

Plastik Enjeksiyon Kalıplılığında Üründeki Kaynak Yeri Probleminin Deneysel Olarak İncelenmesi

Babür Özçelik
Yrd. Doçent

Tasarım ve İmalat Mühendisliği
Bölümü Gebze Yüksek Teknoloji
Enstitüsü, 41400 Gebze/Kocaeli

Recep Uyaroğlu
Teknik Öğretmen

Gebze Endüstri Meslek Lisesi,
Tesviye Bölümü
41400 Gebze/Kocaeli

Bu çalışmada, plastik enjeksiyon kalıplama metoduyla üretilen parçaların üstünde meydana gelen ve plastik ürünlerin görünümünü ve dayanımını önemli ölçüde etkileyen kaynak yeri problemi incelenmiştir. Değişik şekillere sahip iki parçayı aynı anda basabilen bir enjeksiyon kalıbı tasarlanılmış ve üretimi yapılmıştır. Plastik parçalarda kaynak yerine etki eden; ütüleme süresi, enjeksiyon basıncı ve enjeksiyon süresi gibi parametrelerin farklı değerleri için numuneler elde edilmiştir. Örnek parçaların kaynak yerleri mikroskopta incelenmiş ve MPI analiz programından elde edilen kaynak yeri koordinatlarıyla, deneysel olarak elde edilen kaynak yeri koordinatları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak; yükseltile ütüleme süresi, enjeksiyon basıncı ve enjeksiyon süresinin parçaların üstünde meydana gelen kaynak yerinin genişliğini ve yerini olumlu etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Plastik Enjeksiyon Kalıplılığı, Kaynak Yeri, Ütüleme Zamanı, Enjeksiyon Basıncı, Enjeksiyon Süresi

GİRİŞ

Kaynak yerleri (arayüz); kalıp boşluğu içerisinde, dolun aşaması esnasında plastik ergiyik akışının birden fazla sayıya bölünerek tekrar birleşmesi sonucunda meydana gelir.

Plastik malzemelerdeki kaynak yerleri; genellikle estetik (görsel) olumsuzluğun ve mekanik zayıflığın bir göstergesidir. Kalıp içerisinde akan plastik eriyiğin akış önleri yuvarlaktır. Şekil 1'de görüldüğü gibi, bu yuvarlak akış önleri karşılaştıklarında düzleşerek, birbiriyle birleşir [1]. Bu birleşme, yüksek viskoziteli akan plastik eriyiğin ön kısmının çekilmesine sebep olur. Eğer sıcaklık ve basınç yeterli değilse; akan eriyiğin ön kısımlarının köşeleri tamamen birleşemez ve bu da kaynak yerinin eksik oluşmasına neden olur. Hareket eden (akan) plastik ergiyik önünün fiskiye akış özelliği, karşılamak iki akışın önünde, ön şekli düzenlenmemiş moleküller yaratır. Bu tamamlanmamış moleküller, karışma ve kaynama yüzeyi boyunca homojen bir yapı oluşumunu engeller ve parçadaki kaynak yerinin, kaynak yerinin bulunmadığı bölgeye göre daha dayanıksız olmasına neden olur [2].

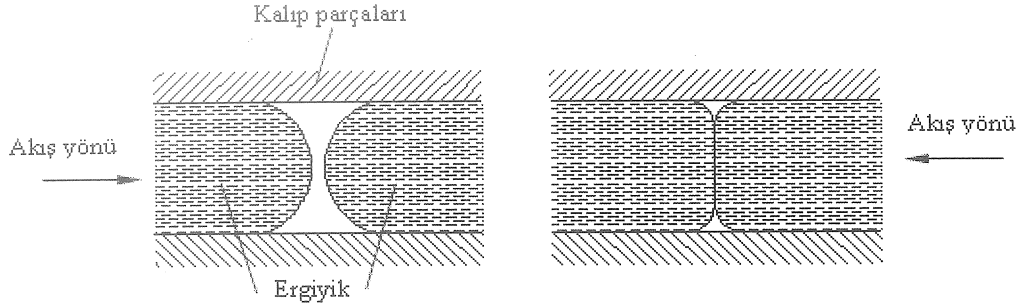
Eğer enjeksiyonda kullanılan plastik hammaddelerin içerisinde katkı maddesi varsa (örneğin; renk pigmenti); bu katkı maddelerinin kaynak yerine yakın yönelmesi ihtimali vardır. Bu aynı zamanda kaynak yerine yakın yerde renk

değişimine neden olur. Parçanın görünümünü etkileyen de bu renk değişimidir [3]. Cam elyafları ile PS karıştırılarak yapılan malzemede, kaynak yeri boyunca taneciklerin daha çok toplandığı tespit edilmiştir [4].

Kaynak yerleri yüzeysel bir çizgi değildir [5]. Kaynak yerleri kalıplanan parça içerisinde bir hat boyunca oluşurken; parçanın yüzeyinde küçük V kırıkları (izleri) şeklinde oluşabilir [3].

Kaynak yerinin incelenmesi üzerine yapılan çalışmalarda, farklı malzemeler için farklı parametreler kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda daha çok kaynak yerinin dayanımı incelenmiştir. HDPE/PA6 karışımı plastik malzemenin üretilen bir üründe kaynak yerinin mekanik özellikleri ve yapısı arasındaki ilişki incelenmiştir [6]. Kaynak yerlerini; kalıplanan parçaların malzemesinin [7,8], tasarımının (duvar kalınlıkları [9], giriş yeri ve sayısı [3,10-12]), ergiyik ısısının, enjeksiyon hızının ve kalıp ısısının etkilediği belirlenmiştir [8,10-16].

Kaynak yerleri yazılımlar kullanılarak da incelenmiştir. PS malzemedeki kaynak yeri performansının tahmin yoluyla elde edildiği gösterilmiştir [17]. Bir çalışmada, CAE yazılımı, ürün geliştirilmesi esnasında tasarımın potansiyel problemi olan kaynak yerini bulmak için kullanılmıştır [2].



Şekil 1. Plastik eriyiğin akış önlerinin birleşmesi.

Bu araştırmada; enjeksiyonla kalıplama yöntemiyle elde edilen parça üzerinde meydana gelen kaynak yerlerini ve fiziksel ölçülerini etkileyen enjeksiyon şartlarından; ütleme süresi, enjeksiyon basıncı ve enjeksiyon süresi üzerinde deneysel bir çalışma yapılmıştır. Bu enjeksiyon şartlarının, parça üzerindeki kaynak yerlerine olan etkileri, kaynak izlerinin genişliklerinin mikroskop altında ölçülmesi yoluyla araştırılmıştır. Ayrıca Moldflow analiz programı kullanılarak ürün üzerinde oluşan kaynak yerinin ve şeklinin, deneyde elde edilen ürünle aynı olduğu tespit edilmiştir.

