



Tüdöksad Akademi 2. Ulusal Döküm Kongresi / 2nd National Foundry Congress by Tudoksad Academy

«Dolum Prosesinde Kovan ve Piston Parametrelerinin Döküm Kalitesine Etkisinin İncelenmesi»

Gamze Kurnaz, F. Murat Akçin (Magma Bilişim)

5.Oturum

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Ali Kalkanlı (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)



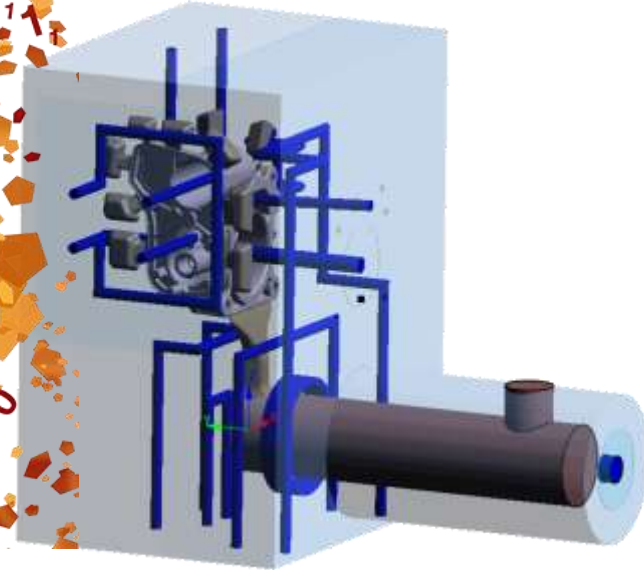
***Kongre Bildirileri Kitabına kayıt masasındaki karekodlar ve web sayfamız üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz!!**

MAGMASOFT İLE DOLUM PROSESİNDE KOVAN VE PİSTON PARAMETRELERİNİN DÖKÜM KALİTESİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

GAMZE KURNAZ & MURAT AKÇİN

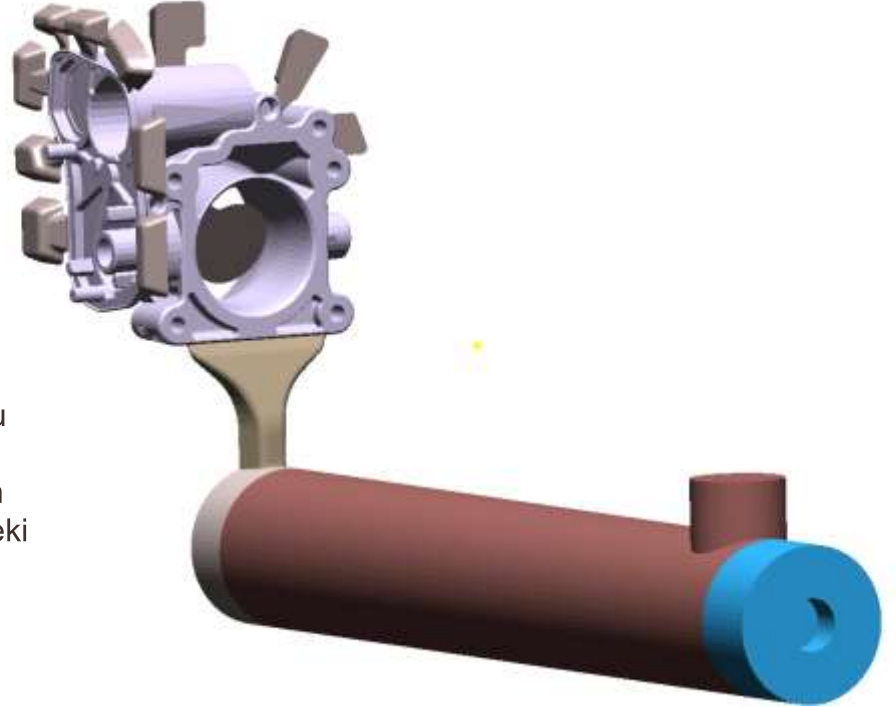
TÜDÖKSAD 2.ULUSAL DÖKÜM KONGRESİ

2019, İZMİR, 01 ARALIK



PARÇA & PROJE BİLGİSİ

- *Malzeme:* AISi9Cu3
- *Kovandaki Maden Sıcaklığı:* 700°C
- *Parça Ağırlığı:* ~ 0,820 Kg
- Döküm parça kalitesi üzerinde yolluk, cep ve kalıp dizaynının doğru seçimi kadar, kovan ve piston parametrelerinin etkileri de önemlidir. Bu alışmamızda MAGMASOFT simülasyon programı ile dolum prosesinde kovan ve piston parametrelerinin döküm parça kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiş ve çıkan sonuçlar yorumlanmıştır.



