

Yüksek Basıncılı Döküm Prosesinde Hataların Çözümünde Kök Neden Analizi

9. Ulusal Döküm Kongresi

21 Ekim 2017

MAGMA BİLİŞİM

İçerik

1. Giriş
2. Hata Çözümü Yaklaşımı
3. Hata Sınıflandırma Sistemi
4. Yüzey Hataları
5. İç Kusurlar

Döküm Hatalarına Neler Sebep Olur?

■“Gerçek” Problemler

- Sızıntı
- X-ray şartlarına uymama
- Yetersiz mekanik özellikler
- Zayıf yüzey parlatma
- Vs.

Bu Problemlerin “Sebepleri”

Porozite
Gaz giderme
Hava sıkışmaları
Çatlak & Sıcak Yırtılma
Vs.

Hedefimiz : Hatanın gerçek kök
nedenini bulmak

Döküm Hatalarının Neden Olduğu Maliyetler

Muayene Maliyeti

Müşteri İadesi

Düşük Verimlilik

Ekstra Numune

Yeniden İşleme

Hurda

Belirsiz
Takvim

Fazla
Mesai

Sarf
Malzeme
Maliyeti

Enerji
Maliyeti

Taşıma
Masrafları

Süreç
Hızlandırma
Maliyetleri

Fazladan Müşteri
Ziyaretleri

Teslimat
Şikayetleri

Döküm Hatalarının Neden Olduğu Maliyetler

Yield improvement	Cleaning costs	Internal/external scrap rate	External rework	Internal rework	# of samples run	Sampling Time Required
\$ spent melting (labor)	\$ spent cutting (labor)	\$ spent on melting (labor)	Unhappy customer	\$ spent inspecting (labor)	\$ spent on tooling changes (internal or external)	\$ of lost revenue because of long lead time
\$ spent melting (energy)	\$ spent cutting (energy)	\$ spent on melting (energy)	Billed for time spent reworking	\$ spent inspecting (misc-extra x-ray, dye pen, etc.)	\$ spent on engineering review	
\$ spent cutting and handling remelt (labor)	\$ spent grinding (labor)	\$ spent cutting/handling remelt (labor)		\$ spent removing defect (labor)	\$ spent on molding and core materials for sample	
\$ spent cutting and handling remelt (energy)	\$ spent grinding (energy)	\$ spent cutting/handling remelt (energy)		\$ spent removing defect (energy)	\$ spent on sleeves for sample	
\$ spent on reduced furnace/refractory life	\$ spent on arc air electrodes	\$ spent on reduced furnace/refractory life		\$ spent on arc electrodes/grinding media for removal	\$ spent on filters for sample	
\$ spent on sleeves	\$ spent on grinding discs	Capacity reduced		\$ spent welding defect (labor)	\$ spent on melting for sample (labor)	
Capacity reduced	\$ spent on overtime	\$ spent on engineering review		\$ spent welding defect (energy)	\$ spent on melting for sample (energy)	
	\$ spent on labor	\$ spent on pattern changes		\$ spent on weld electrode/misc. materials	\$ spent on reduced furnace refractory from extra sample	
		\$ spent on metal costs		\$ spent grinding weld (labor)	\$ spent on inspecting samples (labor)	
		\$ spent on sand		\$ spent grinding weld (energy)	\$ spent inspecting samples (misc-extra x-ray, dye pen, etc.)	
		\$ spent on core and mold making labor		\$ spent on grinding discs	\$ spent for material handling of samples	
		\$ spent on dealing with customer		\$ spent post weld heat treat	\$ spent welding samples	
		Disruptions to scheduling			\$ spent grinding samples	
		\$ spent on mold wash			\$ spent handling scrap	
		\$ spent expediting/express shipping			\$ spent processing sample paperwork	

Hata Çözümü Yaklaşımı

8-D	6 Sigma DMAIC	PDCA / PUKÖ	4 Adım
1- Takım oluştur	Define (Tanımla)	Planla	Mevcut durum ve problemin (hatanın) tanımlanması
2- Problemi anla			
3- Önleyici acil aksiyonlar	Measure (Ölçüm yap)		
4- Kök Neden Analizi	Analyze (Analiz et)	Uygula	Çözüm önerileri oluşturma
5- Düzeltici aksiyonların belirlenmesi ve uygulanması	Improve (Uygula ve geliştir)		
6- Aksiyon sonuçlarının değerlendirilmesi		Kontrol et	Önerilerin uygulanması
7-Tekrarın önlenmesi	Control (Kontrol et)	Önlem al	Validasyonu (Sağlaması) ve Takibi
8- Takımın tebrik edilmesi			

Hata Çözümü Yaklaşımı

- Adım 1: Takım Kurulması ve Sorun Hakkında Bilgi Toplanması
 - Veri Toplama:
 - Ölçüm/Şiddet ölçümü
 - Konum bilgisi, boyut, sıklık
 - Problem ne zaman başladı?
 - Proses bilgi sayfası
 - Presler/Fırınlar/Vardiya...

Hata Çözümü Yaklaşımı

- Adım 1: Takım Kurulması ve Sorun Hakkında Bilgi Toplanması

- Kimler Takımınızda Olmalı?

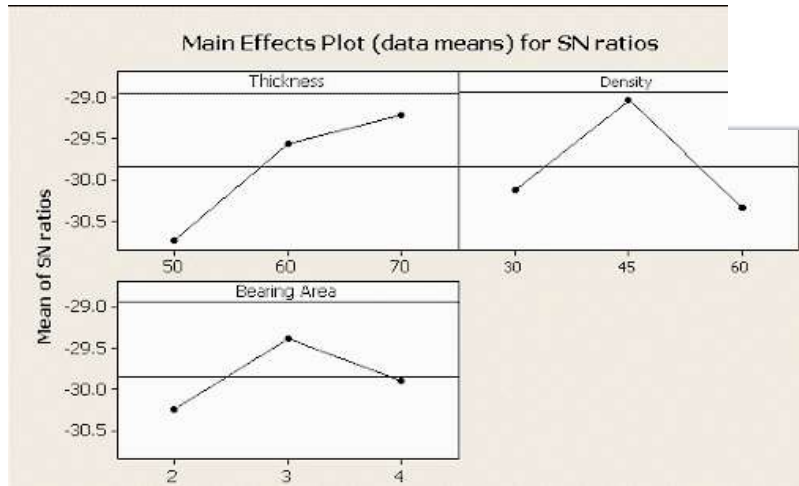
- Bölümler arası gruplar (üretim, kalite vs..)
- Yöneticiler (karar mercii) ve kalıphane (tasarımcı)
- Tecrübe ve farklı bakış açılarına sahip kişiler

Hata Çözümü Yaklaşımı

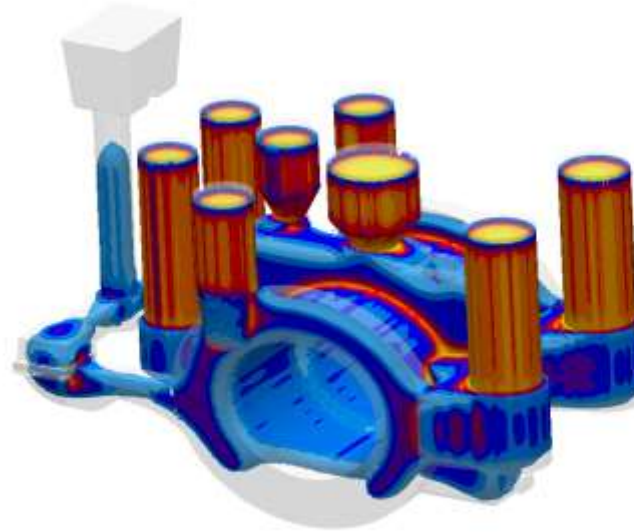
■ Adım 2: Hatanın İrdelenmesi



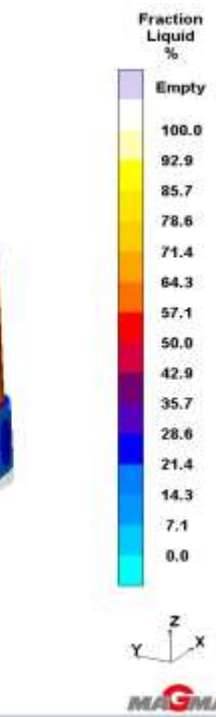
Deneyiminizi kullanın!



İstatistik/deneyler



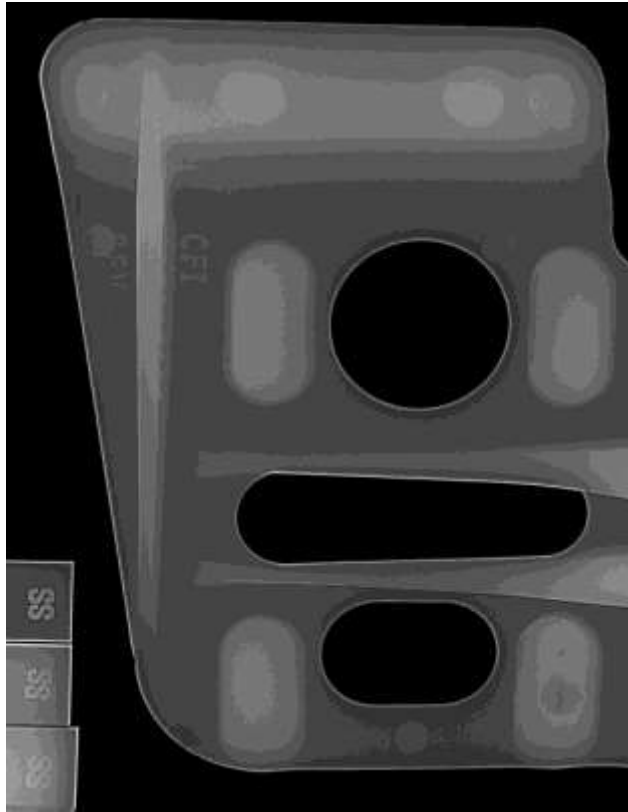
Araştırmaları, literatürü kullanın



Yerinde İzleyin!

Hata Çözümü Yaklaşımı

■ Adım 2: Hatanın İrdelenmesi

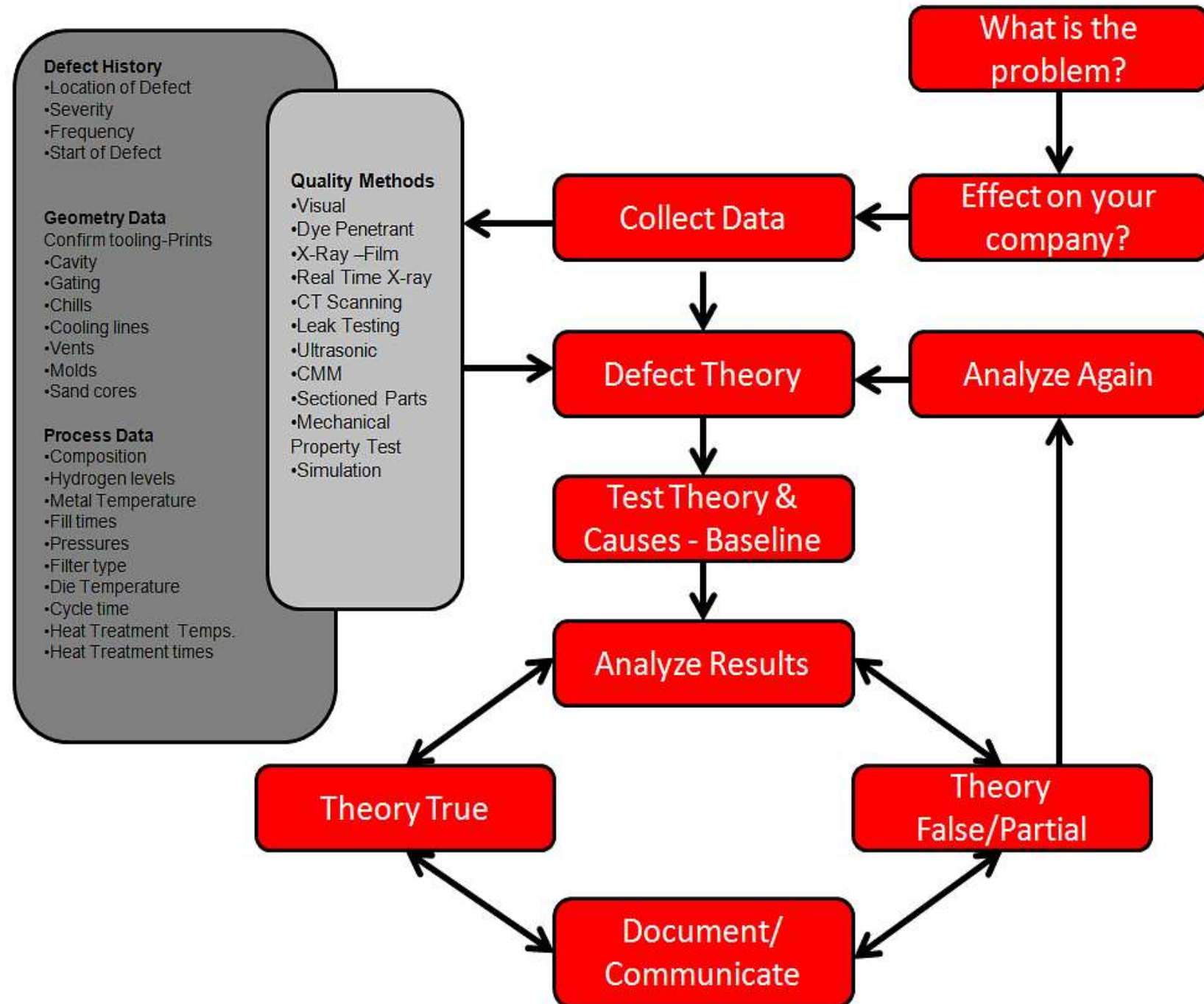


Hata Çözümü Yaklaşımı

- Adım 3: Düzeltici Eylem Planı Öner
 - Ne kadara mal olacak?
 - Pratik mi, uygulaması kolay mı?
 - Desteklenebilecek mi?
 - Maliyet, zaman, efor, vs.

Hata Çözümü Yaklaşımı

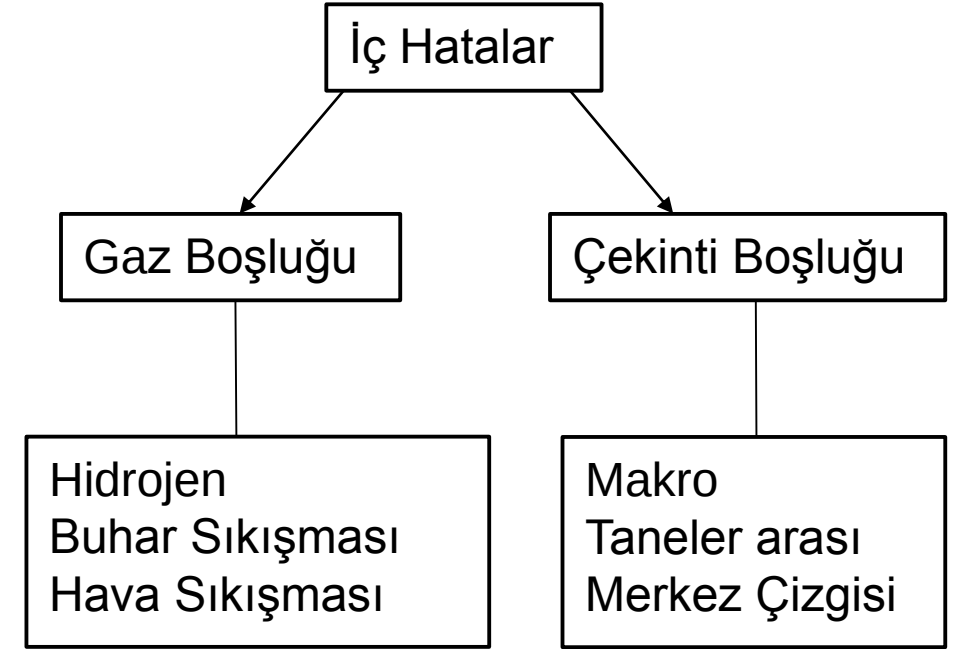
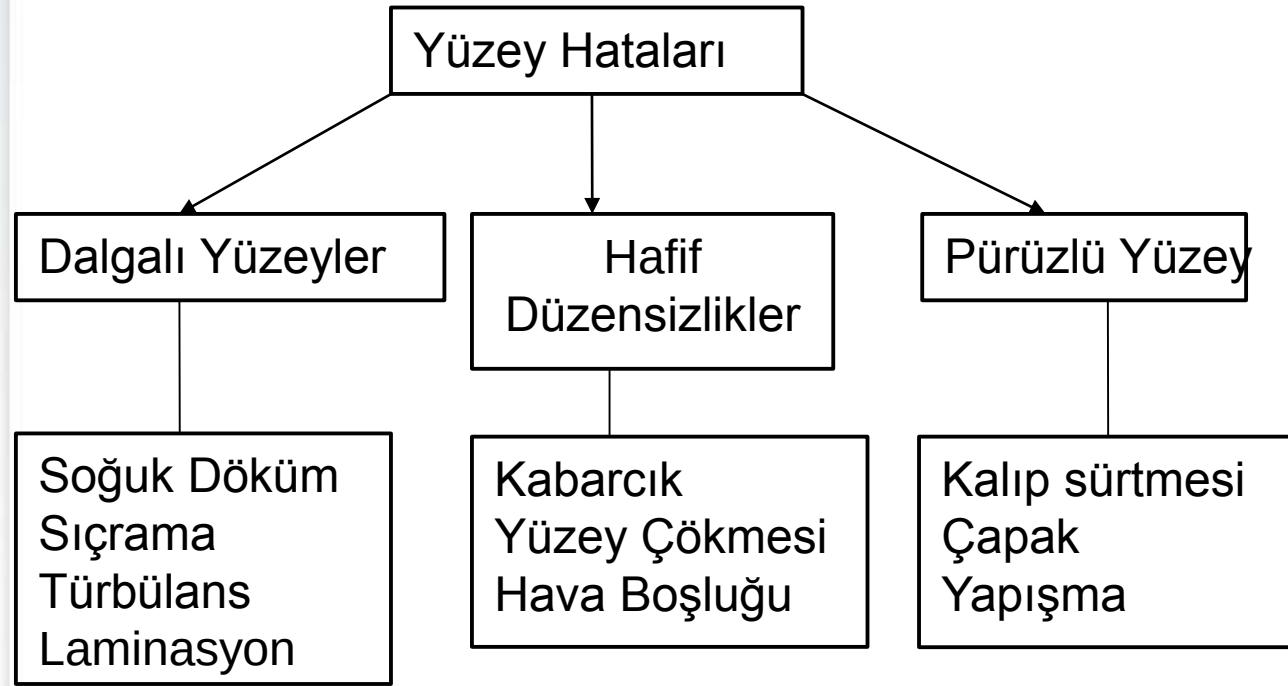
- Adım 4: Önerilen Düzeltici Eylem Planının Validasyonu
 - Çözümü doğrulamak için gereken araçlar:
 - DOE
 - Tecrübe
 - Araştırma/literatür
 - Simülasyon!