DENEYSEL ÇALIŞMA

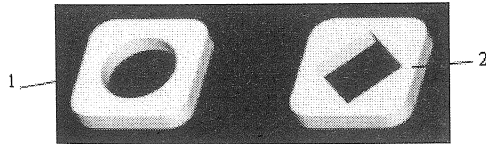
Plastik Malzeme Seçimi

Deneysel çalışma için seçilen, analizlerde ve parçaların kalıplanmasında kullanılan plastik malzemenin özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan plastik malzemenin özellikleri.

Ticari adı	Basell Polyolefins firmasının, Moplen RM6100 (PP: Polipropilen)
Kalıp ısısı	40 °C
Ergiyik ısısı	235 °C
Kalıp ısı değişimi	30 °C – 50 °C
Ergiyik ısı değişimi	200 °C – 270 °C
Kalıptan atılma ısısı	95 °C

Parça Tasarımı



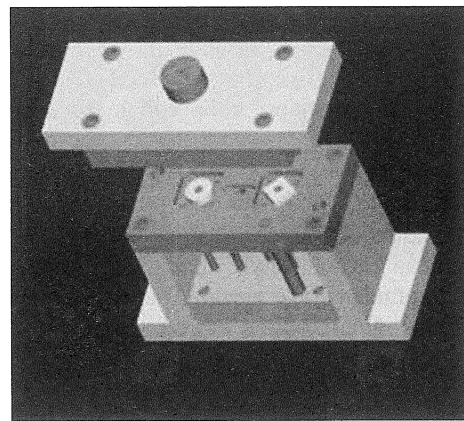
Şekil 2. Deneysel çalışma için tasarlanan parçalar:
1. Silindirik maçalı, 2. Kare maçalı.

Enjeksiyonda kalıplanacak parçalar; iki farklı şekilde tasarlandı. Bu parçaların her ikisinin de dış şekilleri, 5 mm kalınlıkta, 32 x 32 mm kare şeklinde ve kenarları 6 mm yarıçaplı kavisli yapıldı. İç kısımları ise; birinin 17 x 17 mm kare delik, diğersinin ise; 20 mm çapında yuvarlak delik olacak şekilde tasarlandı (Şekil 2). Bu delikler kaynak yeri oluşturmak için yapıldı.

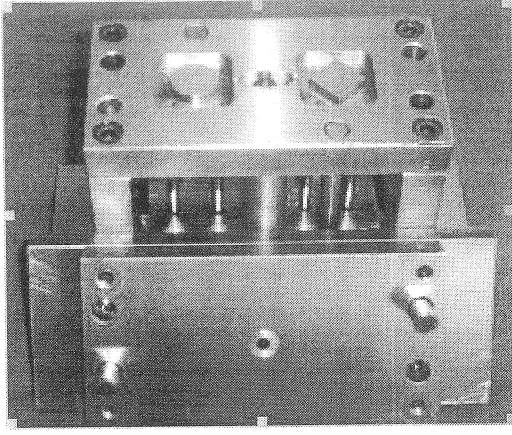
Kalıp Tasarımı

Kalıp tasarımı, tasarlanan parçaların her ikisi de aynı anda kalıplanacak şekilde yapıldı. Yani; bir tarafı kare delikli parçayı, diğer tarafı da yuvarlak delikli parçayı kalıplamak için, kalıp iki boşluklu olarak tasarlandı. Parçaların içindeki kare ve yuvarlak deliklerin oluşumunu sağlamak için tasarlanan maçalar sayesinde; plastik eriyik akışının ikiye ayrılması gerçekleştirildi. İkiye ayrılan plastik eriyik akışının diğer tarafta birleşmesiyle kaynak yeri oluşumu elde edildi.

Şekil 2 ve 3 de görülen parça ve kalıp tasarımları; ProEngineer 2001 ve AutoCad 2002 gibi tasarım programlarından yararlanılarak gerçekleştirildi. Daha sonra parçaya göre tasarlanan kalıbın üretimi yapıldı (Şekil 4). Şekil 3. Deneysel çalışma için tasarlanan plastik enjeksiyon kalıbı. Şekil 4. Üretilen plastik enjeksiyon kalıbı.



Şekil 3. Deneysel çalışma için tasarlanan plastik enjeksiyon kalıbı.



Şekil 4. Üretilen plastik enjeksiyon kalıbı.

PARÇALARIN ANALİZLERİ

Analizler, Moldflow Plastics Insight MPI 3.0 programında yapıldı. Bu analiz programında, dört farklı analiz yapıldı. Birinci ve ikinci parçaların analizleri, ütüleme süreleri birbirinden farklı, diğer parametreleri aynı olacak şekilde yapılmıştır. Üçüncü ve dördüncü parçaların analizleri ise; enjeksiyon basınçları ve enjeksiyon süreleri farklı, diğer parametreleri aynı olacak şekilde yapılmıştır.

Analizlerin Değerlendirilmesi

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlarda; kaynak yerinin kalitesine etki eden enjeksiyon parametreleri değerlendirilmiştir. Kaynak yeri ve dolayısıyla kalıplanan parçanın kalitesine etki eden bu parametreler; kalıbın tasarlanmasında, üretilmesinde ve parçanın kalıplanmasında da göz önünde bulundurulmalıdır.

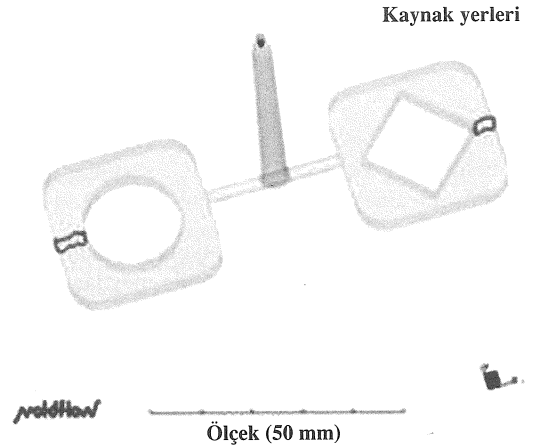
Ütüleme Süreleri Farklı Parçaların Analizleri

Ütüleme süreleri birbirlerinden farklı, diğer parametreleri aynı olan parçaların analizlerinde kullanılan kalıplama şartları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Bu kalıplama şartları doğrultusunda 1 ve 2 numaralı parçaların analizleri yapılmıştır. 1 ve 2 numaralı parçaların analizlerinden elde edilen sonuçlarının birbirinin aynısı olduğu görülmüştür.