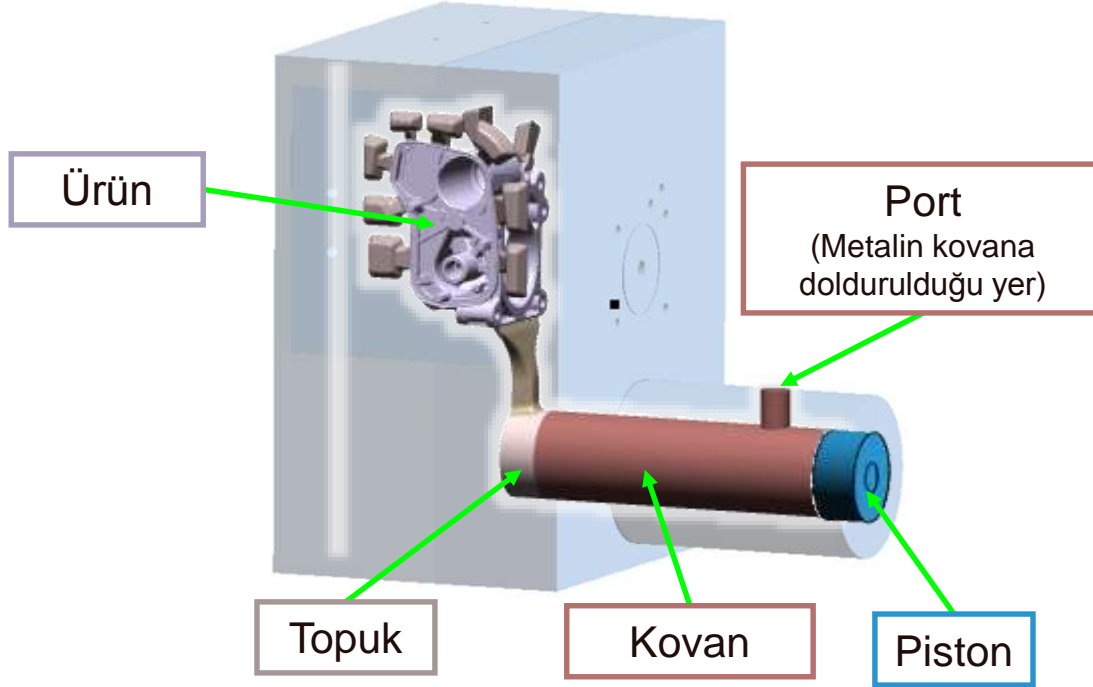
v03
Geometry



MAGMA

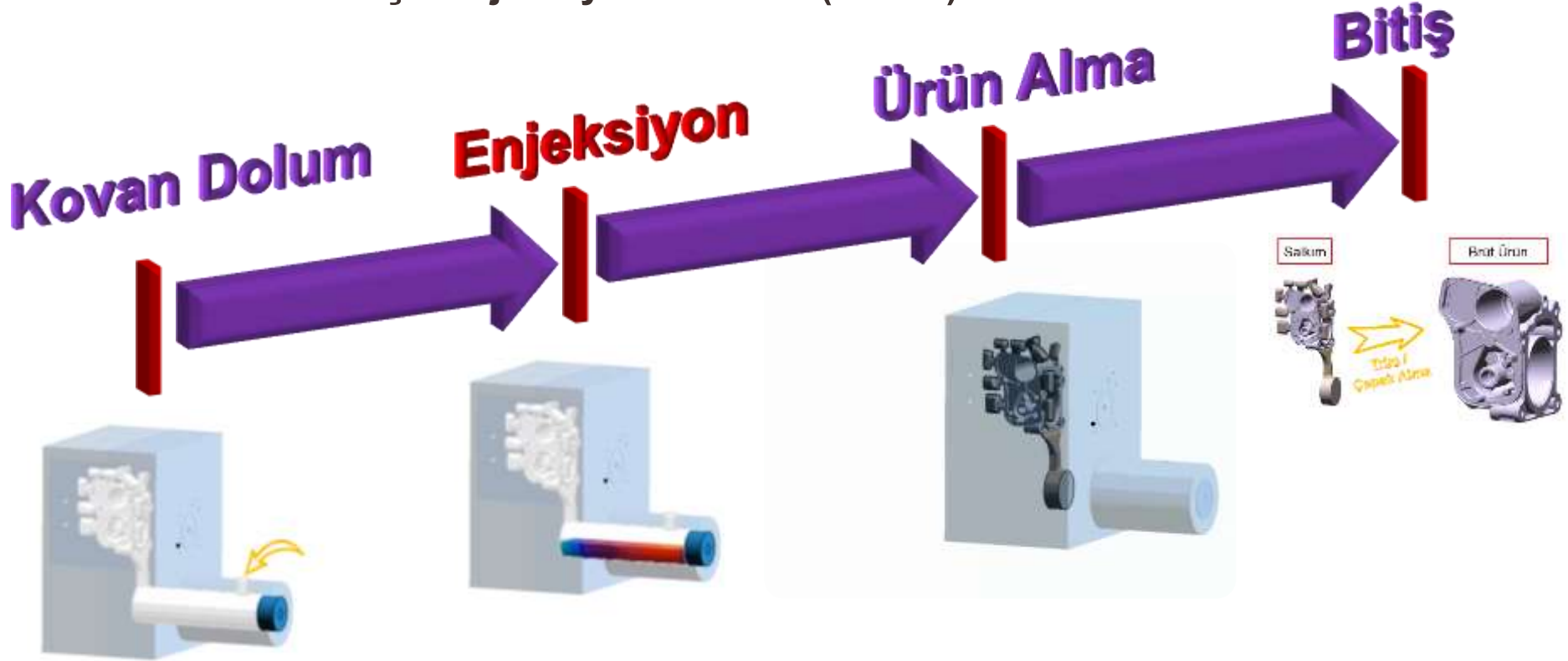
TANITIM

Yüksek Basıncılı Enjeksiyon Prosesi (HPDC)



TANITIM

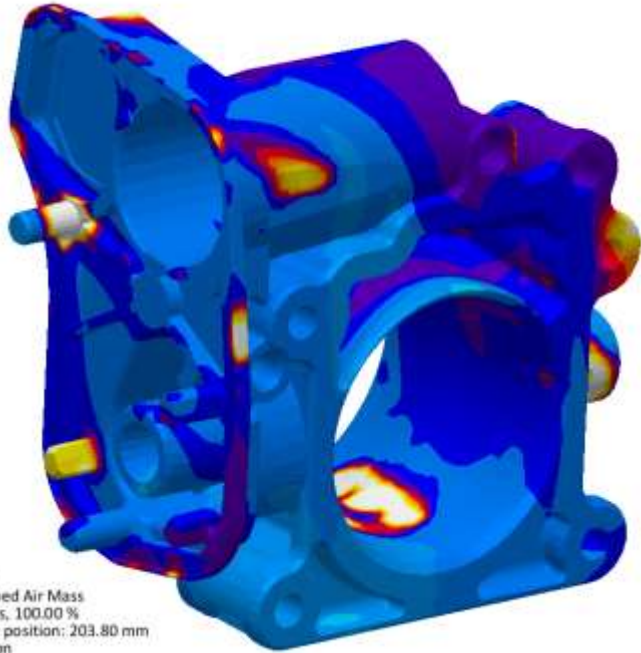
Yüksek Basıncılı Enjeksiyon Prosesi (HPDC)



KOVAN VE PİSTON PARAMETRELERİNİN ÖNEMİ

1. Faz Hızı ve Kovan Doluluk Oranı Etkileri

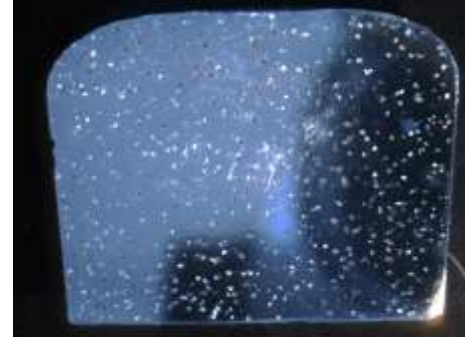
- Kovan içerisinde hava sıkışırsa ne olur?
- **Parça içerisinde hava kabarcıkları oluşumunda artış!!!**
- Kovanın içerisinde oluşan türbülanslı bir dolum, gaz giderme işlemi yapılmamış madene eşdeğerdir.



