

**SANAYİDE KARŞILAŞILAN DÖVME KUSURLARININ  
GÖRSEL OLARAK YORUMLANMASI**

**ÖMER ERSOY ALANYALI**  
**Yüksek Lisans Tezi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Makine Mühendisliği**  
**Anabilim Dalı**  
**Haziran 2006**

**THE STUDY OF EXPLICATION OF FORGING  
FAULTS WHICH COME UP  
IN THE MAIN INDUSTRIES**

**ÖMER ERSOY ALANYALI**  
**Thesis For The Degree Of Master Of Science**

**Department Of Mechanical Engineering**  
**June 2006**

**SANAYİDE KARŞILAŞILAN DÖVME KUSURLARININ GÖRSEL OLARAK  
YORUMLANMASI**

**ÖMER ERSOY ALANYALI**

**Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
İmalat ve Konstrüksiyon Bilim Dalı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr.ALİ MALKOÇ**

**HAZİRAN 2006**

Ömer Ersoy ALANYALI' nin YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “SANAYİDE KARŞILAŞILAN DÖVME KUSURLARININ GÖRSEL OLARAK YORUMLANMASI” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Yrd.Doç.Dr.Ali MALKOÇ

Üye : Prof.Dr.Orhan Şerif KOMAÇ

Üye : Yrd.Doç.Dr.Macid NURBAŞ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Ana sanayi tabir edilen büyük imalatçı otomotiv firmaları , artan kapasitelerinde maliyetlerini azaltmak için , kendileri üretmekten çok yan sanayileri vasıtasıyla ürün imalatı yoluna gitmektedirler . Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ve lojistik unsurlarında gelişimiyle bu büyük şirketlerde ; deniz aşırı yan sanayi kullanım oranları beklenenin çok üzerinde artmıştır . Bu avantaj gibi gözükmekte olan durum , kalite zamanlama ve hatalarıyla yitirilen her türlü vaktin dezavantaj haline dönüşmesi ile sonuçlanmaktadır . Firmalara bildirim aşamasından başlayıp , bir an evvel yapılacak doğru teşhisler vakit açısından hayati önem taşımaktadır . Aynı zamanda firmaların hata modları konusunda doğru teşhise aynı hızla reaksiyon vermeleride çok önemlidir .

Bu tez ana otomotiv sanayi ve yan sanayi imalat kalite çalışmalarında hata analizi ve belirlenmesine yardımcı olacak şekilde , dövme yoluyla üretilen parçaların kusurlarını görsel muayene yoluyla anlayabilmek için yapılan ve hata modlarının detaylı görüntü ve buna uygun açıklamalarını içermektedir . Bu tez yapılırken otomotiv sanayi açısından fayda katma değeri ön planda tutulmuş olup genel dövme kusurlarının yanısıra , az rastlanan ancak büyük problem yaratarak para ve zaman kaybına sebep olabilen kusurları da içermektedir .

Anahtar Kelimeler : Dövme , Hata , Otomotiv , Krank , Kam , Biyel

## SUMMARY

The big companies which are described as main industries in automotive are trying to eliminate high costs of production with choosing to use of suppliers for this job . Today with the logistic advantages the big company ratios who use subsupplier increased over the foregone . For improving the production this looks like an advantage but it's a secret disadvantage with quality and logistic timing failures . Beginning with urging the subsuppliers , until diagnosing the real cause most important variety is the time . At the same cycle the supplier's real timed reaction and preventive actions taken on time are the most important points for the health of the main automotive industry's production .

In this study for increasing production quality by helping with the diagnosis analysis of the forging faults easily with visual inspection of the detailed forging fault displayings also with their explanations and preventing ways from them in production . While doing this study expediency of main automotive industries are being held on the fore stage and also the faults of forging which could result with big money losts are studied especially .

Key Words : Forging , Defect , Visual , Automotive, Crankshaft , Camshaft , Conrod

## TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sırasında yol gösteren ve deneyimleri ile çalıőmalarımı yönlendiren danışmanım Sn.Yrd.Doç.Dr. Ali Malkoç'a , çalıőmalarımnda bilgi , olanak sağlayan Ford-Otosan alıőanı yönetici ve arkadaşlarıma son olarakta beni sürekli destekleyen aileme en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

Ömer Ersoy Alanyalı  
Eskişehir\_Haziran-2006

**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	ii
<b>SUMMARY</b> .....	iii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iv
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER</b> .....	vii
<b>1. Giriş ve Türkiye’de dövme sanayi gelişimi</b> .....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Türkiye’de dövme sanayi ve gelişimi.....	3
<b>2.Dövme esnasında oluşabilecek hatalar</b> .....	4
2.1 Kalınlığın fazla olması.....	4
2.2 Kalınlığın düşük olması.....	6
2.3 Malzeme yürümesi.....	6
2.4 Doldurmama.....	8
2.5 Tufal ve Yüzey kalitesi.....	11
2.6 Sertlik.....	14
2.7 Tane büyümesi(malzeme yanması).....	16
2.8 Katmer.....	17
2.9 Çatlak.....	20
2.10 Kaçıklık.....	26
2.11 Çapak.....	28
2.12 Çökme.....	29
2.13 Sıyırma.....	30
2.14 Saçak.....	31
2.15 Batma ve Ezilme.....	32
2.16 Eğrilme ve Burulma.....	33
2.17 Dekarbürüzyasyon.....	34
2.18 Şekil ve boyut hataları.....	35



**İÇİNDEKİLER (Devam)**

	<u>Sayfa</u>
2.19 Korozyon.....	41
2.20 Isıl işlem hatası.....	45
2.21 Chevron hatası.....	46
2.22 Yabancı maddelerden kaynaklanan hatalar.....	46
<b>3. Sonuç ve değerlendirme.....</b>	<b>50</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>51</b>

## ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Dövülmeye hazır İngot .....	3
Şekil 2.1 Dövme Çubukta birleşme hattı üzerinde parça dalgalanması.....	4
Şekil 2.2 Çubuk birleşme hattında şiddetli aşırı doldurmaya örnek.....	5
Şekil 2.3 Dövülen malzemenin kalın kalması sonucu parça kopması.....	5
Şekil 2.4 Kalınlığın düşük olması sonucu dövme parça üzerinde oluşan izler.....	6
Şekil 2.5 Kalınlığın düşük olması sebebiyle Biyelde oluşan boyutsal hata.....	7
Şekil 2.6 Şekil 2.6 Malzeme yürümesi değişik boyutlarda.....	8
Şekil 2.7 Biyelde Doldurmama hatasına örnekler.....	9
Şekil 2.8 Dövme parçada doldurmama hatası.....	10
Şekil 2.9 Biyelde tufalin temizlenmesi sonrası açığa çıkan hata.....	11
Şekil 2.10 Çubukta tufalin temizlenmesi sonrası açığa çıkan hata.....	12
Şekil 2.11 Tufal temizlendikten sonra biyelde açığa çıkan çizgiler.....	12
Şekil 2.12 Tufalden oluşan kötü yüzeye kranktan örnekler.....	13
Şekil 2.13 Parçanın sert olması sebebiyle hurda edilmesi gereken krank.....	14
Şekil 2.14.a)Normal tavlama ve sertlikte parçanın aldığı düzgün.....	14
Şekil 2.14.b)Parçanın sert olması sebebiyle gerilimlerden dolayı oluşan bozuk form..	14
Şekil 2.15 Parçanın sert olması sebebiyle proses sırasında oluşan deformasyonlar.....	15
Şekil 2.16 Tane büyümesi ve malzeme yanması sonucu oluşan deformasyonlar.....	16
Şekil 2.17 Biyelde katmer hatalarına örnekler.....	18
Şekil 2.18 Katmer oluşum kademeleri.....	19
Şekil 2.19 İngotta üretimden oluşan merkezi çatlak.....	21
Şekil 2.20 Vidada oluşan çatlak ve stereo mikroskop görüntüsü.....	21
Şekil 2.21 Çatlak nedeniyle dövme sonrası oluşan yüzeysel patlak.....	22
Şekil 2.22 Dövme sırasında oluşan çatlığa örnek.....	22
Şekil 2.23 Korozif etki sonucu alüminyum parçada başgösteren çatlama.....	23
Şekil 2.24 Dövme parçalarda oluşan çeşitli çatlaklara örnekler.....	24
Şekil 2.25 Krankta yüzeye penetran uygulaması ile gösteren çatlak.....	25
Şekil 2.26 Dövme parçada oluşan termal çatlığa örnek.....	25

## ŞEKİLLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.27 Dövme parçada oluşan termal çatlağa kranktan örnek.....	26
Şekil 2.28 Krankta kalıbın ekseninden sapması sonucu pallerde oluşan kaçıklık.....	27
Şekil 2.29 Soğuk dövmede kalıp pimlerinin ayarsızlığı kaynaklı parça kaçıklığı.....	27
Şekil 2.30 Dövme işleminde oluşan çapaklar.....	28
Şekil 2.31 Biyel dövme kalıbında deformasyon sonucu çökme oluşumu.....	29
Şekil 2.32 Özellikle yuvarlak hatta sahip dövmelerde sıyırma hatası.....	30
Şekil 2.33 Krank yüzeyinde sıyırma hatası.....	31
Şekil 2.34 Sıyırma sonrası oluşan saçak.....	31
Şekil 2.35 Biyelde batma hatası.....	32
Şekil 2.36 Krankta batma hatası.....	33
Şekil 2.37 Dövme parçada egrilme ve burulma.....	33
Şekil 2.38 Bazı dövme parçalarda dekarburizasyon hataları.....	34
Şekil 2.39 Dövme parçada katlama hatası.....	35
Şekil 2.40 Dövme parçada katlama hatası.....	36
Şekil 2.41 Katlama hatası sonucu oluşan iç hata.....	37
Şekil 2.42 Katlama hatası sonucu kırılma.....	37
Şekil 2.43 Çelik bir silindirin yığılmasında homojen olmayan şekil değişimi.....	38
Şekil 2.44 Fıçılama sonrası oluşan deformasyonlar.....	38
Şekil 2.45 Dövme parçada diş sarmasına sebep olan yüzey hatası.....	39
Şekil 2.46 Fıçılama deneyinde numundeki boyutsal ve malzeme deformasyonları....	40
Şekil 2.47 Dövme parçalarda korozif etki ve kırılma örnekleri.....	41
Şekil 2.48 Dövme parçalarda korozif etki.....	42
Şekil 2.49 Dövme parçada korozif etki sonrası kırılma başlangıcı.....	43
Şekil 2.50 Dövme parçalarda korozif etkilere örnekler.....	44
Şekil 2.51 Isıl işlem hatası sonucu oluşan deformasyonlar.....	45
Şekil 2.52 Chevron hatası sonucu ortaya çıkan kırılma izleri.....	46
Şekil 2.53 Yabancı maddelerin nüfuz etmesi sonucu krankta çıkan hatalar.....	47

**ŞEKİLLER (Devam)**

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.54 Yabancı maddelerin nüfuz etmesi sonucu dövme parçada çıkan hatalar....	48
Şekil 2.55 Yabancı madde sebebiyle kırılmış bir aks miline örnek.....	49

## 1. Giriş ve Türkiye’de dövme sanayi gelişimi

### 1.1 Giriş

Dövme, metalleri faydalı bir şekle sokmak için çekiç veya pres ile şekil verme işlemidir. İşlemin yapılması sırasında faydalanılan gereçlere göre dövme serbest dövme ve basma, kalıpla dövme ve basma olarak ikiye ayırmak mümkündür. Dövme plastik şekil verme işlemlerinin en eskisidir. ( Çapan , 2004 )

İş parçasına örs, çekiç, pres veya şahmerdan ile uygulanan kuvvetle dövme, yığma tesiri altında şekil vermeye ‘serbest dövme ve basma’ adı verilir.

Serbest dövme ve basma pahalı bir usuldür. Bununla beraber bu işleme esnasında malzemelerin özellikleri iyileştikinden, bazı hallerde diğerk şekil verme usullerine tercih edilir. Bu usulle imal edilecek olan parçaların mümkün olduğu kadar basit ve sayıları az olmalıdır. Karışık şekilli parçaların bu nedenle imali güç ve bazı hallerde de imkansızdır.

Sert malzemelerin dövme ve basma ile şekillendirilmesi, talaş kaldırarak işlemeyi zorlaştırır. Bu sebepten bu usulde mümkün olduğu kadar yumuşak malzemeler tercih edilmelidir. Serbest dövme ve basma ile imal edilmiş parçalarda yüzey düzgünlüğü iyi değildir. Parçaların birbiri üzerinde çalışan kısımlarının talaş kaldırarak işlenmesi gerekir. Bu bakımdan serbest dövme ve basma ile işlenecek parçalarda işleme payı bırakılır. Bu işleme payları genellikle aşağıdaki mertebelere dir:

Küçük parçalar 3 mm

Orta büyüklükteki parçalar 5-10 mm

Büyük parçalar 25-30 mm

( Çapan , 2004 )

Serbest dövme ve basmada iş parçalarının boyutları tam olarak tesbit edilemez. İş parçasının kendini çekmesi (tavlama sıcaklığına göre % 1 – 1,3) dövmede kullanılan aletlerin duyarlılığı da bu hususa geniş oranda etki eder .

Dövme prosesinde proses öncesi ve proses esnasında değişik hatalar sözkonusudur.

Bunlar ;

- Hammadde hataları ,
- Malzeme kesim aşamasında çıkan hatalar ,
- Malzeme ısıtma aşamasında çıkan hatalar ,
- Dövme sırasında ortaya çıkan hatalar ,
- Kalıptan kaynaklanan hatalar ;

olarak sıralanabilir .

Bunların yanında dövme prosesinde karşılaşılan ve burada bahsi geçecek olan hatalar dışında ortaya çıkan hatalarda mevcuttur . Bu kayıplar proses hatalarından ayrı olup üretim maliyetinin artmaması için minimum seviyede tutulmaları gerekir . Bunlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir .

Malzeme kesim işlemi sırasında oluşan kesme kayıpları ,  
Gereğinden fazla çıkan çapak kayıpları ,

Bu çalışmada dövme safhasında ortaya çıkan hatalar çeşitli görsel örneklemeler sunularak incelenmeye çalışılmıştır .

Bu çalışmanın hazırlanmasında çok çeşitli kaynaklardan yararlanılmış olup , kaynakları hazırlayıp kullanıma sunan ve desteklerini bizden esirgemeyen herkese teşekkür ederim

## 1.2 Türkiye’de dövme sanayi ve gelişimi

Türkiye dövme sanayiinde ilk adımlar 1960lı yıllarda MKE tarafından atılmış, savunma sanayi başta olmak üzere kamu kuruluşlarının ihtiyaç duyduğu dövme parça üretimi başlatılmış ve ülkenin ilk dövmecileri yetiştirilmiştir. Bu dönemlerde mevcut bulunan küçük ölçekli ve düşük kapasiteli çok az sayıdaki dövme tesislerinde el aletleri ve basit makine parçaları üretilmekte iken 1960lı yılların sonlarında otomotiv sanayiinin kurulmasına paralel olarak özel sektör dövme tesisleri kurulup gelişmiştir.