Kaynak Yerleri

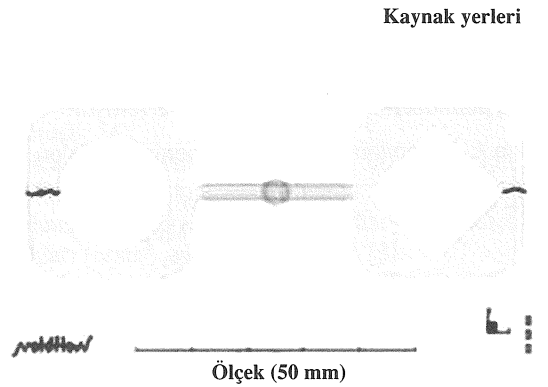
Yolluklardan geçerek girişten kalıp boşluğu içerisine akan plastik ergiyik önleri; kare ve yuvarlak maçalar tarafından ikiye ayrılmaktadır. İkiye ayrılan bu ergiyik önleri diğer tarafta birleşirler ve

birleştikleri bu bölgede kaynak yeri oluşur. 1 ve 2 numaralı parçaların kaynak yerleri tasarlandığı gibi girişin karşı tarafında akış önleri buluşacak şekilde olmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. 1 ve 2 numaralı parçaların kaynak yerleri.

Kaynak yerlerinin üstten görünüşü Şekil 6'da görülmektedir. Bu parçalardaki kaynak yerleri dümdüz bir hat olarak oluşmamaktadır.



Şekil 6. 1 ve 2 numaralı parçaların kaynak yerlerinin üstten görünüşü.

Enjeksiyon Basınçları ve Enjeksiyon Zamanları Farklı Parçaların Analizleri

Enjeksiyon basınçları ve enjeksiyon zamanları birbirlerinden farklı, diğer parametreleri aynı olan parçaların analizlerinde kullanılan kalıplama şartları Çizelge 3.'de gösterilmektedir.

Çizelge 2. Ütüleme süreleri birbirlerinden farklı parçaların analizlerinde kullanılan kalıplama şartları [18].

Deney No	Kalıp ısısı °C	Ergiyik ısısı °C	Enj. Basıncı (Mpa)	Enj. Süresi (s)	Enj. Hızı (mm/s)	Ütüleme Basıncı (Mpa)	Ütüleme Süresi (s)	Soğuma Süresi (s)
1	40	235	8	1	20	10	4	20
2	40	235	8	1	20	10	6	20

Çizelge 3. Enjeksiyon basınçları ve enjeksiyon süreleri birbirlerinden farklı parçaların analizlerinde kullanılan kalıplama şartları [18]

Deney No.	Kalıp ısısı °C	Ergiyik ısısı °C	Enjek. Basıncı (Mpa)	Enjek. Süresi (s)	Enjeksiyon Hızı (mm/s)	Ütüleme Basıncı (Mpa)	Ütüleme Süresi (s)	Soğuma Süresi (s)
3	40	235	3	5	30	5	5.2	20
4	40	235	4	2	30	6	5.2	20

Bu kalıplama şartları doğrultusunda 3 ve 4 numaralı parçaların analizleri yapılmıştır. MPI analiz programının kapasitesi gereği, analizlerde kaynak yerinin plastik numuneler üzerinde nerede olduğu belirlenebilmiştir. Kaynak yerinin fiziksel ölçüleri bu analiz programıyla elde edilememektedir.

3 ve 4 numaralı parçaların kaynak yerlerinin 1 ve 2 numaralı parçaların kaynak yerleriyle aynı yerde ve aynı biçimde oluştuğu analizler sonucunda görülmüştür.

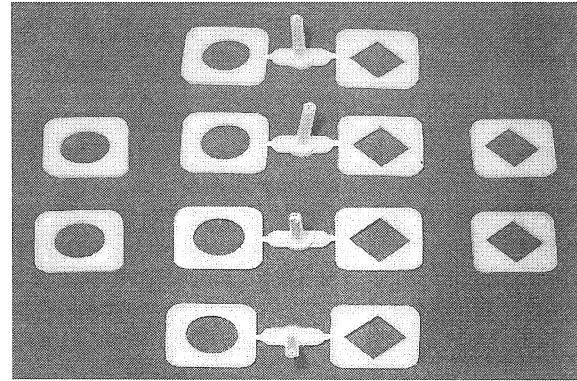
PARÇALARIN PLASTİK ENJEKSİYON YÖNTEMİYLE KALIPLANMASI

Parçalar, analizlerde de kullanılan kalıplama parametreleri doğrultusunda, Engel E-O3 enjeksiyon makinasında kalıplanmıştır. Bu makinanın genel özellikleri; Enjeksiyon basıncı (max.): 160 bar, Enjeksiyon ütüleme basıncı: 160 bar, Enjeksiyon hızı (max.): 154 mm/sn, Kapama kuvveti: 90 ton, Ocak sıcaklığı: 500 °C, Kalıp aralığı: 310 mm, İtici mesafesi: 100 mm, İtici basıncı (max.): 100 bar. Çalışmada kalıplanan ürünler Şekil 7'de gösterilmektedir.

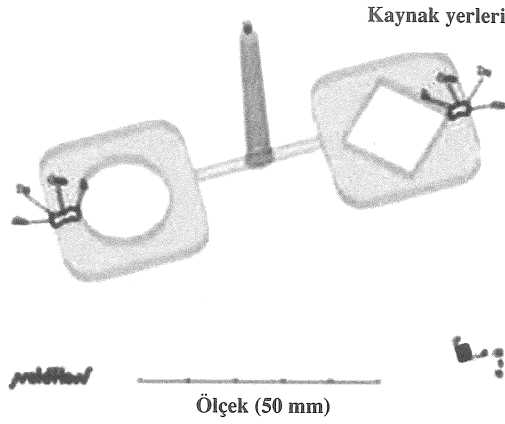
PARÇALARIN KAYNAK YERLERİNİN MİKROSKOPTA İNCELENMESİ

Parçaların üzerindeki kaynak yerlerinin incelenmesi; Wolpert Testor 2100 sertlik ölçme

cihazının mikroskobunda; 200 kat büyütülerek yapılmıştır. Parçaların üzerindeki kaynak yeri genişlikleri bakımından dört noktadan incelenmiştir. Bu yerler Şekil 8'de görüldüğü gibi iç, orta, dış ve alın olarak isimlendirilmiştir. Aynı ayrı isimlendirilen bu kısımlardan kaynak yeri görüntüleri alınmıştır. Elde edilen bu resimler üzerinde kaynak yeri boyunca iki ölçü alınmıştır. Bu ölçülerin ortalaması, o bölge için bir değer kabul edilmiştir. Bu şekilde elde edilen kaynak yerinin belirli bölgelerindeki genişlik değerleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır.