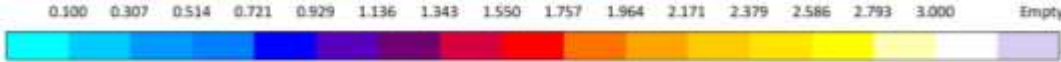
Gaz giderme işlemi yapılmış



Gaz giderme işlemi yapılmamış

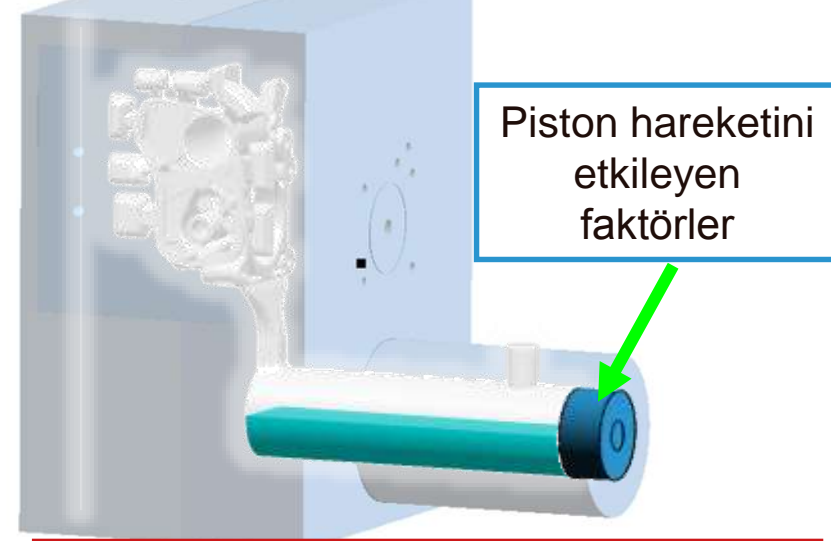
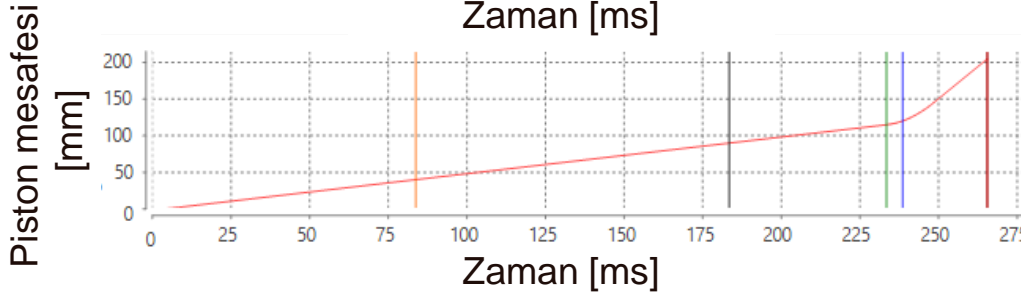
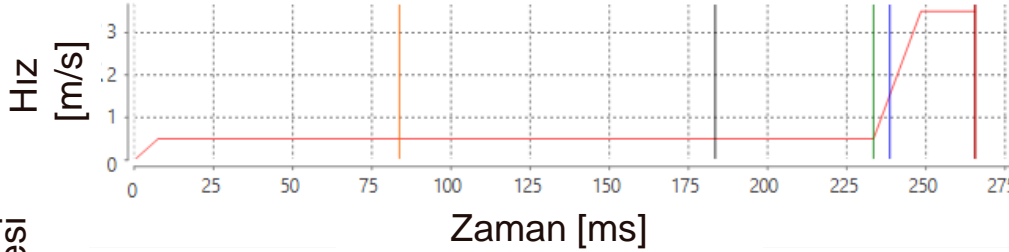
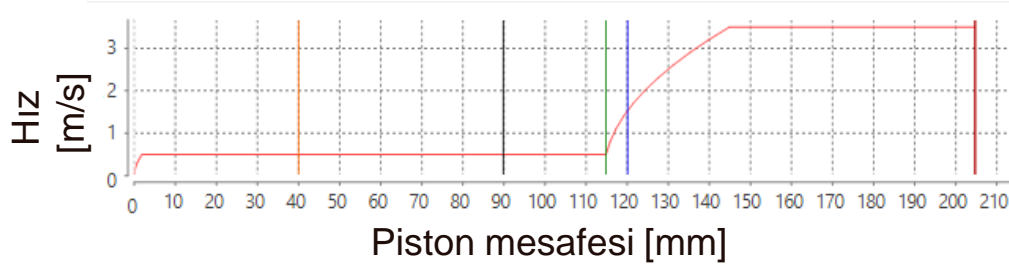