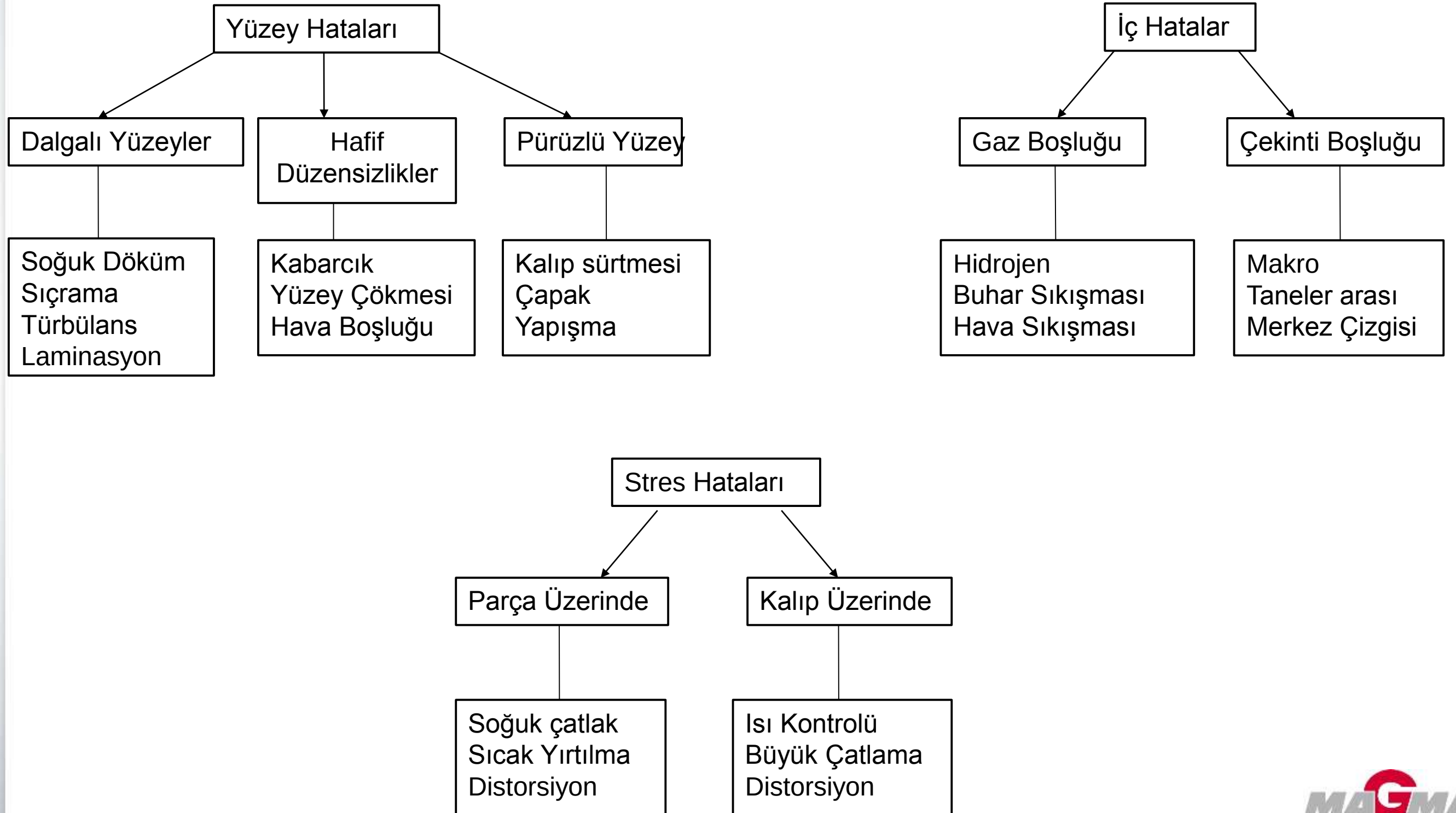
Hata Çözümü Yaklaşımı

- Adım 5: Değişikliklerin Uygulanması & Standartlaştırma
 - Gerekli değişikliklerin yapılması
 - Bazı değişiklikler diğerlerinden daha zordur (parça dizaynı, yeniden PPAP)
 - Kalitenin yeniden değerlendirilmesi
 - Hatanın yeniden gerçekleşmesinin engellemek için önlemler
 - «Çıkarılan Dersler» in kayıt altına alınarak, ilgili departmanların bilgilendirilmesi

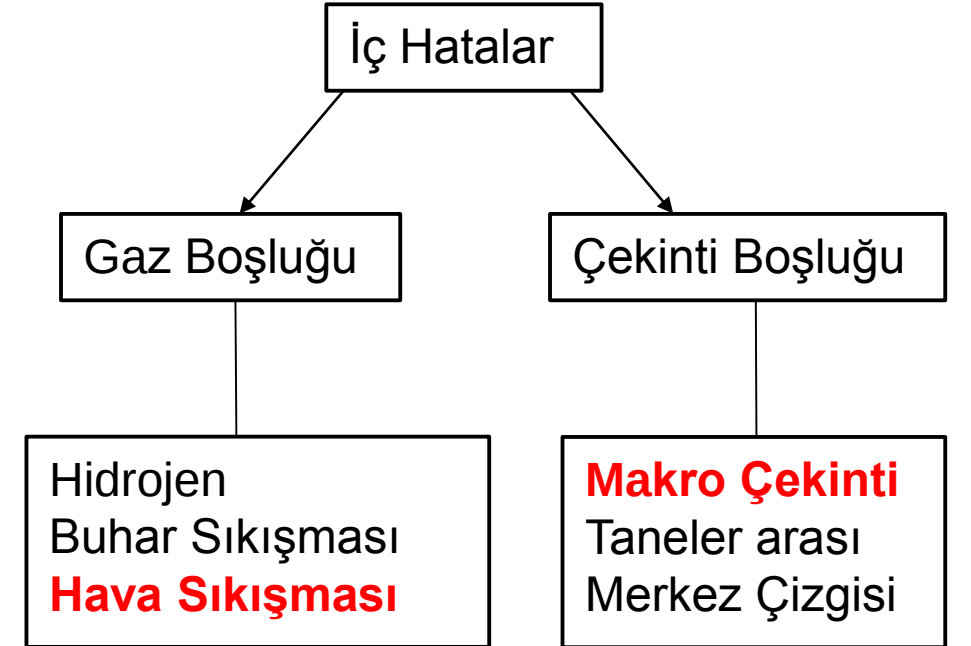
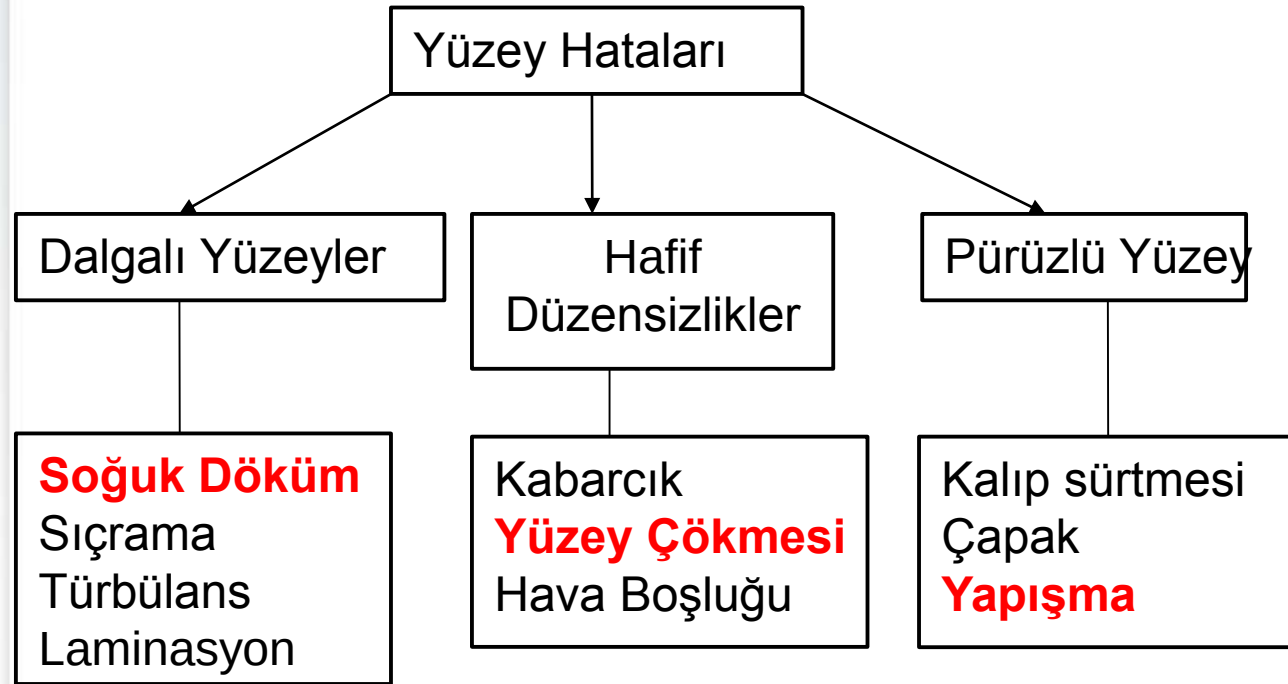
Sınıflandırma Sistemi



Sınıflandırma Sistemi



Sınıflandırma Sistemi



Hata Taslağı

- Tanım
- Morfoloji
- Sayısal Simülasyon
 - Örnekler

Yüzey Hataları

■ Akışa Bağlı Kusurlar

Grup 1: «Sıcaklık»

- Soğuk Döküm İzi
- Soğuk Birleşme
- Laminasyon

Grup 2 : «Hız ve yönlenme»

- Sıçrama
- Türbülans

Grup 3 : «Parça Dolum Profili»

Yüzey Çökmesi

Yüzeydeki Hava Boşlukları

İç Kabarcıklar(Hava Boşlukları)

Flash

Soğuk Döküm İzleri

Soğuk Döküm İzleri - Tanım

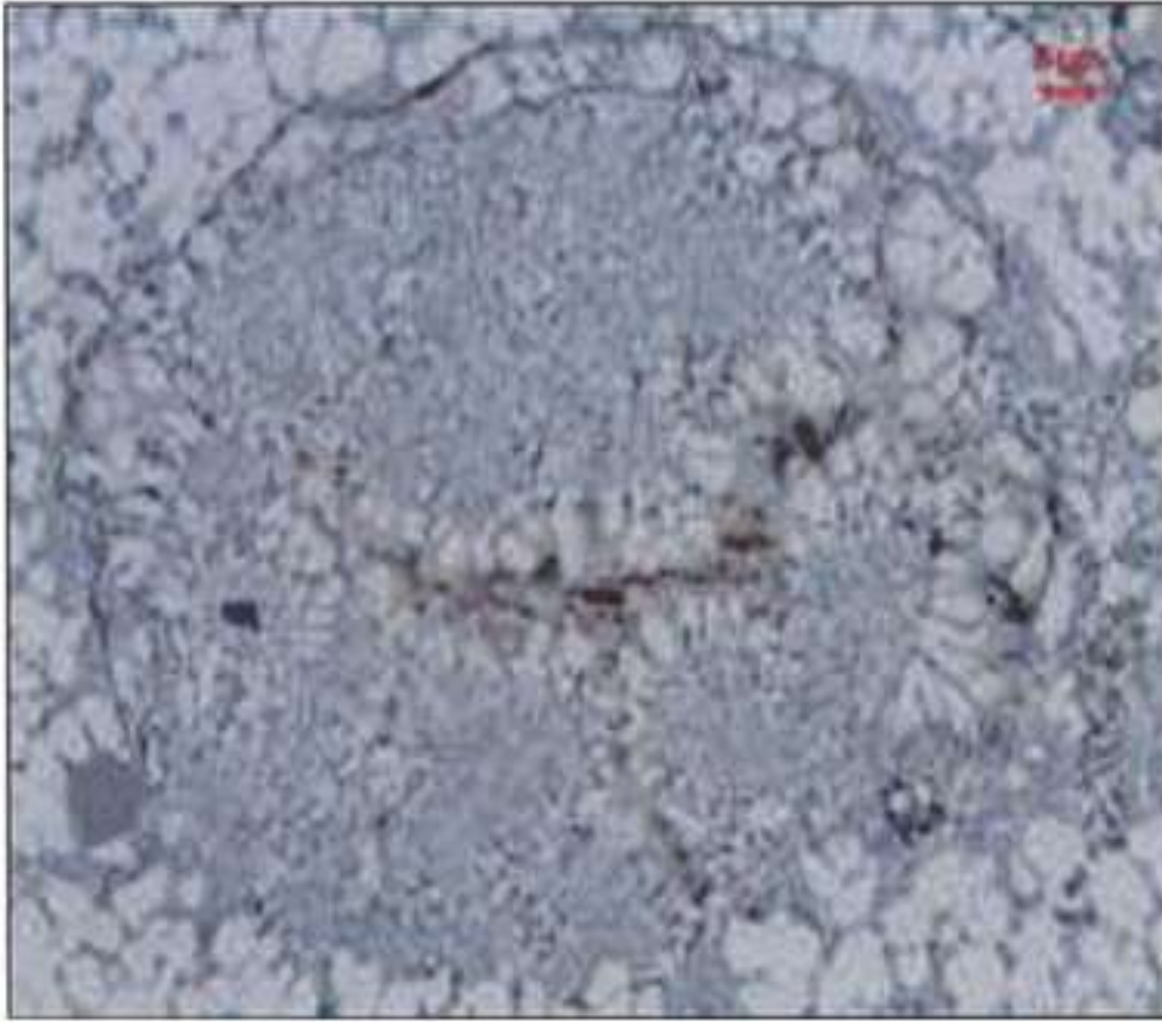
Sıvı metalin küçük bir kısmı kalıbın yüzeyi ile temas ettiğinde hızla katılaşır ve soğuk döküm izi oluşur.



Soğuk Döküm (Sıçrama) İzi

Soğuk Döküm İzleri - Morfoloji

- Soğuk Döküm İzi:
 - Küresel veya elipsoidal şekil
 - Daha ince mikroyapısal tane özellikleri



Soğuk Döküm İzleri - Morfoloji

Ek yerleri / Soğuk kat / Birleşme çizgileri

- Kısmen katılaşmış iki eriyik cephesi bir araya geliyor
- Yüzeyde kırışıklıklar, ek yerleri, birleşme çizgileri oluşur.
- Birleşme çizgileri oluşmaya başladıktan sonra maden yürümeyebilir ve bunun sonucunda dolmama(boşluk) problemi olabilir.



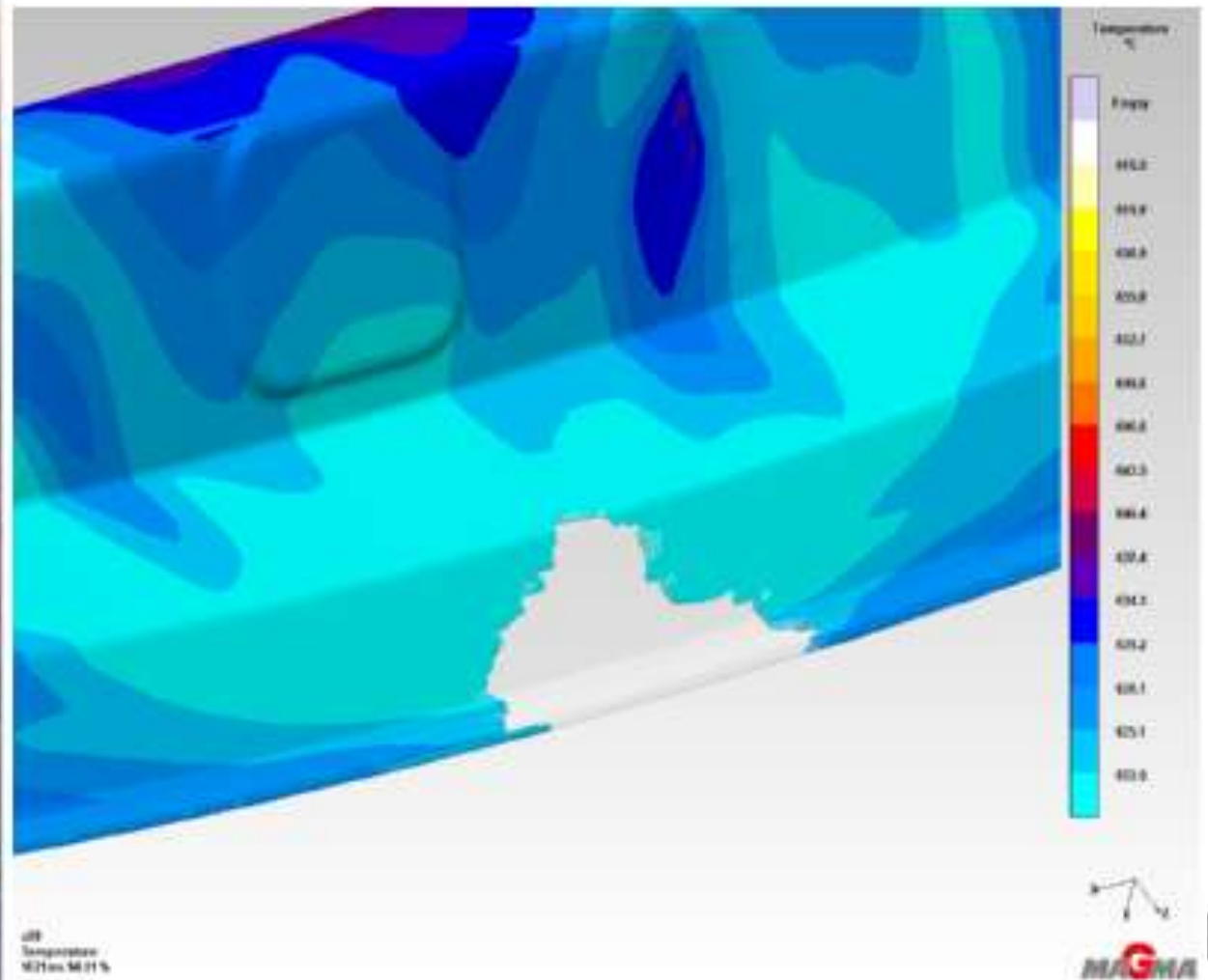
Macrografie raffiguranti giunzioni superficiali.
Macrographs showing surface joints.



Soğuk Döküm İzleri - Morfoloji

Ek yerleri / Soğuk kat / Birleşme çizgileri

- Kısmen katılaşmış iki eriyik cephesi bir araya geliyor
- Yüzeyde kırışıklıklar, ek yerleri, birleşme çizgileri oluşur.
- Birleşme çizgileri oluşmaya başladıktan sonra maden yürümeyebilir ve bunun sonucunda dolmama(boşluk) problemi olabilir.