Şekil 7. Kalıplanan parçalar.



Şekil 8. Parçalardaki kaynak yerlerinin genişliklerinin incelendiği dört nokta.

Ütüleme Süreleri Farklı Parçaların Kaynak Yerlerinin Mikroskopta İncelenmesi

Ütüleme süreleri farklı parçaların kaynak yerleri üzerinde, dört yerden alınan kaynak yeri genişlik değerleri Çizelge 4'te görülmektedir. Elde edilen bu

değerler sonucunda, ütüleme süresi % 50 daha fazla olan kare ve yuvarlak delikli 2 numaralı parça üzerinde kaynak yeri genişliği, 1 numaralı parçadaki kare maçalıya göre % 23, silindirik maçalıya göre ise % 51 oranında azalarak gerçekleşmiştir (Numune üzerinde iç noktadan alınan değerler için).

ENJEKSİYON BASINÇLARI VE ENJEKSİYON SÜRELERİ FARKLI PARÇALARIN KAYNAK YERLERİNİN MİKROSKOPTA İNCELENMESİ

Enjeksiyon basınçları ve enjeksiyon süreleri farklı parçaların kaynak yerleri üzerinde, dört yerden alınan kaynak yeri genişlik değerleri, Tablo 5'te görülmektedir. Elde edilen bu değerler sonucunda, enjeksiyon basıncı ve enjeksiyon süresi daha yüksek olan, kare ve yuvarlak delikli 4 numaralı parça üzerinde, kaynak yerinin diğer parçadan daha iyi oluştuğu görülmektedir. 3 numaralı parçaya göre, 4 numaralı parça için enjeksiyon basıncı % 25 artırıldığı ve enjeksiyon süresi % 60 oranında azaltıldığı zaman, 4 numaralı parçada kaynak yeri genişliği kare maçalıda % 10 ve silindirik maçalıda % 61 oranında azaldığı görülmüştür (Numune üzerinde iç noktadan alınan değerler için).

Çizelge 4. Ütüleme süreleri (1 numaralı parça için 4 s, 2 numaralı parça için 6 s) farklı parçaların kaynak yerleri üzerinde, dört yerden alınan kaynak yeri genişlik değerleri [18].

Deneme	İç (μm)	Orta (μm)	Dış (μm)	Alın (μm)
1. Kare maçalı	7,4	12,7	4,3	44,1
2. Kare maçalı	5,7	11,8	3,6	16,7
1. Silindirik maçalı	7,5	8,7	7,1	12,7
2. Silindirik maçalı	3,8	5,5	3,4	8,2

Çizelge 5. Enjeksiyon basınçları (3 numaralı parça için 3 MPa ve 4 numaralı parça için 4 MPa) ve enjeksiyon süreleri (3 numaralı parça için 5 sn ve 4 numaralı parça için 2 sn) farklı parçaların kaynak yerleri üzerinde, dört yerden alınan kaynak yeri genişlik değerleri [18].

Deneme	İç (μm)	Orta (μm)	Dış (μm)	Alın (μm)
3. Kare maçalı	10,2	14,9	7,8	47,6
4. Kare maçalı	9,2	14	5,4	45,5
3. Silindirik maçalı	22,7	33,5	74	149,7
4. Silindirik maçalı	8,9	12,2	8,7	43

Plastik enjeksiyonda kalıplanan parçaların görünümünü ve dayanımını etkileyen önemli problemlerden birisi olan kaynak yerleri üzerine yapılan bu çalışmada; Moldflow Plastics Insight MPI 3.0 programında yapılan analizler ile Wolpert Testor 2100 sertlik ölçme cihazının mikroskopunda yapılan gözlemler sonucunda; kaynak yerlerinin, MPI yazılımınca önerilene yakın yerde ve benzer şekilde olduğu görülmüştür. Parçalar üzerindeki kaynak yerleri kalıp boşluk girişinin tam karşısında, kıvrımlı bir hat olarak meydana gelmektedir.

Ayrıca; yükseltile ütüleme süresi, enjeksiyon basıncı ve enjeksiyon süresinin, parçaların üstünde meydana gelen kaynak yerlerinin genişliğini azalttığı ve dolayısıyla parçanın kaynak yeri görünümünü ve dayanımını da olumlu etkilediği görülmüştür.

Ütüleme süresinin artırılmasıyla ütüleme basıncı altında, kalıp içerisine giren ergiyik malzeme artırılmış olur. Dolayısıyla, kaynak yerlerine daha fazla malzemenin gitmesi sağlanır. Kaynak yerlerine daha fazla giden ergiyik malzeme kaynak yerlerinin genişliğinin azalmasına neden olur. Bu da kaynak yerlerinin ve kalıplanan parçanın, görünüm bakımından daha iyi olmasını sağlar.

Enjeksiyon basıncı ve enjeksiyon süresinin artırılması ile kalıp içerisine daha yüksek basınçla, daha fazla ergiyik malzeme girmesi sağlanmış olur. Daha yüksek basınçla ve daha fazla miktarda ergiyik malzemenin kalıp içerisine girmesi, yüksek ısıya sahip olması nedeniyle kaynak yerlerini olumlu yönde etkiler. Böylece; kalıplanan parçanın kaynak yerlerinin daha kaliteli oluşması sağlanır.

Aynı şartlarda kalıplanan daire ve kare kesitli maçalara sahip ürünlerden, yuvarlak kesite sahip olanlarda oluşan kaynak yerinin genişliğinin, çalışmada kullanılan enjeksiyon parametrelerinden çok etkilendiği ve kare kesitli maçaya göre daha az olduğu görüldü.

TEŞEKKÜR

Yazarlar; kalıp tasarımındaki yardımlarından dolayı Gebze Endüstri Meslek Lisesi Kalıp Bölümü Öğretmenleri'ne, kalıplanacak parçaların analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Araş. Gör. Tuncay ERZURUMLU'ya, parçaların kalıplanmasında yardımcı olan FARPLAS Fabrikası çalışanlarına, üretilen parçaların mikroskopta incelenmesine yardımcı olan GYTE, Malzeme Mühendisliği Bölümü Teknisyeni Adem ŞEN'e teşekkür eder.

EXPERIMENTAL STUDY OF WEDDLINES IN PLASTIC INJECTION MOLDED PARTS

In this study, a weldline problem affected appearance and strength of plastic products produced using the plastic injection molding method was investigated. An injection mold having two different cavity shapes that can be capable of pressing two parts at the same time was designed and produced. Parameters for different values of packing time, injection pressure and injection time affected the weldline on plastic parts were evaluated and pressed. The weldlines were examined under microscope and compared with MPI analysis program. It was observed that increasing of packing time, injection pressure and injection time influenced the location and thickness of weldline on the parts.