Entrapped Air Mass
148



KOVAN VE PİSTON PARAMETRELERİNİN ÖNEMİ

Enjeksiyon Eğrisi

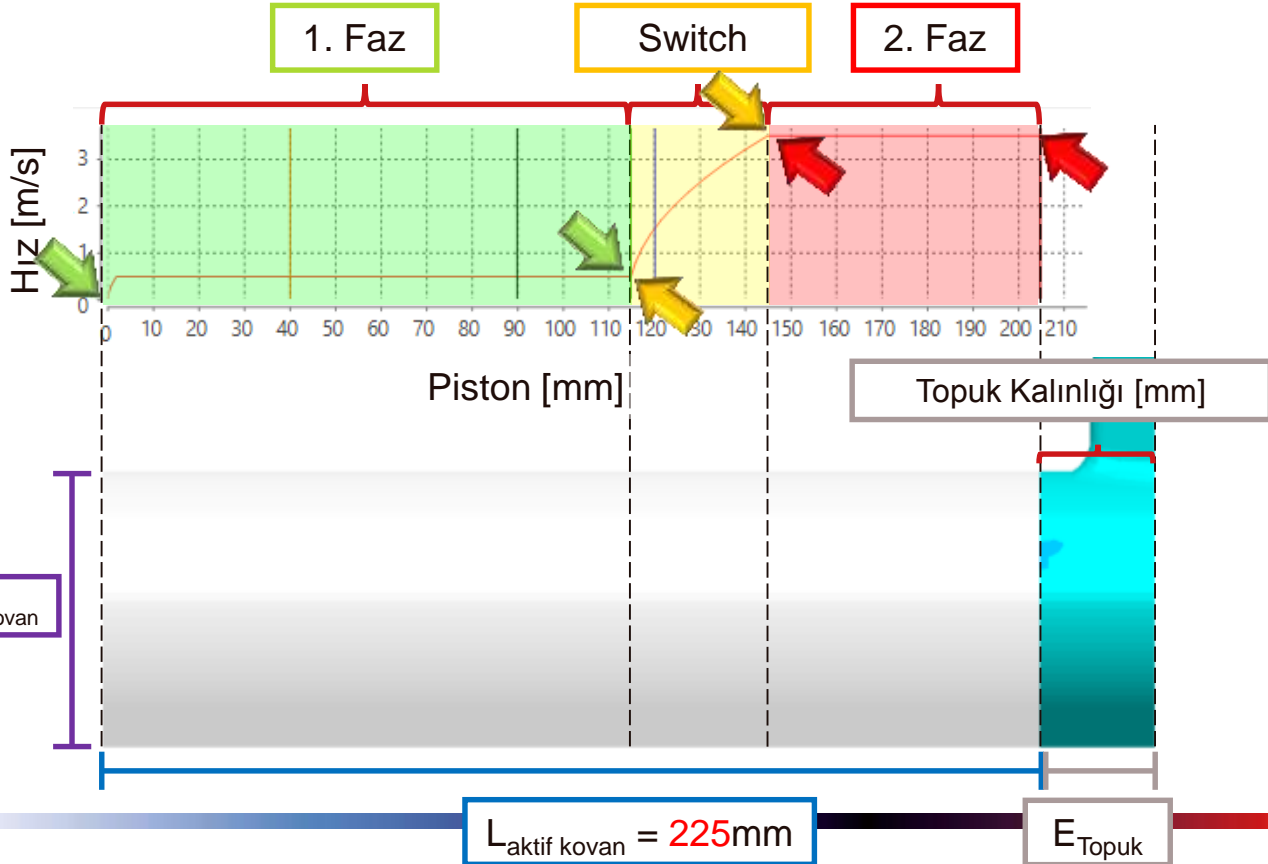


Pistonun yer değiştirmesini kontrol eden ve, "enjeksiyon eğrisi" adı verilen eğri, aşağıdaki üç parametrenin birleşimi olarak tanımlanabilir:

- Piston mesafesi [mm]
- Hız [m/s]
- Zaman [ms]

