyum karbonat katkı maddesi özel olarak harmanlanarak enjeksiyon kalıbında kalıplanmıştır.

2.2. Deney Numunesi Üretimi

Granül haldeki PP-R maddeler, TSE'nin TS 1149 (1978) numaralı standardı dikkate alınarak, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle ilgili deneylere ait standart deney numunelerinde üretilmiştir. Bursa'da yerleşik EMAŞ Plastik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi bünyesinde bulunan ERAT FE130/95 model enjeksiyon makinesi kullanılmıştır.

2.3. Deney Şartları ve Deney Makineleri

Bu çalışmanın amacı, soğuk çekilmiş polipropilen random kopolimer malzemenin mekanik özelliklerindeki değişimi incelemektedir. Çekme numunelerine 1mm/dk hız ile laboratuar şartlarında çekme uygulandı ve çekme sonrası numuneler 0°C ± 1 °C sıcaklıktaki suda bekletilmiştir.

Soğuk çekilmemiş çekme numuneleri çekme kalıplarına yerleştirilerek fırın içinde 100 °C sıcaklıklarda 2 saat yönlendirme öncesi bekletilmiştir.

Soğuk çekme sonrası PP-R malzemelerin mekanik özellikleri, malzemelere uygulanan çekme ve Charpy çentik darbe deneyleri ile belirlenmiştir. Sıcaklık ve nem oranı belirtilmeyen diğer tüm deneyler 22°C ± 1 °C sıcaklık ve %50 ± 10 nem oranındaki deney şartlarında gerçekleştirilmiştir.

Her bir deneyden elde edilen değerler, TS 2629 (1977) numaralı standart göz önünde bulundurularak, Chauvenet Kriterine (Holman 1994) göre istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve ortalama değerleri kullanılarak karşılaştırmalı diyagramları çizilmiştir.

2.3.1 Çekme Numunesi ve Çekme Deneyi

Çekme deneylerinde, enjeksiyon kalıplama ve makine ile işlenerek üretilmiş bütün çekme numuneleri, TS 1398-2 (1997) veya ISO 527-2 (1993), standardında çekme cihazındaki çekme çenelerine, enjeksiyon girişi sabit çene tarafında olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Çekme deneyi, polimerlerin tek eksenli ve 1 mm/s sabit hızda çekme numunesinin kopmasına kadar ki gerilme-uzama davranışının incelenmesine ve bu sayede incelenen malzemenin Hook doğrusunun artmasıyla elastisite modülü (E), akma gerilmesi (σ_y) ve akma uzaması (ε_y) gibi farklı tanım değerlerinin elde edilmesi için uygulanır.

2.3.2 Charpy Numunesi ve Charpy Deneyi

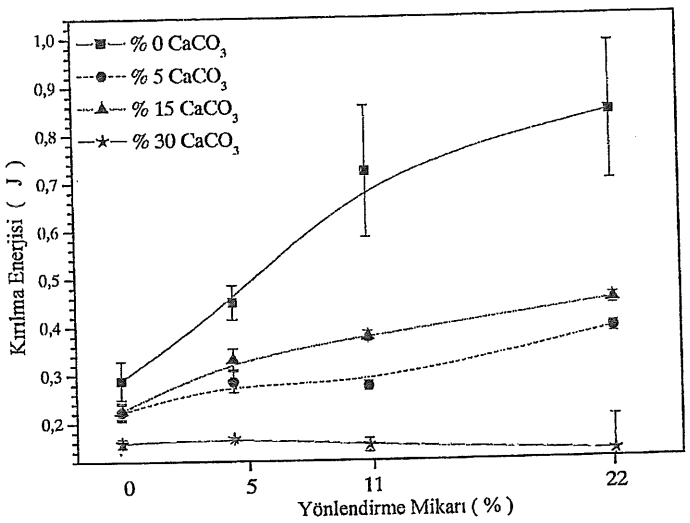
Charpy numunelerine 22°C ± 1°C sıcaklık ve %50 ± 10 nem oranındaki ortamında ISO 179/1eU standardına uygun Charpy deneyleri uygulanmıştır. Deneyler çarpma hızı 2.53 m/s olan CEAST marka instrumente edilmiş Charpy darbe test cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Charpy deneyleri ile elde edilen kuvvet (F)-zaman (t)-ve kuvvet (F)-yol (x) diyagramlarından maksimum kuvvet (F_{Maks}) [N], Kırılma enerjisi C_v [J], maksimum kuvvetteki enerji (Cv_{Fmaks}) [J] (Charpy çatlak başlatma enerjisi) ve kırılıncaya kadar ki enerjisi (Cv_{ileri}) [J] (Çatlak ilerletme enerjisi) büyüklükleri saptanmıştır.