Keywords: Plastic Injection Molding, Weldline, Packing time, injection pressure, Injection time

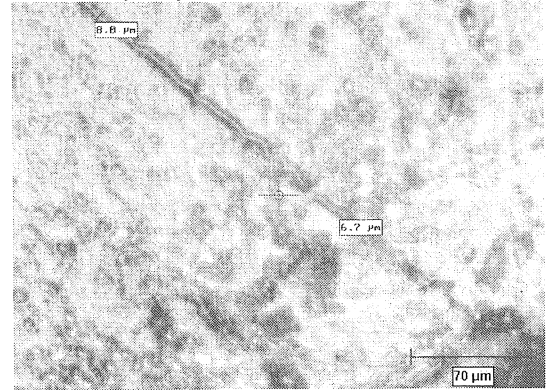
KAYNAKÇA

1. Mills N. J., *Plastics, Microstructure and Engineering – Applications – Second Edition*, pp. 133 – 134, 1993.
2. Hsieh T., Hsu D. C., Lin A. S., Day A. G., Chang R. Y., *Improvement of Pentium – II Connector Support Design By CAE Tool*, Hua-Seng Co., CoreTech System Co., National-Tsing Hua University, Taiwan, www.moldex3d.com/en/services/paper/antec/2000/0515.PDF
3. Yao D. G., Kim B., *Direct – Search – Based Automatic Minimization of Weldlines in Injection – Molded Parts*, *Polymer – Plastics Technology and Engineering*, 37 (4), pp. 509 – 525, 1998.
4. Ogadhoh S. O., Papathanasiou T. D., *On Microstructure At The Weldline in Injection Moulded Particulate Composites*, *Scripta Materialia*, Vol.37, No.8, pp. 1143 – 1149, 1997.
5. *GE Plastics Injection Molding Mini Guide*, pp. 65 – 66, 1998, www.geplastics.com
6. Fellahi S., Fisa B., Favis B. D., *Weldline Strength in Injection Molded HDPE / PA6 Blends: Influence of Interfacial Modification*, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol.57, pp. 1319 – 1332, 1995.
7. Tomari K., Harada T., Maekawa Z., Hamada H., Iwamoto M., Ukai A., *Fracture Toughness of Weldlines in Thermoplastic Injection Molding*, *Polymer Engineering and Science*, Vol.33, No.15, pp. 996 – 1001, 1993.

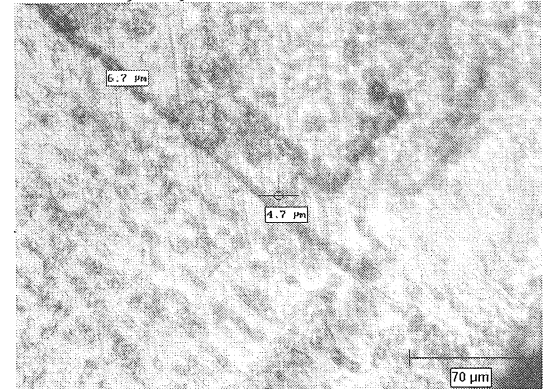
8. Beall G., Weldlines, www.immnet.com/articlelibrary/archive/getOneArticle.php3?getArtID=1577
9. Chun D. H., Cavity Filling Analyses of Injection Molding Simulation: Bubble and Weld Line Formation, *Journal of Materials Processing Technology*, 89-90, pp. 177 –181, 1999.
10. Kagan V. A., Optimized Mechanical Performance of Welded and Molded Butt Joints: Part I – Similarities and Differences, www.honeywell-plastics.com/literatu/techpapers/0064.pdf
11. Kagan V.A., “Optimized Mechanical Performance of Welded and Molded Butt Joints: Part II – Weld and Knit Lines Integrity”, www.honeywell-plastics.com/literature/techpapers/1063.pdf
12. Kagan V. A., Mazza J., Palley I., “Optimizing Mechanical Performance of Injection Molded Multiple Gated Rotating Thermoplastic Components: Part I – Consideration of Structural Analyses and Knit Line (Weldline) Effects”, www.honeywell-plastics.com/literature/techpapers/sae.pdf
13. Koster R. P., Importance of Injection Molding Parameters for Mechanical Performance of Cold Flow Weld Lines, *Journal of Injection Molding Technology*, Vol. 3, No. 3, pp. 154 – 158, 1999.
14. Chung Y. H., Kato K., Otake N., Melt Front Surface Asperity and Welding- Defect Generation in Ceramic Injection Molding, *Journal of Materials Processing Technology*, 111, pp. 219 – 224, 2001.
15. Hrishikesh, K., Turng L.-S., Spindler, R., Study of Weldline-Line Strength and Microstructure of Injection Molded Microcellular Parts, Paper Draft for SPE ANTEC 2002, pp. 1-5.
16. Merhar C. F., Beiter K. A., Ishii K., Weld-line Strenght in Injection Molded PVC Parts, The Ohio State University, Columbus, www.mml.stanford.edu/Research/Papers/1994/papers94
17. Kim S. G., Suh N. P., Performance Prediction of Weldline Structure in Amorphous Polymers, *Polymer Engineering and Science*, Vol.26, No. 17, pp. 1200 – 1207, 1986.
18. Uyaroğlu R., Plastik Enjeksiyon Kalıpcılığında Kaynak Yeri Probleminin (Weldline) incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Tasarım ve İmalat Müh. Böl., Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2003.

EK A.Ütüleme Süreleri Farklı Parçaların Kaynak Yerleri Üzerinde Çeşitli Yerlerdeki Kaynak Yeri Genişlikleri