KOVAN VE PİSTON PARAMETRELERİNİN ÖNEMİ

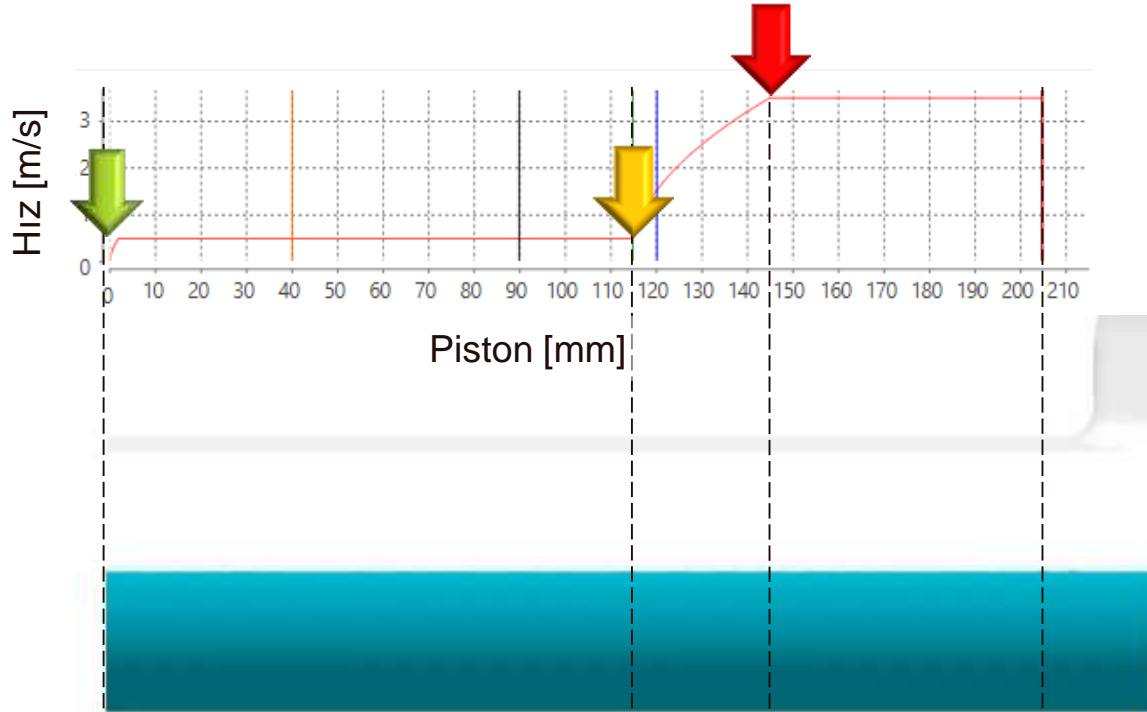
Değişkenler



Piston [mm]	Hız [m/s]	Zaman [ms]
0	0,0	0
119.8	0,6	399
134	2,5	408
225	2,5	437

KOVAN VE PİSTON PARAMETRELERİNİN ÖNEMİ

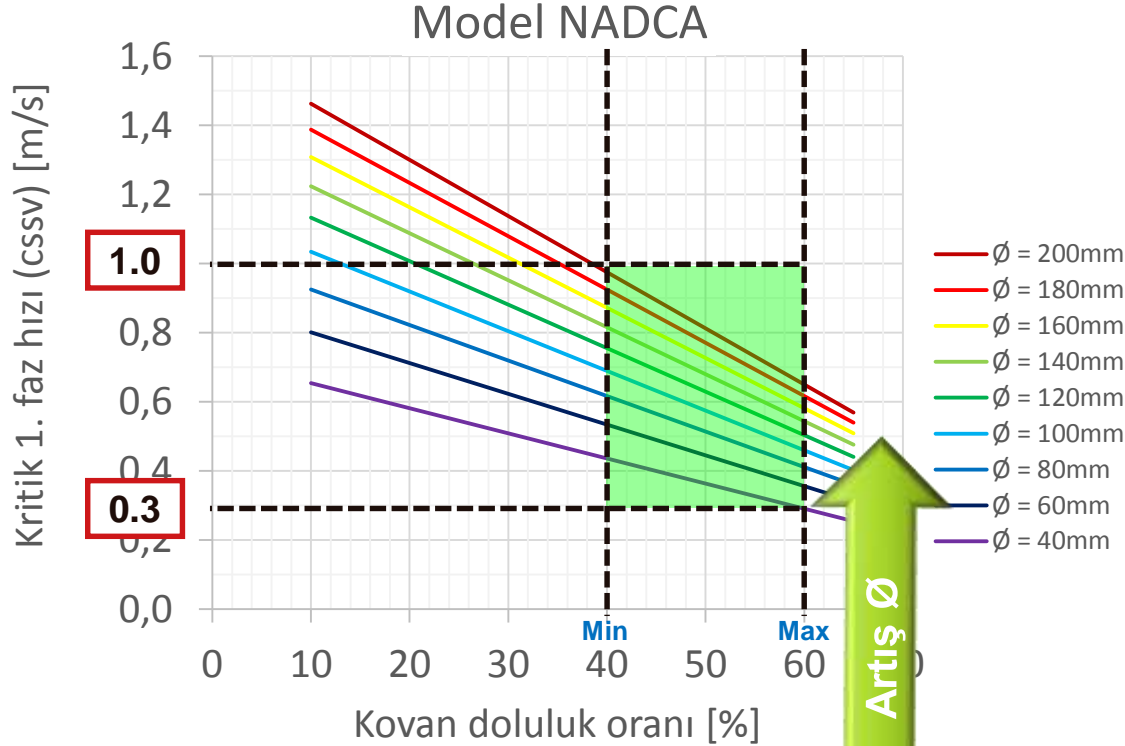
Enjeksiyon



Piston [mm]	Hız [m/s]	Zaman [ms]
0	0,0	0
119.8	0,6	399
134	2,5	408
225	2,5	437

KOVAN VE PİSTON PARAMETRELERİNİN ÖNEMİ

Birinci faz hız hesaplama modelleri



Model NADCA (no SI)

$$v_{cssv} = C * \frac{100\% - f_{kovan}}{100\%} * \sqrt{\emptyset_{kovan}}$$

Parametre etkileri:

- ↑ Ø_{kovan} → ↑ v_{cssv}
- ↑ f_{kovan} → ↓ v_{cssv}

- v_{cssv} = Kritik 1. faz hızı (m/s);
- C = Sabit sayı; 3.633 m^{0.5}/s
- f_{kovan} = Kovan doluluk oranı (%)
- Ø_{kovan} = Kovan çapı(m)

1. FAZ HIZI

Kovan Doluluk Oranı

f_{kovan}

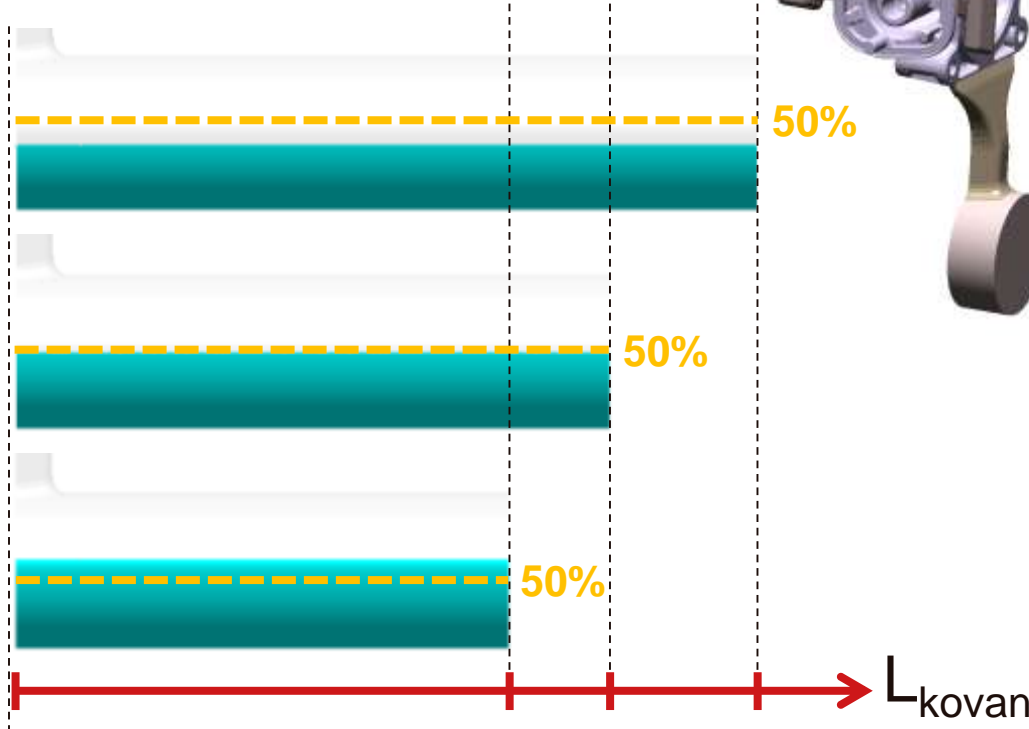
Tavsiye edilen
min. değer

40%

50%

Tavsiye edilen
max. değer

60%



- Hacim = 325 cm³
- Ağırlık = 820g
- Kovan Çapı = 60 mm

Kovana eklenen metal hacmi aynı ise;

• $\uparrow L_{kovan} \rightarrow \downarrow f_{kovan}$

- L_{kovan} = Kovan uzunluğu
- f_{kovan} = Kovan doluluk oranı (%)

KOVAN PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

AMACINIZI /AMAÇLARINIZI BELİRLEYİN	DEĞİŞKENLERİ BELİRLEYİN	KRİTERİNİZİ BELİRLEYİN	KAYNAKLARIN VERİMLİ KULLANILMASI	METODUNUZU BELİRLEYİN	AKSİYONLAR & İYİLEŞMELERİN KONTROLÜ
1. Faz hızını optimize etmek	1. Faz hızı	Kovan içi hava sıkışmasının azaltılması	Sadece dolum simülasyonu	Full factorial DOE	En iyi 1. faz hızının seçilmesi
Aktif kovan boyunu optimize etmek	Aktif kovan uzunluğu	Madenin oksitlenmesini engellemek	Tek cycle/çevrim		Sonuçlara göre salkımın tamamının çevrim sayısı artırılarak dolum simülasyonunun yapılması
Hava sıkışmalarını azaltmak		Parça kalitesinin artması			