2.3.3 Sertlik Deneyi

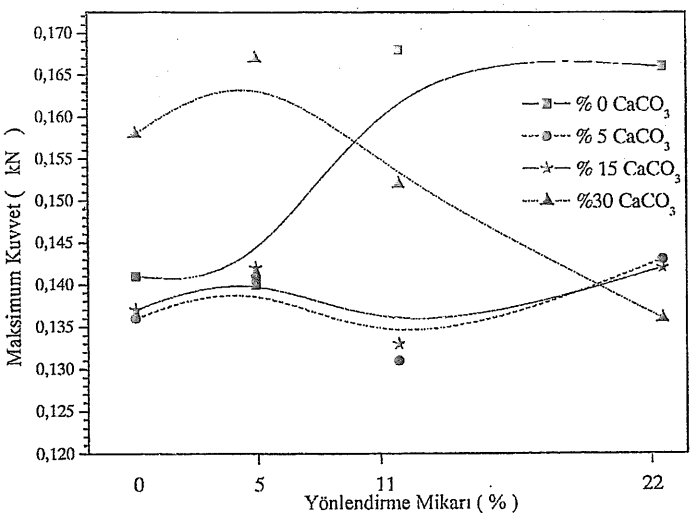
Sertlik deneylerinde, enjeksiyon kalıplama ile işlenerek elde edilmiş ve soğuk çekme uygulanmış çekme numuneleri üzerinde sertlik ölçümleri yapılmıştır. TS 1181 (1999) [12] standardı göz önünde tutularak gerçekleştirilen sertlik deneyleri analog tip D (Shore D) sertlik cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Tutarlı bir sertlik ölçümü değeri elde etmek ve doğru sonuca ulaşmak için, Shore D sertlik değerleri, her bir sertlik numunesinin, hep aynı yüzeyinden ve bu yüzeyin ortasından alınmıştır. Sertlik değeri ölçümü sıcaklık ve nem oranı 22°C ± 3°C sıcaklık ve %50 ± 10 nem oranındaki deney şartlarında gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Şekil 3 den görüldüğü üzere $CaCO_3$ oranı artıkça kırılma enerjisinde azalma meydana gelmektedir. Yönlendirme miktarı artıkça katkısız, %5 ve %15 katkılı malzemelerde kırılma enerjilerinde yönlendirme miktarı artıkça dikkate değer artışlar meydana gelmektedir. %30 katkılı $CaCO_3$ malzemede yönlendirme miktarı artıkça kırılma enerjisinde düşüş meydana geldiğinden yönlendirme bu malzeme için dezavantajlı olmaktadır.

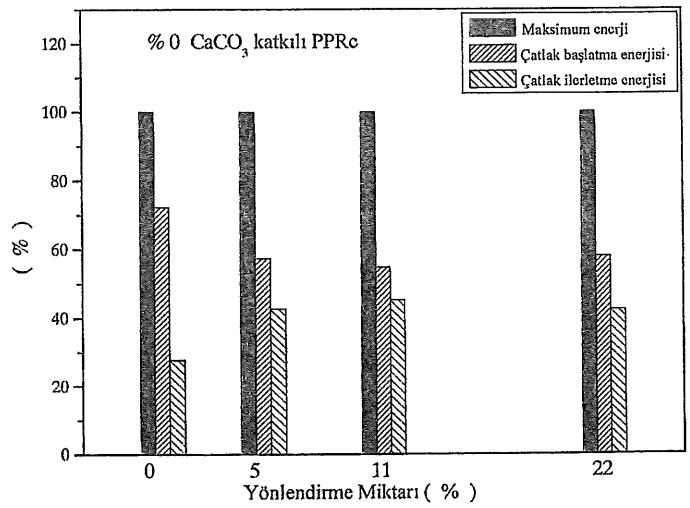


Şekil 3. Farklı $CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin yönlendirme miktarına bağlı kırılma enerjisindeki değişim

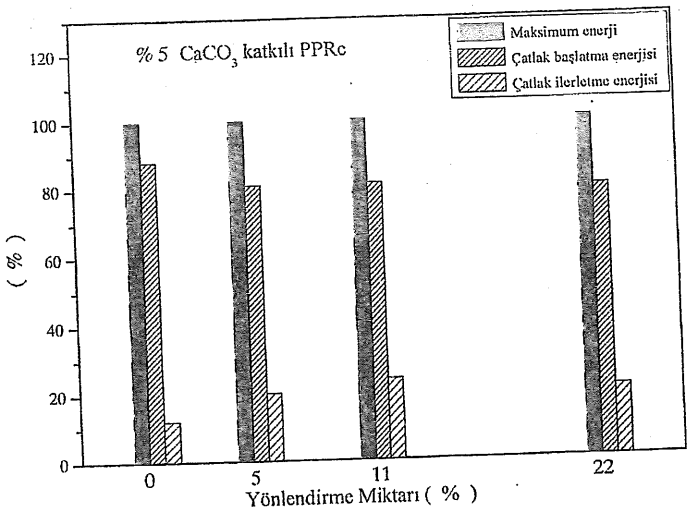


Şekil 4 Farklı $CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin yönlendirme miktarına bağlı maksimum kuvvetteki değişim