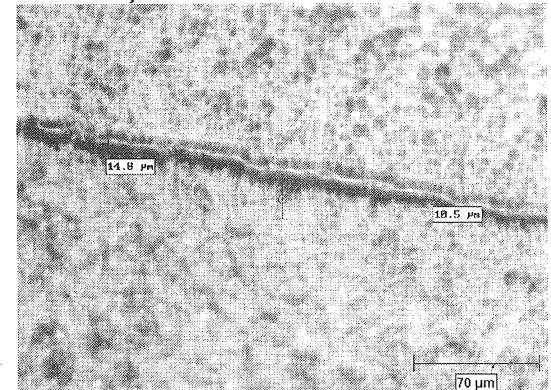
1 Kare maçalı iç



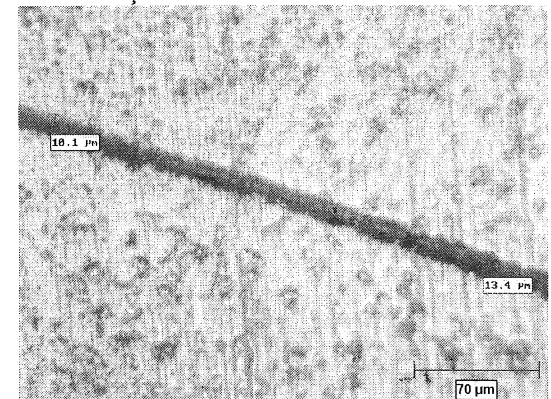
2 Kare maçalı iç



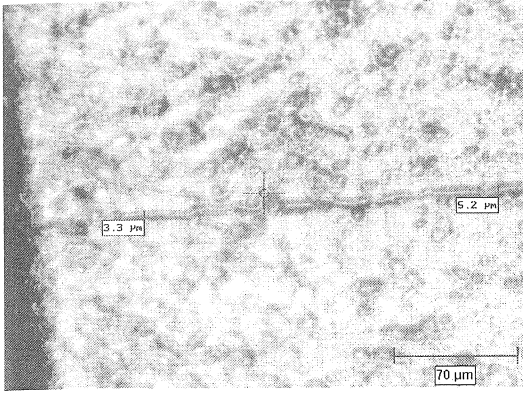
1 Kare maçalı orta



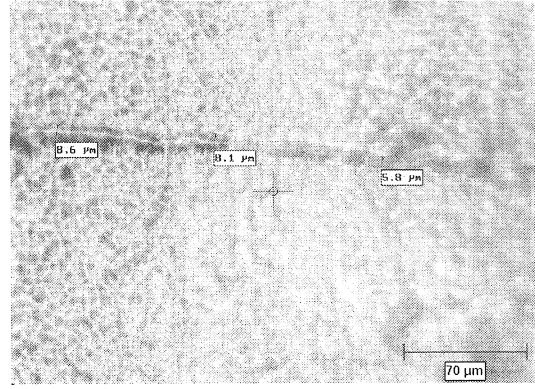
2 Kare maçalı orta



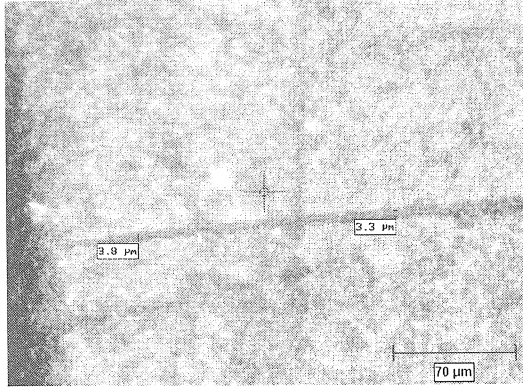
1 Kare maçalı dış



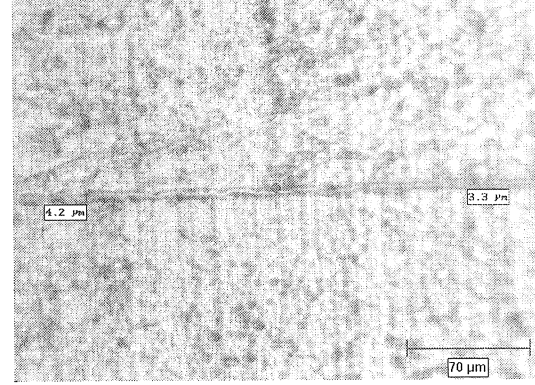
1 Silindirik maçalı iç



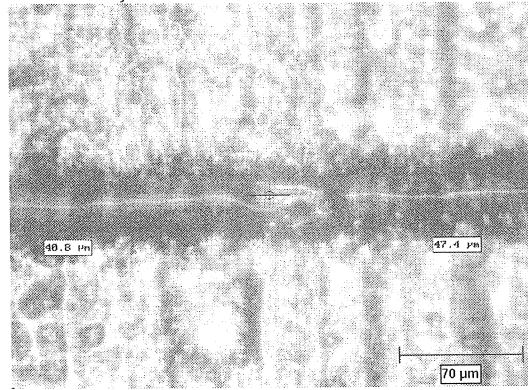
2 Kare maçalı dış



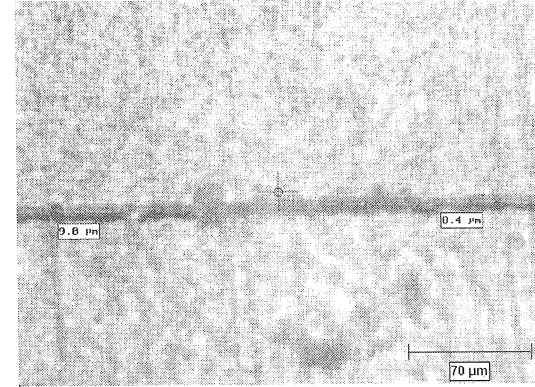
2 Silindirik maçalı iç



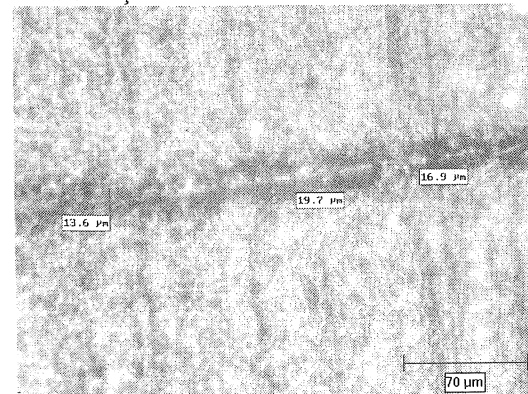
1 Kare maçalı alın



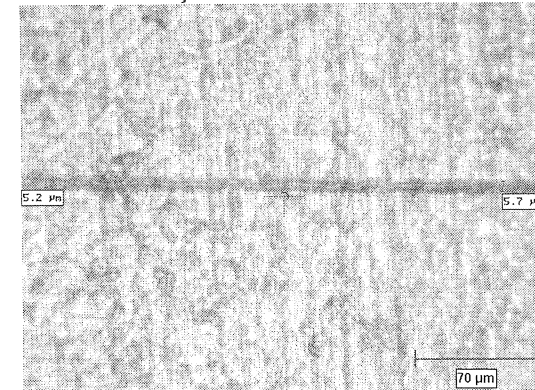