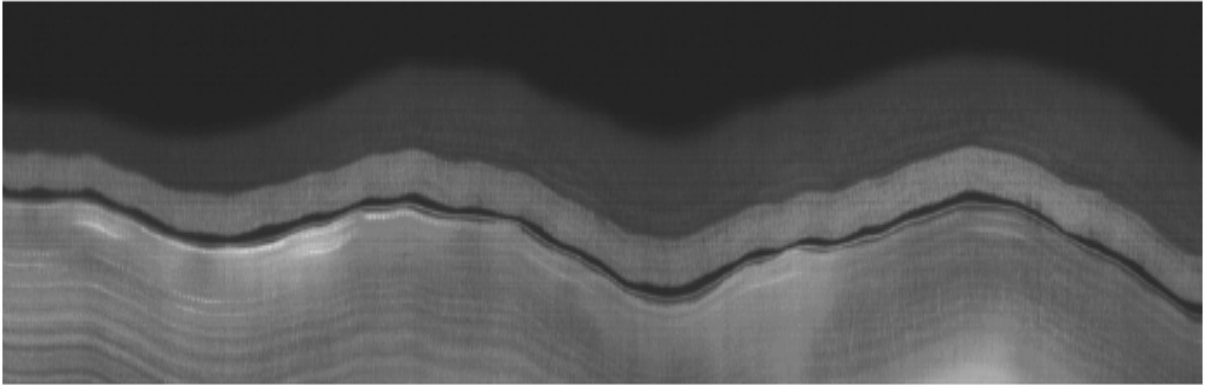


Şekil 1.1 Dövmeye hazır İngot . ( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

## 2. Dövmeye esnasında oluşabilecek hatalar

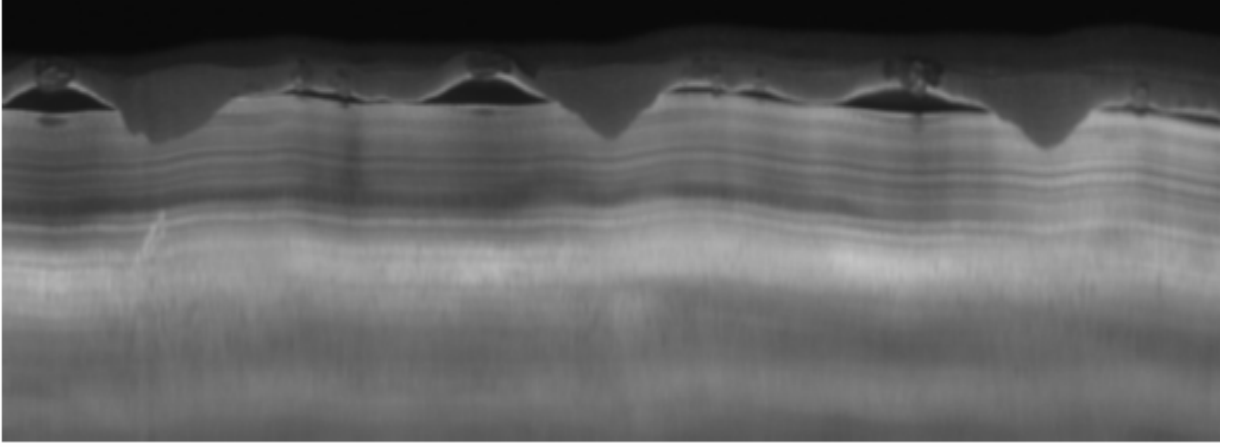
### 2.1 Kalınlığın Fazla Olması

Kalıpların derin işlenmesi parça kalınlığının fazla olmasına neden olacağından , kalıbın temas yüzeyinden bir miktar talaş kaldırarak parçaya göre kalıbın revize edilmesi ile hata giderilebilir. Kalıpta çapak hattının yeterli olmaması da parçanın dövülmesi esnasında oluşan çapağın çapak hattından taşıp iki kalıbın birbirine yaklaşmasını önleyerek ; parçanın kalınlığının kaba olmasına sebebiyet verebilir . Bu problemde çapak hattının genişletilmesiyle önlenir . Ancak tezgah gücünün yetersiz gelmesi , dövülecek malzeme tavının düşük olması da parçada kaba kalınlığa neden olur . Bunun sonucunda Şekil 2 ' deki benzer deformasyonlar oluşabilir . ( Örnek : Şekil 2 , 3 , 4 )

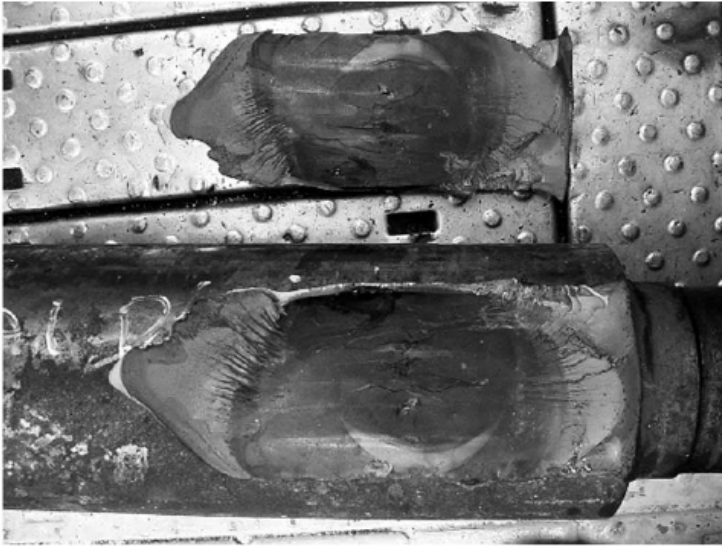


Şekil 2.1 Dövmeye Çubukta birleşme hattı üzerinde parça dalgalanması .  
(Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )





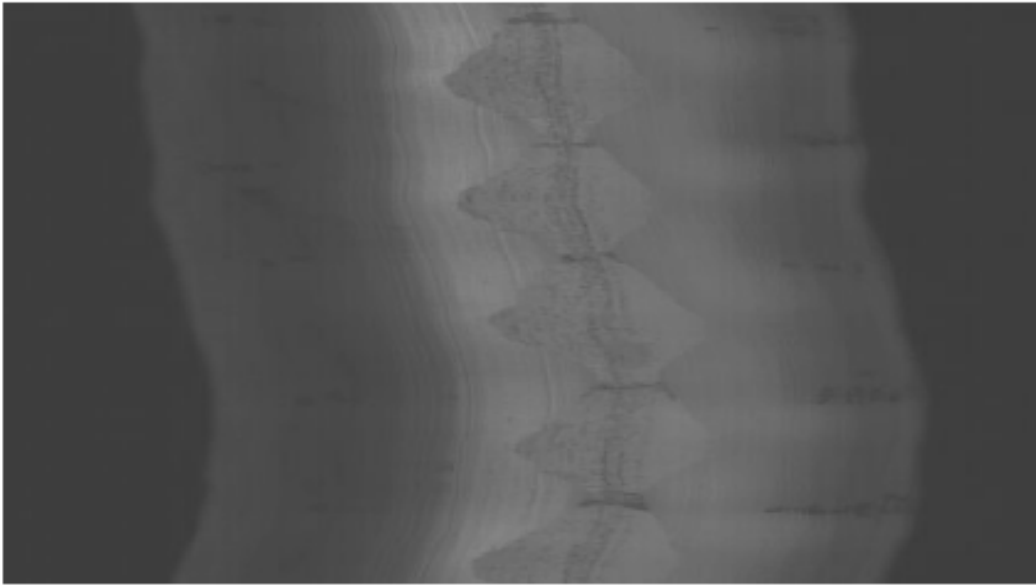
Şekil 2.2 Çubuk birleşme hattında şiddetli aşırı doldurmaya örnek .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )



Şekil 2.3 Dövülen malzemenin kalın kalması sonucu parça kopması .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

## 2.2 Kalınlığın Düşük Olması

Kalıp derinliğinin az olması durumu , parça kalınlığının düşük olmasına neden olacağından ya kalıp yüzeylerine kaynak atılır ; veya kalıp yeniden işlenir. Isınan malzeme genişleyeceğinden dövme sırasında hacim olarak genişlemiş durumda olan parça , soğuduğu zaman bütün ölçülerinden geometriye bağlı olmakla birlikte % 1,5 civarında bir küçülme meydana gelir . Yani dövülüp soğumuş olan parçanın ölçüleri ile kalıp ölçüleri arasında fark vardır . Bu fark gözönüne alınmadan hazırlanmış olan kalıplarla dövülen parçalarda , boyut düşüklüğü görülür . Kalıpta şişmelerin meydana gelmesiyle malzeme bu boşlukları da dolduracağından , parça kalınlığının düşük olmasına sebebiyet verir . Şişen bölgelerin tamir edilmesiyle hata önlenir . Çekiç hızı ve vuruş sayısı da kalınlığı düşürür . Dövülecek malzemenin tavının fazla olması ve malzemenin kabuk bağlaması da bir diğer problem kaynağıdır . Ancak tavın malzeme cinsine göre ayarlanması ve kabuğun dökülmesi hesaba katılarak malzemenin uygun boyda kesilmesiyle giderilebilir. ( Örnek : Şekil . 5 , 6 )



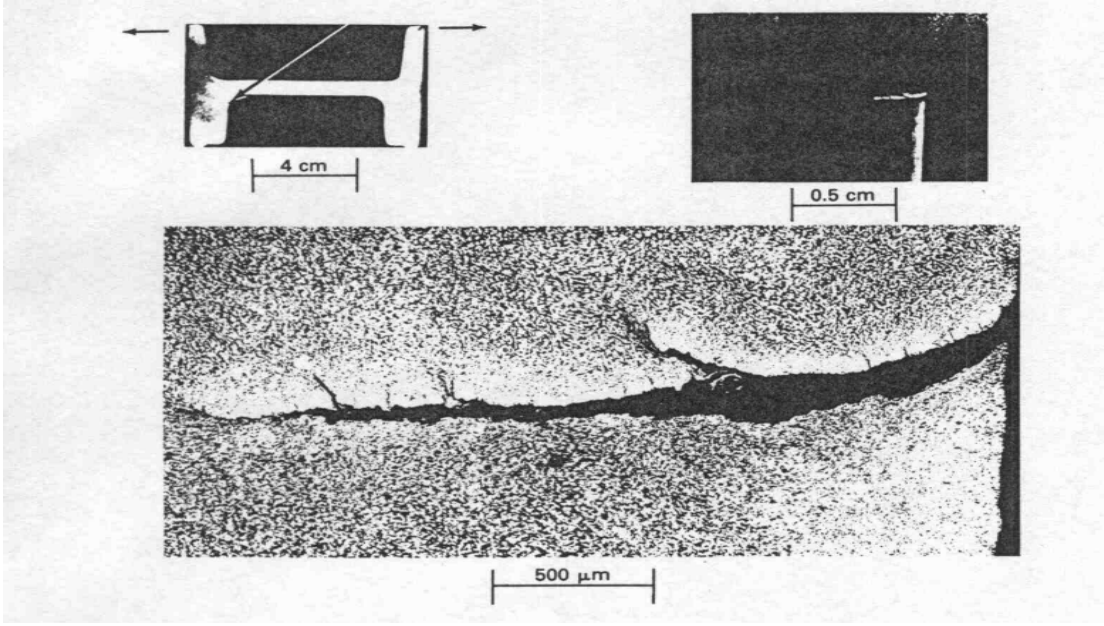
Şekil 2.4. Kalınlığın düşük olması sonucu dövme parça üzerinde oluşan kalınlık düşme izleri . ( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )



Şekil 2.5 Kalınlığın düşük olması sebebiyle Biyelde oluşan boyutsal hata .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

### 2.3 Malzeme Yürümesi

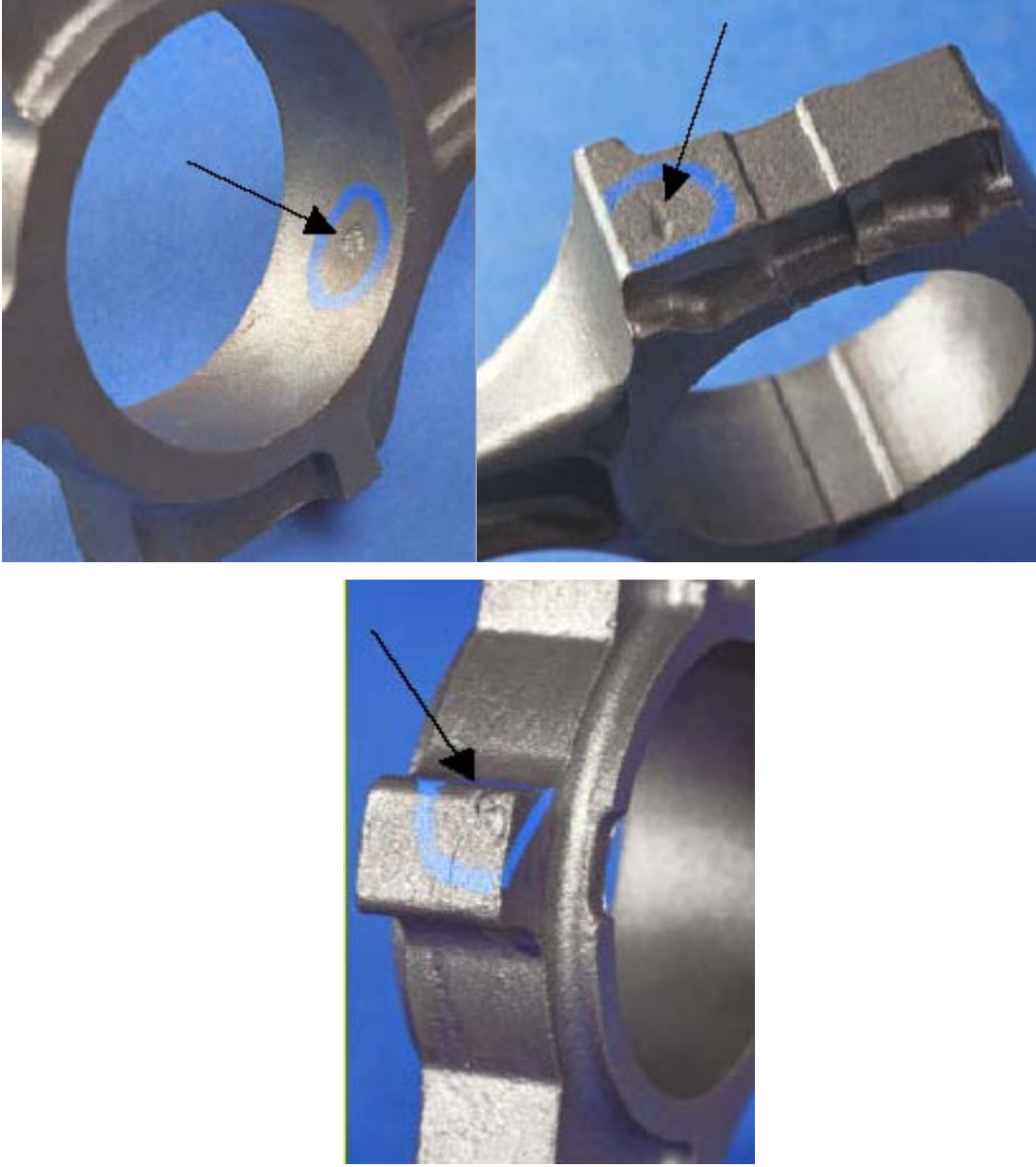
Dövülecek parçanın geometrisine bağlı olarak ince veya derin bölgeleri olan kalıplar yapıldığı zaman , malzeme bu bölgelere zor yürür . Malzeme akışı dövme sıcaklığının artırılmasına rağmen yine yetersiz olursa bir veya iki ön hazırlık kalıbı yapıp iki ya da daha fazla aşamada dövmeyle giderilebilir . ( Örnek : Şekil. 7 )



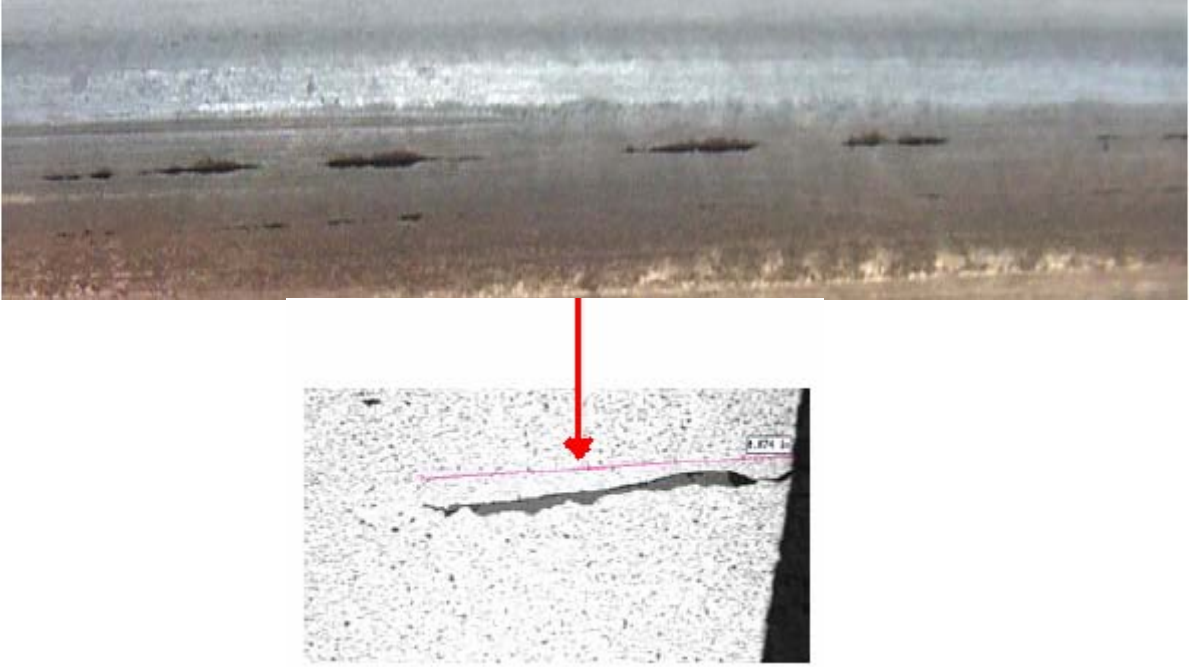
Şekil 2.6 Malzeme yürümesi değişik boyutlarda görüntülenmiştir .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

#### 2.4 Doldurmama

Ön dövmenin yetersizliği ve ezme prosesinin gereği gibi yapılamaması malzemenin kalıbı tam dolduramamasına neden olur. Dövülecek malzemenin et kalınlığının az olması da probleme sebebiyet verebilir . İyi bir yağlamanın olmayışı da doldurmamaya neden olabilir . Ayrıca malzeme gramajının yetersiz olması , tavının düşük olması ve ocakta malzemenin yanarak bir kısmının tufal olarak malzemedan ayrılması da bu problemin nedenlerindedir . ( Örnek : Şekil . 8 , 9 )