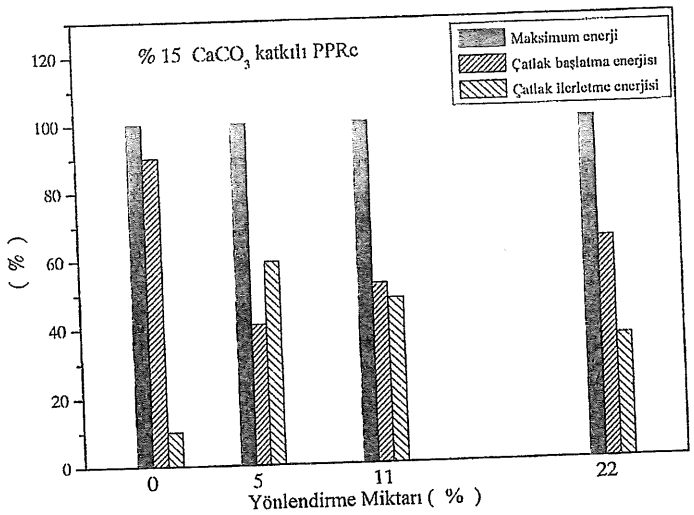
Şekil 4 katkısız malzemede yönlenme miktarı artıkça maksimum kuvvette %18 varan artış meydana gelmektedir. %5 ve %15 $CaCO_3$ katkılı malzemelerde de az miktarda artış görülmektedir. %30 $CaCO_3$ katkılı malzemede yönlendirme maksimum kuvveti olumsuz yönde etkilemiştir.



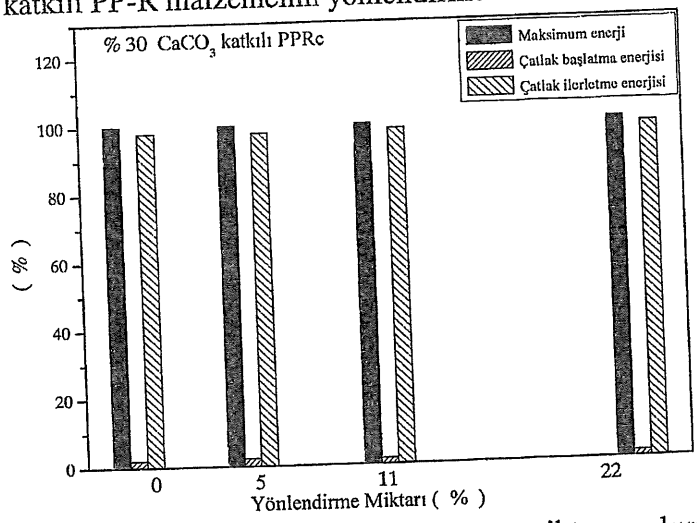
Şekil 5 %0 $CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin yönlendir miktarının kırılma enerjisine etkisi



Şekil 6 %0 $CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin yönlendirme miktarına bağlı maksimum kuvvetteki değişim



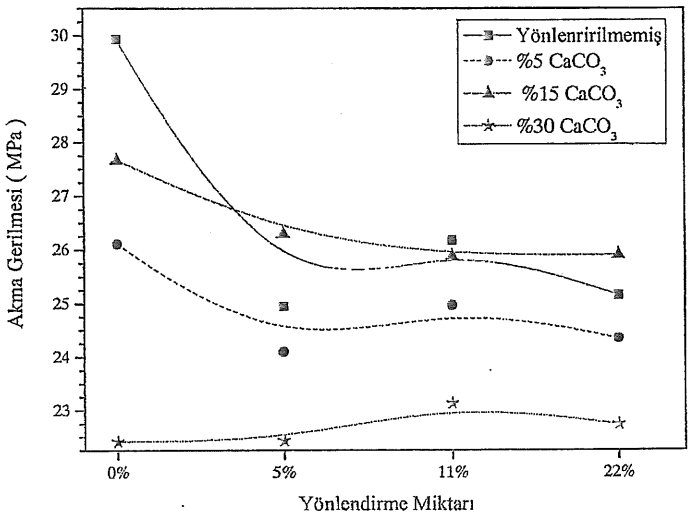
Şekil 7. %15$CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin yönlendirme miktarının kırılma enerjisine etkisi



Şekil 8. %30 $CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin yönlendirme miktarının kırıma enerjisine etkisi

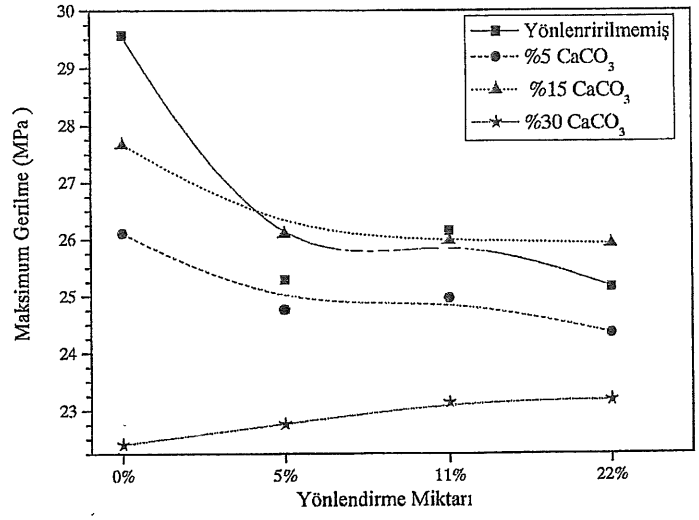
Şekil 5-8 deki grafiklerde her bir katkı maddesine göre çatlak başlatma ve ilerletme enerjilerinin kendi içinde değişimleri verilmiştir. $CaCO_3$ katkı maddesi artıkça çatlak başlatma

enerjilerinde düşüş çatlak ilerletme enerjilerinde artış gözlenmektedir. Yönlenme miktarı artıkça da her bir katkı oranlı malzemede çatlak başlatma enerjilerinde düşüş görülmektedir.