1 Silindirik maçalı orta



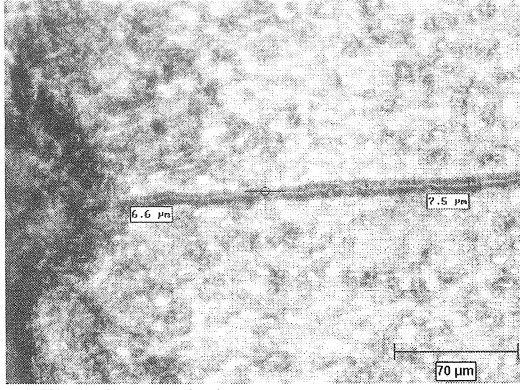
2 Kare maçalı alın



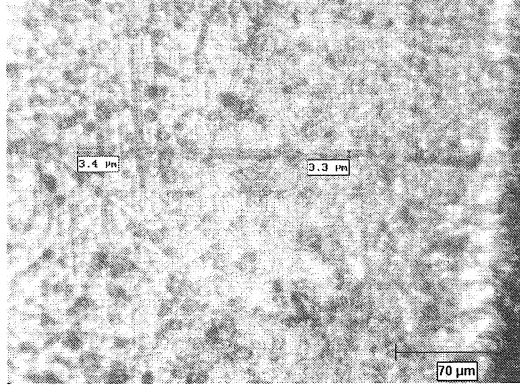
2 Silindirik maçalı orta



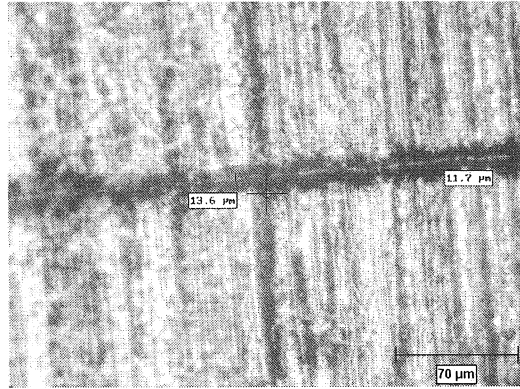
1 Silindirik maçalı dış



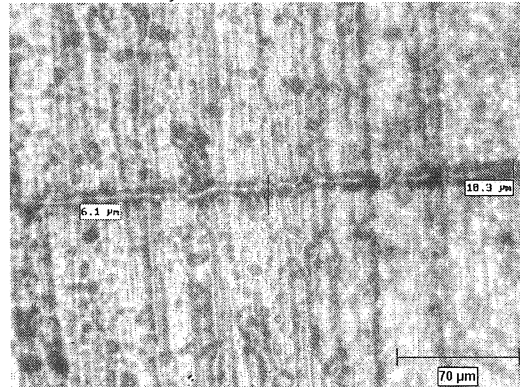
2 Silindirik maçalı dış



1 Silindirik maçalı alın

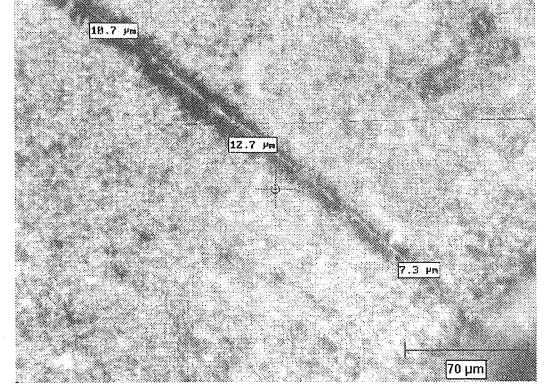


2 Silindirik maçalı alın

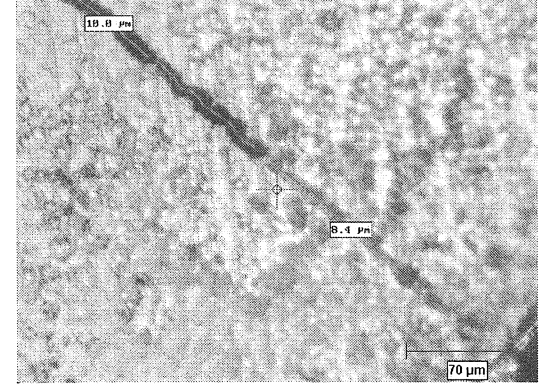


EK B. Enjeksiyon Basınçları ve Enjeksiyon Süreleri Farklı Parçaların Kaynak Yerleri Üzerinde Çeşitli Yerlerdeki Kaynak Yeri Genişlikleri