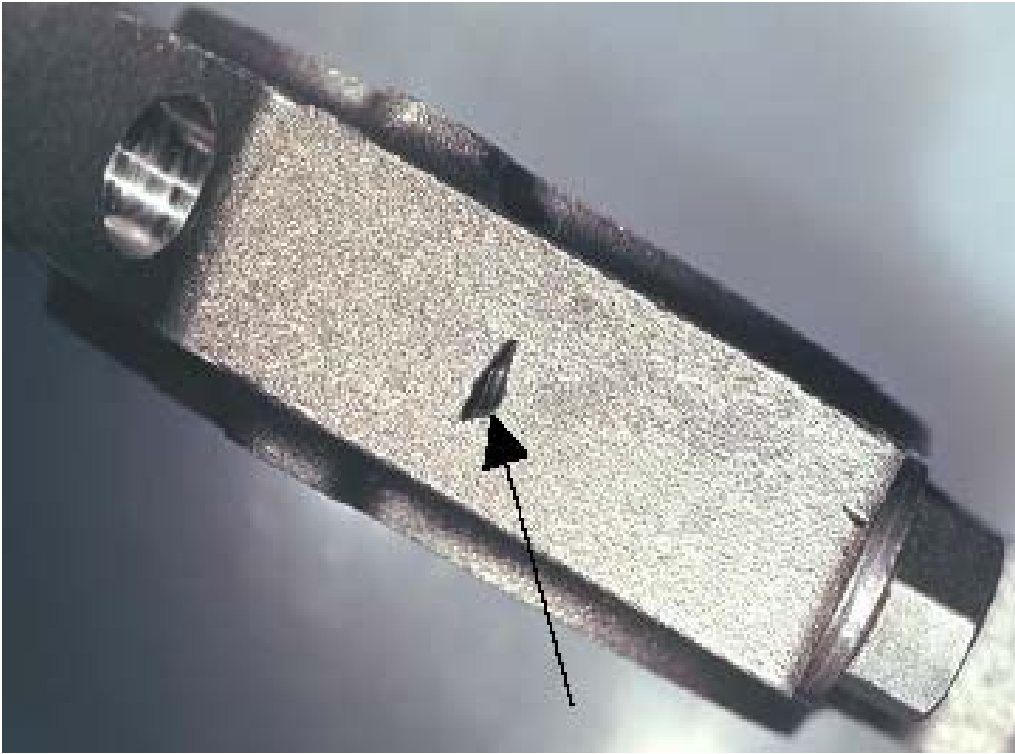
Şekil 2.7 Biyelde Doldurmama hatasına örnekler .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )



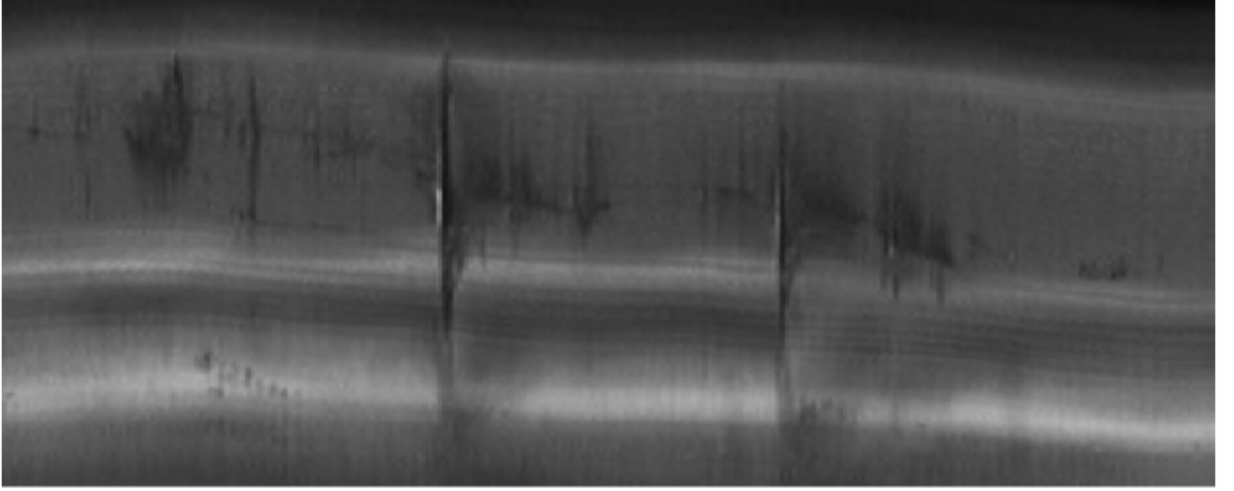
Şekil 2.8 Dövme parçada doldurmama hatası .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

## 2.5 Tufal ve Yüzey Kalitesi

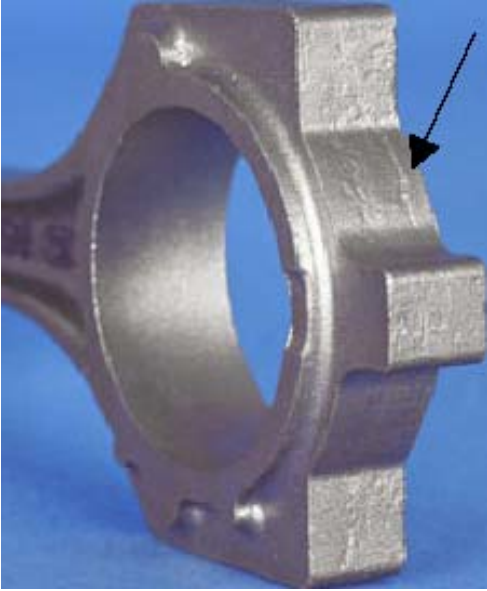
Isınan malzeme üzerinde bir kabuk tabakası oluşur . Bu tabaka tufal olarak adlandırılır . Malzemenin aşırı yanması ve fırında meydana gelen herhangi bir arızada ; malzemenin fırında fazla kalarak yanması , tufal oluşumunu arttıran faktörlerdendir . Dövme işlemi sırasında parçanın yüzeyinden bu tufaller temizlenmelidir .Eğer temizlenmezse dövme işleminden sonra temizleme yapıldığı zaman parça üzerinde pürüzler hatta çukurluklar meydana gelir . Tufal düşük dövme sıcaklıklarında azalır . Malzemenin tav sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra soğuyup tekrar ısıtılması da tufal miktarını arttırıcı bir etkidir . Malzeme tavlama tufal oluşumu ; tavlama fırınında kullanılan yakıt cinsinin yanma kararlılığına bağlı olarakta değişir . ( Örnek : Şekil. 10 , 11 , 12 , 13 )



Şekil 2.9 Biyelde tufalin temizlenmesi sonrası açığa çıkan hata .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

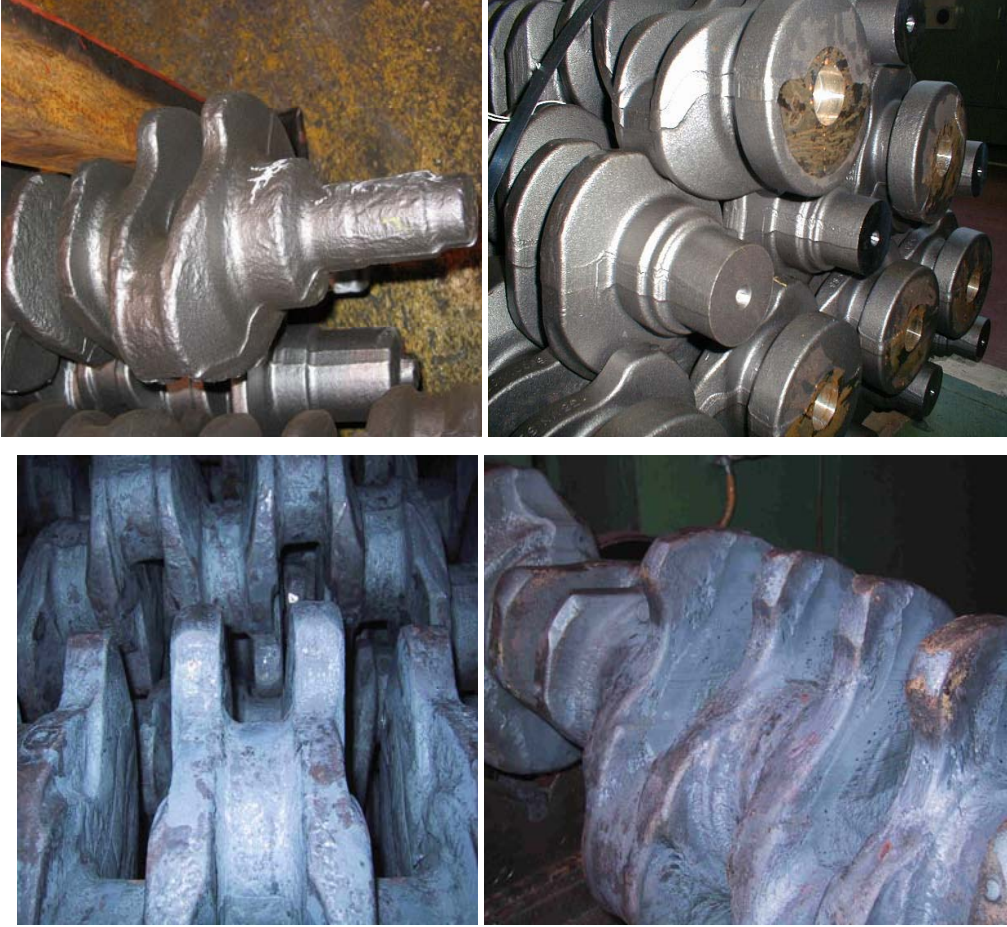


Şekil 2.10 Çubukta tufalin temizlenmesi sonrası açığa çıkan hata .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )



Şekil 2.11 Tufal temizlendikten sonra biyelde açığa çıkan çizgiler .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )





Şekil 2.12 Tufalin temizlenmeden dövme yapılması sonucu , oluşan kötü yüzeye kraktan örnekler . ( Barret , 2004 )

## 2.6 Sertlik

Dövülen parça , dövme işleminden sonra ani soğumaya bırakılırsa malzeme cinsine göre farklı oranlarda sertlik alır. Bu durumu önlemek için dövülen parçalar kapalı ve ısı yalıtımlı haznelerde yavaş yavaş soğumaya bırakılmalıdır . Bu da yeterli olmuyorsa ayrıca sertlik giderme tavlamasına tabi tutulur. En uygun yöntem atmosfer kontrollü fırında uygun sıcaklık ve sürede malzeme ısıl işleme tabi tutulup aynı ortamda kontrollü soğutulmalıdır . ( Örnek : Şekil . 14 , 15 ,16 )



Şekil 2.13 Parçanın sert olması sebebiyle hurda edilmesi gereken krank .  
(Barret , 2004 )



a )



b )

Şekil 2.14.a)Normal tavlama ve sertlikte parçanın aldığı düzgün form .

b)Parçanın sert olması sebebiyle gerilimlerden dolayı oluşan bozuk form .  
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)



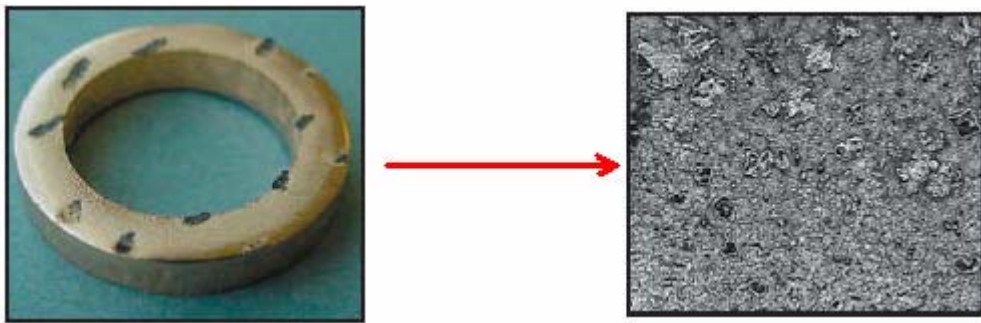
Şekil 2.15 Parçanın sert olması sebebiyle proses sırasında oluşan deformasyonlar .

a) Parçada dövme sırasında sertlikten ötürü parça koparması .(Barret , 2004 )

b) Parçanın sert olması sonucu dövme kalıbında oluşan deformasyonlar sonrası bozulan dövme kalıbıyla yapılan dövmelerde oluşabilecek batma hatası .(Barret , 2004 )

## 2.7 Tane Büyümesi (malzeme yanması)

Bilindiği gibi küçük tane yapısına sahip olan malzeme mukavemet açısından büyük taneli malzemedan daha dirençlidir. Dövme işlemi sırasında çok yüksek sıcaklıklara çıkılması malzeme yanmasına ve tane büyümesine sebep olur. Mümkün olduğunca alt dövme sıcaklıklarında çalışılmalıdır. Ayrıca son vuruşların 800~850°C civarında yapılması da küçük tane yapısının oluşumuna yardımcı olacak ve parçaya tokluk kazandıracaktır. Bunların yanısıra malzemedede yapılacak olan ısıl işlem safhaları tane büyümesini doğrudan etkileyebilir . (Örnek : Şekil. 17 )

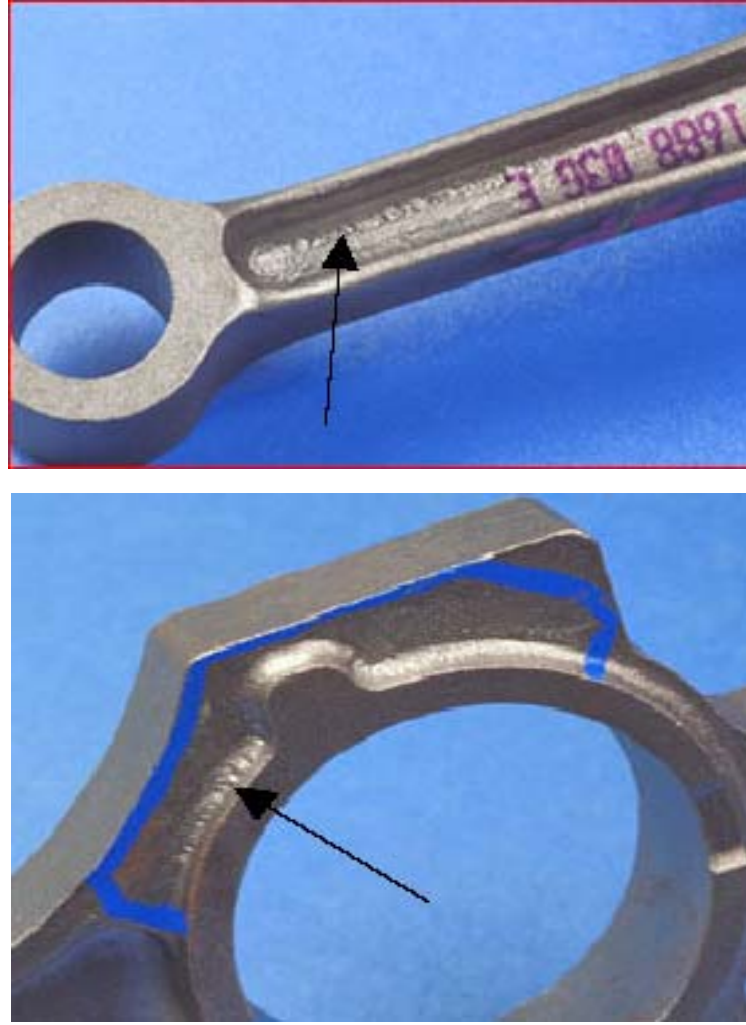


Şekil 2.16 Tane büyümesi ve malzeme yanması sonucu oluşan deformasyonlar ve tane büyümesinin detaylı şekli . ( Barret , 2004 )

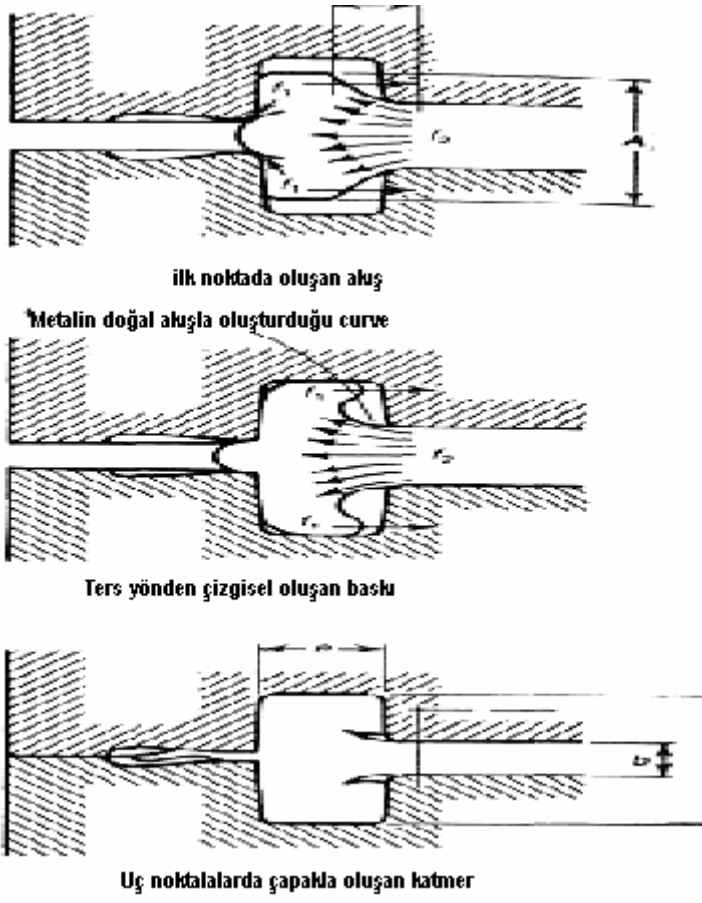
## 2.8 Katmer

Katmer dövme parçada iki ayrı hattın darbe sonucu biraraya gelip tek parça görünümü almasından meydana gelen ve istenmeyen bir durumdur. Kalıp hataları kalıp dizaynı hatalarından, dövme malzemesinin yanlış seçiminden ve malzemedeki önceden mevcut olan katmer hataları sonucunda meydana gelebilir. Bunun için kullanılan malzemenin katmerli olmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca kalıp dizaynı yapılırken malzemenin rahat yürüyebileceği bir geometri seçilmelidir. Şayet dövme iki kademede gerçekleştiriliyorsa ön dövme prosesi ile dövme kalıbı gravürleri uyumlu olmalıdır . Malzemedeki çatlak ve patlak olması durumunda dövülen parçada hata katmermiş gibi görünse de aslında parça çatlak içerir. (Örnek : Şekil. 18 , 19 )





Şekil 2.17 Biyelde katmer hatalarına örnekler .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )



Şekil 2.18 Katmer oluşum kademeleri ( Çapan , 2004 )

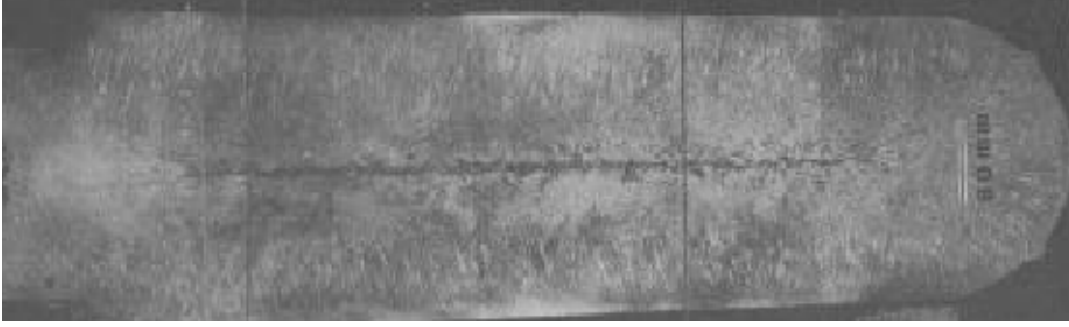
## 2.9 Çatlak

Çok tehlike arzeden bir sorundur. Özellikle gözle görülemeyen kılcal çatlaklar parçanın mukavemetini büyük ölçüde düşürürler. Can güvenliği (emniyet) taşıyan yerlerde kullanılan dövme parçalar bu konuda özellikle incelenmelidir. Çatlak birçok sebepten meydana gelebilir. Birincisi kullanılan malzeme içinde mevcut olan çatlaklar ; ki bu malzemenin iyi tetkik edilip alınmasıyla önlenabilir . Çatlak ayrıca dövme sırasında da meydana gelebilir . Dövme tavının altındaki sıcaklıklarda malzemenin plastik şekil değiştirme kabiliyetinin düşük olması sebebiyle yapılan dövme işlemi , parçanın iç ya da dış yüzeyinde çatlaklara sebep olabilir . Ayrıca çok yüksek kuvvetler altındaki dövme işlemlerinde malzeme yeterince sıcak olsa bile tek bir darbe anında aşırı şekil değiştirme meydana getiriliyorsa , kılcal çatlamlar meydana gelebilir . Bunun için parçanın büyüklüğüne göre vuruş kuvveti seçilmelidir . Dövülen sıcak parçanın suya sokulması da çatlak oluşması açısından tehlikeli bir durumdur .