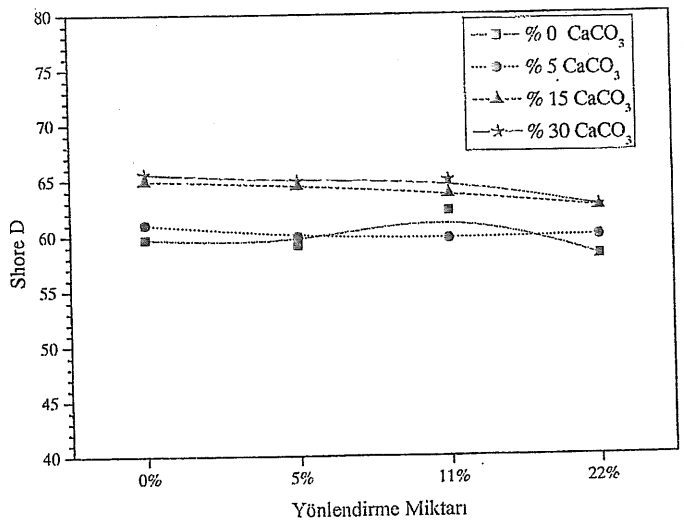


Şekil 9. Farklı $CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin yönlendirme miktarına bağlı akma gerilme değerlerindeki değişim

Şekil 9 ve Şekil 10 da yönlendirme miktarına bağlı farklı oranlarda $CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin akma ve maksimum gerilme değerlerindeki değişimler verilmektedir. Yönlendirme miktarının artışı ile tüm değerlerde düşüş görülmektedir. Akma uzamasına yakın ve üstünde yapılan bu yönlendirmelerde plastik şekil değişimi malzemelerde görülmesi molekül zincirlerinde kopma meydana geldiğinin işaretidir.



Şekil 10. Farklı $CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin yönlendirme miktarına bağlı maksimum gerilme değerlerindeki değişim



Şekil 11. Farklı $CaCO_3$ katkılı PP-R malzemenin yönlendirme miktarına bağlı sertlik değerlerindeki değişim

$CaCO_3$ katkısı malzemenin sertlik değerlerini dikkate değer ölçüde artırmaktadır. Fakat yönlendirme miktarı artıkça her bir oran için sertlik değerlerinde dikkate değer bir değişim görülmemektedir (Şekil 11).

4.SONUÇLAR

1- Plastik boru imalatında kullanılan PP-R $CaCO_3$ ilavesi ve yönlendirme uygulaması darbe özelliklerini iyileştirirken aynı yönde yapılan çekme deneyi sonuçlarını ve sertlik değerlerini olumsuz etkilemiştir.

2- $CaCO_3$ katkı maddesi artıkça çatlak başlatma enerjilerinde düşüş çatlak ilerletme enerjilerinde artış gözlenmektedir. Yönlenme miktarı artıkça da her bir katkı oranlı malzemede çatlak başlatma enerjilerinde düşüş görülmesi olumlu bir sonuçtur.

KAYNAKLAR

1. YAYLA, P., "Günümüzde ve Gelecekte Plastik Borular", PAGEV Plastik Araştırma Geliştirme ve İnceleme Dergisi, Yıl 12, Sayı 61, Mart-Nisan 2002, s. 70-73

2. BRESSER, R., "PP Pipe Systems for Plumbing, Heating and Industrial Applications", 2001.

3. SCHÖPF, A. and SCHNEIDER, H., 1997. Polypropylen für Rohrleitungssysteme, Kunststoffe 87, 2, 198-201.

4. MARTIN, G. A., 1997. Profil- und Rohrextruder, Kunststoffe 87, 11, 1609-1616.

5. ANT, E. and et al, 1997. Kunststoffrohr-Handbuch: {Rohrleitungssysteme} für die Ver- und Entsorgung sowie weitere Anwendungsgebiete, Hrsg.: Kunststoffrohrverband e.V. Bonn, 3. Auflage, Vulkan-Verlag, ISBN 3-8027-2708-8, Essen.

6. SCHÜSSLER, St., 1996. Innen glatte PP-Rohre, Kunststoffe, 86, 8, 1138-1139.

7. JANSON, L. E., 1995. Plastics Pipes for Water Supply and Sewage Disparal, Borealis, Stockholm.

8. AKAR, A., 1994. Plastik Borular, Tesisat Mühendisliği Dergisi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 1, 11, 7-10

9. BRESSER, R. and SALLABERGER, A., 2001. PP-R for demanding plumbing and heating applications: Success through high quality systems,

http://www.borealisgroup.com/public/customer/pipe/publications/MainPage.jsp, October 2001.
10. LIND, C., 1995. PP-R Sanitary Pipe Systems-The Continuing Success Story, Plastics Pipes IX, Edinburgh, Scotland, UK 18-21 September 1995.