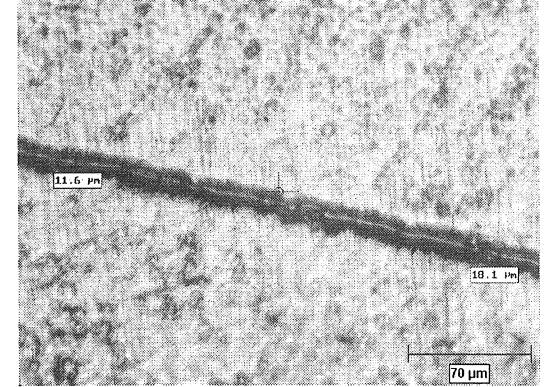
3 Kare maçalı iç



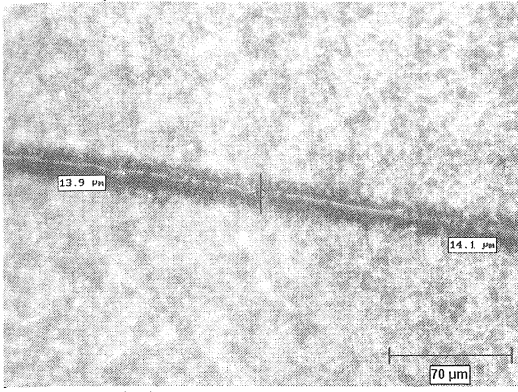
4 Kare maçalı iç



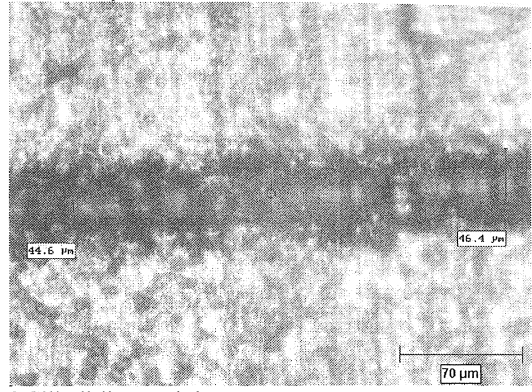
3 Kare maçalı orta



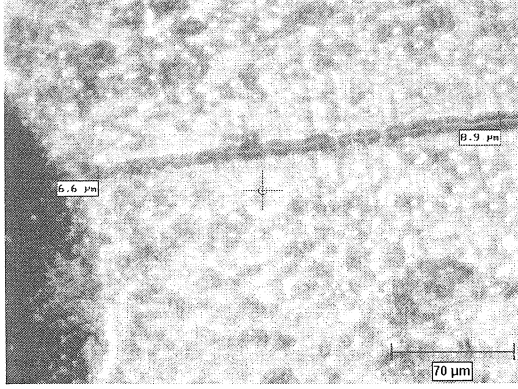
4 Kare maçalı orta



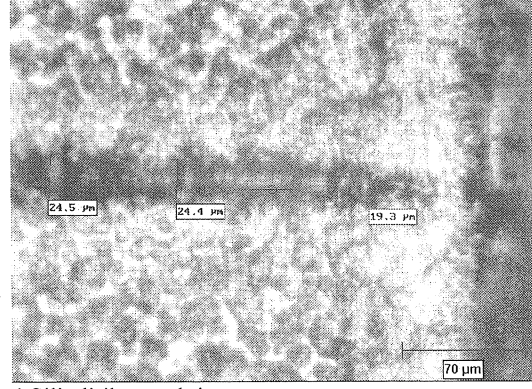
4 Kare maçalı alın



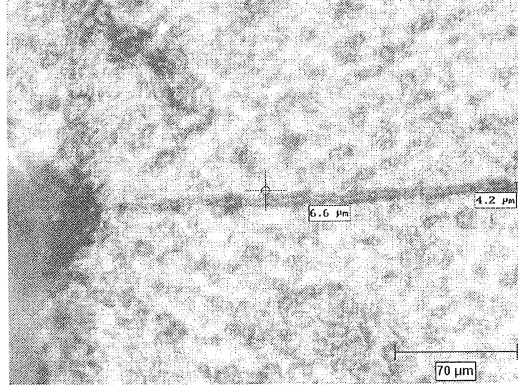
3 Kare maçalı dış



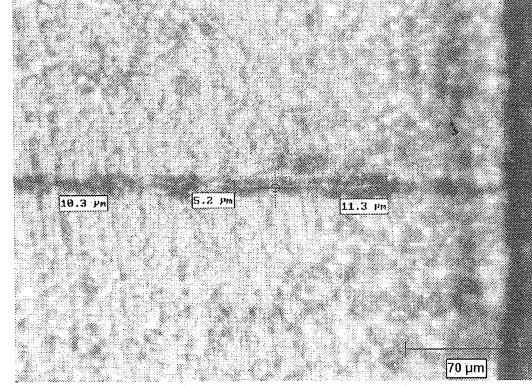
3 Silindirik maçalı iç



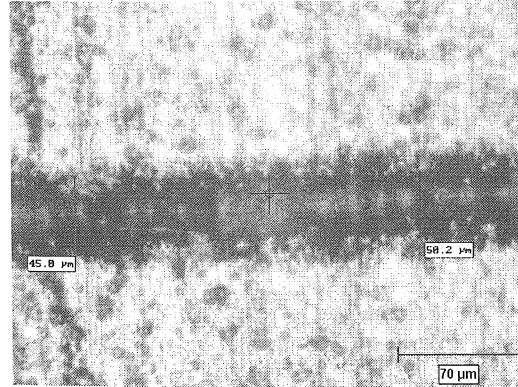
4 Kare maçalı dış



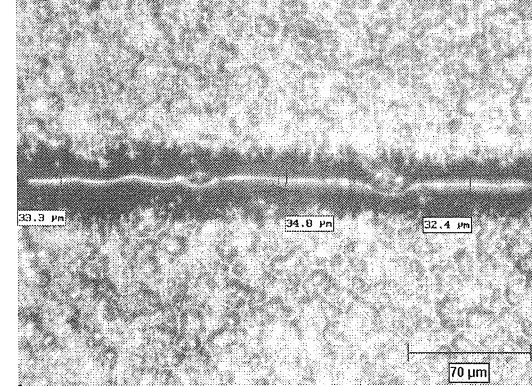
4 Silindirik maçalı iç



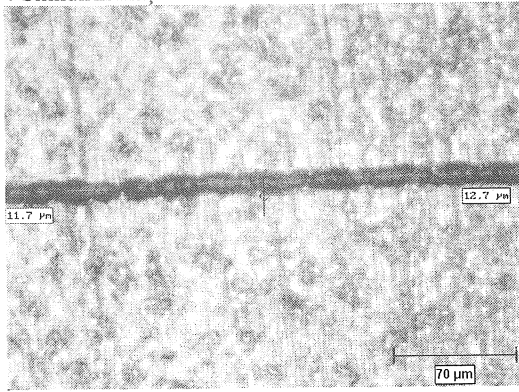
3 Kare maçalı alın



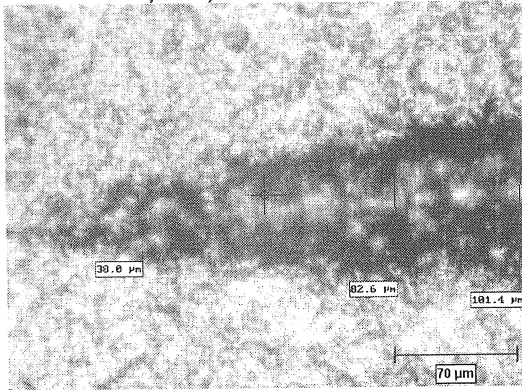
3 Silindirik maçalı orta



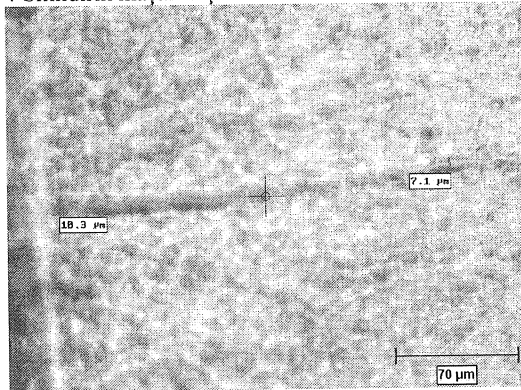
4 Silindirik maçalı orta



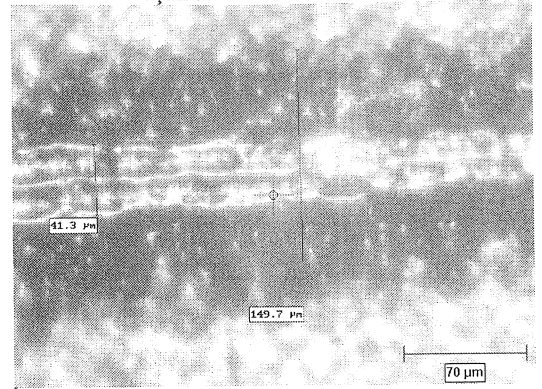
3 Silindirik maçalı dış



4 Silindirik maçalı dış



3 Silindirik maçalı alın



4 Silindirik maçalı alın