Sıcak parçanın ani soğutulması da çatlağa sebebiyet verebilir . O yüzden dövülen parçaların havayla kendi halinde yavaş yavaş soğutulması gerekir. Ayrıca malzeme kesiminde kullanılan testereden kaynaklanan kesim hataları da çatlağa neden olabilir.

(Örnek : Şekil . 20 , 21 , 22 , 23 , 24 ,25 , 26 , 27 , 28 )

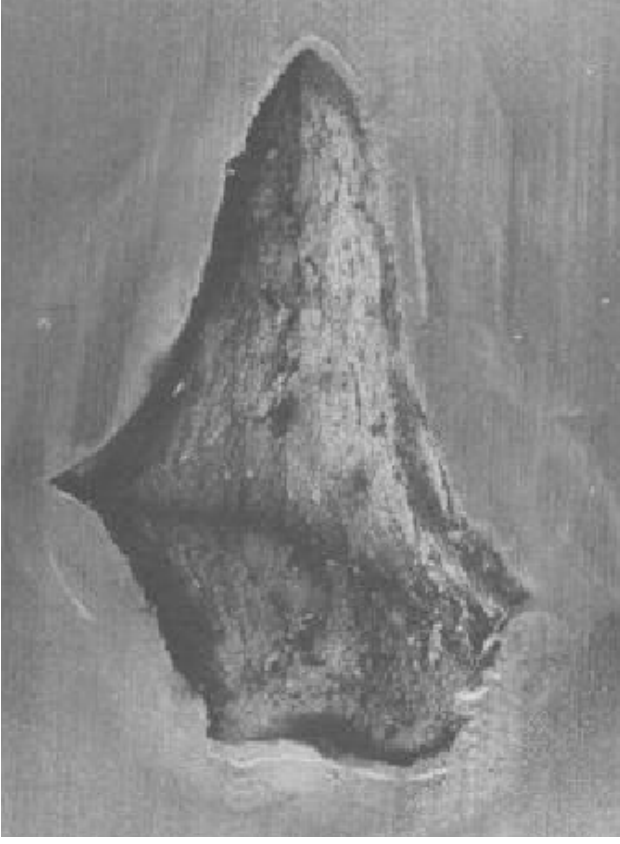




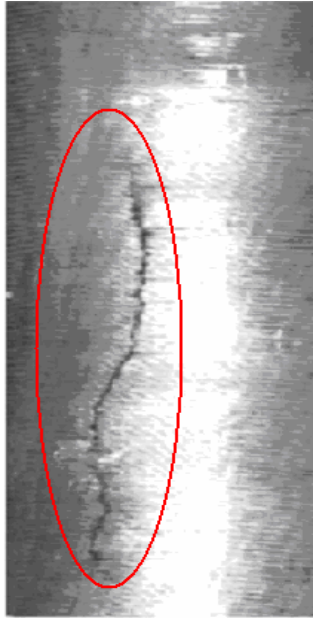
Şekil 2.19 İngotta üretimden oluşan merkezi çatlak  
(American Society For Metals,1972 )



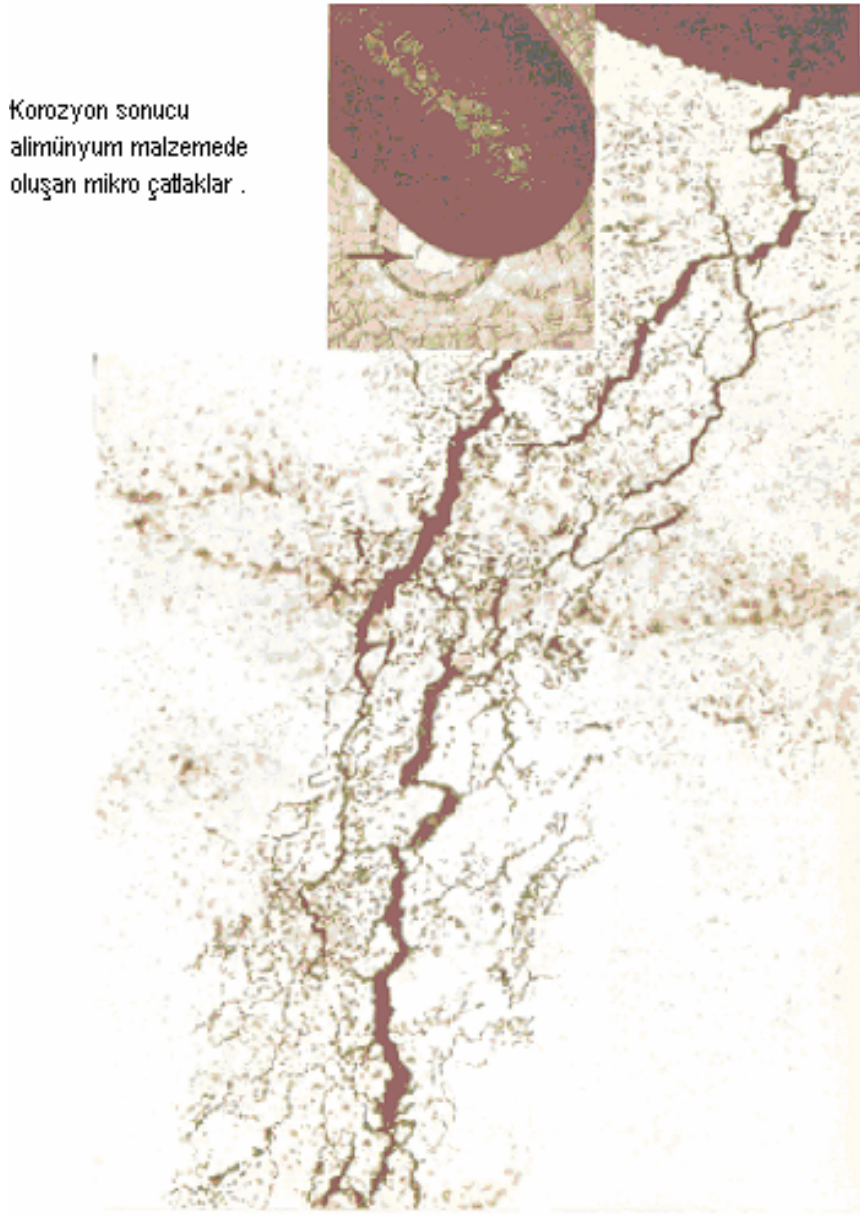
Şekil 2.20 Vidada oluşan çatlak ve stereo mikroskop görüntüsü .  
(American Society For Metals,1972 )



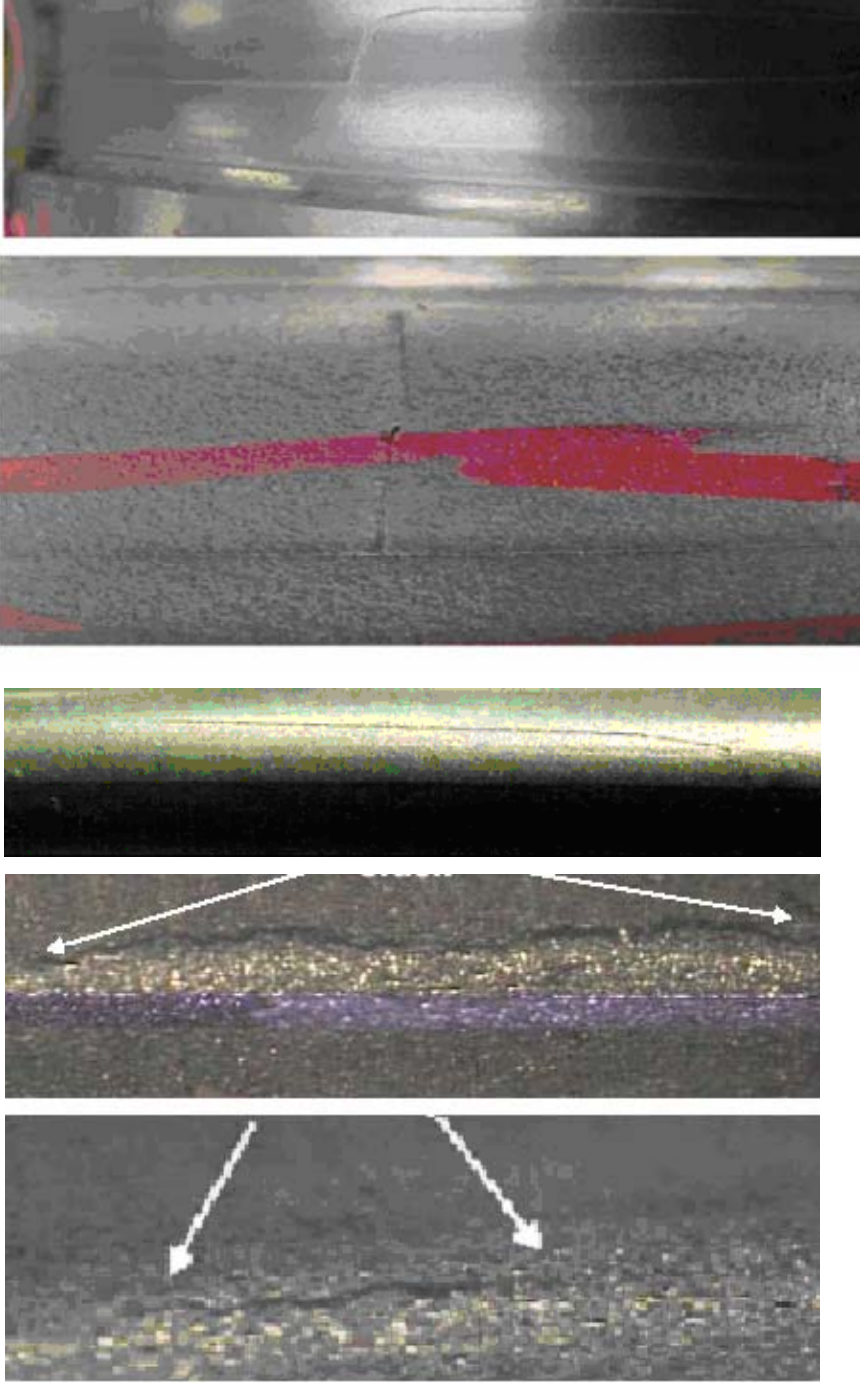
Şekil 2.21 Çatlak nedeniyle dövme sonrası oluşan yüzeysel patlak  
(American Society For Metals,1972 )



Şekil 2.22 Dövme sırasında oluşan çatlağa örnek .  
(American Society For Metals,1972 )

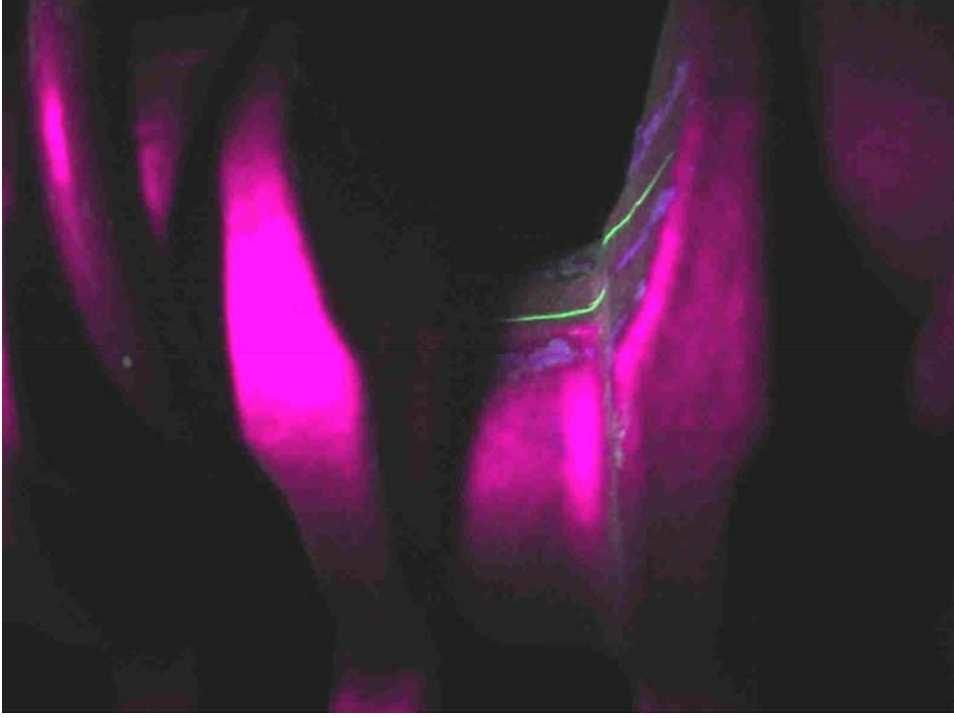


Şekil 2.23 Korozyon sonucu alüminyum parçada baş gösteren çatlama daha da ileri giderse kırılmaya sebep olabilir . (American Society For Metals,1972 )

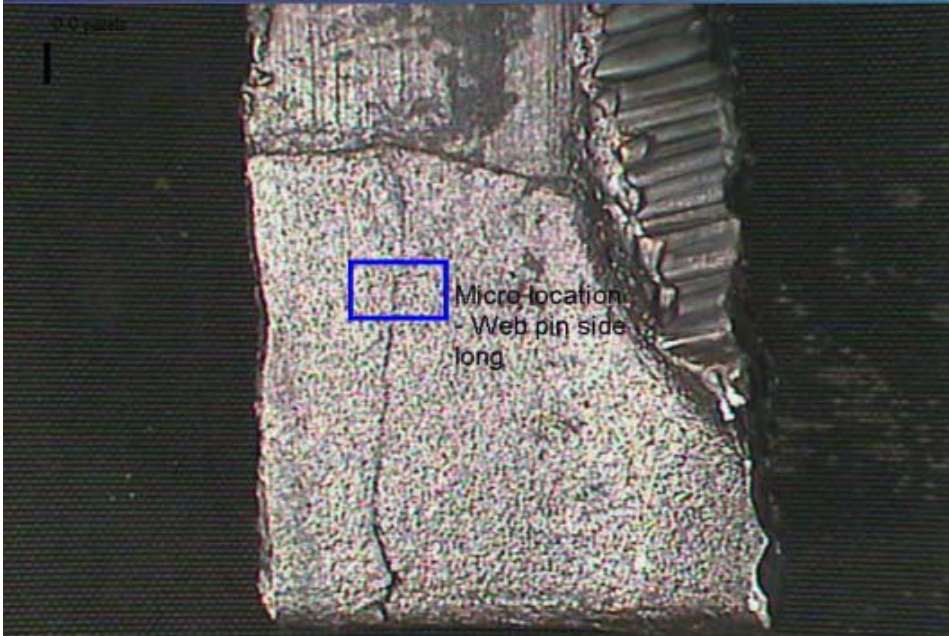


Şekil 2.24 Dövmeye parçalarında oluşan çeşitli çatlaklara örnekler .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004)