11. SCHEIRS, JOHN, 2000. "Compositional and failure analysis of polymers", Willey, ISBN:0-471-62534-5

12. CRAWFORD, R.J., 1987, Palstics Engineering, Pergamon press , ISBN: 0-08-032627-7

13. IRC web sayfası: http.//www.irc.leeds.ac.uk/iaps/mod2/node16.htlm

14.HOLMAN, J. P., 1994. Experimental Methods for Engineers, Sixth Edition, McGraw-Hill, Inc., ISBN 0-07-029666-9, Singapore.

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Sayfa/Page

On the pre-fracture zone model in elastic body at the crack tip on the interface of media 1
Anatoly KAMINSKY, Leonid KIPNIS, Michael DUDIK, Genady KHAZIN

Özellikleri fonksiyonel olarak değişen malzemelerde karışık mod yükleme altında çatlak başlama açıları ve gerilim şiddet çarpanları 10
Crack initiation angles and stress intensity factors in functionally graded materials under mixed mode loading
Alpay ORAL, İbrahim Hakan ÇOPUR, Günay ANLAŞ

Fraktal geometriyle modellenmiş rijit pürüzlü yüzey ile kayma teması yapan yarı-sonsuz ortamdaki çatlak ilerlemesinin sonlu elemanlar yöntemiyle analizi 20
Finite element analysis of crack propagation in a semi-infinite medium in sliding contact with a rigid rough surface modeled by fractal geometry
Alaettin ÖZER, Hasan SOFUOĞLU

Crack initiation and growth in circular saw made from tool steel 31
İsmail UCUN, Mehmet ÇOLAKOĞLU, Süleyman TAŞGETİREN

Çatlaklı kirişlerde yer değiştirmelerin analitik olarak belirlenmesi 41
Analytical determination of deflections of cracked beams
M.Arif GÜREL, Murat KISA, Mustafa ÖZEN

The Dugdale's type crack model for elliptic crack at multiaxial loading 51
Gregory GALATENKO

Üzerinde delik bulunan kesici diskin sonlu elemanlar metodu ile gerilme analizi 57
Stress analysis of sawing disc having hole by using finite element method
İsmail UCUN, Kubilay ASLANTAŞ, Süleyman TAŞGETİREN, İ.Sedat BÜYÜKSAĞIŞ

Near-surface penny-shaped crack at the interface of physical-mechanical properties of a material 67
V. P. KUSHNIRENKO, V. M. NAZARENKO

The critical velocity of a moving time-harmonic load acting on a pre-stressed plate resting on a pre-stressed half-plane 74
Surkay AKBAROV, Nihat İLHAN

Fracture of a three layer elastic panel 84
Mehmet Tarık ATAY

HMK kafesli metal ve alaşımların kırılma tokluğu üzerine bir standart projesinin geliştirilmesi. 94
Development of a standard project on fracture toughness of bcc metals and alloys.
Galip SAİD, Halil AYTEKİN

Ti-6Al-4V alaşımlarında çentiklerde superpozisyon etkisinin incelenmesi 104
Investigation of superposition effect of notched Ti-6Al-4V alloy
Asım GÜVEN, Tamer SINMAZÇELİK, Volkan GÜNAY

On the plastic zone formation near a crack in anisotropic body 115
Eugene KURCHAKOV, Gregory GAVRILOV

Sayfa/Page

The delamination buckling of the elastic and viscoelastic rectangular composite plate containing a band-crack 126
Surkay D. AKBAROV, Nazmiye YAHNİOĞLU, Ordjali G. RZAYEV

On the theoretical strength limit of the layered elastic composites in compression 137
Arzu ÇİLLİ

Fracture of an orthotropic plate with periodical system of collinear cracks under biaxial loading, 147
Olga BOGDANOVA

Influence of the scheme of fixing the shaft border sections of the shaft over the frequency coefficient of responsiveness toward registered one-side transverse symmetrical cracks 153
Varvara VESELINOVA-GUTEVA, Nikolay MINCHEV

Hafif silahlara karşı preslenerek ve preslenmeden üretilen yüksek yoğunluklu polietilen (UHMW-PE) zırh plakalarının terminal balistik özelliklerinin incelenmesi 176
The examination of terminal ballistic qualifications of high density polythene (UHMW-PE) armor plaque which are produced with pressing and without pressing against small arms
Can CANDAN

Bor katkılı zırh çeliklerinin kırılma davranışı 186
The fracture behavior of boron added armor steels
Şadi KARAGÖZ, Hakan ATAPEK

Effects of mechanically drilled parts on tensile ductility and fracture behavior of a structural steel 197
Somayeh ALIPOUR, Hassan FARHANGI, Changiz DEHGHANIAN

Strength characteristics of molybdenum in high-temperature gas medium 207
Anatoly BASHTA, Mikhail SELIVANOV

A semi-analytical method for solution of the linear viscoelasticity problems 212
Yuri CHORNOIVAN

Vida açmada talaşın oluşmasına harcanan işin vidalı parçanın yorulma dayanımına etkisi 218
The effect of the cutting energy on the fatigue life of the threaded specimens
Eldar FETULLAYEV, Hamza Kemal AKYILDIZ, Atila Abir İĞCİ

AISI 1045 çeliğinin düz ve fretting yorulma davranışları üzerinde indüksiyonla sertleştirmenin etkisi 227
Influence of induction hardening on fretting fatigue behavior of AISI 1045 steel
Recep SADELER, Ahmet Bilal SENGUL, Ayhan CELİK, Yasar TOTİK