KOVAN PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

Değişkenler & Hedefler

DEĞİŞKENLER



Design Variables

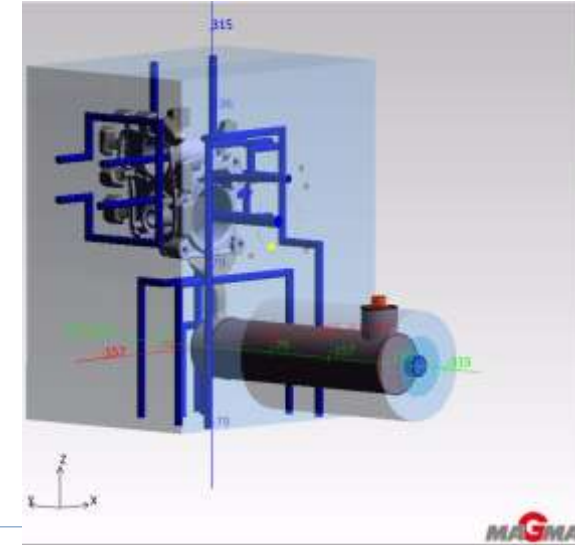
Design Variable	Lower Limit (m/s)	Upper Limit (m/s)	Step (m/s)	Dependency
<input checked="" type="checkbox"/> Filling - First Phase - Final Plunger Velocity	0.1	1.0	0.1	<None>
Design Variable	Lower Limit (mm)	Upper Limit (mm)	Step (mm)	Dependency
<input checked="" type="checkbox"/> Geometry LAC - Active chamber length	175.0	375.0	50.0	<None>

HEDEFLER



Objectives

Name	Type	Value	Expression
<input checked="" type="checkbox"/> Air Pressure-parca-weight.vol	Minimize		{Cycle 1/Filling/Air Pressure/from 0.0 % to 100.0 % every 1.0 %/Weight}
<input checked="" type="checkbox"/> Entrapped Air Mass-kovan-max	Minimize		{Cycle 1/Filling/Entrapped Air Mass/from 0.0 % to 100.0 % every 1.0 %/}
<input checked="" type="checkbox"/> Entrapped Air Mass-parca-max	Minimize		{Cycle 1/Filling/Entrapped Air Mass/from 0.0 % to 100.0 % every 1.0 %/}



- $\emptyset_{kovan} = 60\text{mm}$ (Çap Sabit)
- $L_{kovan} = 175\text{mm}$; $f_{kovan} = 64\%$
- $L_{kovan} = 225\text{mm}$; $f_{kovan} = 50\%$
- $L_{kovan} = 275\text{mm}$; $f_{kovan} = 40\%$
- $L_{kovan} = 325\text{mm}$; $f_{kovan} = 34\%$
- $L_{kovan} = 375\text{mm}$; $f_{kovan} = 30\%$

KOVAN PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

Değerlendirme- Sonuçlara Genel Bakış

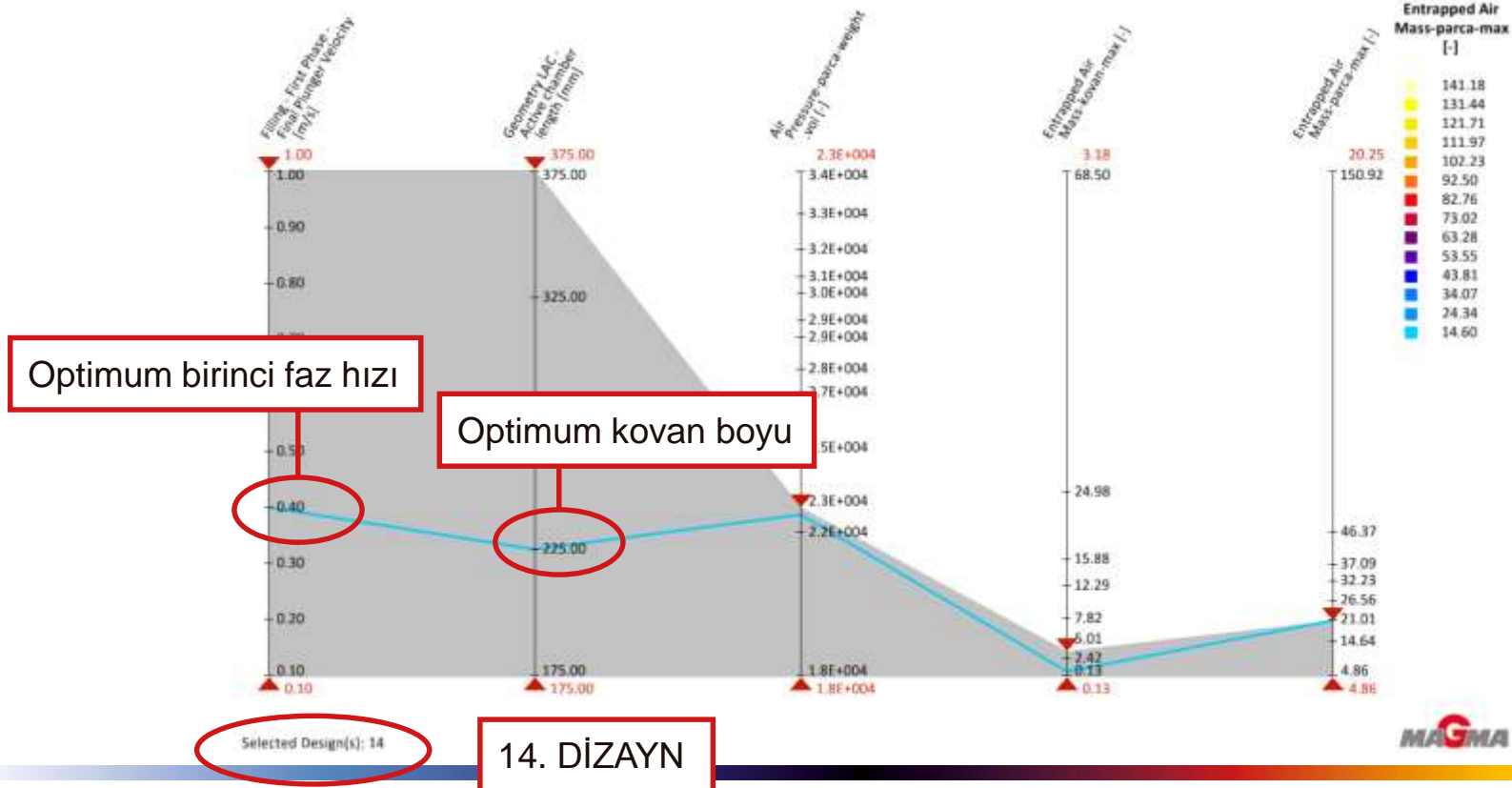
Rank	Design	Filfill - First Phase	Geometry L&C - Acti	Air Pressure - para	Air Pressure - para	Entrapped Air Mass	Entrapped Air Mass
Rank 1	Design 14	0.4	225.0	107.41	23046.85	0.639	20.77
Rank 2	Design 1	0.1	175.0	147.47	17906.61	0.617	26.24
Rank 3	Design 17	0.7	225.0	82.06	28391.04	0.406	21.51
Rank 4	Design 8	0.8	175.0	88.7	31134.07	0.177	4.86
Rank 5	Design 6	0.6	175.0	86.65	31530.46	0.272	6.18
Rank 6	Design 12	0.2	175.0	120.44	22473.56	5.01	18.74
Rank 7	Design 5	0.5	175.0	120.44	30126.52	0.177	8.38
Rank 8	Design 7	0.7	175.0	120.44	29092.22	0.126	14.64
Rank 9	Design 39	0.9	175.0	120.44	28344.36	1.66	21.94
Rank 10	Design 9	0.9	175.0	120.44	29719.22	0.203	10.66
Rank 11	Design 2	0.2	175.0	146.67	24516.46	2.42	17.38
Rank 12	Design 10	1.0	175.0	125.02	30509.94	0.241	8.19
Rank 13	Design 40	1.0	325.0	106.71	26953.99	2.95	31.85
Rank 14	Design 23	0.1	275.0	170.99	21636.12	0.697	21.16
Rank 15	Design 20	1.0	225.0	76.65	28795.62	1.83	46.37
Rank 16	Design 22	0.2	275.0	114.04	29262.9	0.449	27.28
Rank 17	Design 16	0.6	225.0	114.08	31089.85	0.309	19.17
Rank 18	Design 4	0.4	175.0	148.44	28713.86	0.293	9.13
Rank 19	Design 15	0.5	225.0	101.54	33302.23	0.46	21.91
Rank 20	Design 50	1.0	375.0	114.05	32664.4	2.84	21.01
Rank 21	Design 11	0.1	225.0	169.97	23465.18	7.18	21.65
Rank 22	Design 28	0.8	275.0	170.1	23454.99	1.38	36.17
Rank 23	Design 38	0.8	325.0	144.76	27202.49	2.09	36.76
Rank 24	Design 18	0.8	225.0	117.66	28933.92	0.2	51.28
Rank 25	Design 25	0.5	275.0	181.05	25344.69	1.1	26.54
Rank 26	Design 19	0.9	225.0	92.36	34016.82	0.875	44.73
Rank 27	Design 13	0.3	225.0	149.96	25484.75	12.36	31.14
Rank 28	Design 42	0.2	375.0	130.66	27704.44	12.29	34.45
Rank 29	Design 23	0.3	275.0	145.89	29190.47	8.57	28.2
Rank 30	Design 32	0.2	325.0	163.05	32981.0	0.46	20.69
Rank 31	Design 44	0.4	375.0	151.49	30649.68	8.51	26.56
Rank 32	Design 45	0.5	375.0	166.74	29874.99	1.32	35.89
Rank 33	Design 34	0.4	325.0	166.81	28107.85	12.34	23.0
Rank 34	Design 36	0.6	325.0	146.37	33114.26	9.27	37.09
Rank 35	Design 24	0.4	275.0	190.78	25518.5	15.88	32.23
Rank 36	Design 27	0.7	275.0	212.72	24343.6	13.66	28.83