Soğuk Döküm İzleri - Morfoloji

Şekil 2.1, 2.2, 2.3 ; Yüzeydeki soğuk birleşme için tipik bir örnek



Şekil 2.1



Şekil 2.2



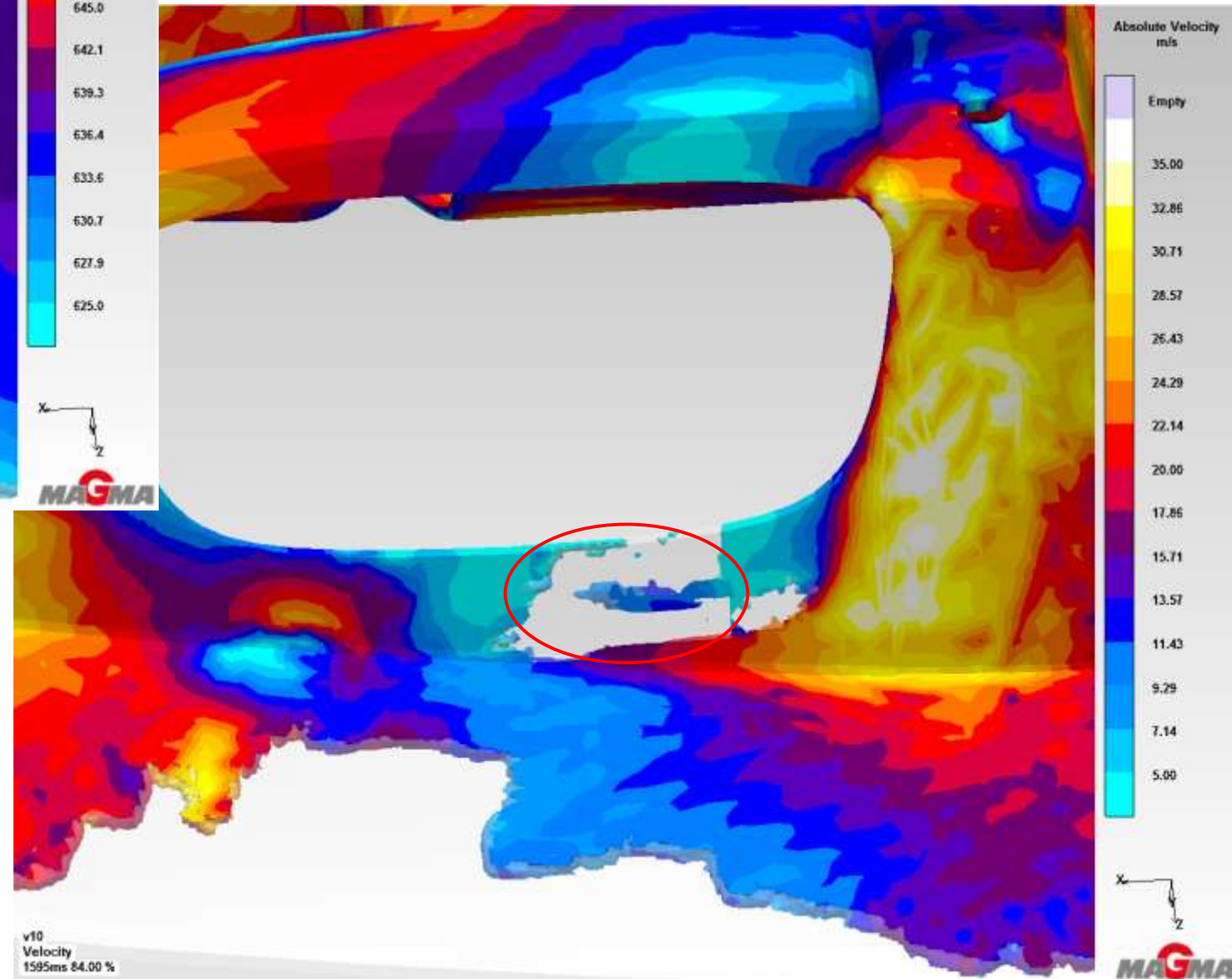
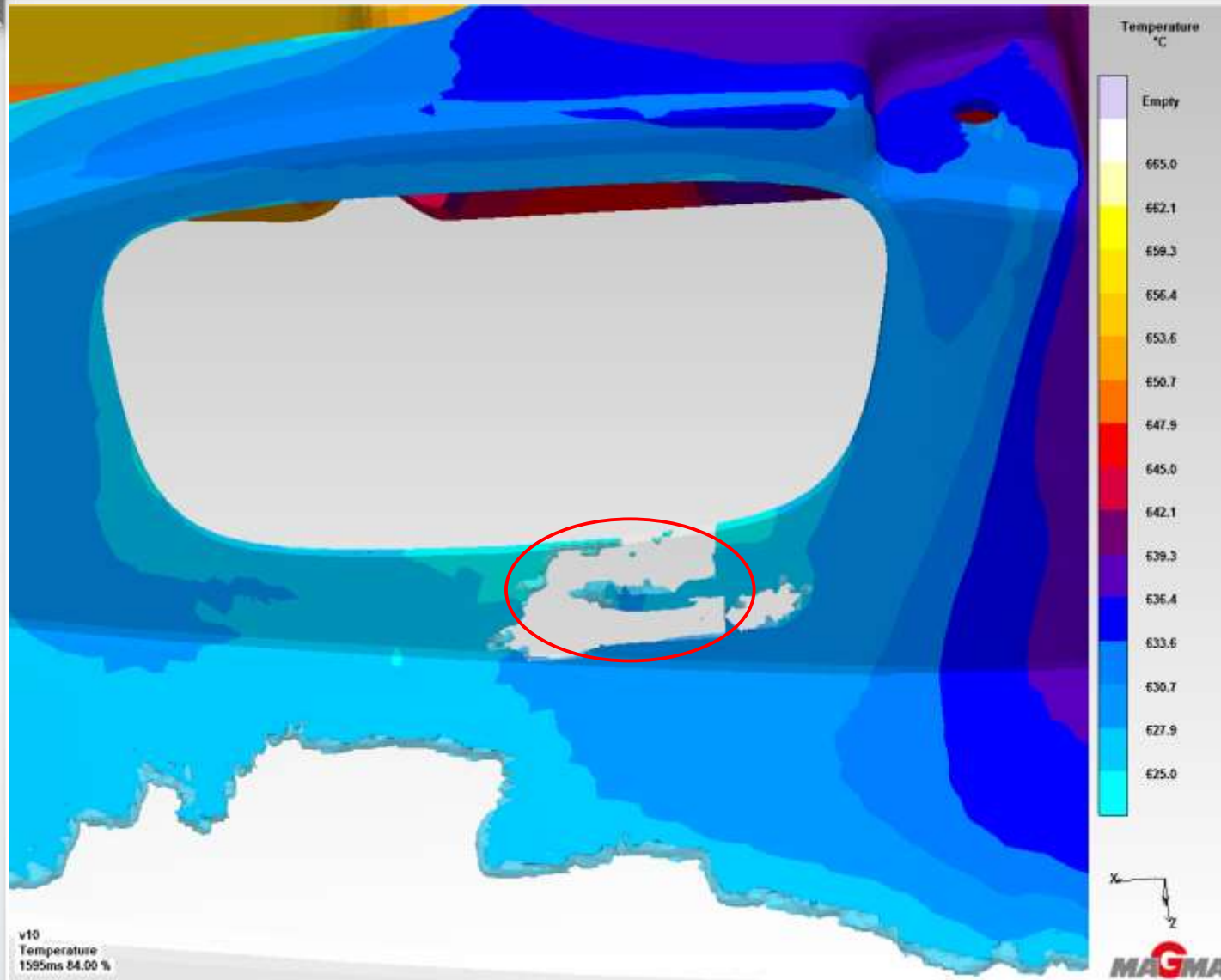
Şekil 2.3

Ek yerleri / Soğuk kat/ Birleşme çizgileri

- Maden sıcaklığı ve zaman arasında her zaman bir yarış vardır.

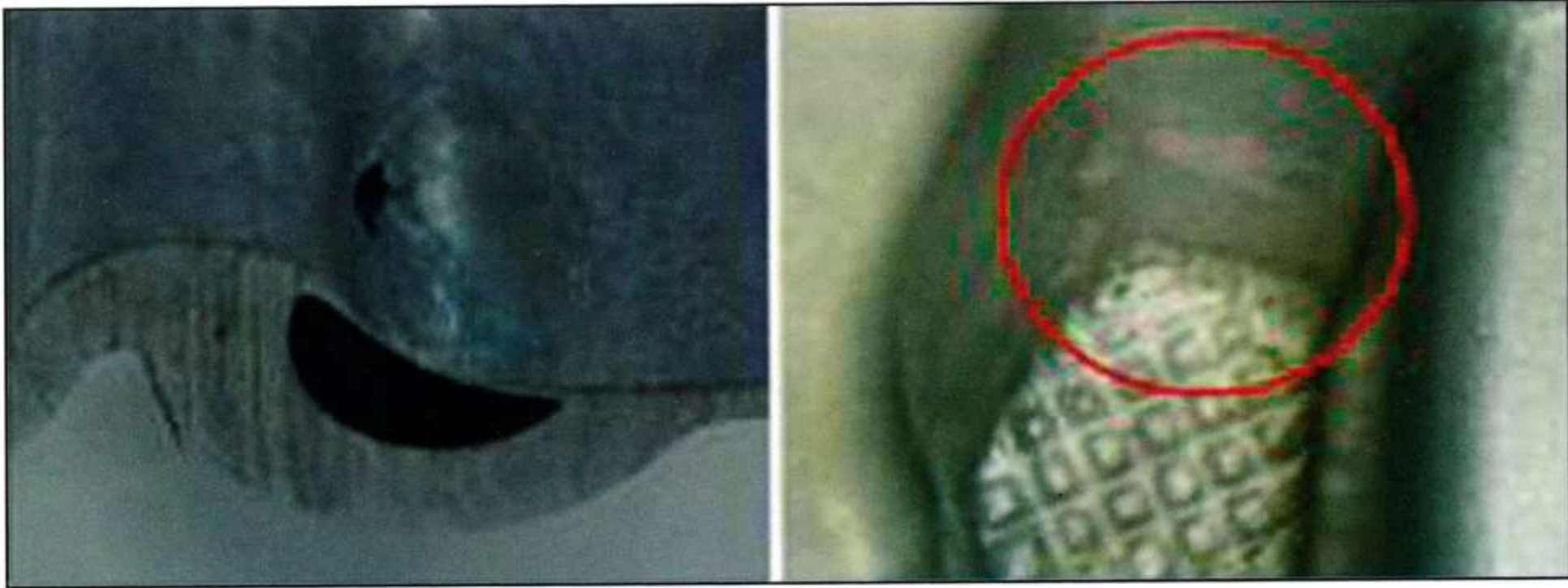
Soğuk Döküm İzi

- Düşük döküm sıcaklığı
- Kırmızı ile işaretli bölge = oksit film
- Düşük maden hızları düşük maden sıcaklığı ile ilgilidir

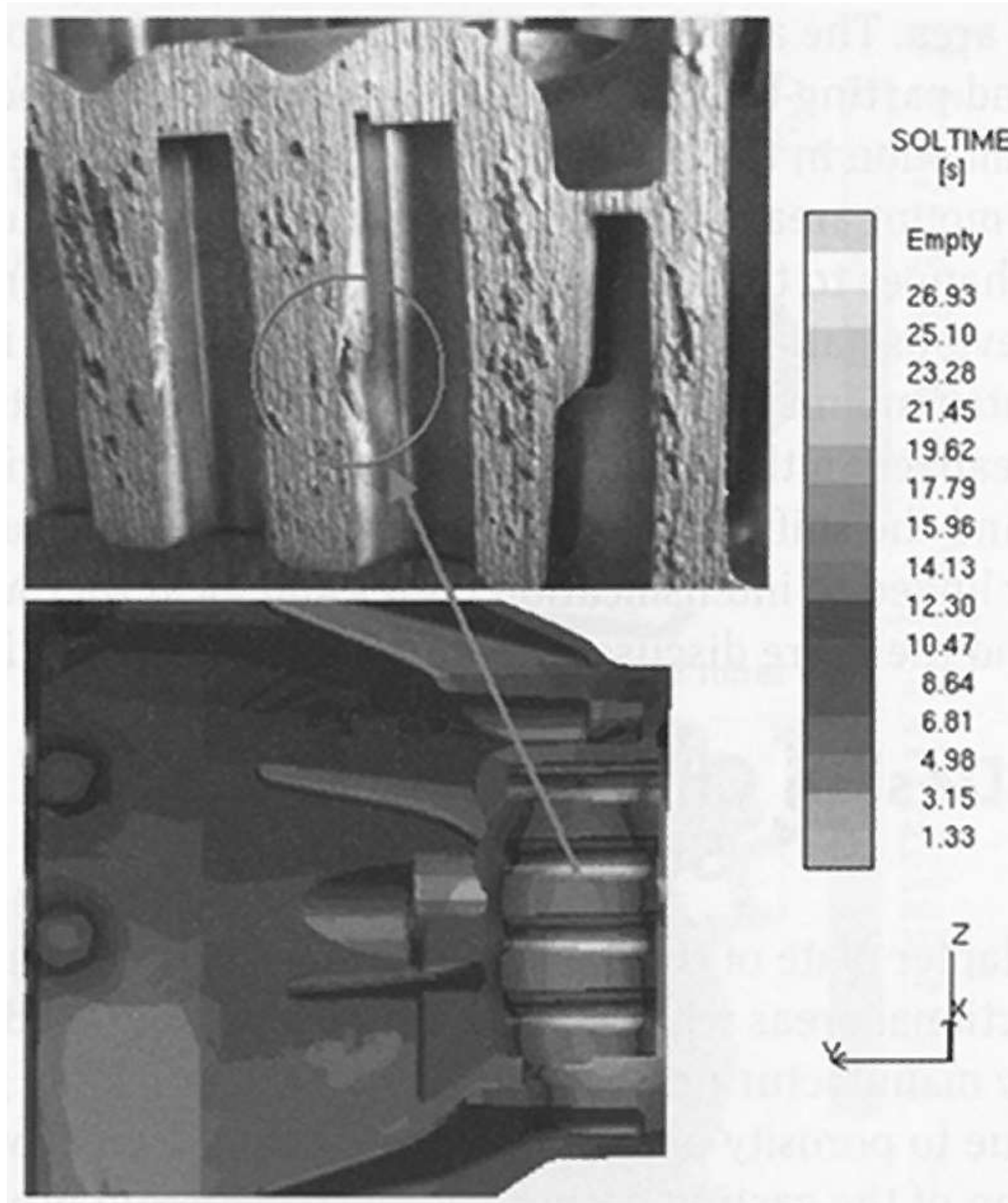


Yüzey Çöküntüsü

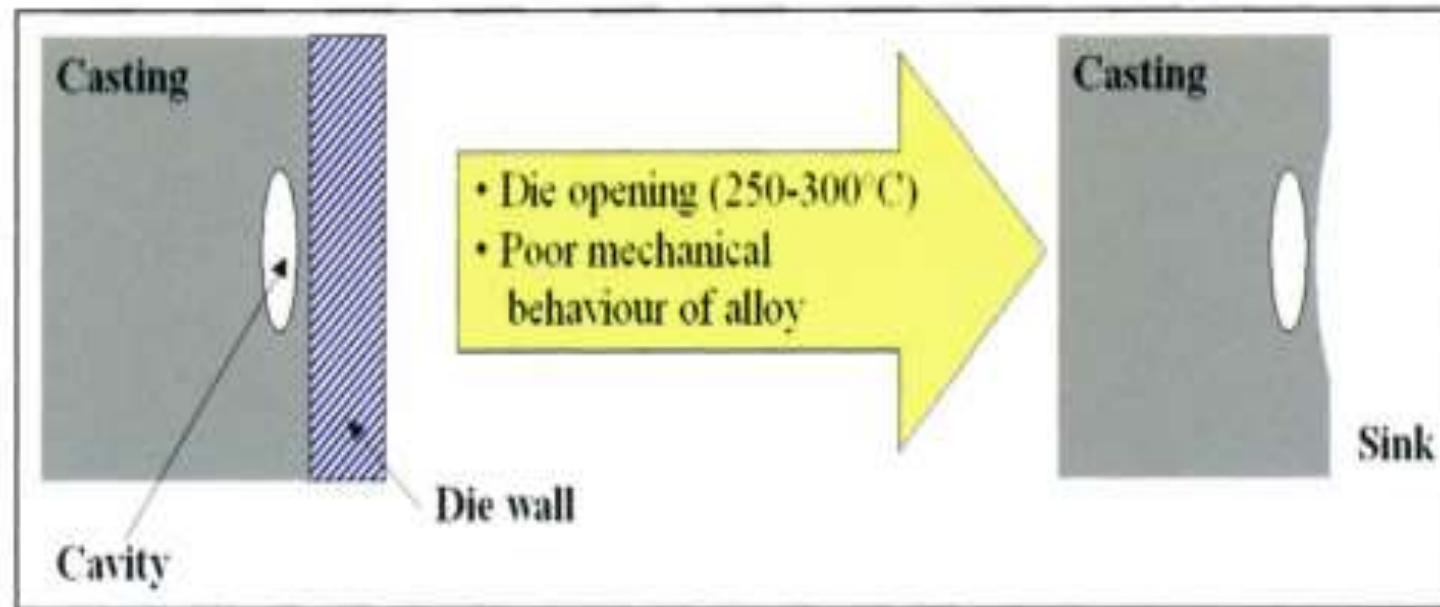
Yüzey Çöküntüsü - Tanım



Yüzey Çöküntüsü - Tanım



Yüzey Çöküntüsü - Morfoloji

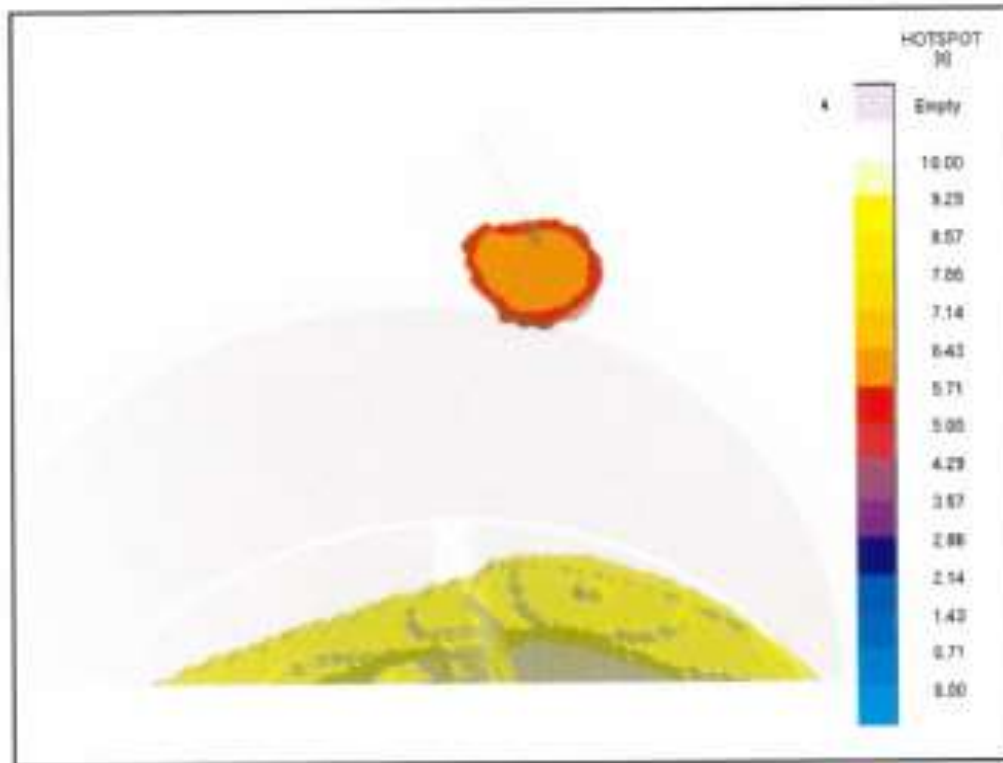


Schema esemplificativo di un ricalo.

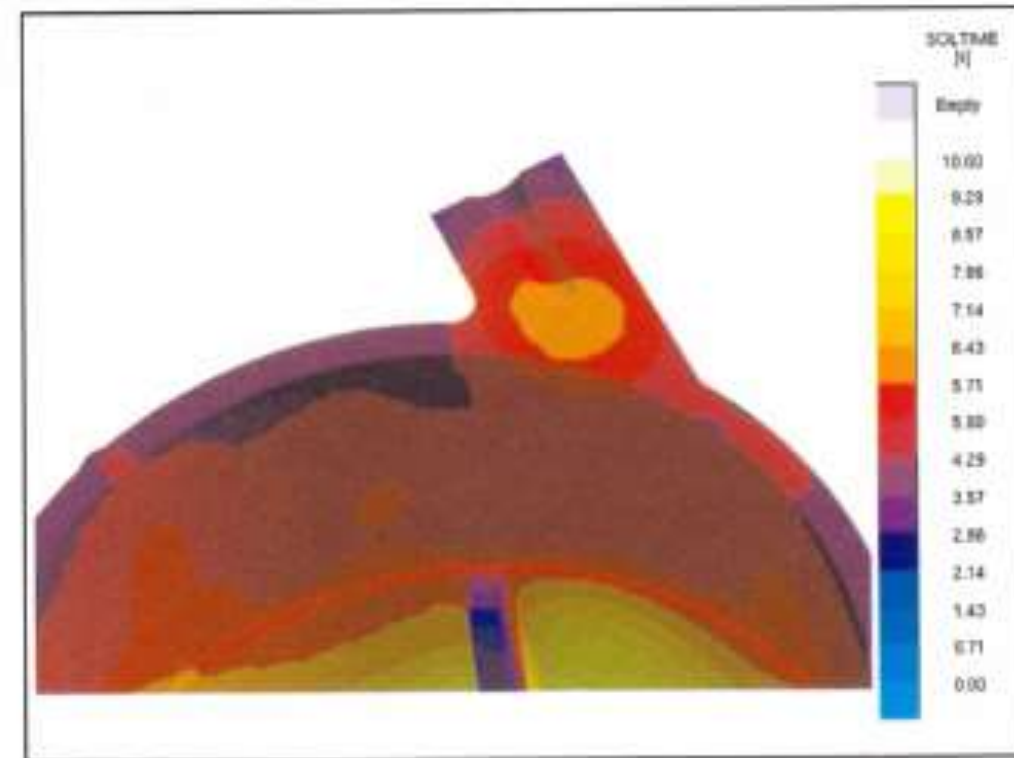
Schematics of a sink.