Ticari saf titanyumun yorulma davranışı 236
Fatigue behavior of commercially pure titanium
Mehmet CİNGİ, Onur MEYDANOĞLU, Murat BAYDOĞAN,
Hüseyin ÇİMENOĞLU, E. Sabri KAYALI

Bilyeli dövme işlemi ve yüksek sıcaklığın, bakır ilaveli toz metal çelik parçaların yorulma dayanımına etkisinin incelenmesi 342
Investigation of the shot peening effect of elevated temperature on the fatigue strength of cubber added p/m steels
Ali BAŞARAN, Süleyman BAŞTÜRK, Remzi VAROL, Gürsev PİRGE, Hatice VAROL

	Sayfa/Page
Anisotropy of fracture toughness characteristics of prestrained orthotropic material under uniaxial cyclic loading Vladimir BASTUN	253
Poliolefin malzemelerde çevresel gerilme çatlak ilerlemesi *Environmental stress crack propagation in poliolefine materials* Paşa YAYLA, Şenol ŞAHİN, İlbeyi KILAVUZ	259
Kalsiyum karbonat mineral dolgu maddesinin polipropilen random kopolimer boru malzemesinin performansına etkisi *Effects of calcium carbonate mineral filler on the performance of pipe grade polypropylene random copolymer* Tülin ŞAHİN, Şenol ŞAHİN	269
UV ışınları yardımıyla kaplanan polikarbonatların mekanik özelliklerinin incelenmesi *Investigation of mechanical properties of polycarbonate coating by UV beams* Yalçın BOZTOPRAK, M.Vezir KAHRAMAN, Z.Seden AKDEMİR, Atilla GÜNGÖR	280
İmalat yöntemlerinin yüksek yoğunluklu polietilen'in (YYPE) tek eksenli çekme davranışı üzerindeki etkisi *The effect of manufacturing methods on uniaxial tensile behavior of high density polyethylene (HDPE)* Necmi DÜŞÜNCELİ, Özgen U. ÇOLAK	290
On influence of residual stresses on fracture of composite materials containing interacting cracks Viacheslav BOGDANOV	302
Long-term crack growth in 3-D reinforced polymer Mikhail SELIVANOV	312
Kalsiyum karbonat katkılı polipropilen random kopolimer malzemenin mekanik özelliklerine soğuk çekmenin etkisi *Effect of cold drawing on mechanical properties of calcium carbonate filled polypropylene random copolymer.* Şenol ŞAHİN, Tülin ŞAHİN	320
Sol-jel tekniğiyle kaplanan polikarbonatların fiziksel özelliklerinin incelenmesi *Investigation of physical properties of coated polycarbonates by sol-gel methods* Yalçın BOZTOPRAK, M.Vezir KAHRAMAN, N. Apohan KAYAMAN, Atilla GÜNGÖR	330
Buckling, post-buckling and failure analysis of hat stiffened composite panel Faruk ELALDI	338
Al-Mg alaşımı üzerine yapılan farklı kompozit yamaların çentikli çekme dayanımına etkisi *Effect of different composite patches upon notched tensile strength of Al-Mg alloy* Ahmet SAMANCI, Ahmet AVCI	346
Effects of sebs and sebs-g-ma modifications on the fracture behavior of i-pp/glass bead and I-pp/wollastonite composites Onur BALKAN, Halil DEMİRER, Ayhan EZDEŞİR, Hüseyin YILDIRIM, Ülkü YILMAZER	351

Sayfa/Page

E-Camı/Epoksi tabakalı kompozitlerin düşük hızlı darbe davranışına numune boyutlarının etkisi 361
Size effect on low velocity impact behavior of laminated e-glass composite
Mesut UYANER, Memduh KARA, Necati ATABERK

Termal çevrimlere maruz bırakılmış polimer kompozitlerin düşük enerjili tekrarlı darbeler altındaki davranışlarının incelenmesi 369
Low velocity repeated impact behavior investigation of thermal aged polymer composites
Onur ÇOBAN, Mustafa Özgür BORA, Tamer SINMAZÇELİK, İsmail CÜRGÜL

Farklı enerjilerde ardışık tekrarlı darbelere maruz kalan polimer kompozitlerin darbe davranışlarının incelenmesi 380
Impact behavior investigation of repeatedly impacted polymer composites at various energies
Mustafa Özgür BORA, Onur ÇOBAN, Tamer SINMAZÇELİK, İsmail CÜRGÜL

Farklı çatlak açılarına sahip çelik tel takviyeli polietilen kompozitlerin yorulma yükü altında kırılma davranışlarının incelenmesi 390
Investigation of the fracture behavior of woven steel reinforced polyethylene composites on the fatigue load with inclined cracks
Ahmet AVCI, Ömer Faruk ERKENDİRCİ

Çelik tel takviyeli Zn-Al 5 (Zamak 5) alaşımının kırılma davranışı 401
Fracture behavior of steel wire reinforced Zn-5%Al (Zamac 5) alloy
Hüseyin ARIKAN, Füsun SAHAR

Yüzey çentikli Al-Mg alaşımı üzerine yapılan farklı kompozit yamaların çekme dayanımına etkisi 409
Effect of different composite patches upon tensile strength of Al-Mg alloy with a surface notch
Ahmet SAMANCI