Toplam 50 dizayn

En iyi dizayn

KOVAN PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

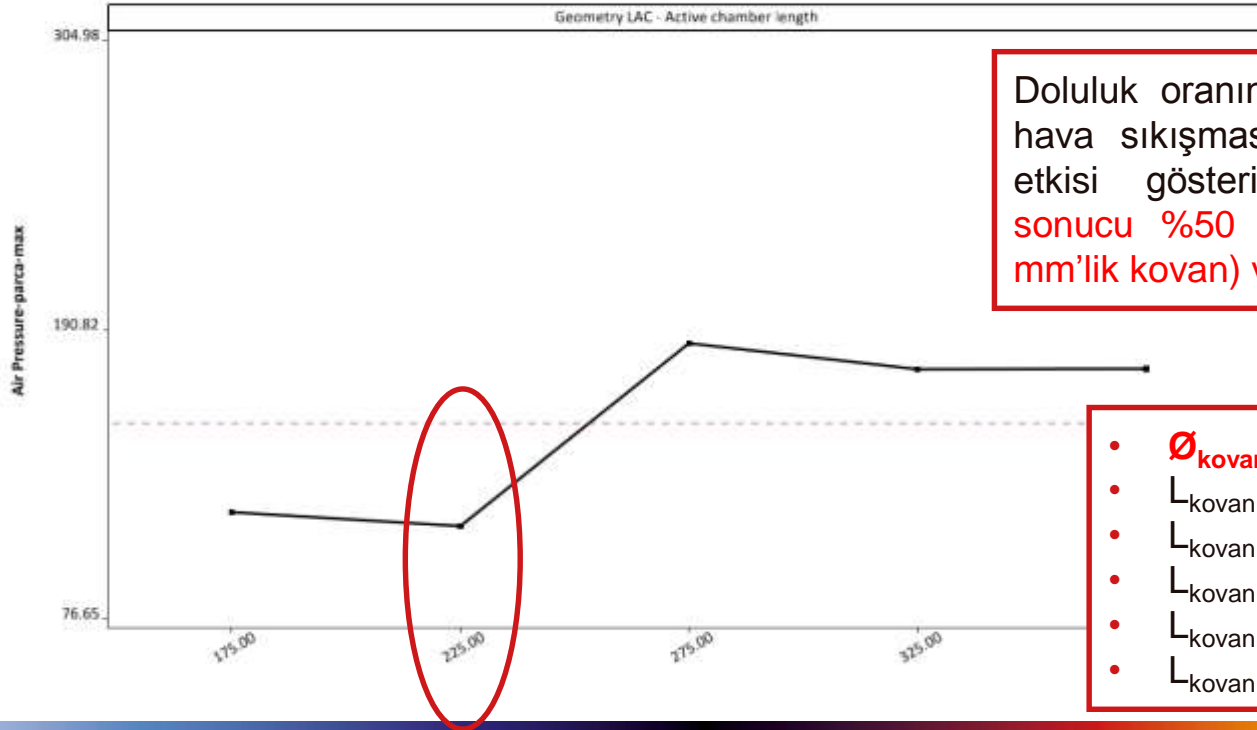
Değerlendirme - Parallel Coordinates – En İyi Dizayn