Yüzey Çöküntüsü

- 'Hot Spot' kriterleri, sıcak noktanın döküm içinde görselleştirilmesine izin verir, böylece ağırlığı tahmin edilebilir

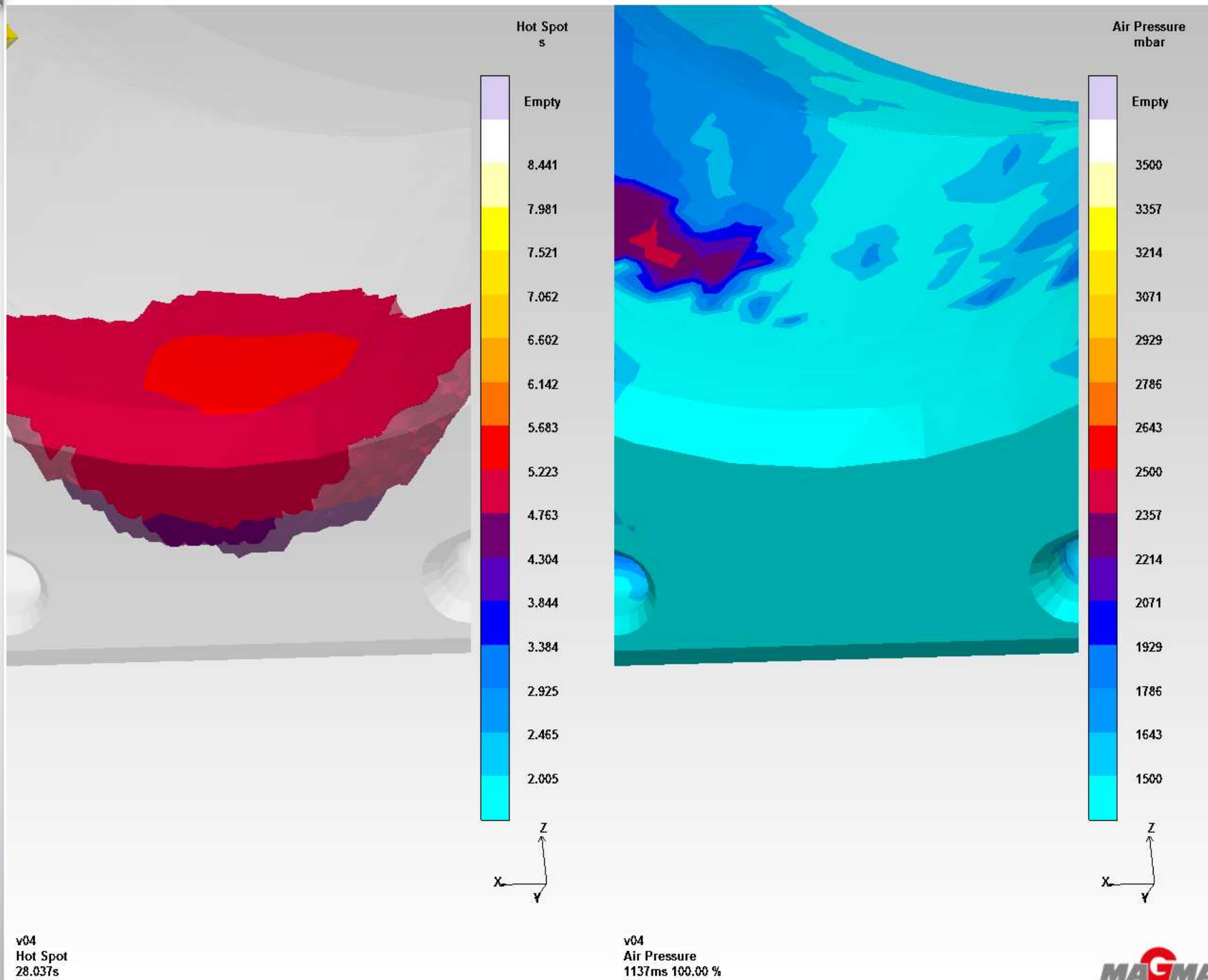


Previsione di un ricalo mediante il criterio Hotspot.
Sink prediction by means of the Hotspot criterion.



Previsione di un ricalo mediante la valutazione dei
tempi di solidificazione.
*Sink prediction by means of the evaluation of
solidification time.*

Yüzey Çöküntüsü

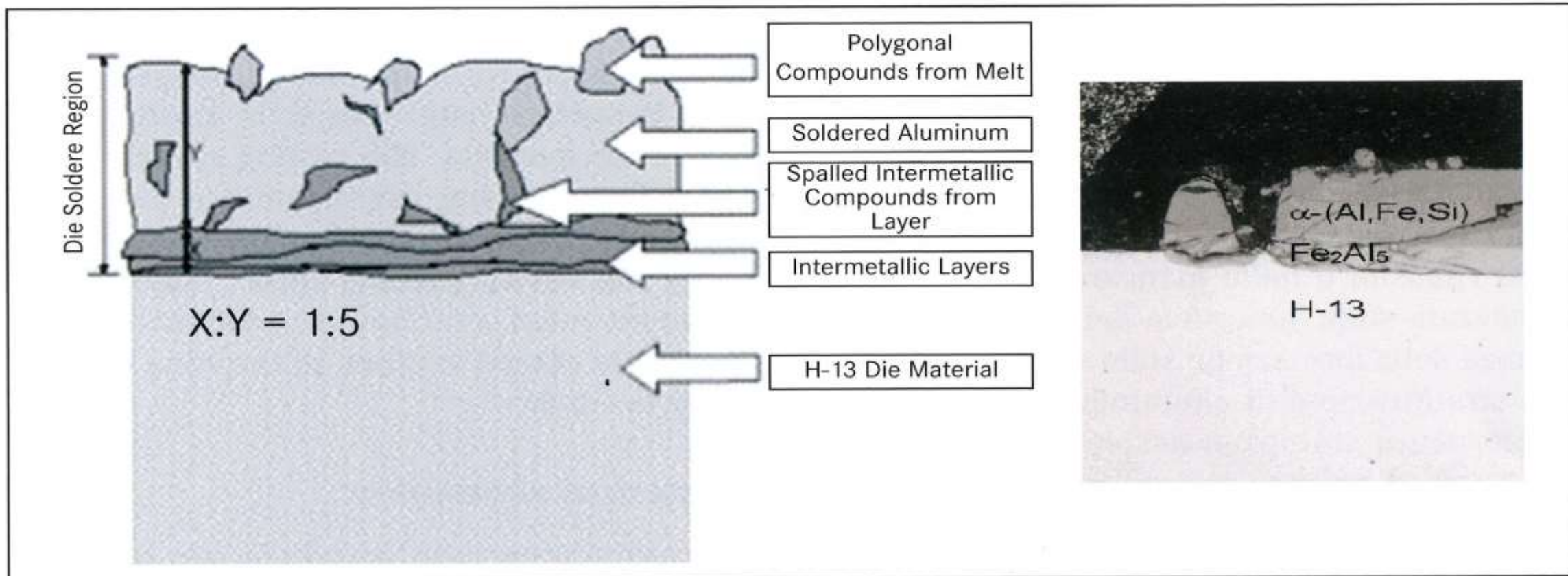


■ İç kabarcıklar varken, hava basıncı (Air Pressure) göz ardı edilmemelidir

Yapışma

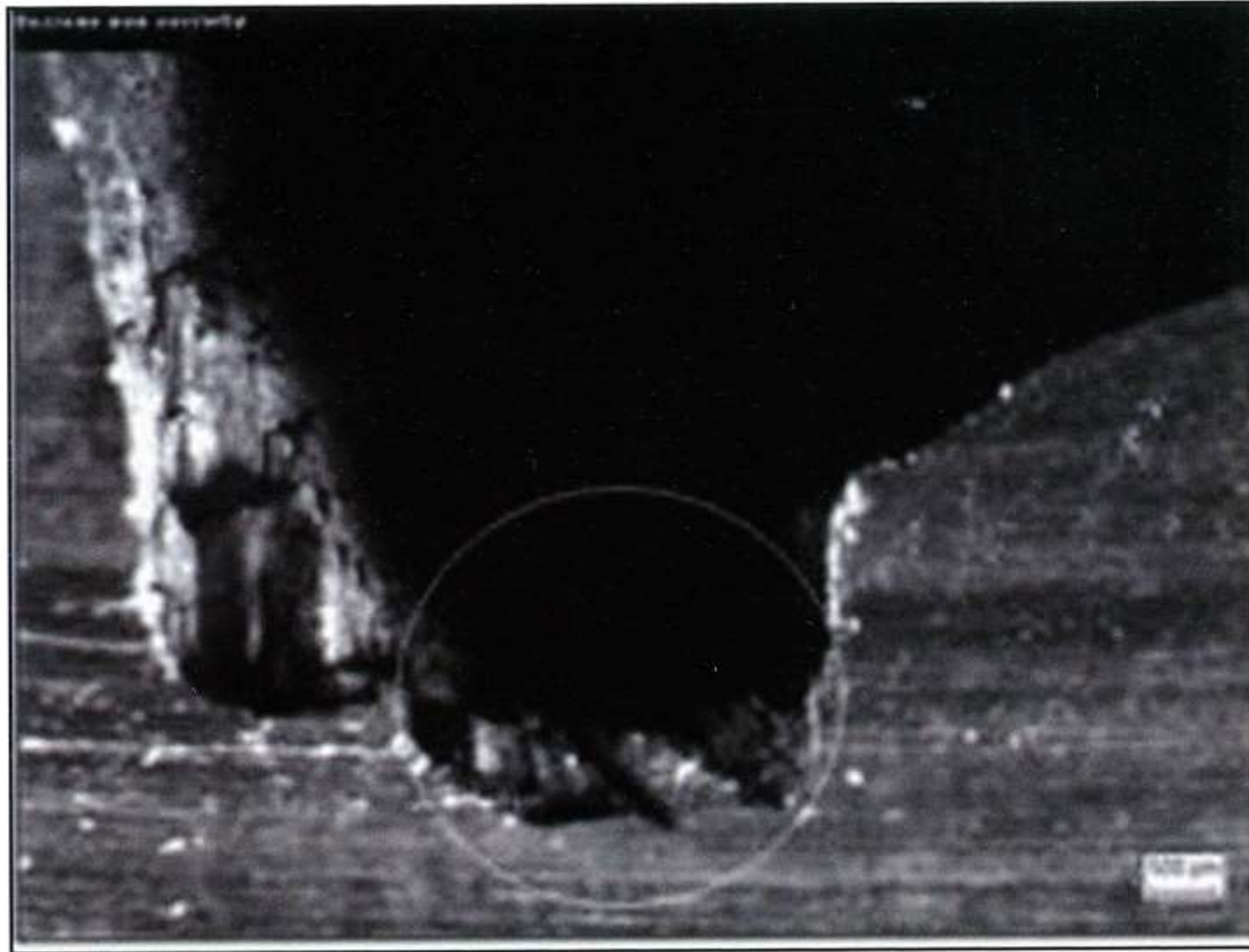
Yapışma

- Metal – kalıp etkileşim hatası
- Kalıp yüzeyinde intermetalik fazların oluşumu ve ardından alüminyumun yapışması.
- AL-Si-Fe oluşumu
- Al alaşımları bu intermetalikler üzerine kademeli olarak katman oluşturur



Yapışma

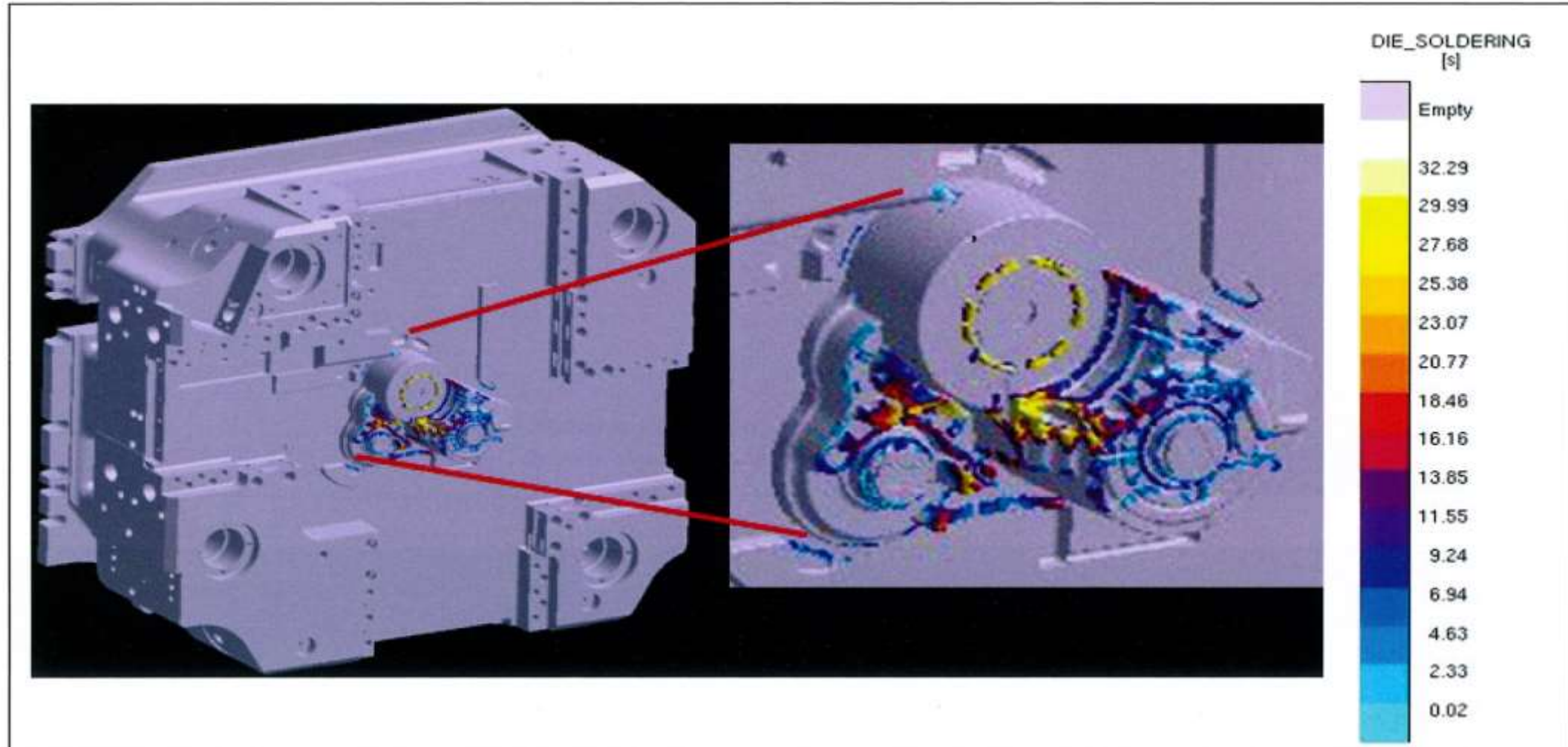
Yapışma yüzey pürüzlülüğüne neden olur. Yapışmış kalıp yüzeyindeki birikme, parça üzerinde yüzey hatalarına neden olur.



The effect of solder in terms of surface quality

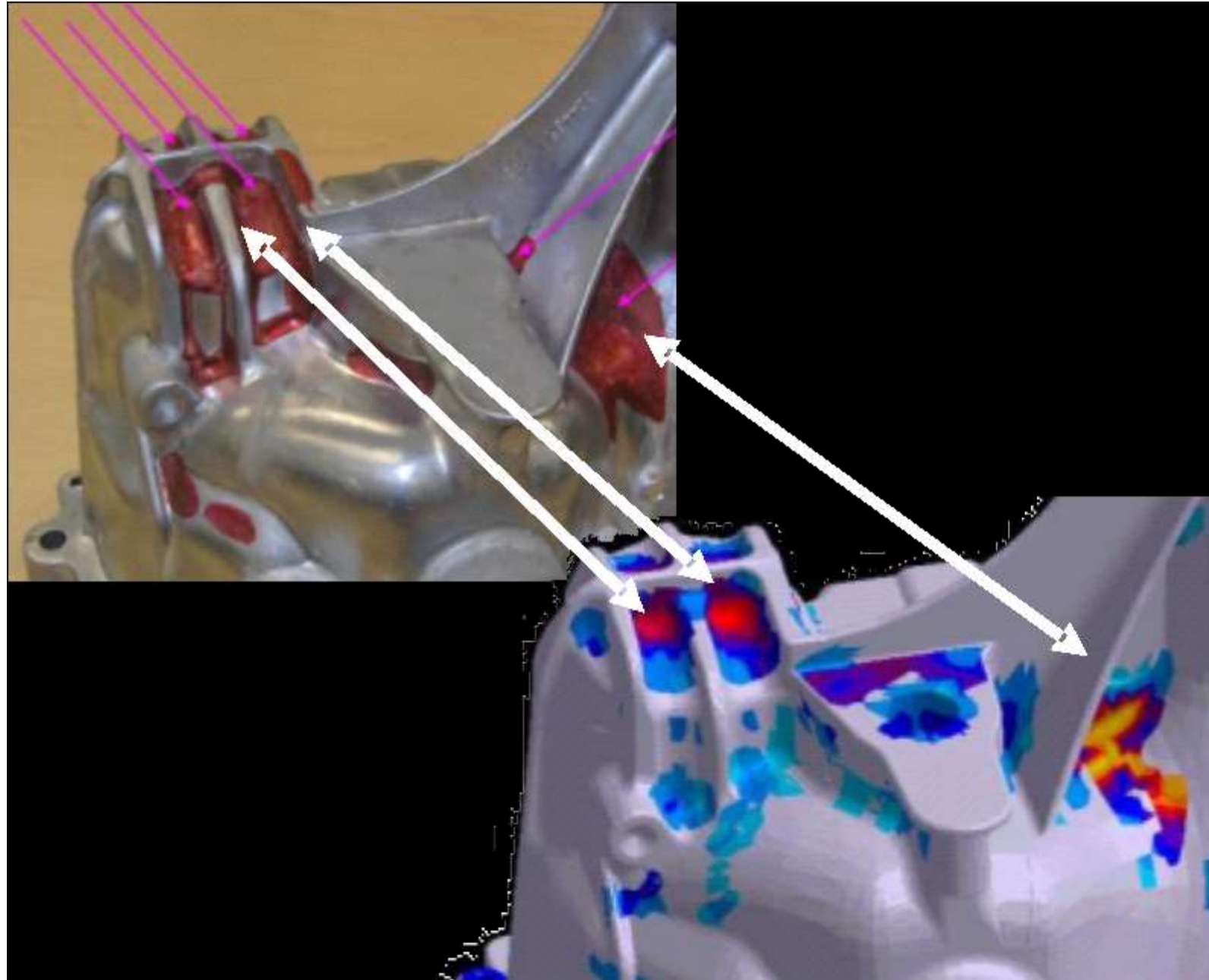
Yapışma

Dolum ve katılaşma sırasında kalıp yüzeyindeki sıcaklık değerleri yapışmayı önlemek için dikkate alınabilir.



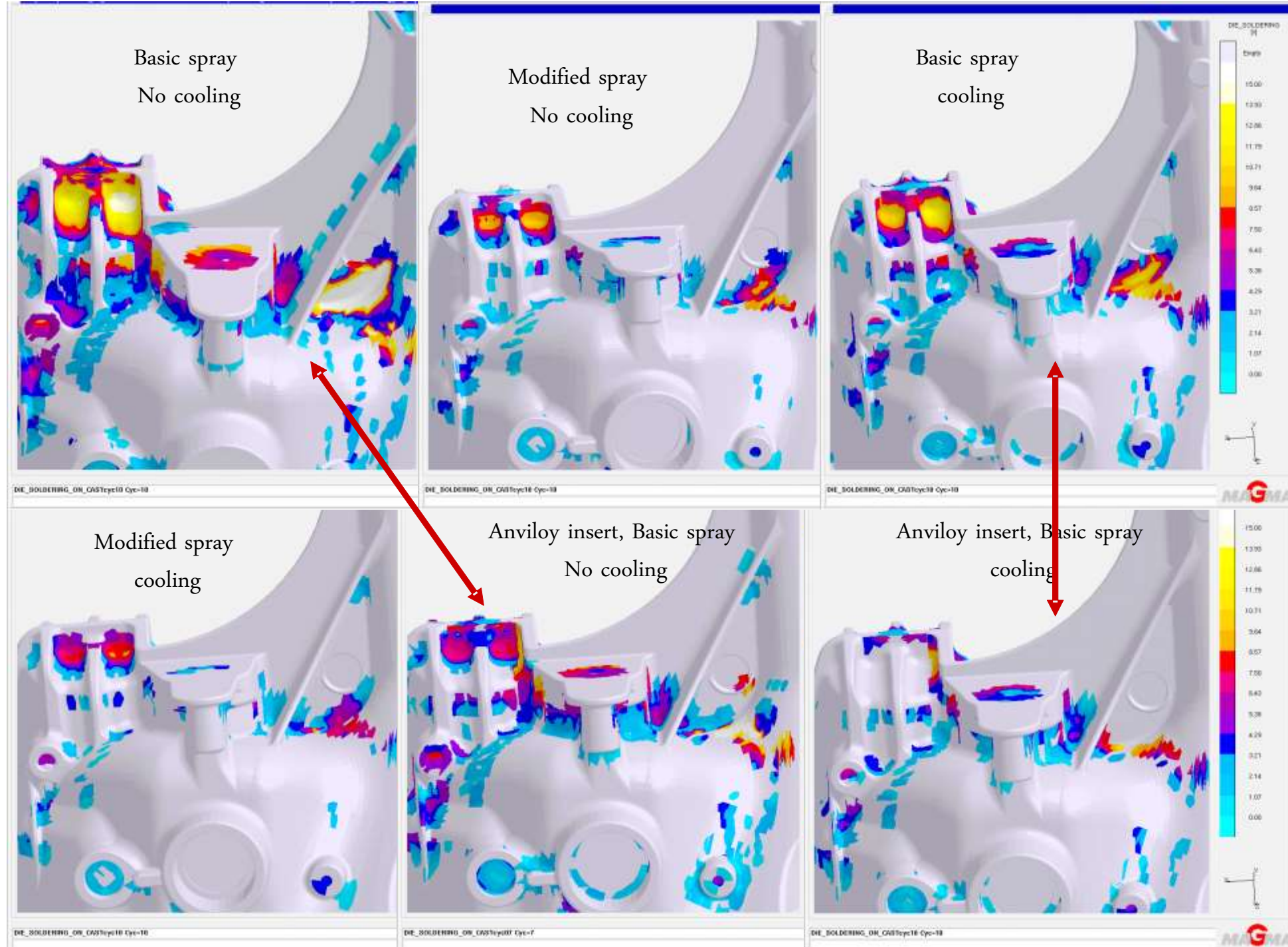
Yapışma

- 60.000 vuruştan sonra kalıp yapışması sonuçları arasındaki korelasyon.
- Karşılaştırma güçlü korelasyon gösteriyor.