Tabakalı kompozitlerin darbe cevabına vurucu şeklinin etkisi 415
Influence of the impactor shape on the impact response of composite laminates
Memduh KARA, Mesut UYANER

Cam kumaş takviyeli termoplastik kompozitlerde kırılma davranışlarının incelenmesi 422
Investigation of the fracture behavior of woven glass reinforced polyethylene composites
Ahmet AVCI, Mürsel EKREM, Ömer Faruk ERKENDİRCİ

Çelik tel takviyeli polietilen kompozitlerde yorulma çatlak büyümesi 435
Fatigue crack growth of woven steel reinforced polyethylene composites
Ömer Faruk ERKENDİRCİ, Ahmet AVCI, Ahmet AKDEMİR

Sürekli alümina fiberlerle takviyeli çok tabakalı seramik kompozitlerde fiber-matriks ara yüzeyinin hasar mekanizmaları ve mekanik özelliklere etkisi 445
The effects of matrix-fibre interface on the damage mechanisms and mechanical properties of continuous alumina fibre-reinforced multilayer ceramic matrix composites
Cengiz KAYA, Figen KAYA, Ted BUTLER, Krishan K. CHAWLA

An investigation on ITZ microstructure of the concrete containing waste vehicle tire 453
Mehmet EMİROĞLU, Servet YILDIZ, M. Halidun KELEŞTEMUR

Effect of extrusion process on ductility and fracture behavior of SiCp/ aluminum-alloy composites 460
Amir PAKDEL, H. FARHANGI, M. EMAMY

age

Sayfa/Page

361 Effect of hot extrusion temperature on particle breakage and fractography of silicon carbide-reinforced Al-6061 alloy composite materials 470
Amir PAKDEL, H. FARHANGI, M. EMAMY

369 Yapıştırma bağlantılarının dayanımı üzerine kürleşme basıncının etkisi 470
The effect of curing pressure on the strength of adhesively bonded joints
Murat Demir AYDIN, Şemsettin TEMİZ, Adnan ÖZEL

380 Biçimlenebilen magnezyum alaşımlardan kaynaklı birleştirmelerin yorulma dayanımı değerlendirmelerinde mikro-destek etkisi konseptinin uygulanması 480
Application of the micro-support concept for assessment of the fatigue strength of the welded joints of the magnesium wrought alloy AZ31
Özler KARAKAŞ, Alper GÜLSÖZ, Christoph MORGENSTERN, C. Morris SONSINO,
390 Martin VOGT, Klaus DILGER

Sürtünme karıştırma kaynağı ile birleştirilen polietilen levhalarda kaynak bölgesi özelliklerinin belirlenmesi 490
Determination of welded zone properties on friction stirs welded polyethylene sheets
Armağan ARICI, Alpay Tamer ERTÜRK

401 A parametric study on fatigue life behavior of spot welded joints 498
Ahmet Hanifi ERTAŞ, Fazıl Önder SÖNMEZ

Horizontal split-web fractures of flash butt welded rails 509
409 Hassan FARHANGI, Seyed Mostafa MOUSAVIZADEH

Investigation of the effects of aging on the room and high temperature tensile properties and fracture of stainless steel 316L weld metal 518
415 Asadollah KARIMIYAN, Hassan FARHANGI and Ali Amari ALLAHYARI

Filaman sarım kompozit boruların mix moda göre statik iç basınç altındaki hasar davranışı 527
Failure behavior of filament wound composite pipes under static internal pressure according mix
422 *mode*
Hüseyin ARIKAN

Bir ambulansa ait direksiyon çolak kolunun hasar analizi 534
435 *Failure analysis of a steering arm at an ambulance*
Ali GÖKŞENLİ, Barlas İ. ERYÜREK

Dizel otomobil pompa milinin yorulma kırılması analizi 544
445 *Fatigue failure analysis of diesel automobile pump axle*
Mustafa YAŞAR

Pim bağlantılı tabakalı kompozit plakada ön gerilme momenti ile geometrik parametre değişiminin hasar analizine etkisi 554
Effect of preload moment and geometrical parameters to failure behavior of pin-loaded laminated
453 *composite plates*
Yeliz PEKBEY

460 An investigation on failure analysis of titanium gas turbine compressor blades 563
H. Sepehri AMIN, A. KERMANPUR, S. Ziaei RAD, H. FARHANGI, M. MOSADDEGHFAR