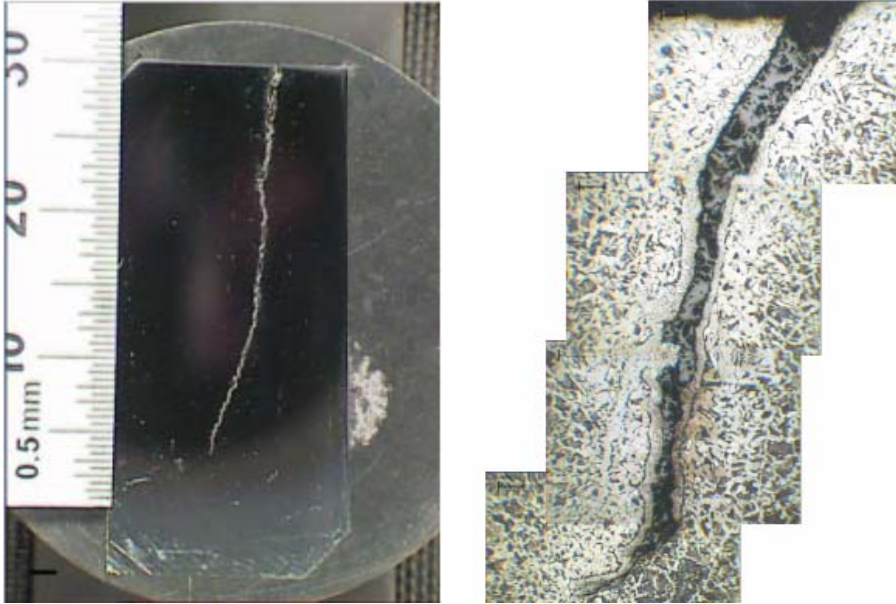




Şekil 2.25 Krankta yüzeye penetran uygulaması ile floresan ışığında kendisini gösteren çatlak . ( Barret , 2004 )



Şekil 2.26 Dövme parçada oluşan termal çatlğa örnek . ( Barret , 2004 )



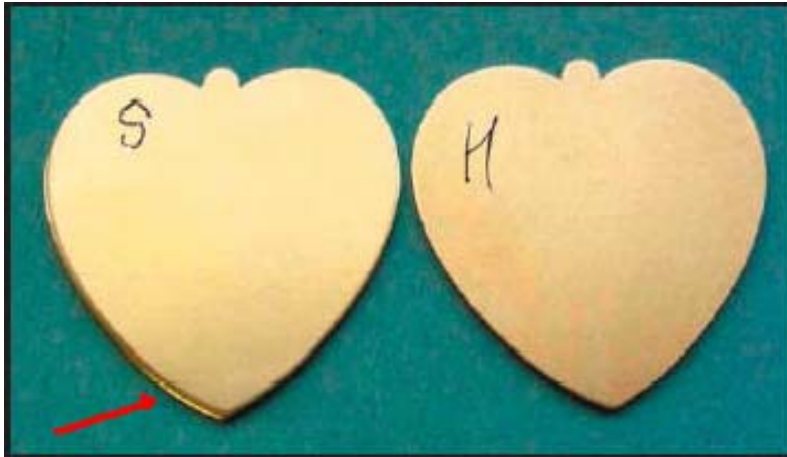
Şekil 2.27 Dövme parçada oluşan termal çatlak örnek . ( Barret , 2004 )

### 2.10 Kaçıklık

Parçada oluşabilecek kaçıklığın önlenmesi için , buna sebep olan kalıp kaçıklığının kalıplar arasında sıkı bir ayar yapılarak düzeltilmesi gerekir . Şayet ön dövmede aşırı bir kaçıklık sözkonusu ise bunun asıl dövme işleminde giderilmesi son derece zordur . Kafeslemeli ve merkezleme pimli kalıplarda kalıp boşluğu 0.2 mm' yi geçmemelidir . Kafesleme ve pimlerin aşınmış olması kaçıklığa sebebiyet verebilir . Bu problem ancak tadilat ya da pimlerin değiştirilmesi ile giderilir . Kalıp ağzında meydana gelen açılmalar da kaçıklığa yol açabilir . Bu durumda da tadilata gerek duyulur . Tezgahlardaki kızak boşluğu kaçıklığa neden olacağından bu boşluğun giderilmesi problemi önleyecektir . Parçalarda bunların dışında ayar kaynaklı ve kalıp kaynaklı kaçıklık problemleri de ortaya çıkabilir . (Örnek : Şekil . 29 , 30 )



Şekil 2.28 Krankta kalıbın ekseninden dövme sırasında sapması sonucu pallerde oluşan kaçıklık . ( Barret , 2004 )



Şekil 2.29 Soğuk dövmede alt ve üstkalıp pimlerinin ayarsızlığı kaynaklı parça kaçıklığı . ( sağdaki parça OK , solda işaret edilen parça red )  
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)

## 2.11 apak

apak kesme kalıbının ölçülerinin büyük olması, aşınması ve kısmi kırılması parça üzerinde apak kalmasına neden olabilir . apak kesme kalıbının parçaya uymaması ve tezgaha iyi bağlanmaması da apak sorununu ortaya çıkarabilir . Bu problem kalıpların tadilatı ile ortadan kaldırılabilir . Operatörün parçayı kalıba tam oturtamaması , seri basımlarda kalıpta apak parçalarının birikmesi ve üst kalıp ile alt kalıbın boşluklu olması da apak problemine yol açabilir . ( Örnek : Şekil . 31 )



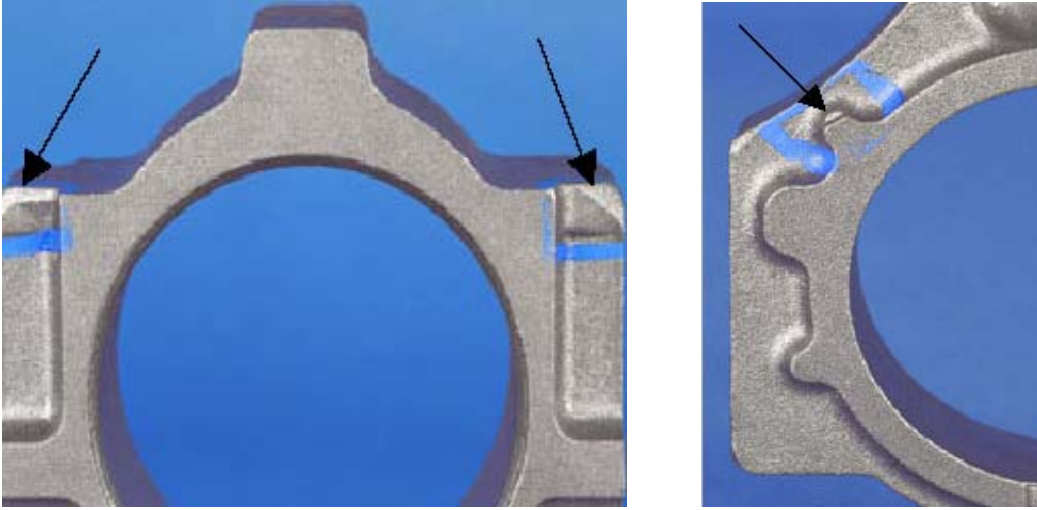
Şekil 2.30 Dövme işleminde oluşan çapaklar .

(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)



## 2.12 Çökme

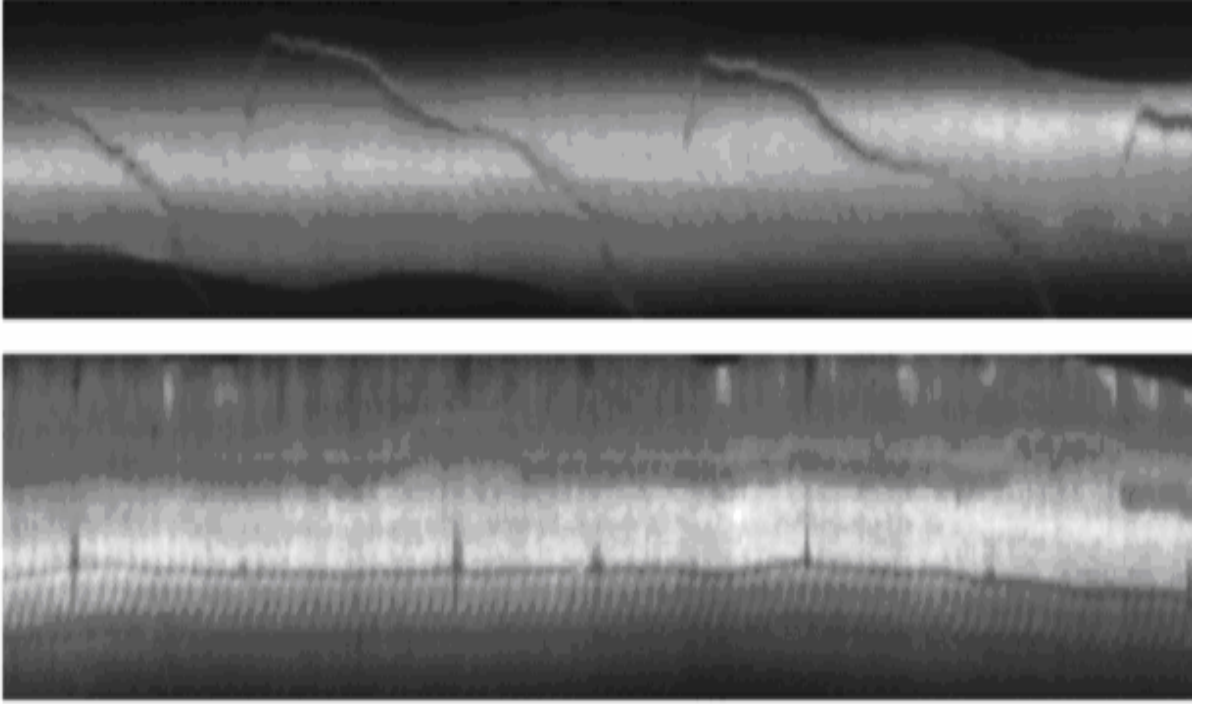
Kalıptaki şişmeler, kalıp sertliğinin az olması ve soğuk malzeme dövülmesi nedeniyle kalıpta meydana gelen deformasyonlar dövülecek parçalar üzerinde çökmelere sebebiyet verebilir. Kalıpta meydana gelen deformasyonların tadilatı ile problemler giderilebilir. Kalıptaki çökme hatası dövülen parça üzerine ya şişkinlik veya çukurluk olarak çıkar. (Örnek : Şekil . 32 )



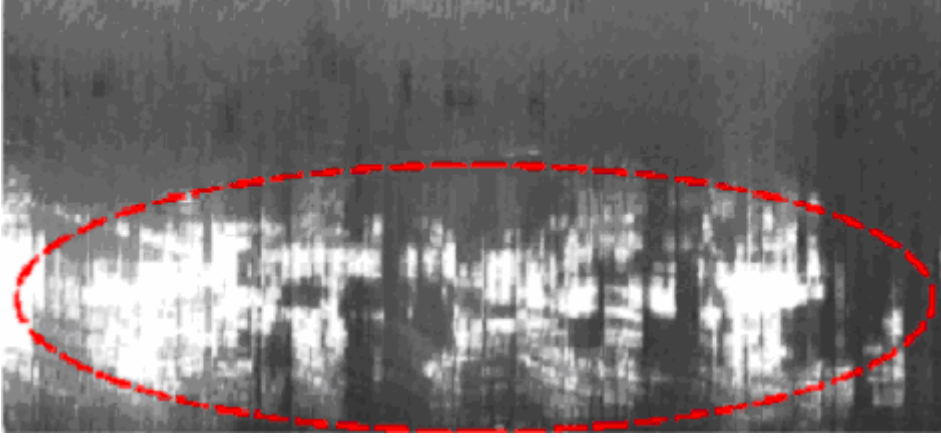
Şekil 2.31 Biyel dövme kalıbında meydana gelen deformasyon sonucu çökme oluşumu ( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

### 2.13 Sıyırma

Çapak kalıbında kesme açısı olmaması, parçanın çapak kalıbına düzgün konulmaması ve çapak kalıbının küçük olması parçada sıyırmalara neden olur.(Örnek : Şekil .33 , 34)



Şekil 2.32 Özellikle yuvarlak hatta sahip dövmelerde sıyırma hatası . ( Barret , 2004 )



Şekil 2.33 Krank yüzeyinde sıyırma hatası . ( Barret , 2004 )

#### 2.14 Saçak (sakal)

Dövme ile kesme kalıbı arasındaki ölçü farklılığı sıyırmaya neden olur . Sıyrmanın boyunun parça yüzeyini aşması ise saçığı meydana getirir . Dövme kalıbında çapak hattının tek tarafta olması önce sıyırmaya sonra saçığa neden olur . Şayet çapak hattı her iki kalıpta da olursa sıyırma parçanın üzerine yayılacağından bir problem teşkil etmeyecektir. ( Örnek : Şekil 35 )

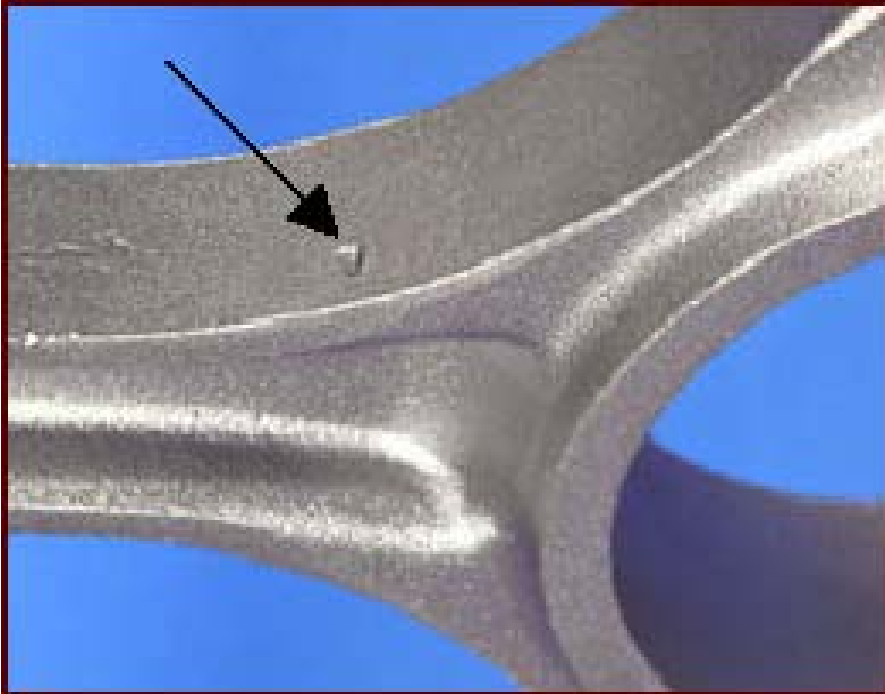


Şekil 2.34 Sıyırma sonrası oluşan saçak . ( Barret , 2004 )

### 2.15 Batma ve Ezilme

Dövülen parçanın soğumadan herhangi bir yere çarpması esnasında yüzeyine batan parçacıklar nedeniyle yüzeyinde ezilmeler görülür. Dövme esnasında parçanın üst kalıba yapıştığında , çıkarmak istenirken alt kalıbın üzerine düşmesi veya sıcak parçaların kasa içine atılmaları da parça yüzeyinde ezilmelere yol açabilir .