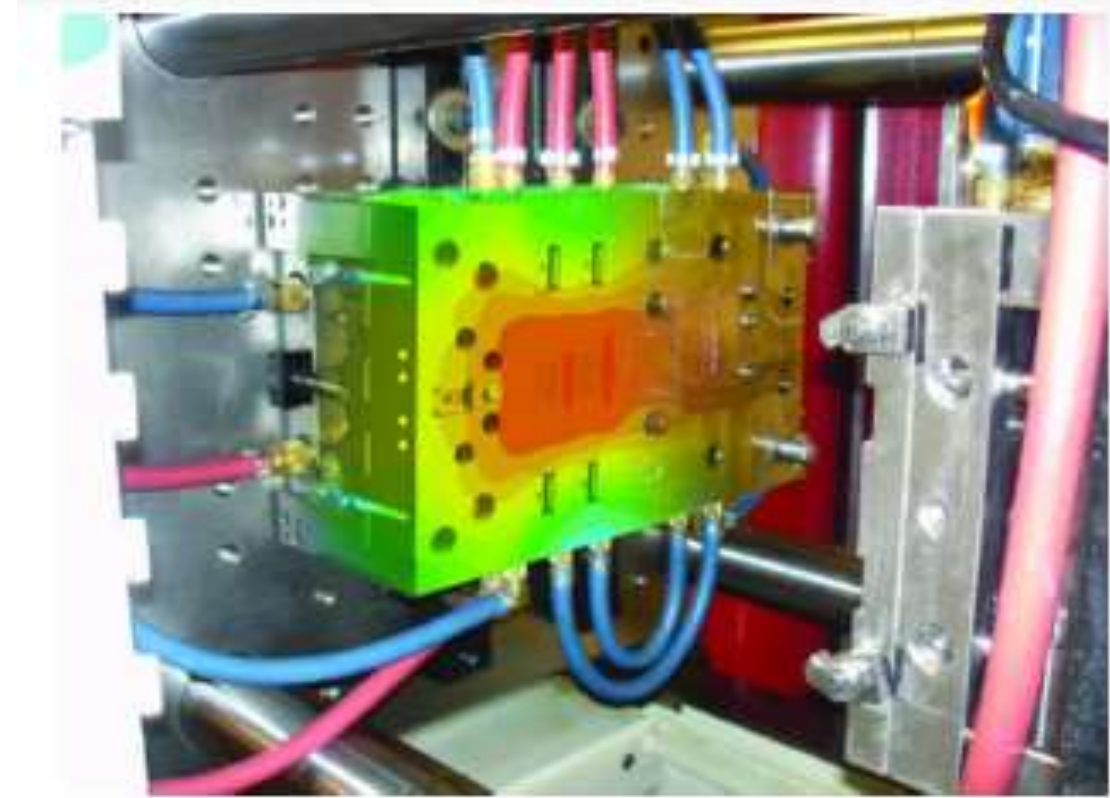
Yapışma

Spreyleme, soğuma hattı ve özel insertlerin çeşitli kullanımı ile kalıp yapışmasının değişimi



Yüzey Hataları - Kök Nedeni Bulmak

- Bir yüzey kusuruna rastlandığında, simülasyon kök sebebinin belirlenmesine yardımcı olmak için gözden geçirilmelidir.
- Hata sebebini anlama
 - Eksik dolum(hurda)?
 - Kabul edilemez yüzey pürüzlülüğü?
 - Yapışma
 - Kabarcık
- Simülasyonunun gösterdikleri:
 - Düşük maden sıcaklığı
 - Düşük maden hızları
 - Yüksek gaz sıkışması
 - Yüksek hava basıncı



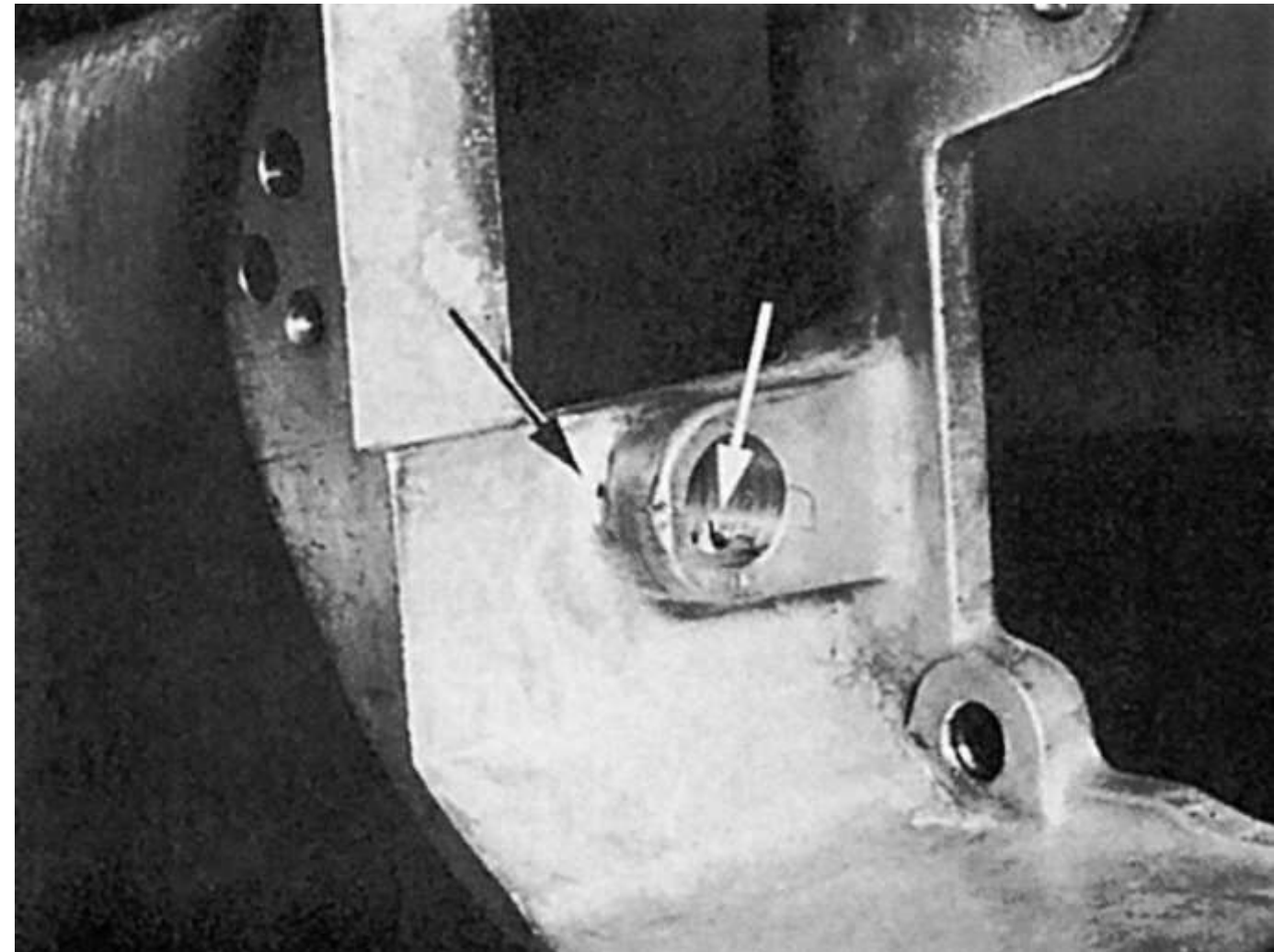
Yüzey Hataları - Kök Nedeni Bulmak

- Her seferinde bir tane sorunun çözümü
- Yaratıcı olun ve düşük maliyetli testleri ve çözümleri önce uygulayın
 - İlk erime sıcaklığını ayarlayın
 - İkinci faz hızını ayarla
 - Birinci faz hızını ayarla
 - Vent ekle
 - Spreylemeyi durdur
 - Kaynak yapmaktan veya kalıbı işlemeden önce proses parametrelerini değiştirin
- Bazen sonuçlar daha da kötüleşse bile bu değişiklikler bize hatanın kök nedenini bulma konusunda yardımcı olacaktır.

İç Hatalar

İç Hatalar

- İki ana sebebi vardır
 - Katılaşma çekintisi
 - Gaz sıkışması



İç Hatalar- Taslak

■Çekinti porozitesi

- Makro çekinti
- Dendirit arası çekinti
- Katman/merkez çizgisi çekintisi

Gaz Porozitesi

Sıkışmış hava porozitesi

Hidrojen porozitesi

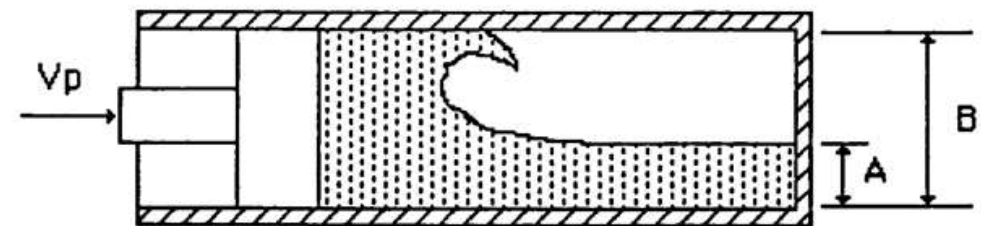
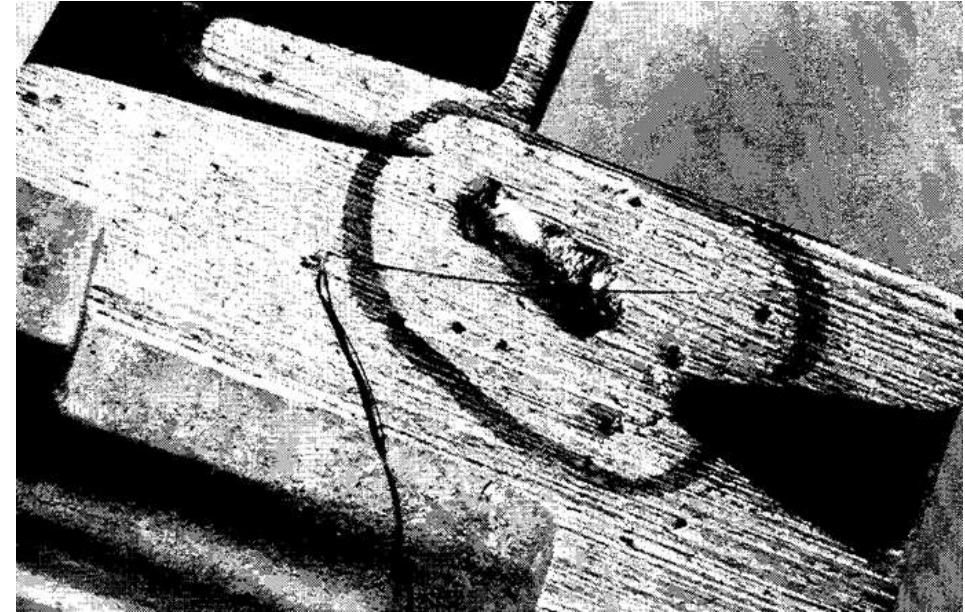
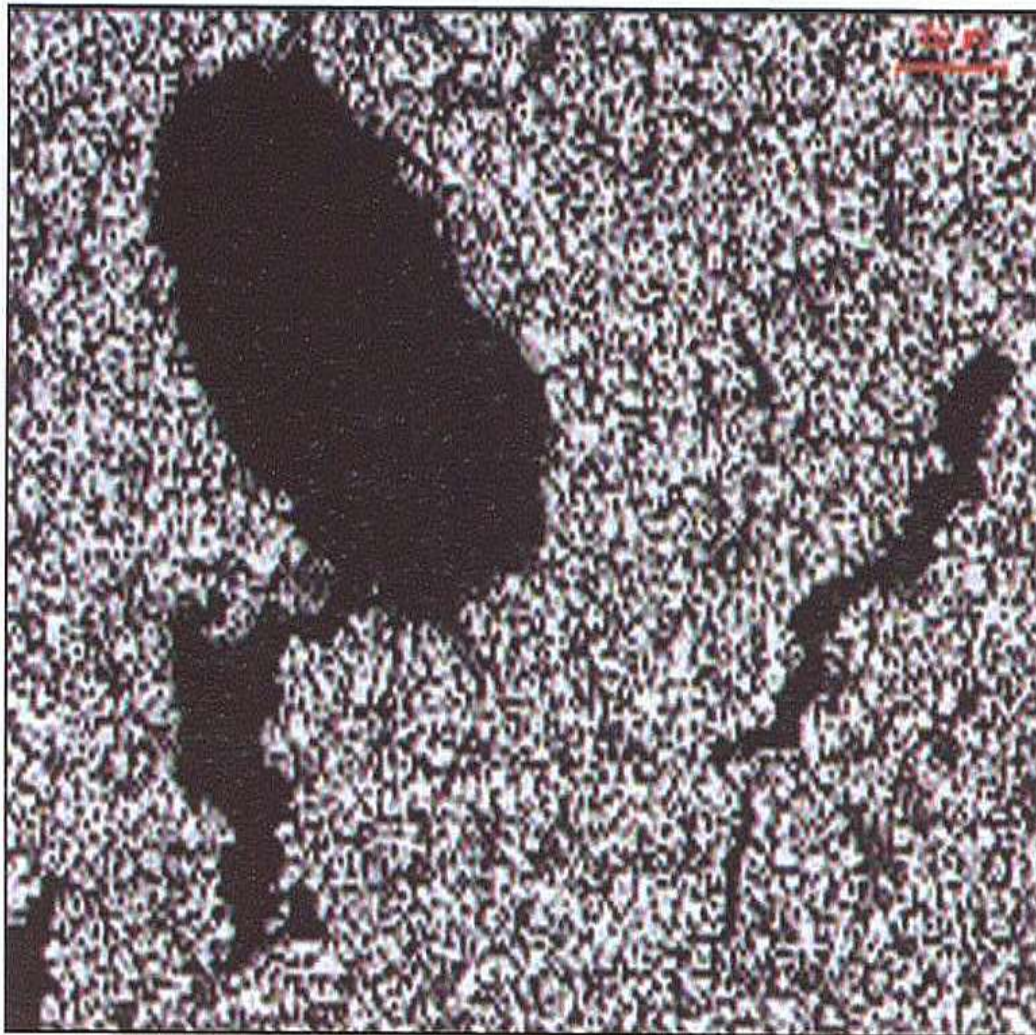
Buhar sıkışması

Ayırıcı yağ kalması

Hava Sıkışması

Hava Sıkışması - Tanımlama

- HPDC üretiminde en çok gözlenen hata
- Bir çok neden olabilir



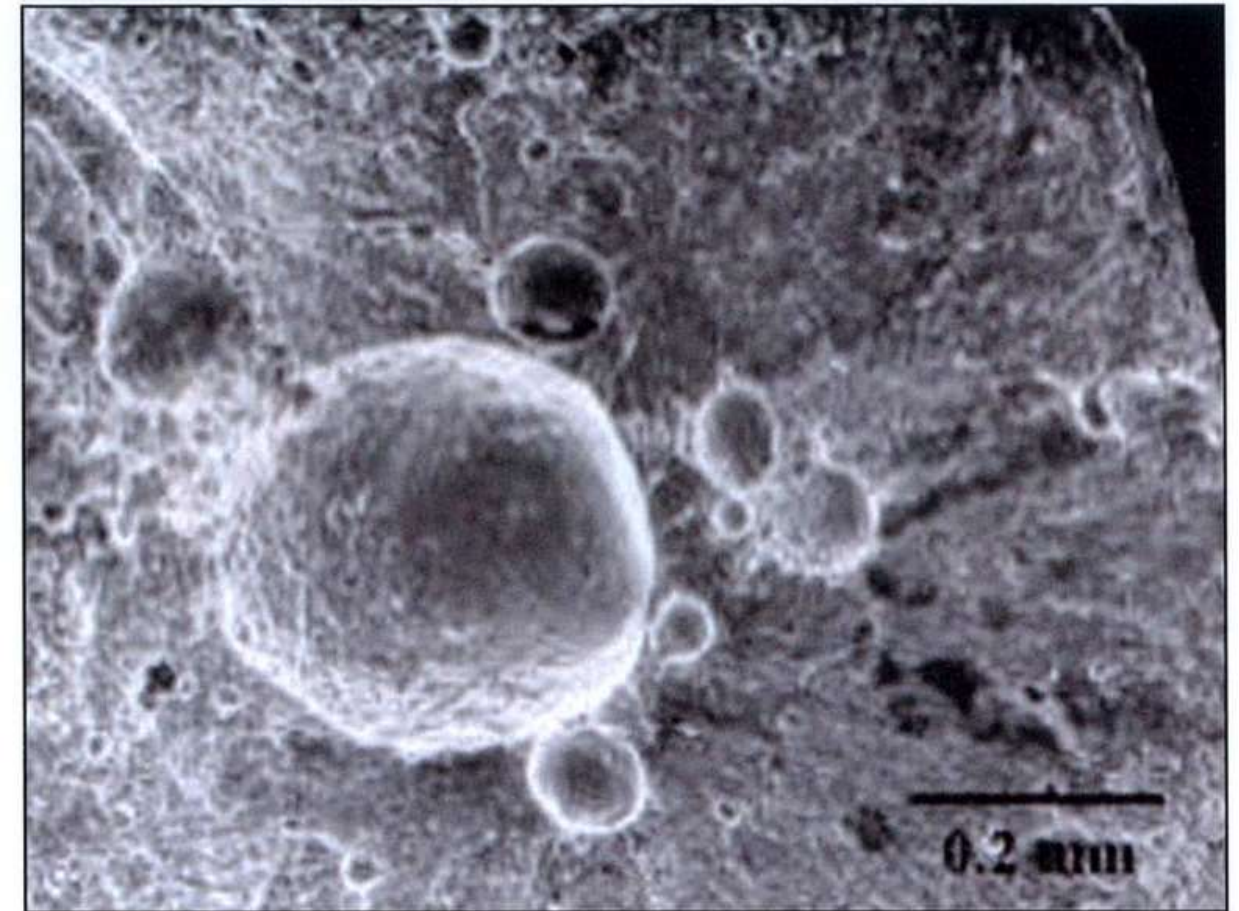
A= Initial Filling (%)

B= Shot sleeve diameter (in)