	Sayfa/Page
Fractographic and microstructural investigation of the failure of high temperature Nimonic 80a insert bolts Hassan FARHANGI, Peyman SAMIMI	570
Fractographic investigation of the failure of second stage gas turbine blades Hassan FARHANGI, Ali Asghar FOULADI MOGHADAM	577
Fractographic investigation of failures in 316L stainless steel orthopedic condylar blade plate Fariba NAGHDI, Hassan FARHANGI, Maryam ZAHIRI AZAR, Ali AMMARI ALLAHYARI	585
Çeşitli kaynaklardan farklı seviyelerde çinko içeren rasyonlarla beslenen japon bıldırcınlarının kemik biyomekanik özellikleri *Bonebiomechanical characteristics of Japanese quails fed diets with different levels of zinc from various sources* Yılmaz BAHTİYARCA, Anakız KOLAŞ, Mesut UYANER	593
Kür süresinin betonun kırılma parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi *Investigation of effect of curing time on fracture parameters of concrete* Kürşat Esat ALYAMAÇ, Ragıp İNCE	600
Kısa çevrimli yorulma çatlaklarının tahribatsız muayene yöntemi ile incelenmesi *Detection of low cycle fatigue cracks by non destructive inspection* Mehmet ŞİMŞİR, Alpay ANKARA	610
Kompozit demiryolu fren balatalarının sürtünme ve aşınma özellikleri *Friction and wear properties of composite railway brake linings* Ahmet TOPUZ, Ergin KORMAZ, Polat TOPUZ	619
Betonun çarpma mukavemetinin tesbiti *Determination of impact strength of concrete* Erdinç ARICI, Resul DURSUN, Ragıp İNCE	628
Geleneksel betonda nem oranı-kırılma parametreleri ilişkisinin belirlenmesi *Determination of relationship between moisture rate and fracture parameters for conventional concrete* Kürşat Esat ALYAMAÇ, Ragıp İNCE	634
SAE 304L çeliklerin tek V alın kaynak dikişinde porozitenin ultrasonik yöntemle optimum tespiti *Optimum ultrasonic inspection conditions of single V butt-welded SAE 304L austenitic stainless steels* Memduh KURTULMUŞ, Onur FİDANER, A.İrfan YÜKLER	644
Yağ analiz programı ile aşınmaya bağlı hasar analizi *Destruction analysis depend on the wearing with oil analysis program* Burak GÖKALP, H. İbrahim SARAÇ, Cenk ÇELİK	651
Tekrarlanan gaz nitrasyon işleminin AISI H13 ekstrüzyon kalıbının kırılma hasarına etkisi *Effect of repeated gas nitriding on the gross cracking failure of H13 extrusion dies* Nazım Özkan ASAN	665
Fracture under initial stresses acting along cracks: Approaches, Concepts and Results A.N. GUZ, V.M. NAZARENKO	677

ge
70

Sayfa/Page

Asymptotical solving behavior in fracture mechanics problem for near-surface crack under initial stresses 696
M.V. DOVZHYK, V.M. NAZARENKO

77

Çelik tel takviyeli lamel grafitli dökme demirin kırılma davranışının incelenmesi 700
Investigation of fracture behavior of steel fiber reinforced lamellar graphite cast iron
Mehmet ŞİMŞİR

85

93

00

10

19

628

634

644

651

665

677

BİLİM KOMİTESİ / SCIENTIFIC COMMITTEE :

Surkay AKBAROV	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University
Ahmet AVCI	Selçuk Üniversitesi / Selçuk University
Hüseyin ÇİMENOĞLU	İstanbul Teknik Üniversitesi / İstanbul Technical University
Mustafa DORUK	Orta Doğu Teknik Üniversitesi / Middle East Technical University
A.N.GUZ	Ukranian Acad. of Science
Şadi KARAGÖZ	Kocaeli University
Eyüp Sabri KAYALI	İstanbul Technical University
Mustafa KOÇAK	GKSS Res. Cent.
B.M. NAZARENKO	Ukranian Acad. of Science
Galip SAİD	Kocatepe Üniversitesi / Kocatepe University
Necati TAHRALI	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University
Ahmet TOPUZ	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University
Hikmet ÜÇIŞIK	Boğaziçi Üniversitesi / Bosphorus University
Ahmet ÜNAL	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University
Nazmiye YAHNİOĞLU	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University
Paşa YAYLA	Kocaeli Üniversitesi / Kocaeli University
Mehmet YÜKSEL	Pamukkale Üniversitesi / Pamukkale University
Öktem VARDAR	Işık Üniversitesi / Işık University
Sakin ZEYTİN	Sakarya Üniversitesi / Sakarya University

DÜZENLEME KURULU / ORGANIZING COMMITTEE

Mustafa DORUK	Orta Doğu Tek. Üniversitesi / Middle East Technical University
Ahmet TOPUZ	Yıldız Tek. Üniversitesi / Yildiz Technical University
Şadi KARAGÖZ	Kocaeli Üniversitesi / Kocaeli University
Surkay AKBAROV	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University
Ahmet AVCI	Selçuk Üniversitesi / Selçuk University
Eyüp Sabri KAYALI	İstanbul Tek. Üniversitesi / İstanbul TTechnical University
Halidun KELEŞTİMUR	Fırat Üniversitesi / Fırat University

YÜRÜTME KURULU / EXECUTIVE COMMITTEE

Prof. Dr. Ahmet TOPUZ	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University
Assit Prof.Dr. Ergün KELEŞOĞLU	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University
Assist.Prof.Dr. Reşat KÖŞKER	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University
Resarch Assist. Murat DANIŞMAN	Yıldız Teknik Üniversitesi / Yildiz Technical University

8. ULUSLARARASI KIRILMA KONFERANSI

BİLDİRİLER KİTABI

PROCEEDINGS OF THE

8th INTERNATIONAL FRACTURE CONFERENCE

07-09 KASIM / NOVEMBER 2007

Editörler / Editors:

Ahmet TOPUZ

Ergün KELEŞOĞLU **Murat DANIŞMAN**

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY

İSTANBUL, TURKEY