( Örnek: Şekil . 36 , 37 )



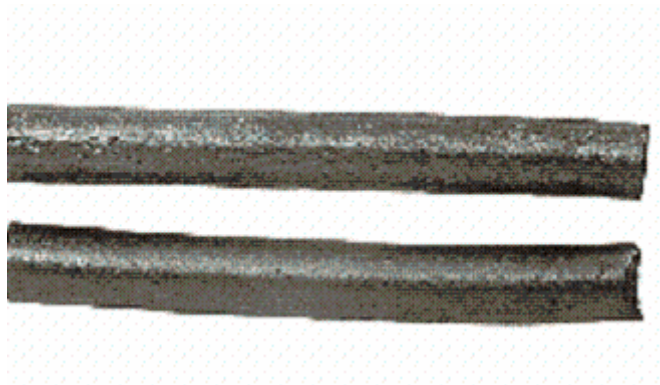
Şekil 2.35 Biyelde batma hatası . ( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )



Şekil 2.36 Krankta batma hatası . ( Barret , 2004 )

### 2.16 Eğrilme Ve Burulma

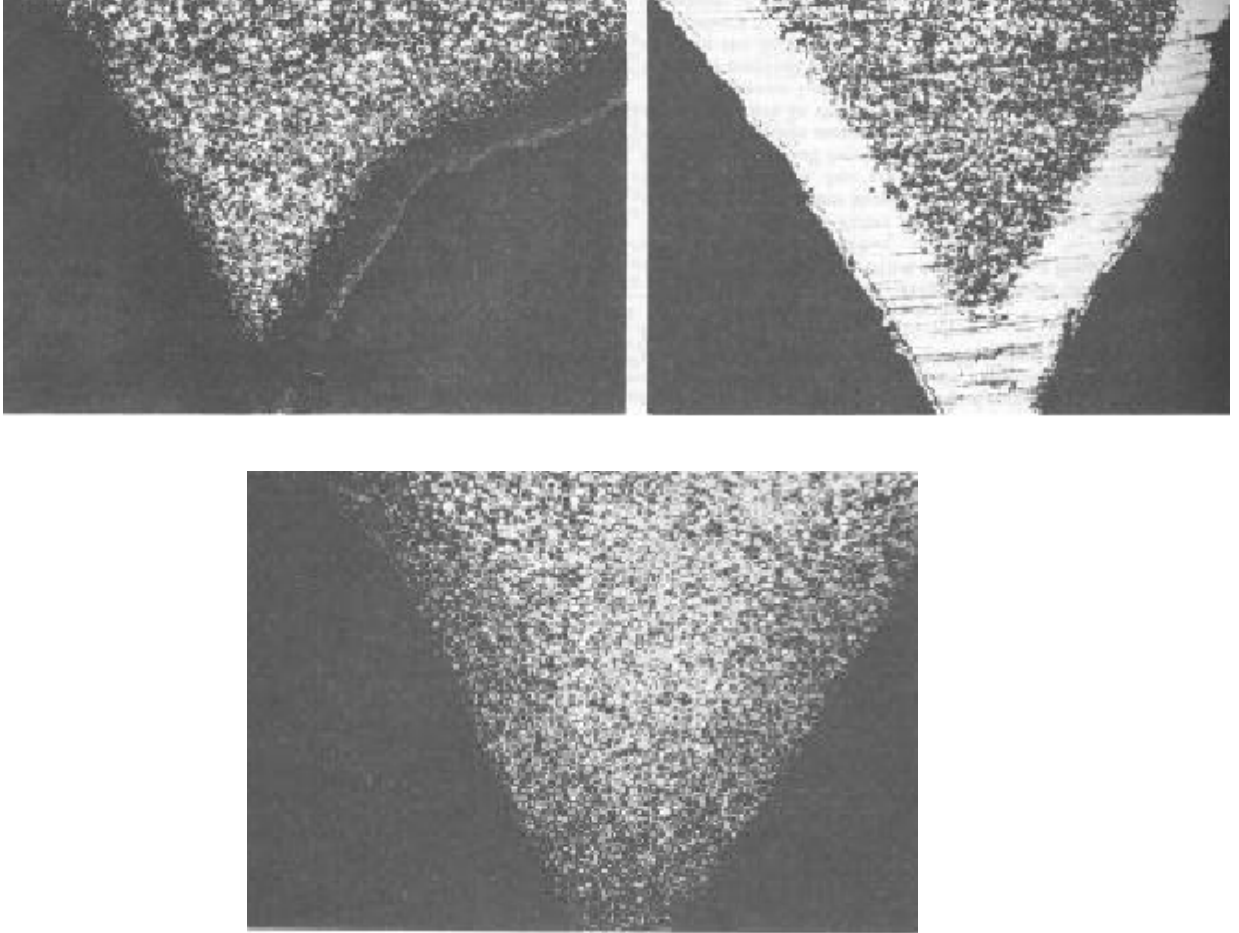
Dövme kalıbı ile çapak kesme kalıbı arasındaki uyumsuzluktan dolayı çapak kalıbında parça bükülebilir. Kalıpların birbirleriyle uyumlarının gerçekleştirilmesiyle bu problem ortadan kalkabilir . Delik zımbasının büyük olması ve körelmesiyle de problem oluşabilir . Ayrıca sıcak parçaların kasaya atılması da eğilmeye yol açabilir . Herhangi bir probleme mahal vermemek için alt ve üst kesme kalıpları ile parça yüzeyinin birbirlerine paralel olması gerekir . ( Örnek : Şekil . 38 )



Şekil 2.37 Dövme parçada eğrilme ve burulma .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

## 2.17 Dekarbürizasyon

Dövme işleminin sıcaklığı dövülecek olan malzemenin alaşımına ya da normal çelik oluşuna bağlı olarak belli bir aralıkta değişir ( 800~1100 °C ). Ortalama 900~950 °C arasında olan dövme sıcaklığı kontrol edilemez ve 1200 °C'nin üzerine çıkarsa dövülecek parçanın dış yüzeylerinde dekarbürizasyon denilen karbonun yanması durumu görülür . Bu ise dövülen çeliğin karbon oranının değişmesine sebep olacağı için istenmeyen bir durumdur . Bu durum ısı kontrollü ocaklarda ısının sabit tutulması ile önlenir . ( Örnek : Şekil . 39 )

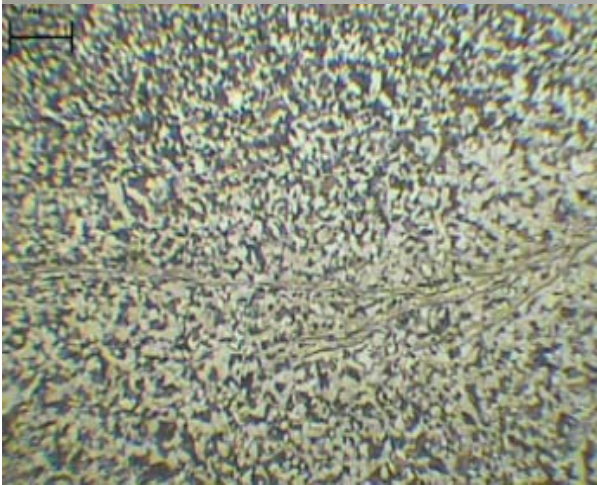
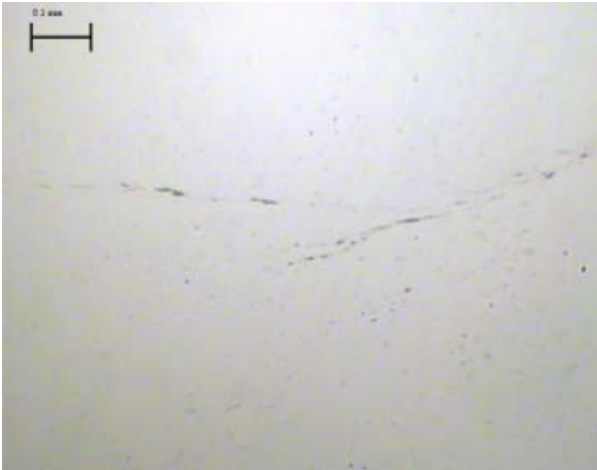


Şekil 2.38 Bazı dövme parçalarda dekarburizasyon hatalarını gösteren mikroskobik görüntüler . ( Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002 )

### **2.18 Şekil ve Boyut Hataları**

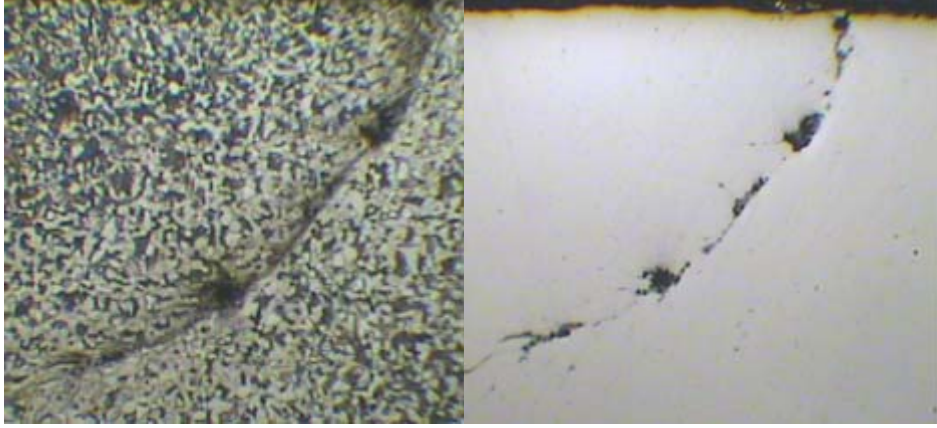
Hatalı kalıp dizaynı , ayarı ve aşınması nedeniyle meydana gelir . Ön şekillendirme , yağlama ve parça temizliği de boyuta etki ederler . Kalıp dizaynı ve dövme tezgahının kapasitesinin parçaya uygunluğu boyut ve malzeme özellikleri açısından en önemli faktörlerdir . ( Örnek : Şekil . 40 , 41 , 42 , 43 , 44 , 45 , 46 , 47 )





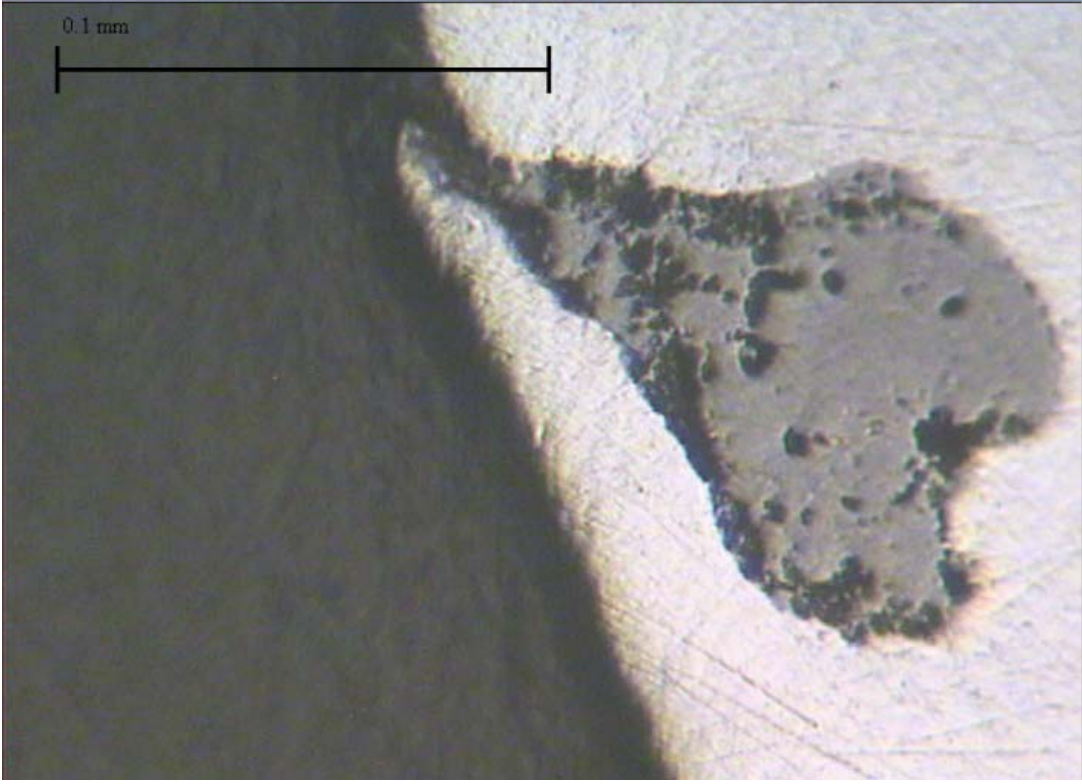
Şekil 2.39 Dövme parçada katlama hatası .  
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)





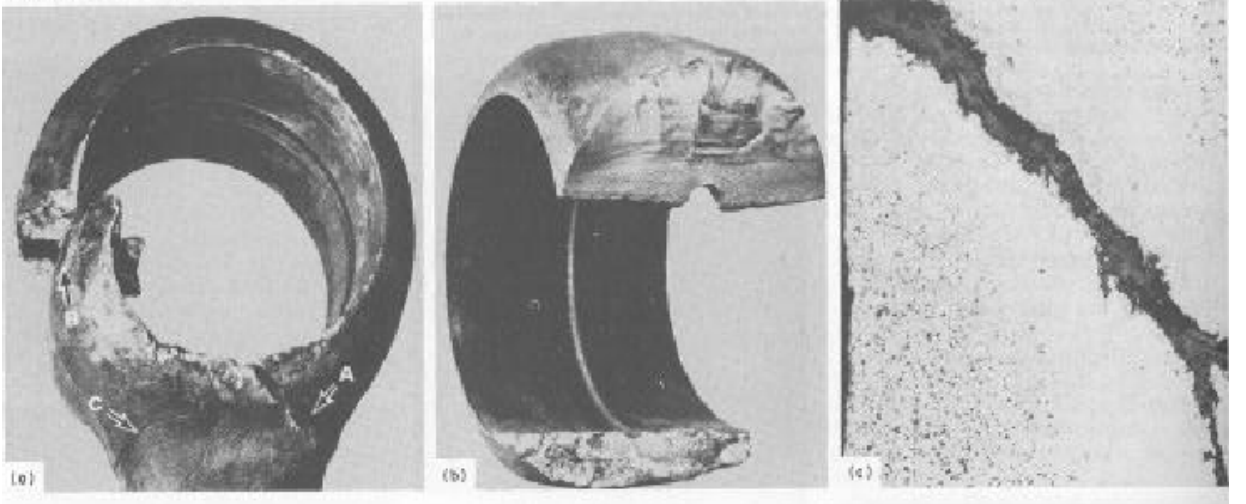
Şekil 2.40 Dövme parçada katlama hatası .

(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)



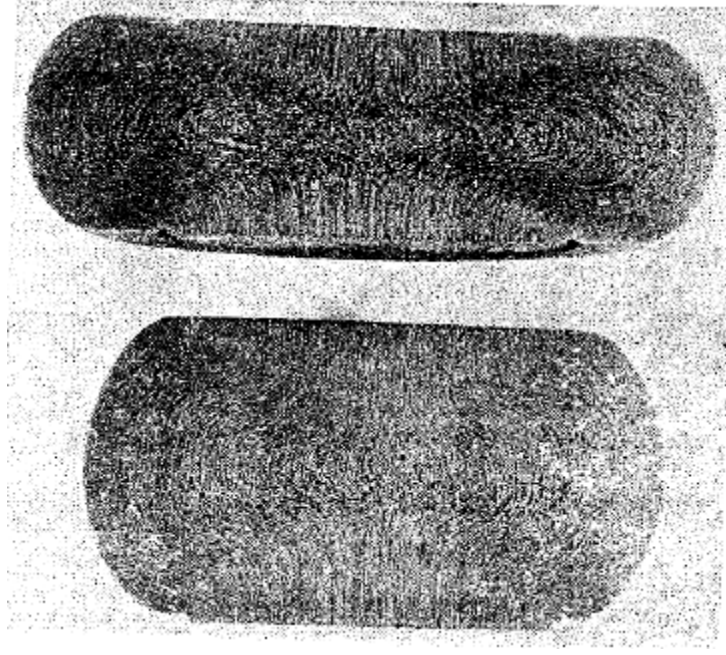
Şekil 2.41 Katlama hatası sonucu oluşan iç hata .

(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)

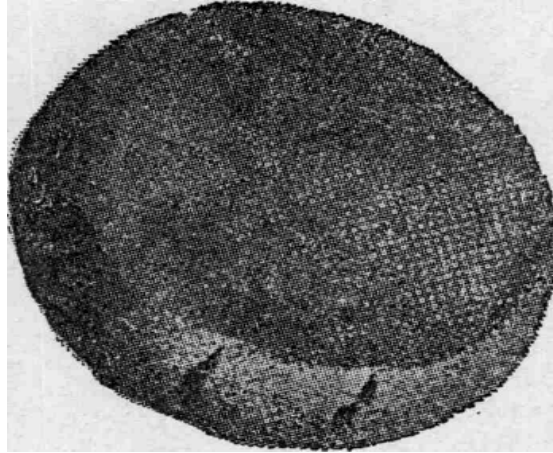


Şekil 2.42 Katlama hatası sonucu kırılma .

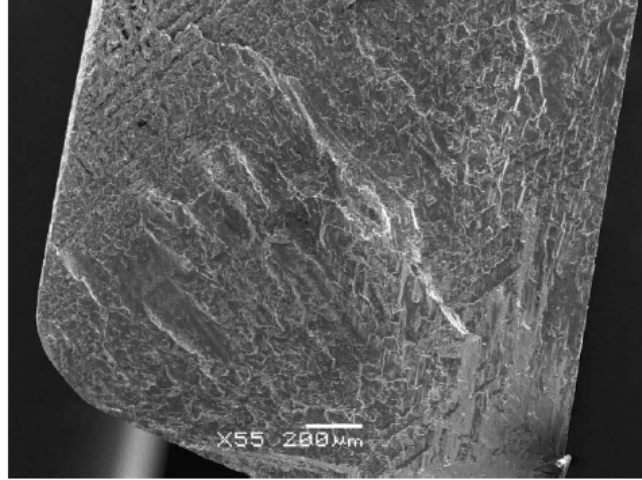
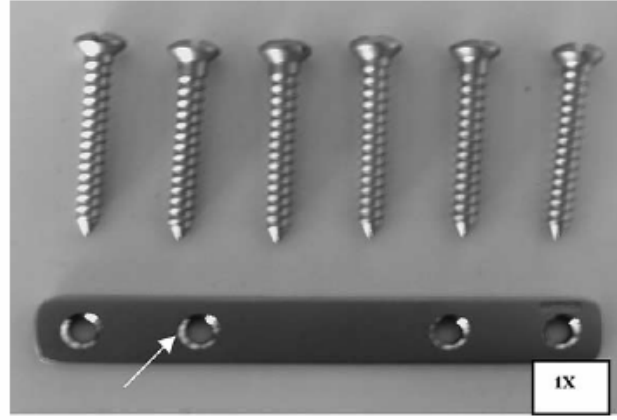
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)



Şekil 2.43 Çelik bir silindirin 980°C sıcaklıkta yığılmasında homojen olmayan şekil değişimi . (Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)