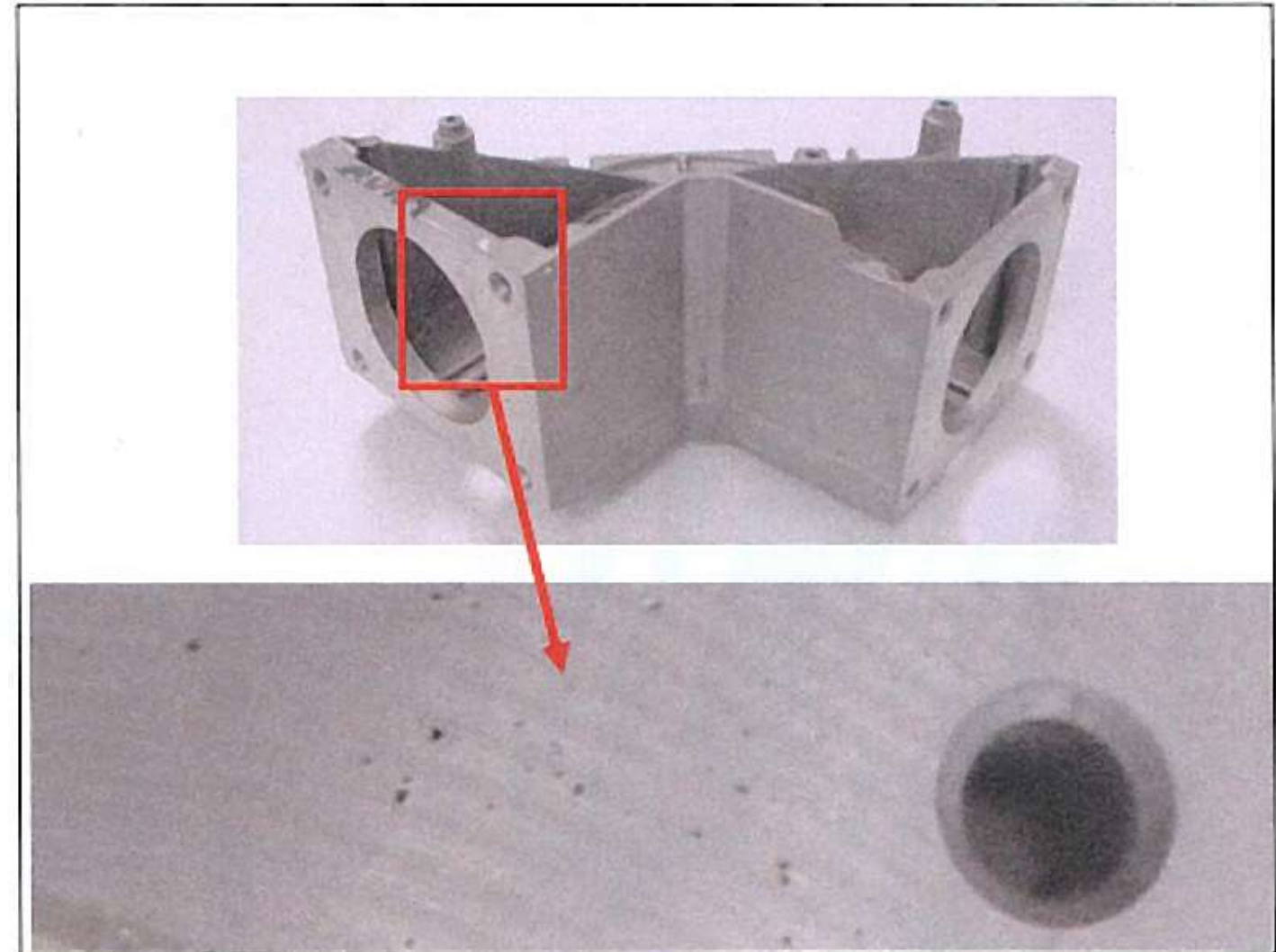
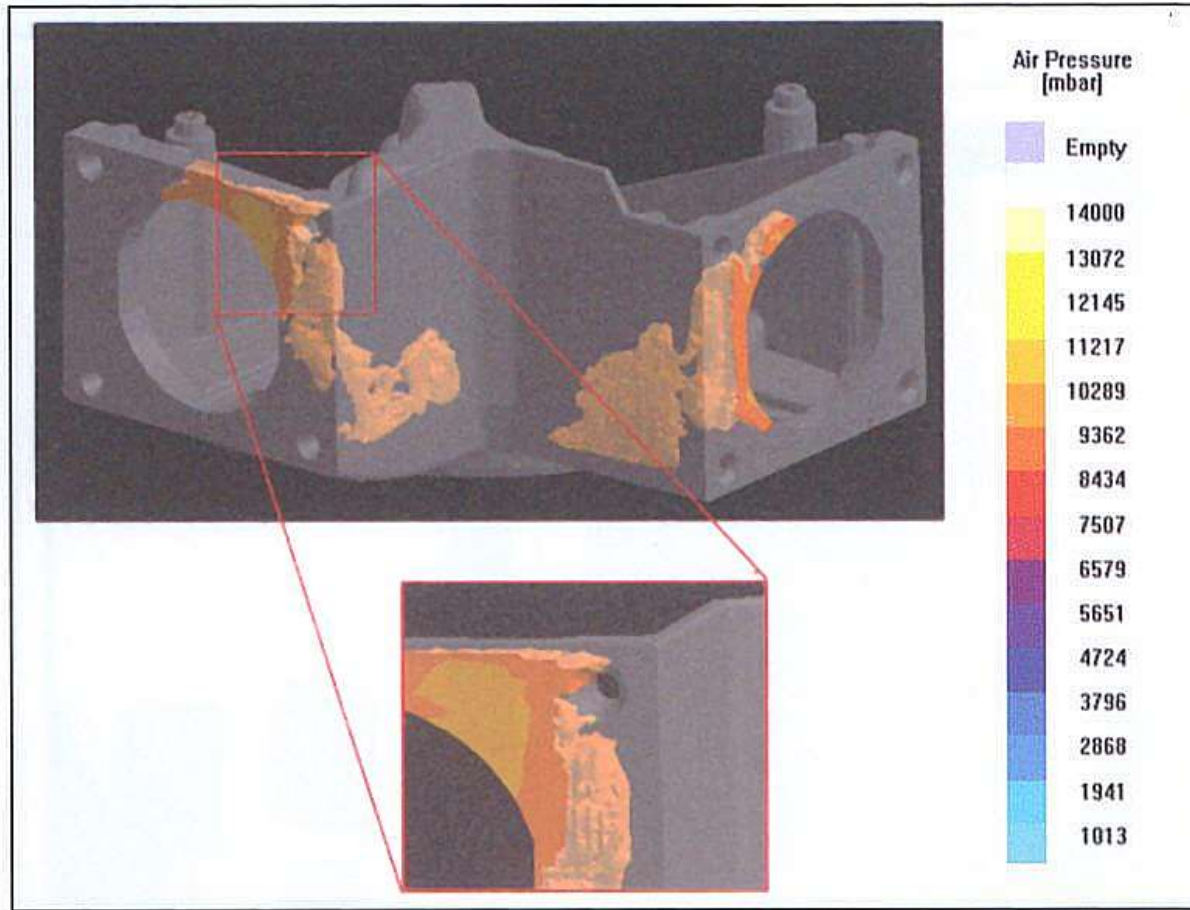
ERC_NSM_C_94_04 - Modeling the Effect of Shot Plunger Acceleration on Wave Formation and Air Entrapment in Cold Chamber Die Casting (A Progress Report)

Hava Sıkışması - Morfoloji

- Yuvarlak veya eliptik boşluk.
- Düzgün yüzey
- mm skala
- X-RAY

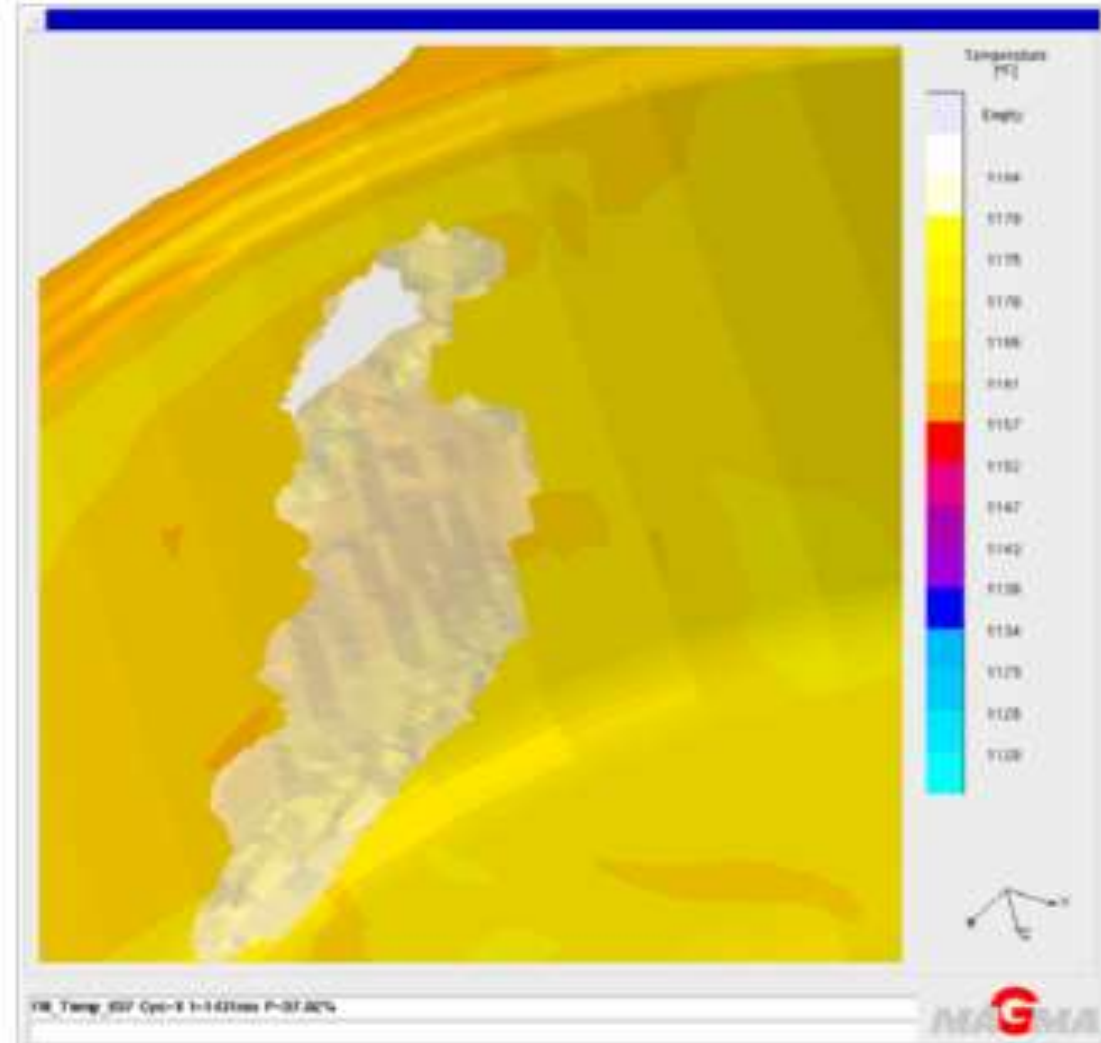
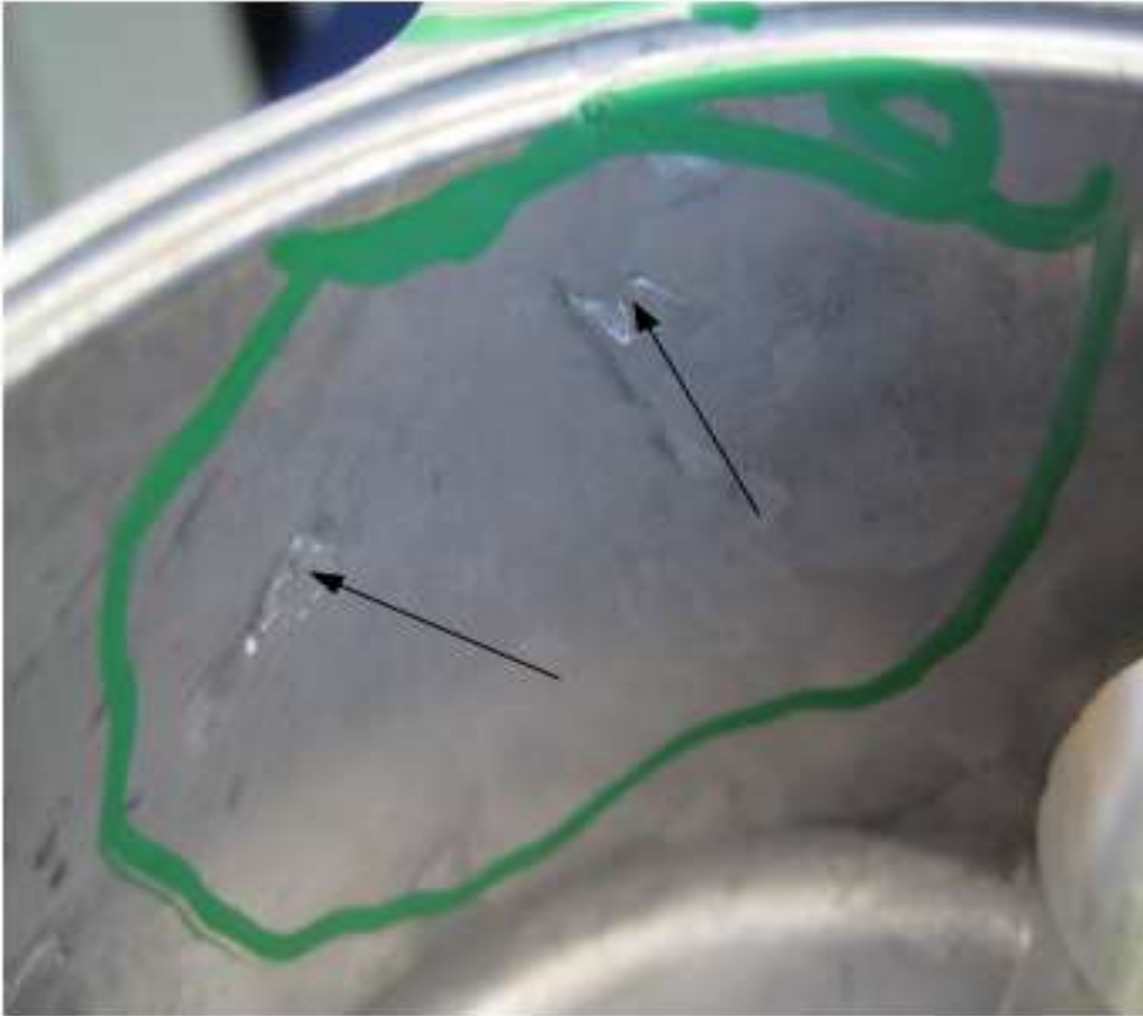


Hava Sıkışması

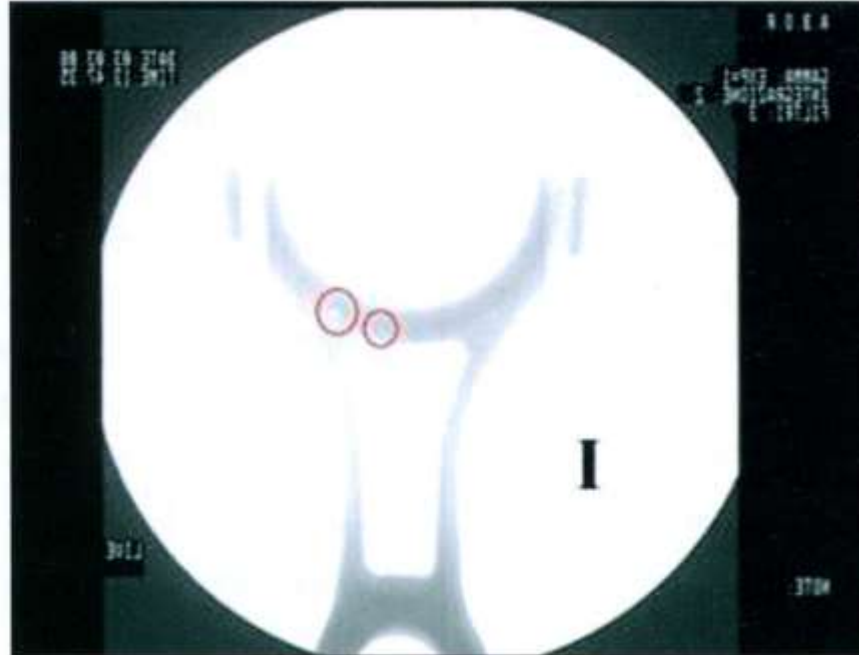
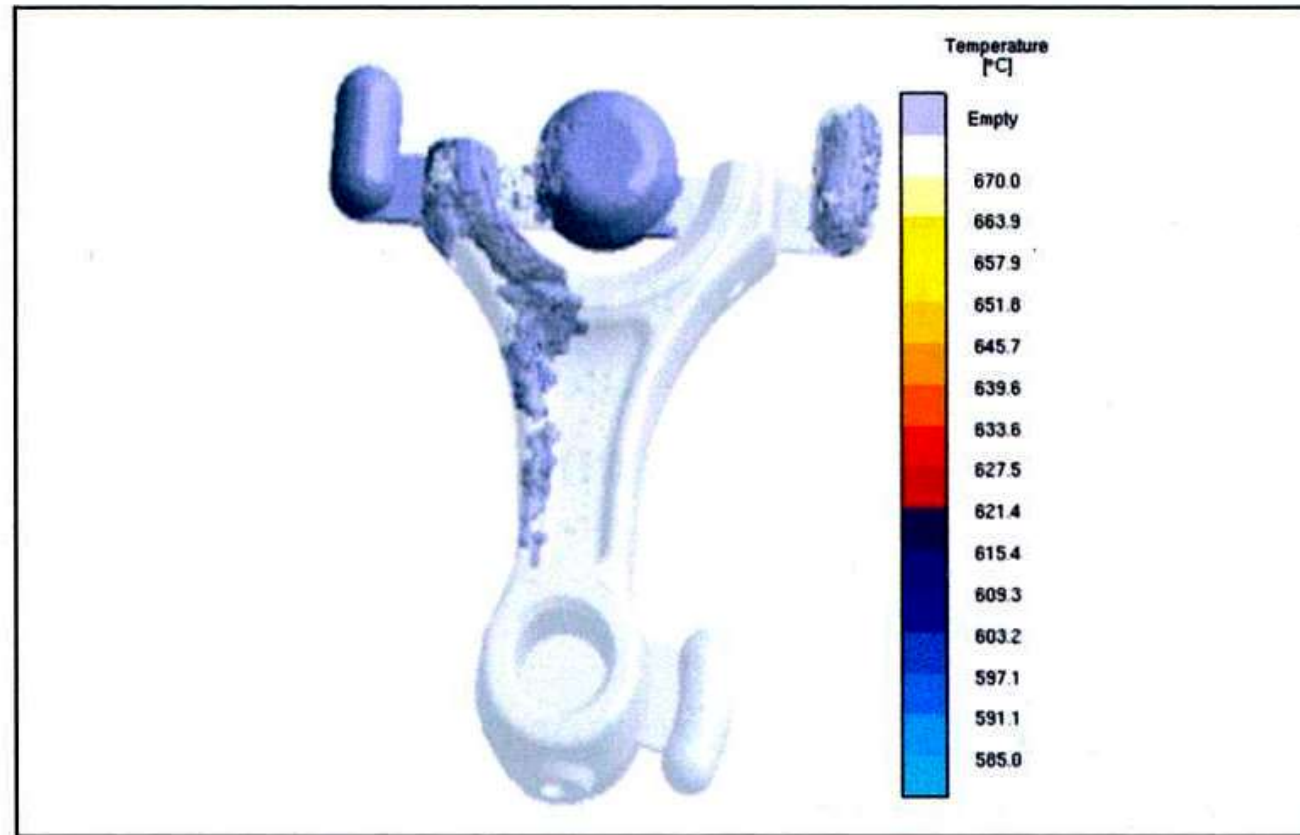


Hava Sıkışması

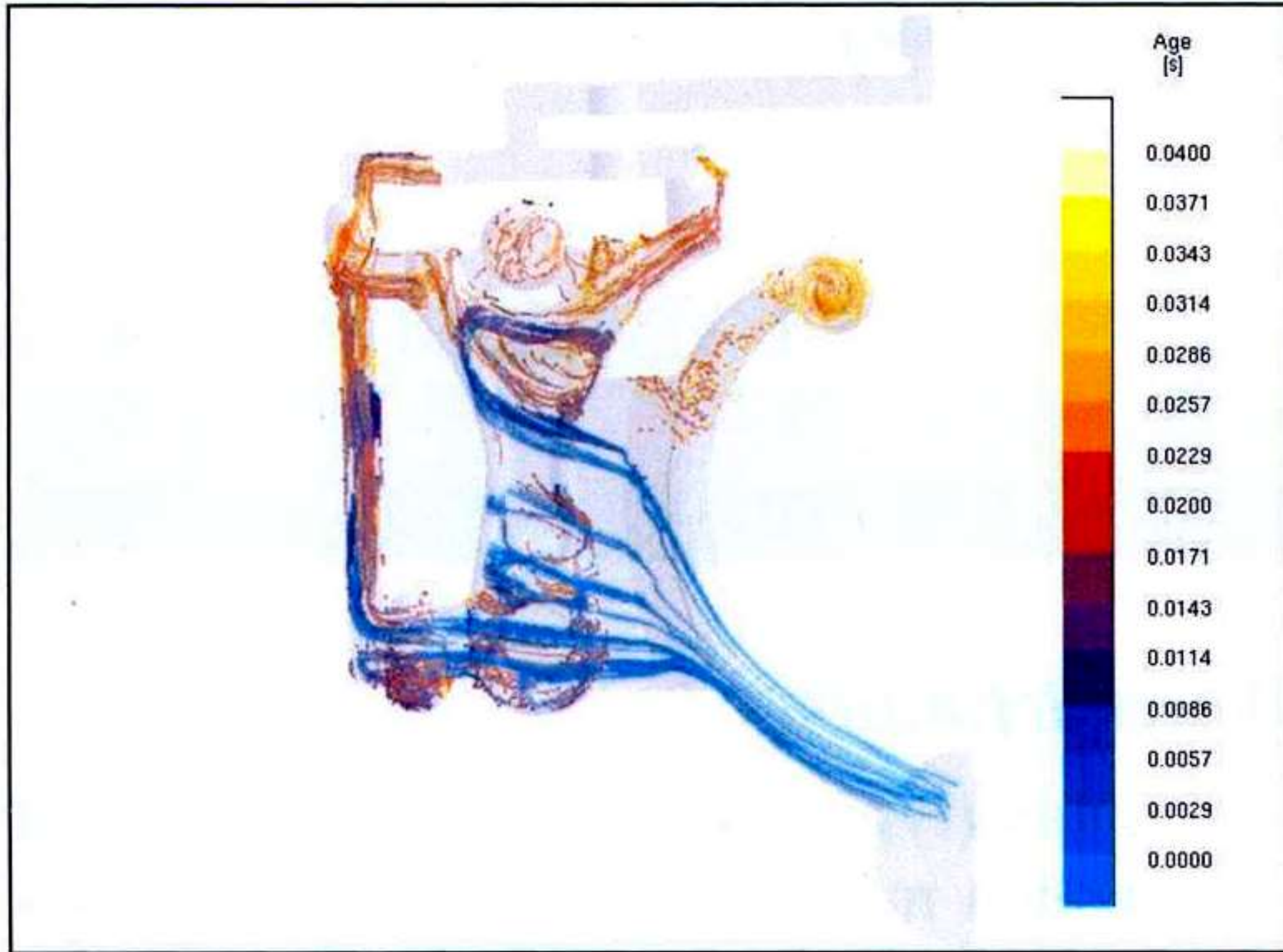
- Dolu olmayan bölge
- Kusurlar döküm çizgisi ve/veya döküm boşluğu olarak görülür



Hava Sıkışması

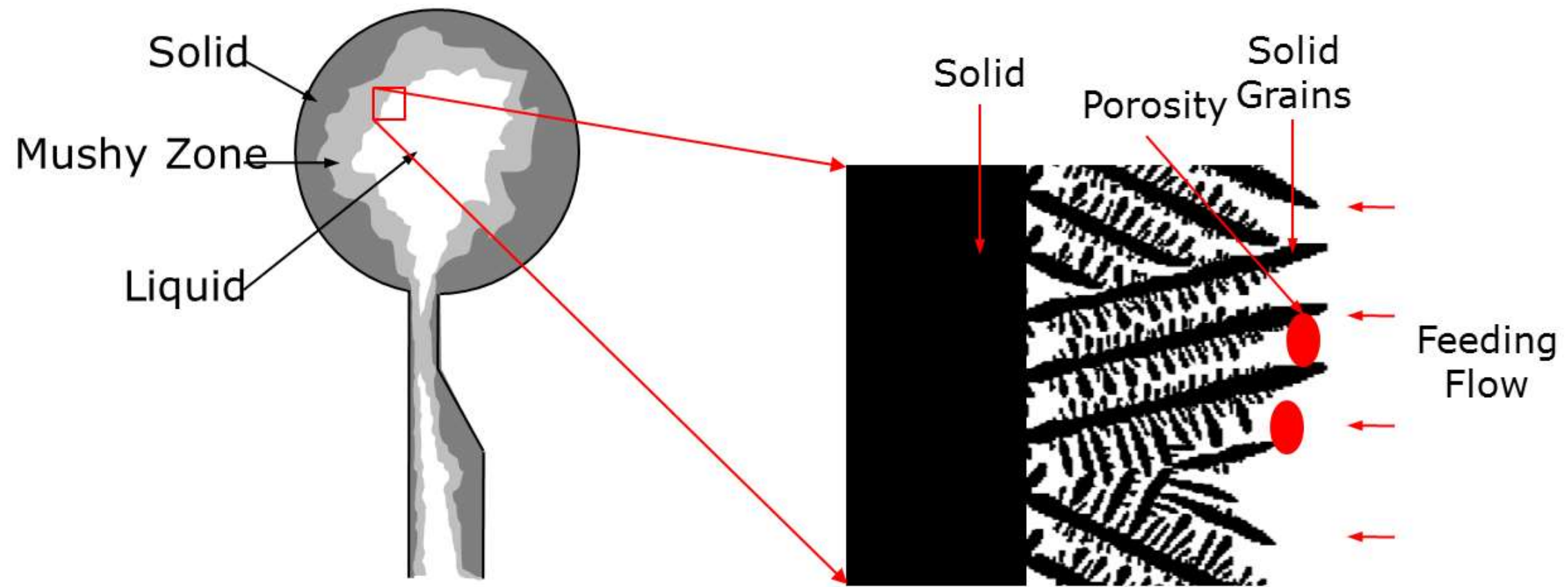


Hava Sıkışması



Makro Çekinti Porozitesi

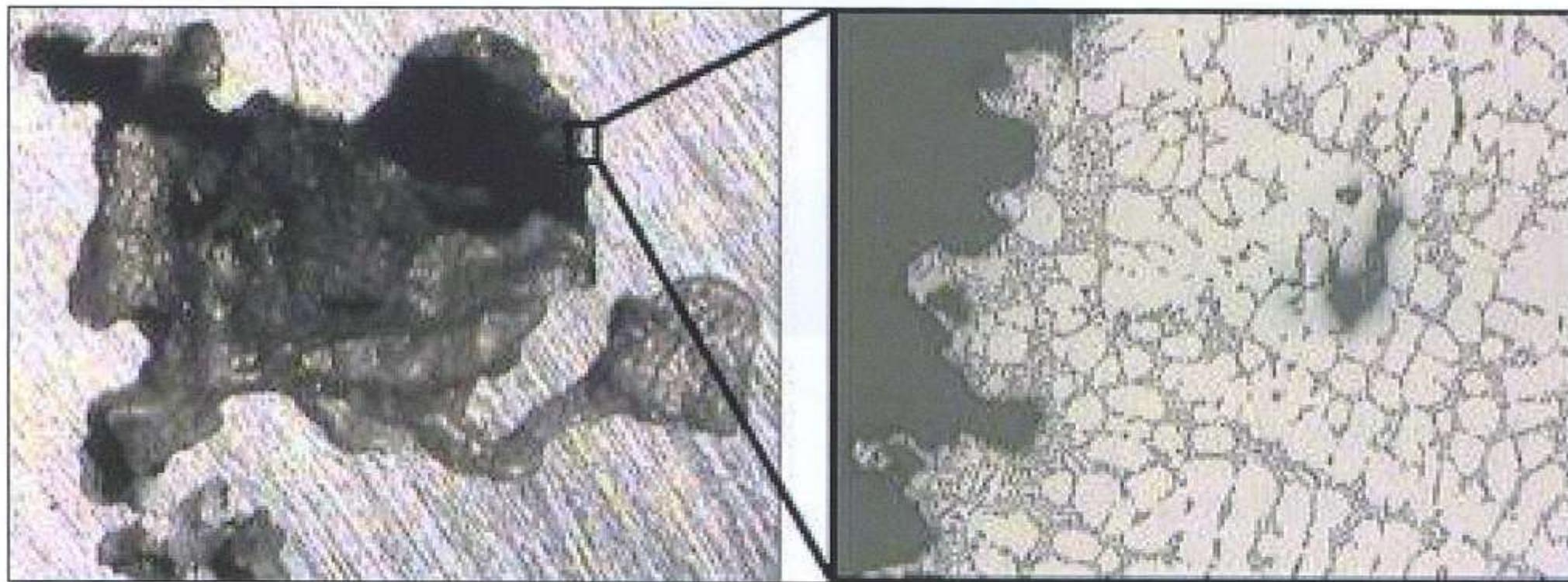
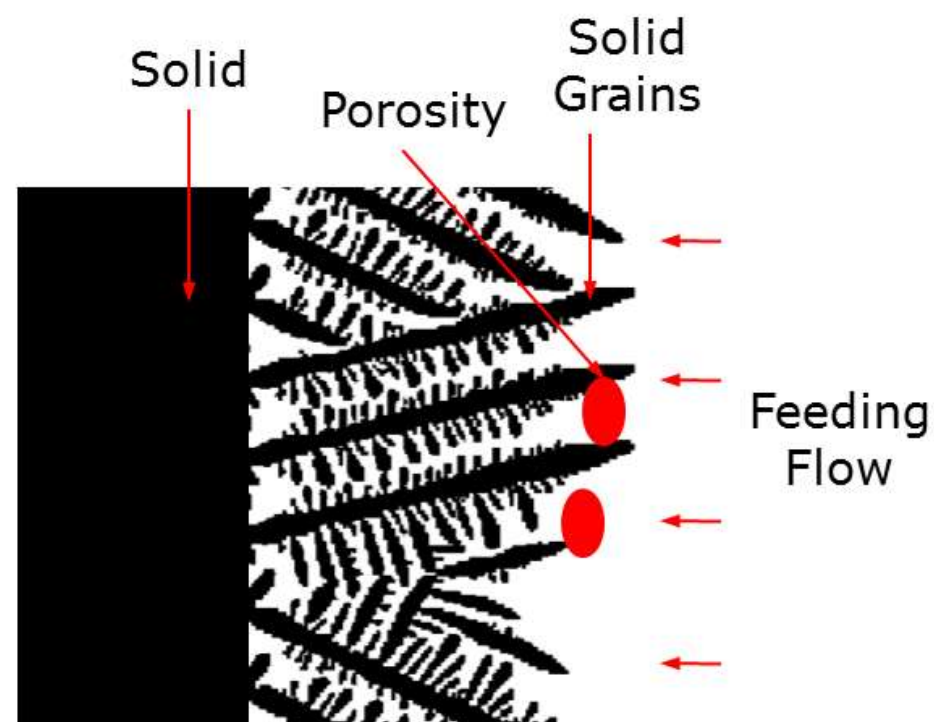
Makro Çekinti Porozitesi- Tanım



Makro Çekinti Porozitesi- Tanım

- Çekinti porozitesi en son katılan alanlarda oluşur
 - Sıcak kalan bölgelerde
- Katılma dışarıdan içeriye doğru olur
- Sıvı metal çekintileri besler
- Sıvı beslemeyi kestiği zaman;
 - Kalan çekintiler boşluk oluşturur
 - Çekinti, merkez çizgisinde veya nötr termal ekseninde oluşur
- Boşluğun boyutu beslenememiş çekinti hacmi ile ilgilidir
- Makroporozite ve dendritik porozite şunlara bağlıdır;
 - Katılma koşulları
 - Katılma aralığı gibi alaşım özellikleri

Makro Çekinti Porozitesi- Morfoloji

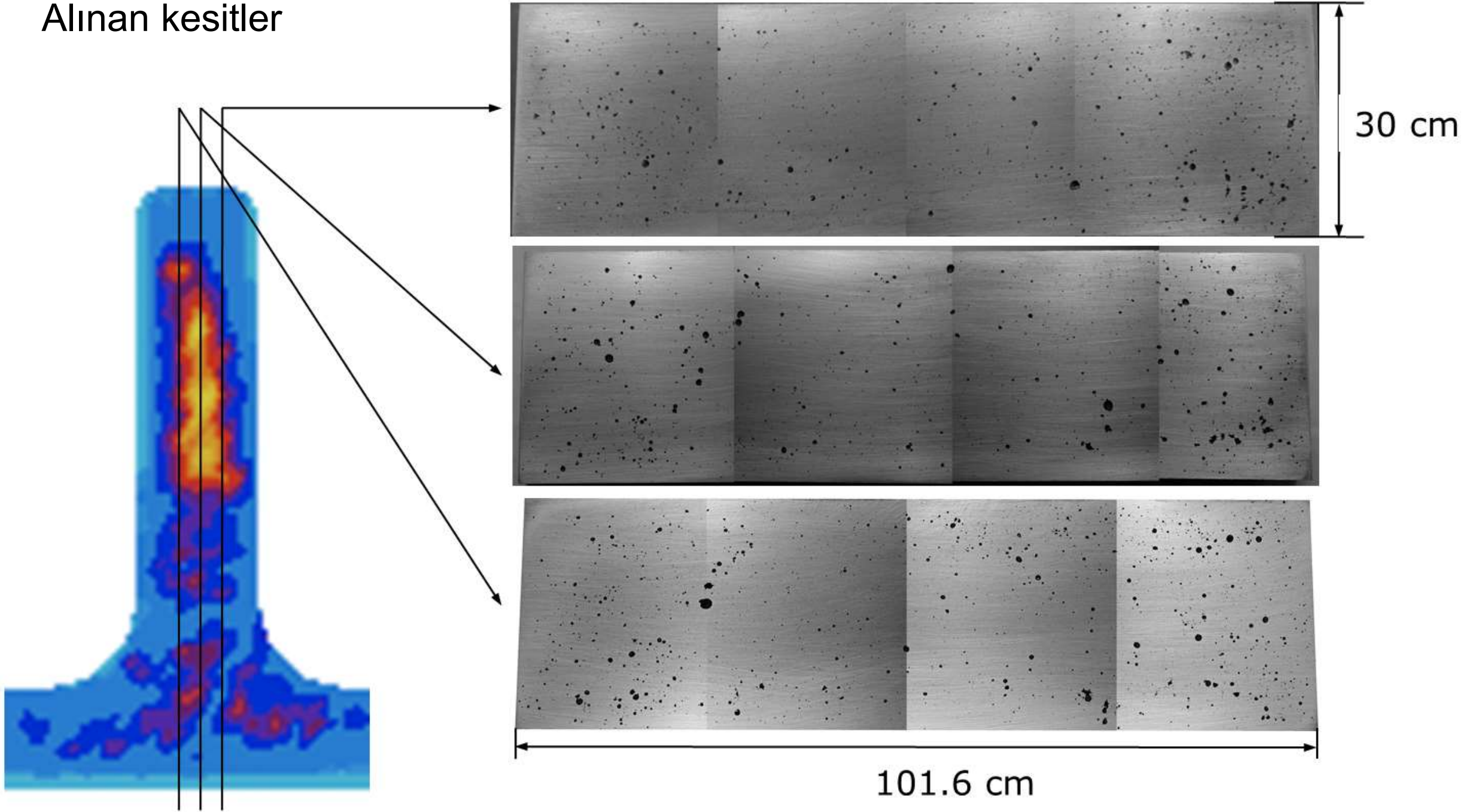


Fotografia di un macroritiro (a sinistra) e una micrografia su una zona dello stesso (a destra) [14].

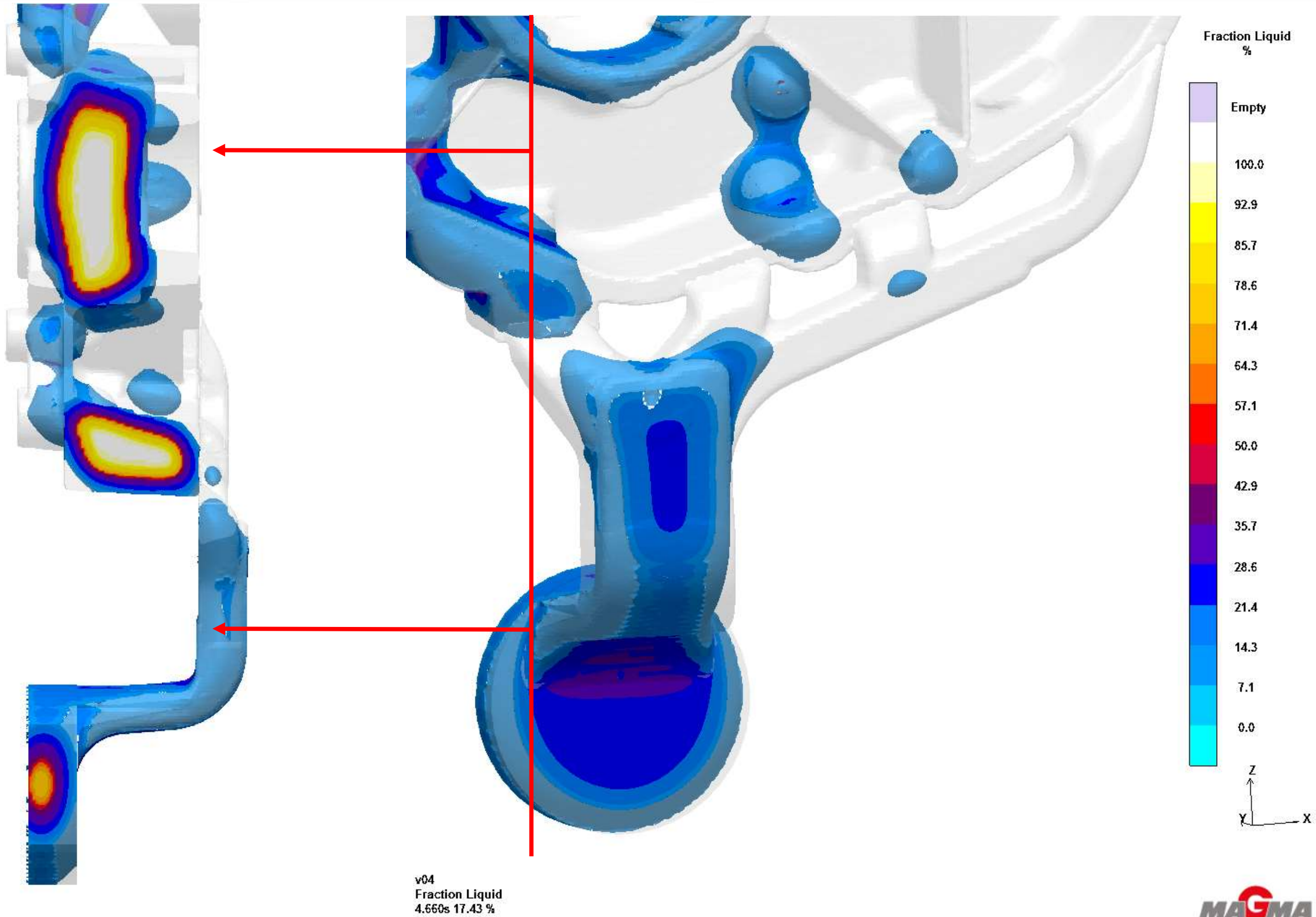
Macrograph of macro-shrinkage (left) and related micrograph (right) [14].