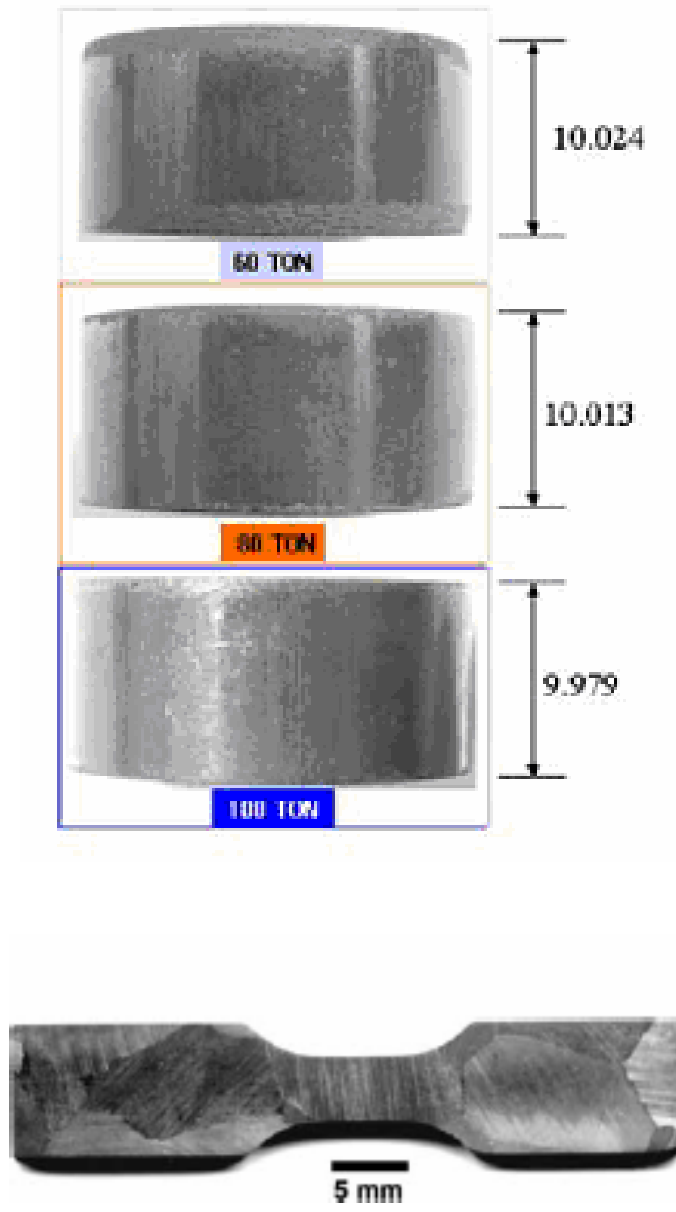


Şekil 2.44 Fıçılama sonrası oluşan deformasyonlar .  
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)



Şekil 2.45 Dövme parçada ( civataların geçtiği delik ) diş sarmasına sebep olan yüzey hatası ve sarmaya sebep olan yüzeyin EDS analizörü görüntüsü . Parçada dövme sırasında kalınlığın homojen ayarlanamaması sebebiyle dişler yamuk oturmaktadır . ( Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002 )

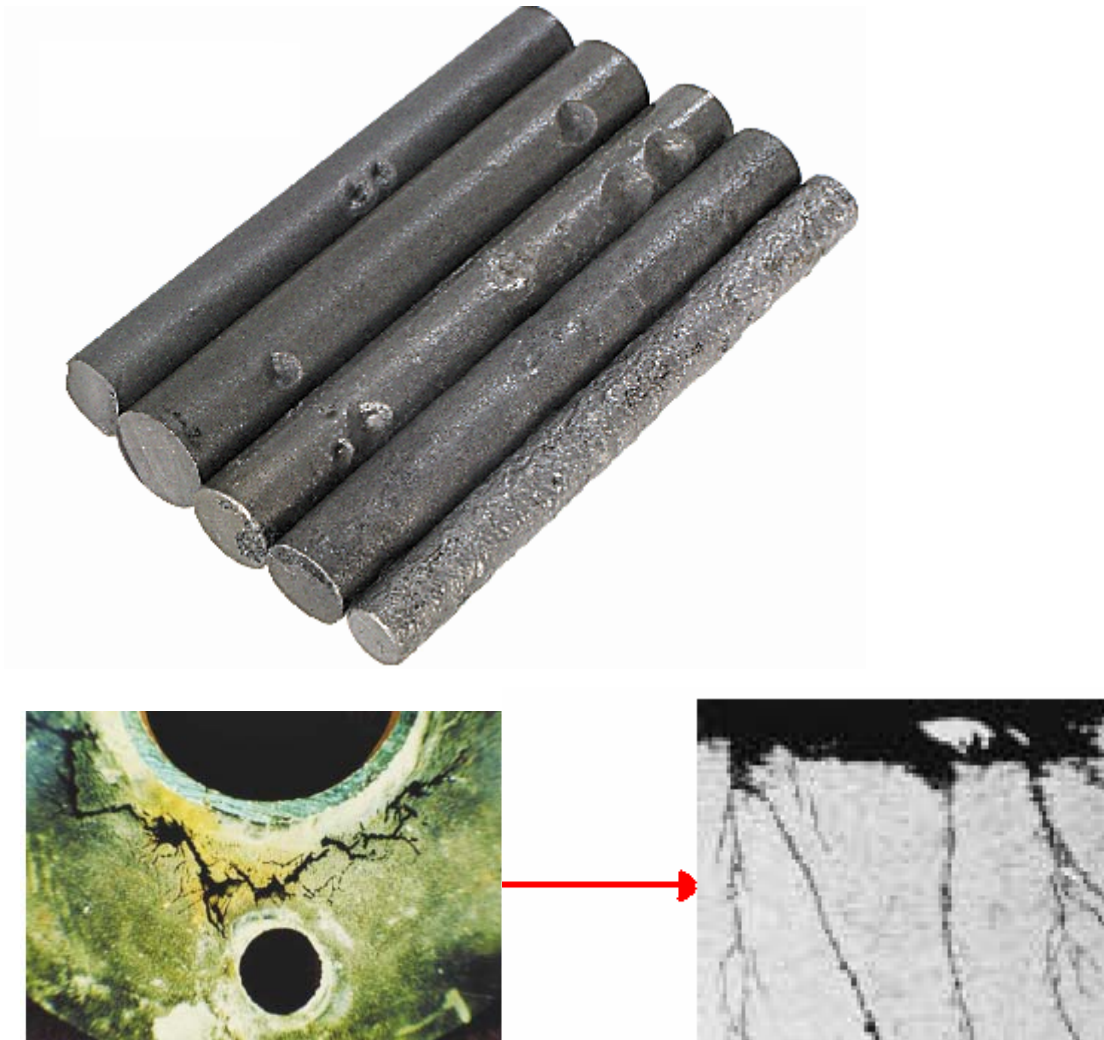




Şekil 2.46 Fıçılama deneyinde numunedeki boyutsal ve malzeme deformasyonları .  
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)

## 2.19 Korozyon

Malzemenin içerisinde ingottan gelen yabancı maddeler veya ingot dökümünde tam giderilemeyen cüruf , dövme parçaların yük taşıma kapasitelerini düşürerek kırılmalarına sebebiyet verir (oluşan korozif etki) . Bunların engellenebilmesi için daha ingotun döküm safhasından itibaren yabancı madde girişine ve cürufun giderilmesine dikkat edilmelidir. (Örnek : Şekil . 49 , 50 , 51 , 52 )

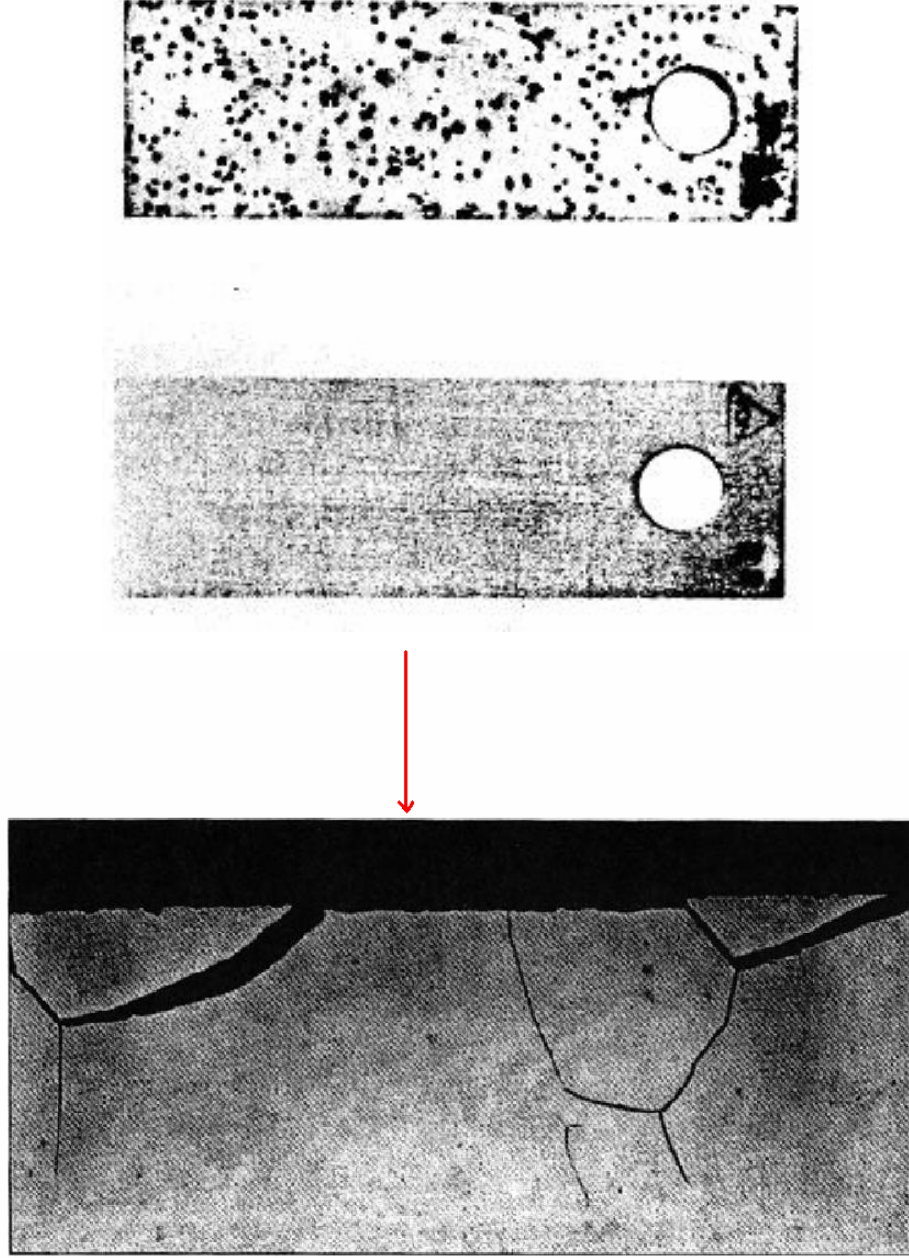


Şekil 2.47 Dövme parçalarda korozif etki ve kırılma örnekleri .

(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)

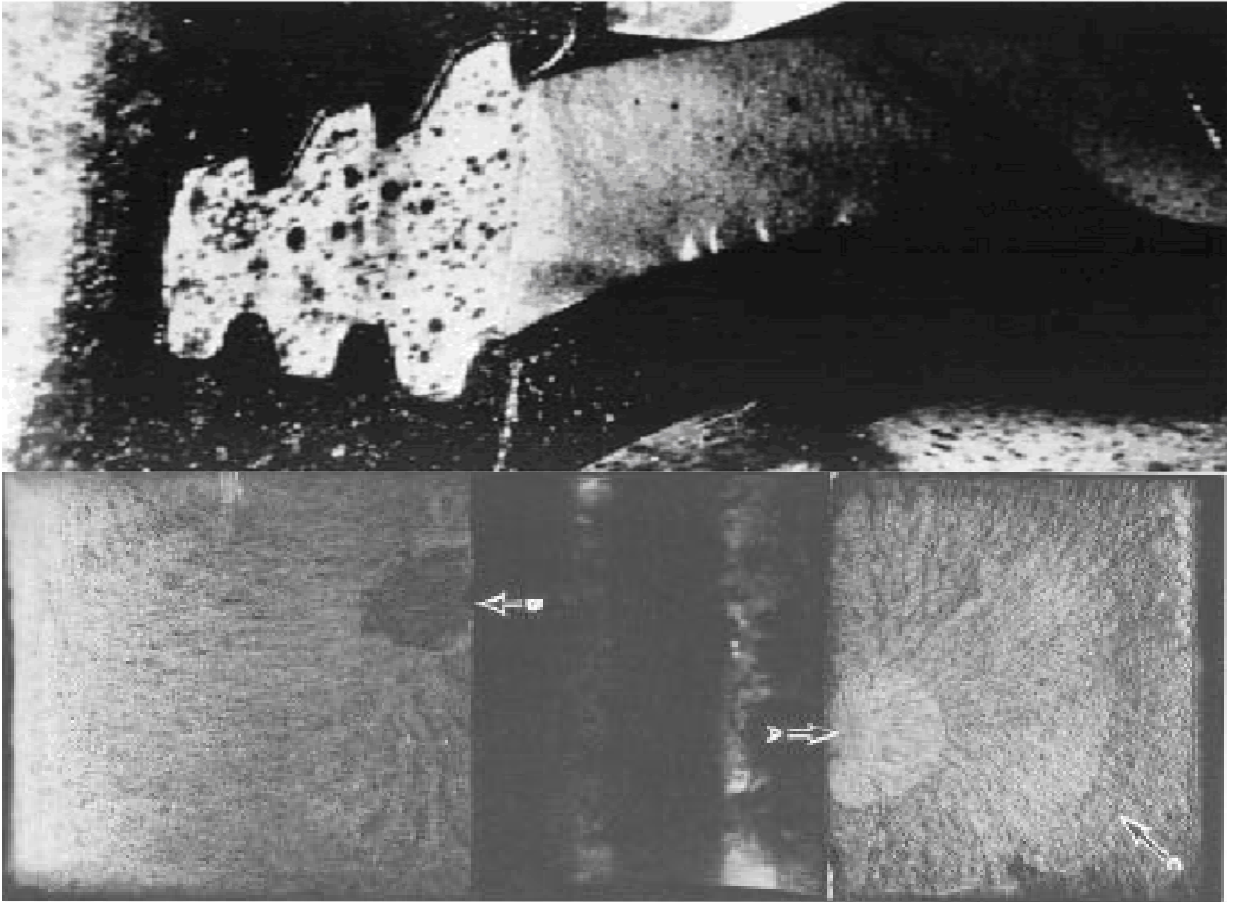
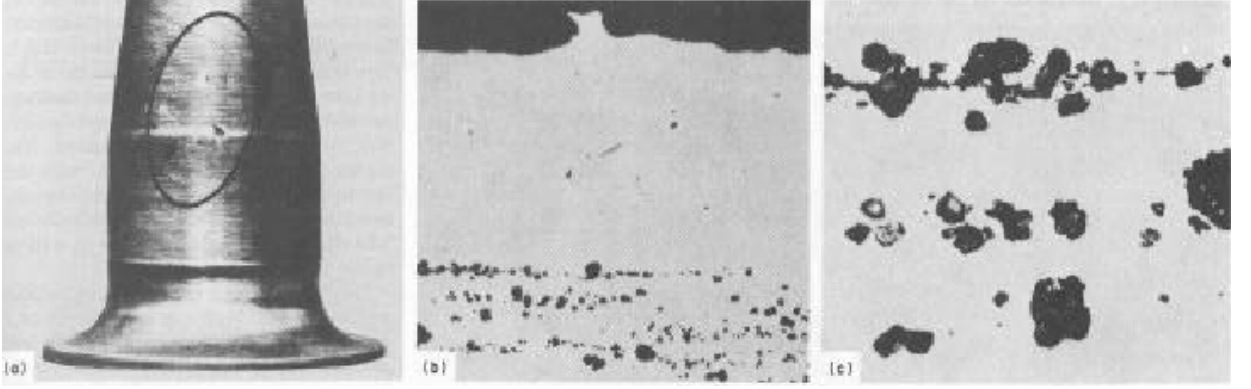


Şekil 2.48 Dövme parçalarda korozif etki .  
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)



Şekil 2.49 Dövme parçada korozif etki sonrası kırılma başlangıcı .  
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)

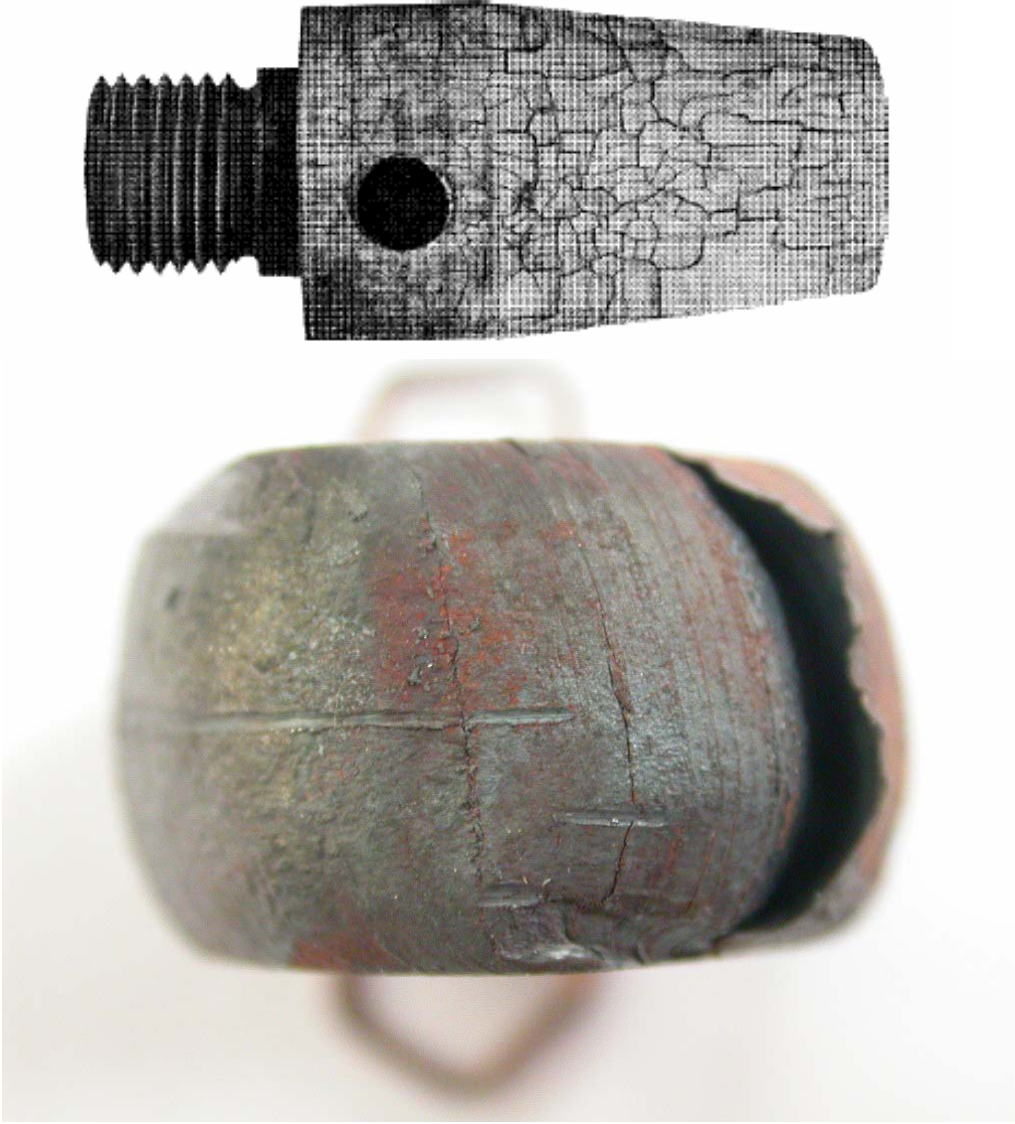




Şekil 2.50 Dövme parçalarda koroziye örnekler .  
 (Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)