Makro Çekinti Porozitesi- Morfoloji

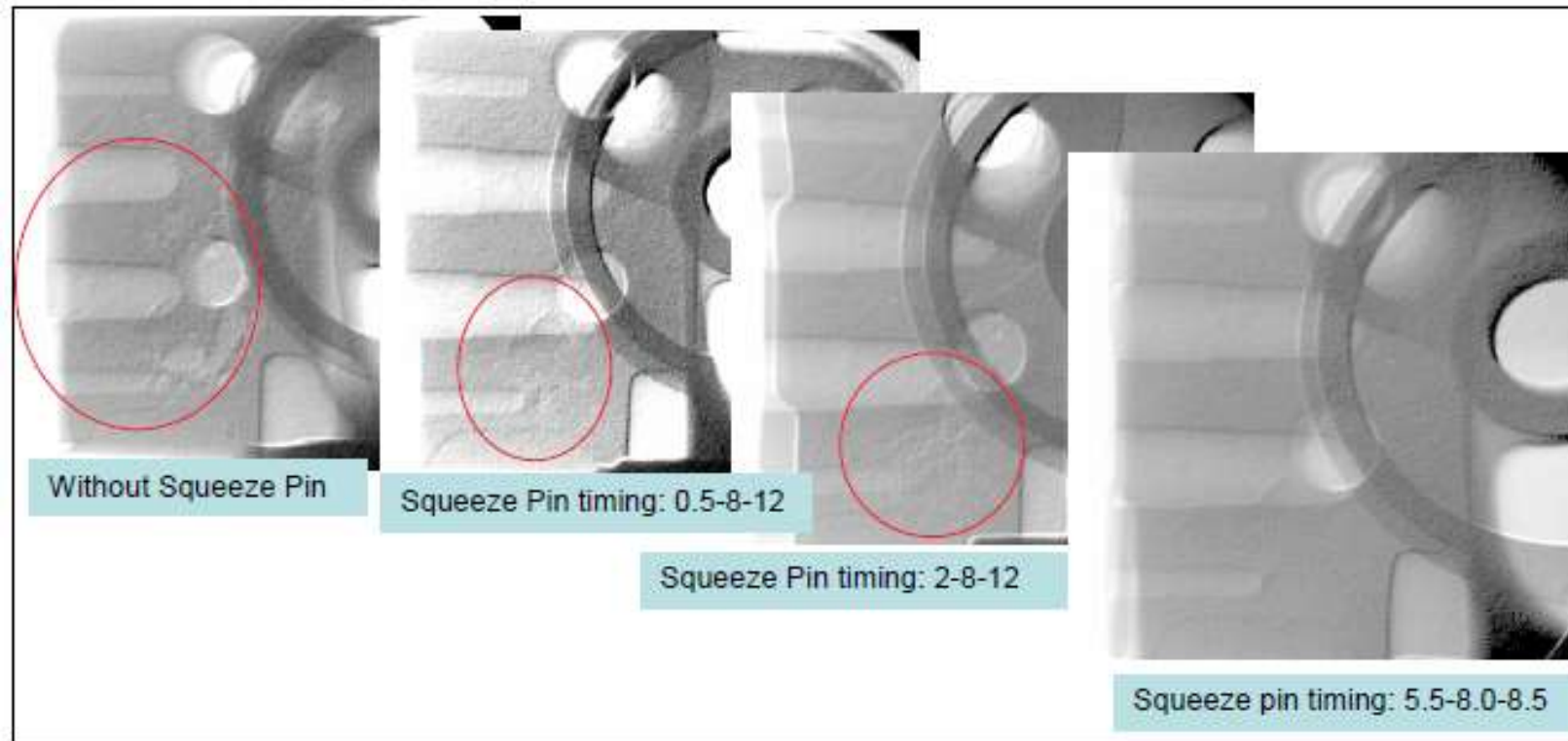
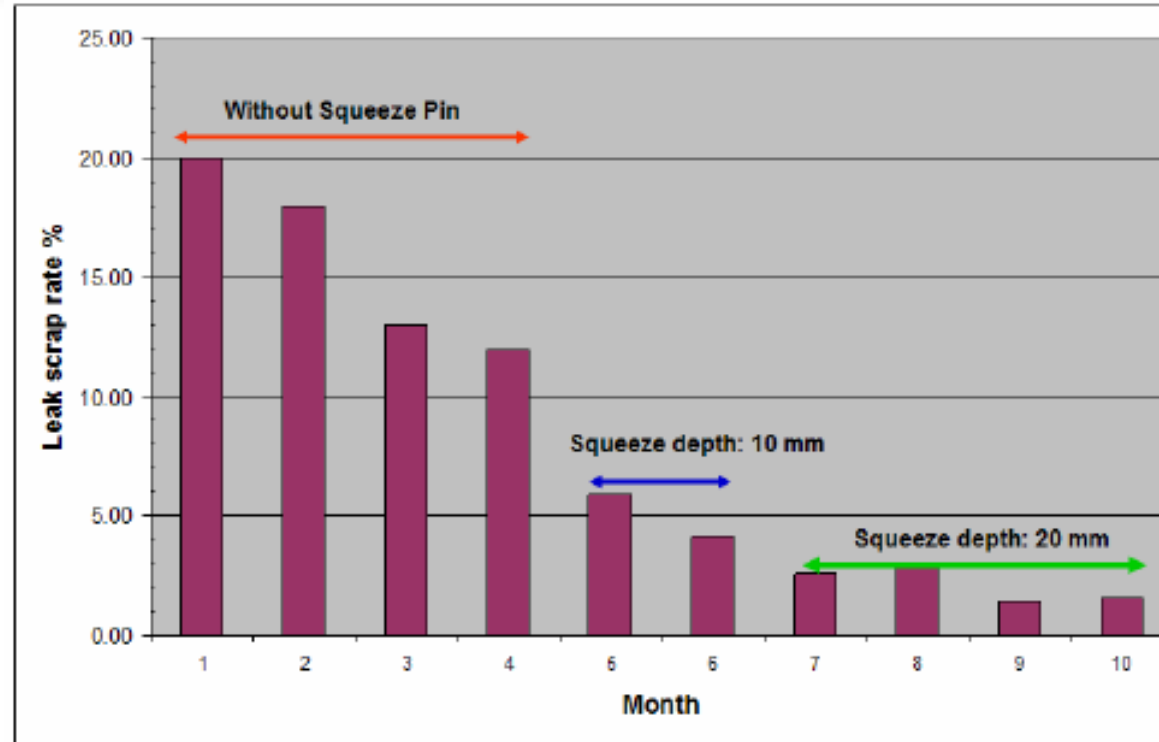
Alınan kesitler



Makro Çekinti Porozitesi



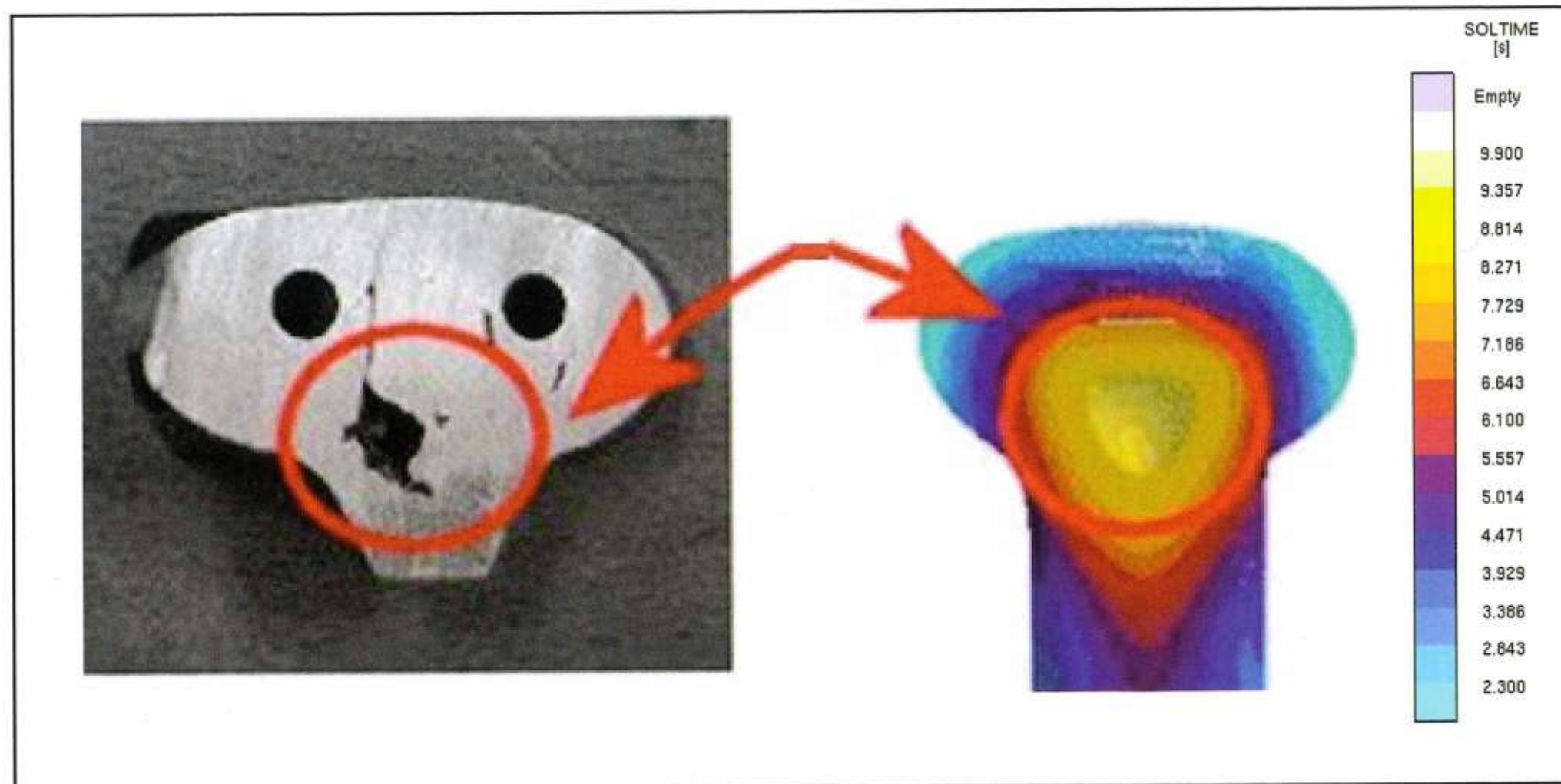
Makro Çekinti Porozitesi



t08-082 – Sıkıştırma pimlerinin sızdırmazlık problemine etkisi

Makro Çekinti Porozitesi

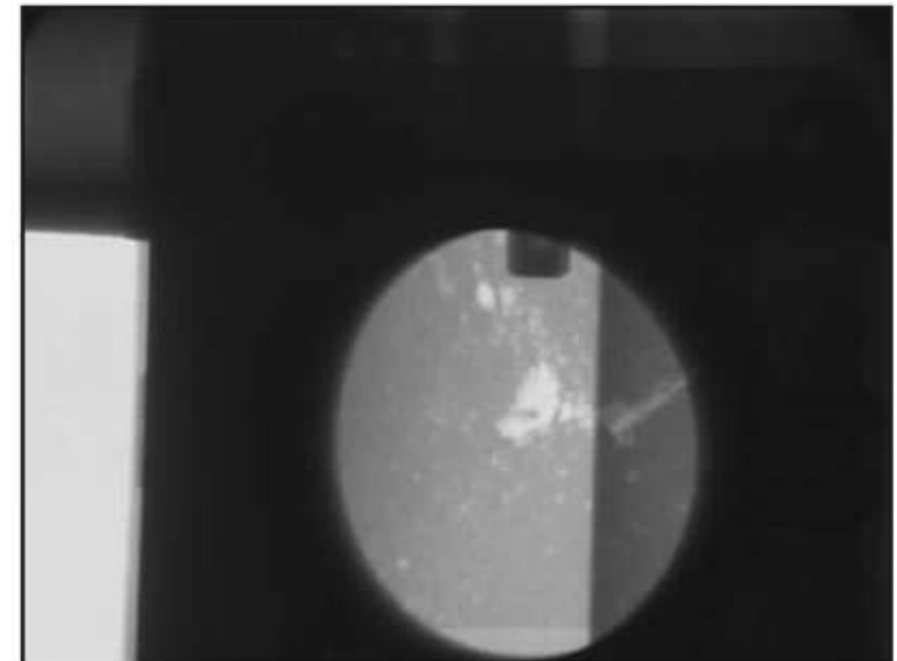
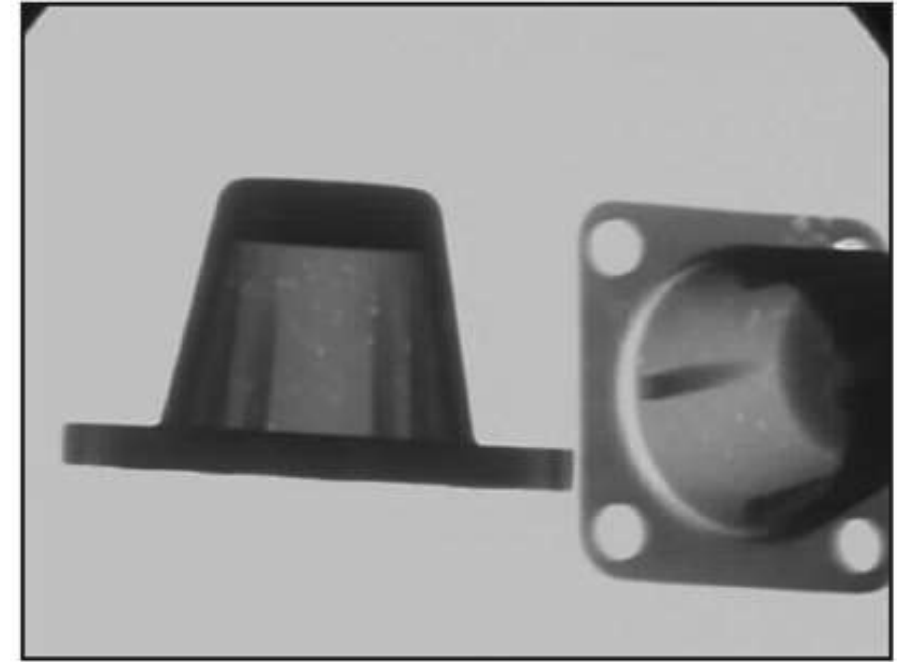
- Katılma zamanı
 - Parçanın her bir alanı tamamen sıvıya ulaştığı zamanı gösterir
 - Makroçekinti katılmanın en son olduğu bölgede oluşur



Ana nedeni bulma

Ana nedeni bulma

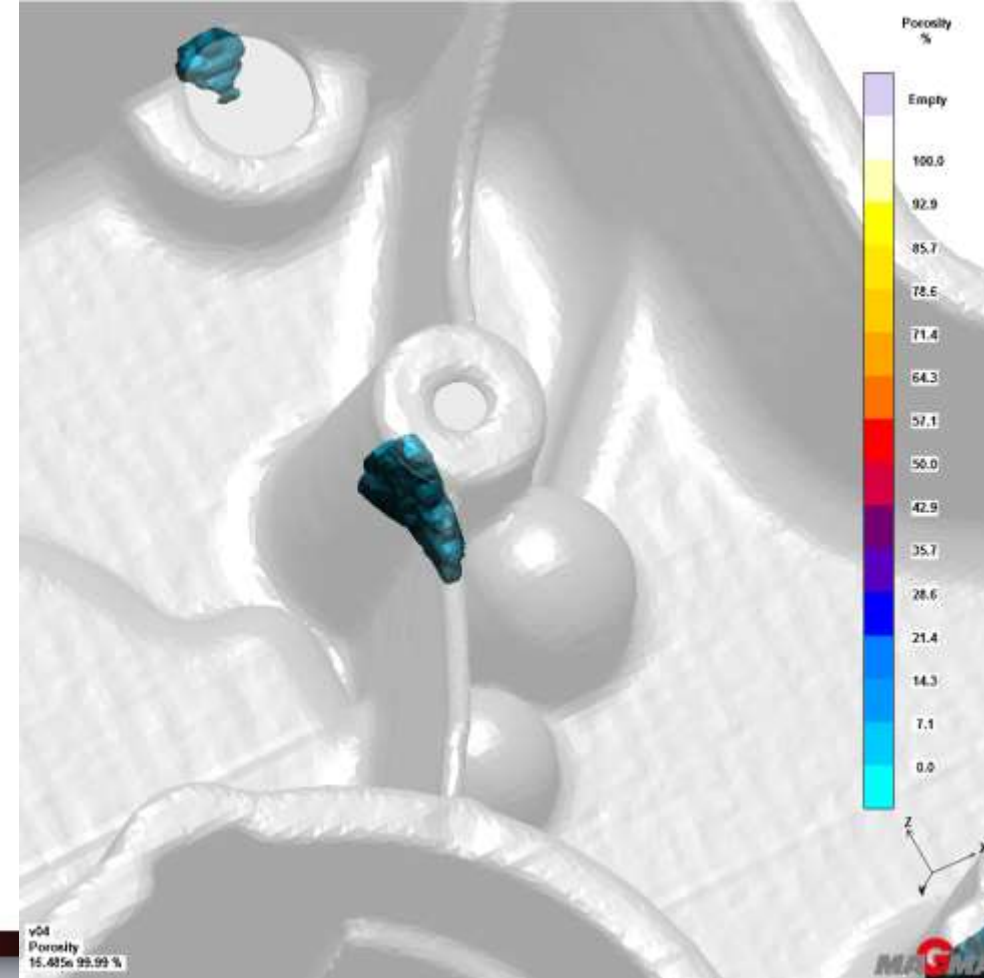
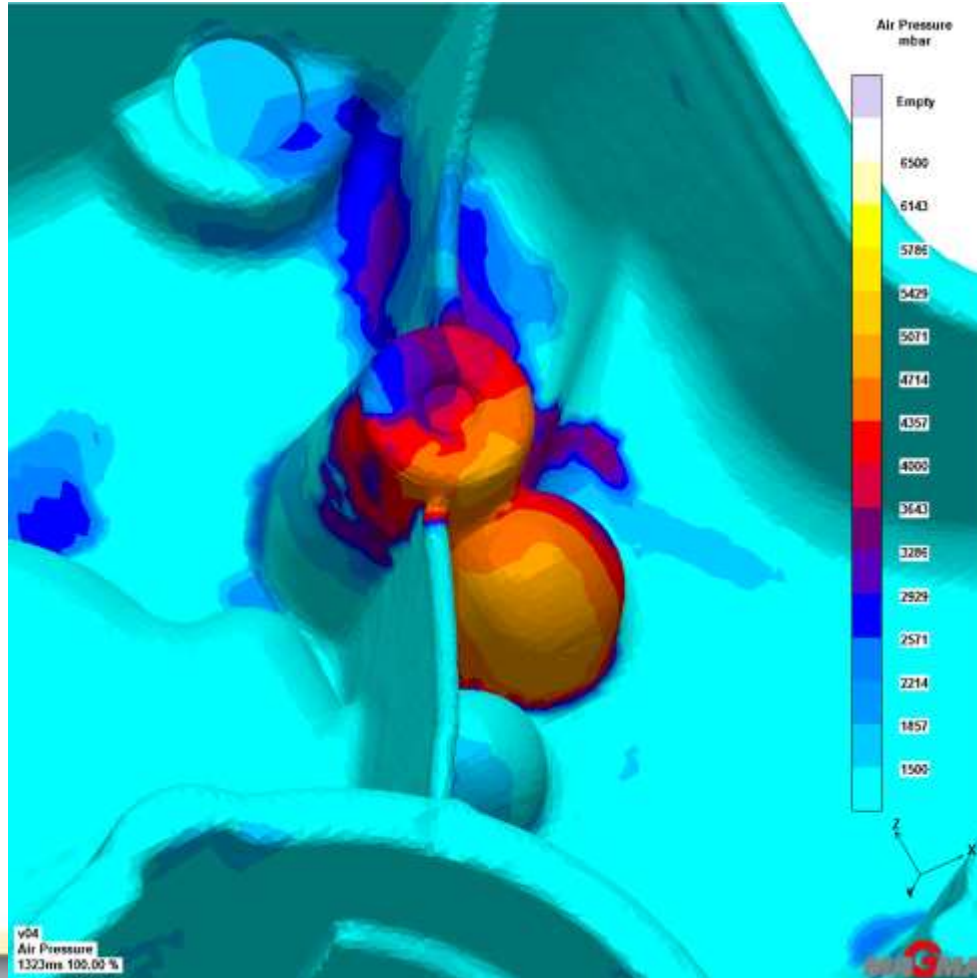
- İç hata bulunduğu zaman, ana nedenin bulunmasına yardımcı olmak için simülasyon gözden geçirilmeli.
- Hata tipini anlama
 - Sızdırma?
 - Mekanik hata?
 - Yorulma
- Simülasyon belirtileri:
 - Çekinti?
 - Gaz?
 - Hava sıkışması?
 - Akış hataları?



NADCA Standards

Ana nedeni bulma

- Eğer simülasyon iki ya da daha fazla neden gösteriyorsa
 - Her nedeni teker teker işle (sıkışmış havayı çözme, çekinti, hidrojen, vs...)
 - Özenli ol ve düşük maliyet testini uygula ve önce çözüm yolları
 - Vuruş parametrelerini değiştirerek sıkışan havayı teşhis etmek
 - Başlangıç üretimlerine bak...



Ana nedeni bulma

- Bazen simülasyon, hataların tek kaynağını belirlemekte.
- Bu durumda, hataya neden olan en etkili kök nedeni aramalısınız