## 2.20 Isıl işlem hatası

Isıl işlemde uygun koşullarda tavlınmayan veya gerilim giderme uygulanmayan parçalar işlem esnasında veya kullanma safhalarında feci sonuçlara yol açabilir . Böyle koşullarda kalmamak ve bunu engelleyebilmek için ısıtım işlem safhalarının titizlikle uygulanarak bunların kontrollerinin düzenli yapılması gerekir . ( Örnek : Şekil 53 )



Şekil 2.51 Isıl işlem hatası sonucu oluşan deformasyonlar .  
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)

### 2.21 Lif (Chevron) hatası

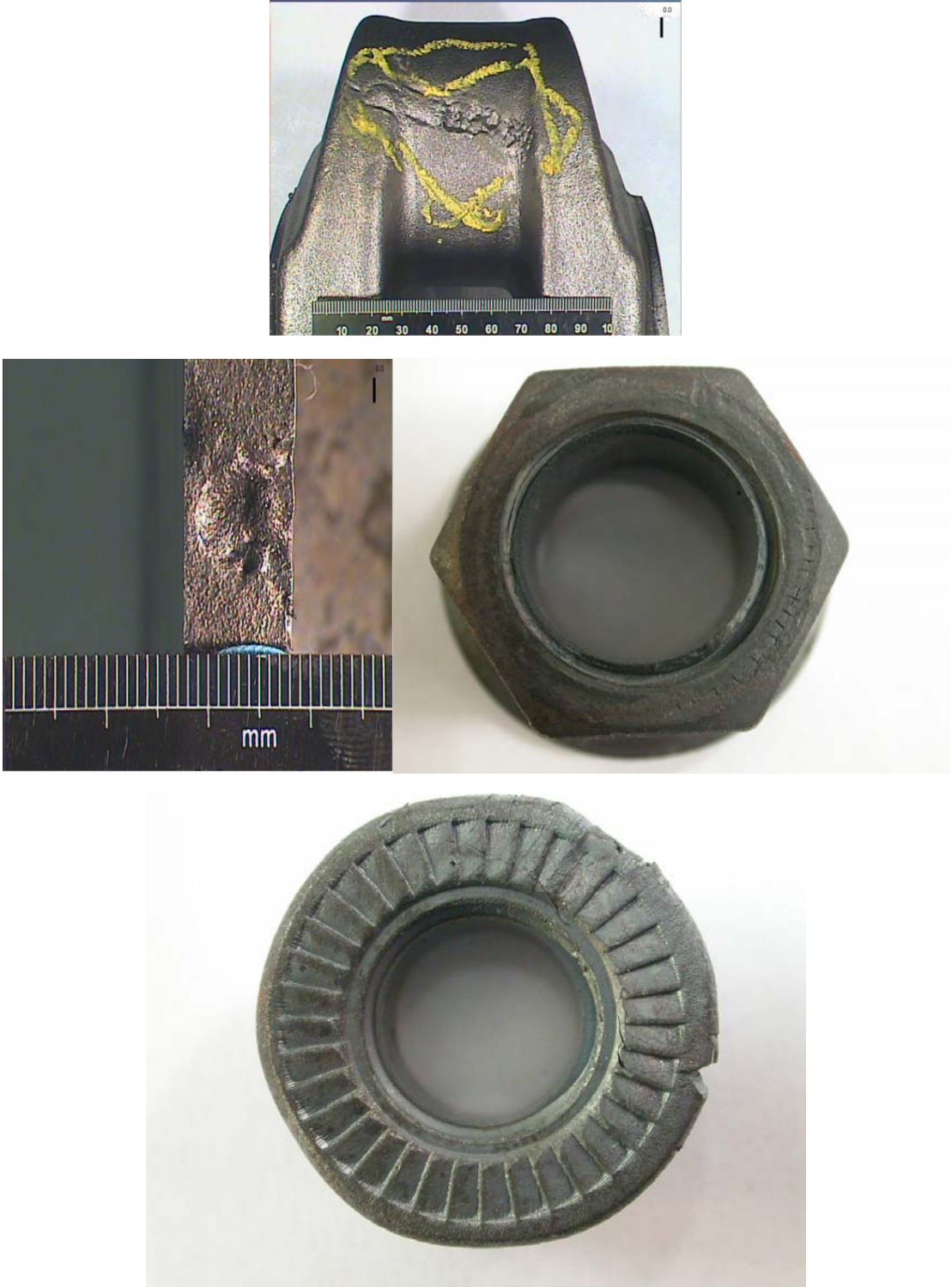
Genel olarak dövme işleminde oluşturulacak lif çizgilerinin uygulanması gereken kuvvetten fazla bir yük uygulanması ile oluşur ve ileriki safhalarda farkına varılmadığı takdirde kırılma deformasyonu olarak karşımıza çıkar . Bunun için dövme esnasında uygulanacak yükler ve hesaplamaları malzeme özellikleride dikkate alınarak yapılmalı ve her safhada kontrol edilmelidir . ( Örnek : Şekil 54 )



Şekil 2.52 Lif ( Chevron ) hatası sonucu ortaya çıkan kırılma izleri .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

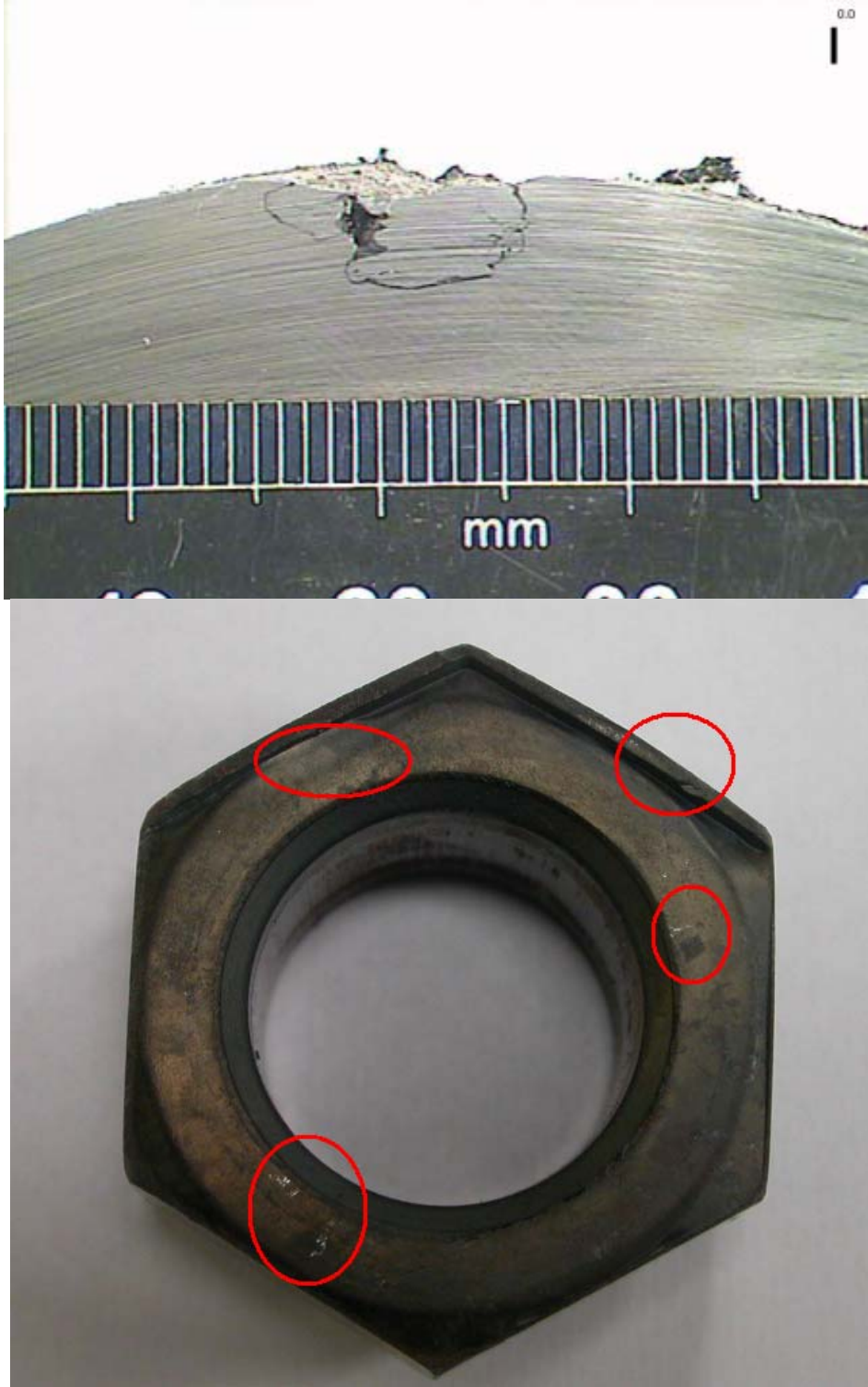
### 2.22 Yabancı maddeden kaynaklanan hatalar

Yabancı madde sayılabilecek malzemelerin ingota karışması veya ; dövme sırasında kalıp yüzeyinden dövme parça içeriğine karışması ile bu kaynaklı hatalar oluşur . Bu hataların engellenebilmesi için ingot ve dövme parçanın üretim aşamalarının hepsinde , yabancı maddelere karşı uygulanabilecek kontrol ve hata önlemler faydalı olacaktır . Bu tarz hatalar ingotta , dövme yapılanaya kadar tespit edilirse problem olmamaktadır . Ancak bu tespitler zamanında yapılamazsa , özellikle güvenlik parçalarında çok hayati arızalara sebep olabilirler . Bu hataların kök nedenleri iyi tespit edilmeli ve bunlara karşı geçici tedbirlerden çok kalıcı ve bir daha olmasını önleyici faaliyetler yapılması esastır .( Örnek : Şekil 55 , 56 )

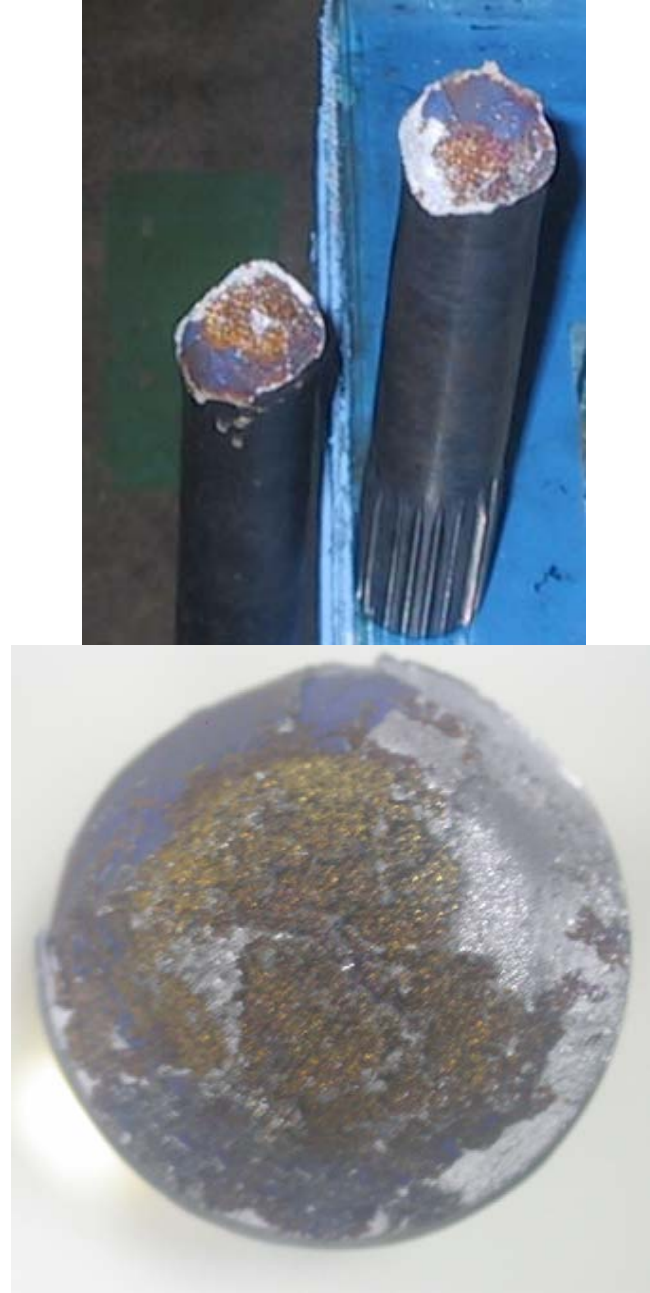


Şekil 2.53 Yabancı maddelerin nüfuz etmesi sonucu krankta açığa çıkan hatalar .  
( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )





Şekil 2.54 Yabancı maddelerin nüfuz etmesi sonucu dövme parçada açığa çıkan hatalar  
(Yan sanayi geliştirme ders notları “Ford Otosan” , 2002)



Şekil 2.55 Dövme yapılan ingotta cüruf giderme işleminin başarılı yapılamaması sonucu , yabancı madde sebebiyle kırılmış bir aks miline örnek . İndüksiyon sertleştirme sonrası iç bölgede kalan cürufun mukavim özellikleri yok ederek yarattığı kırılma izleri açıkça görülmektedir .

( Vural ve Özdöngül ve Sertkaya ve Alanyalı , 2004 )

### **3 . Sonuç ve değerlendirme**

İmalat esnasında çıkan ve zamanında farkedilemeyen dövme hatalarından ortaya çıkan kalite hataları tüm dünyada milyarlarca amerikan dolarına malolmaktadır . Özellikle dövme parçalarda teknoloji gelişimine rağmen yaşanabilecek hataların zamanında tespiti bu kayıpları bir nebze olsun azaltacaktır . Bu sebeple yapılmış olan bu çalışmalar sayesinde varolan ve en değerli olan zamanın karşılıklı ortak dilin konuşulması ile tekrar kazanılabileceği gerçektir . Otomotiv sektöründe yan sanayiler ile yapılan anlaşmalar çerçevesinde hataların kısa sürede belirlenerek yok edilebilmesi esas amaçtır . Bu tezde işlenen konuların ve görsellerin asıl amacı bu doğrultudadır . Literatüre kazandırılmaya çalışılmış olan bu çalışmanın ilerleyen safhalarda genişletilerek devam ettirilmesi Türk otomotiv yan sanayi açısından dünya çapında rekabete ışık tutacaktır .

## KAYNAKLAR DİZİNİ

1. Çapan , L. ,“Dövmede Verimliliğin Arttırılması ”Mühendis ve Makina, Cilt 33, Sayı 387 , 2004
- 2.Aran , A. , “Dövme Endüstrisinde Kalite Kontrol Uygulamaları” Mühendis ve Makina, Cilt 22, Sayı 262 , 2002
3. Pekuz , Y. “Dövme Hataları ve Çözüm Yolları” Çelik sanayi Dergisi ,1993, sayı 3
4. “Forging Design Handbook” American Society For Metals , 1972
5. “Defect Tolerant Design Of Automotive Components” International Journal Of Fatigue, vol.19, 4 April, 1997, syf. 319-333
6. Dövme Teknolojisi Seminer Notları , İstanbul Makina Mühendisleri Odası
7. Çapan , L. , “Metallere Plastik Şekil Verme” Çağlayan Kitabevi, 1989
- 8.Dövme Teknolojisi (Plastik Şekillendirmede Kalıp Tasarımı) TMMOB yayınları 1991 Seminer Notları
- 9.Dövme Ürünleri Çalışma Grubu Raporu , DPT , 1995 , Ankara
- 10.Civelek, A. , “ Dövme Demir” Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş.Dövme Araştırması , İstanbul



11. Anonim, “ Yan sanayi geliştirme ders notları “ Ford Otosan , 2002 , Kocaeli

### **KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)**

12. Barret , T. , “Bifrangı forged crankshaft defects” Bifrangı , Birmingham , United Kingdom , 2004

13. İmrek , H. ; Pekuz , Y. “Dövme proses hataları ve çözümleri” Mühendis ve Makina, sayı 504 , 2004

14. Vural , O. ; Özdöngül , N. ; Sertkaya , S. ; Alanyalı , E. , “Dövme hataları kataloğu” Ford Otosan Ekim 2004