KOVAN PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

Değerlendirme- Main Effect- Kovan Uzunluğunun Parça kalitesine Etkisi

Main Effects for Air Pressure-parca-max



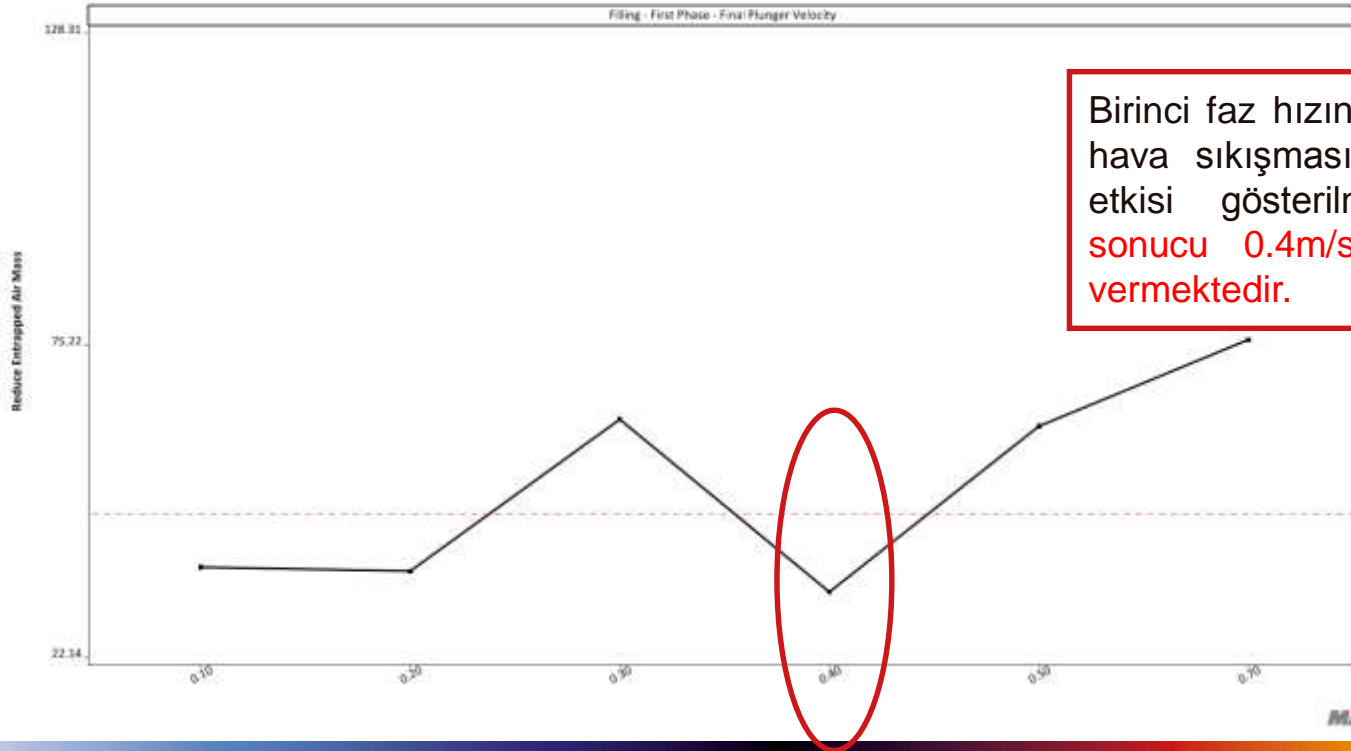
Doluluk oranının parça içerisinde hava sıkışması sonuçlarına olan etkisi gösterilmektedir. **En iyi sonucu %50 doluluk oranı (225 mm'lik kovan) vermektedir.**

- **$\emptyset_{kovan} = 60\text{mm}$ (Çap Sabit)**
- $L_{kovan} = 175\text{mm}$; $f_{kovan} = 64\%$
- $L_{kovan} = 225\text{mm}$; $f_{kovan} = 50\%$
- $L_{kovan} = 275\text{mm}$; $f_{kovan} = 40\%$
- $L_{kovan} = 325\text{mm}$; $f_{kovan} = 34\%$
- $L_{kovan} = 375\text{mm}$; $f_{kovan} = 30\%$

KOVAN PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

Değerlendirme- Main Effect- Birinci Faz Hızının Parça kalitesine Etkisi

Main Effects for Reduce Entrapped Air Mass



Birinci faz hızının parça içerisinde hava sıkışması sonuçlarına olan etkisi gösterilmektedir. En iyi sonucu 0.4m/s birinci faz hızı vermektedir.

1. FAZ HIZI

MAGMASOFT® ile 1. Faz Kritik Değerinin Belirlenmesi

- $f_{kovan} = 50\%$ (225mm)
- $\varnothing_{kovan} = 60\text{mm}$

0,1 m/s



0,2 m/s



0,3 m/s



0,4 m/s



0,5 m/s



0,6 m/s



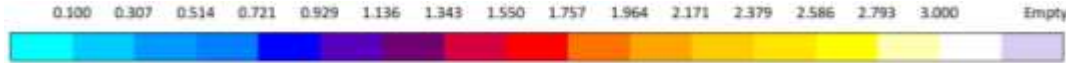
0,7 m/s



0,8 m/s



Entrapped Air
Mass
kg



1. FAZ HIZI

MAGMASOFT® ile 1. Faz Kritik Değerinin Belirlenmesi

- $f_{kovan} = 50\%$
- $\varnothing_{kovan} = 60\text{mm}$

0,1 m/s



0,2 m/s



0,3 m/s



0,4 m/s



0,5 m/s



0,6 m/s



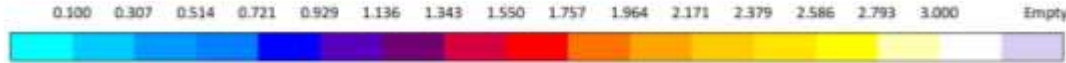
0,7 m/s



0,8 m/s



Entrapped Air
Mass
kg



1. FAZ HIZI

MAGMASOFT® ile 1. Faz Kritik Değerinin Belirlenmesi

- $f_{kovan} = 50\%$
- $\varnothing_{kovan} = 60\text{mm}$

0,1 m/s

0,2 m/s

0,3 m/s

0,4 m/s

İlk faz hızı çok düşük olduğundan dolum daha düzgün bir şekilde ilerledi

Kovandaki hava sıkışması artışı

Kovandaki hava sıkışmasının en az olduğu 1. faz hızı

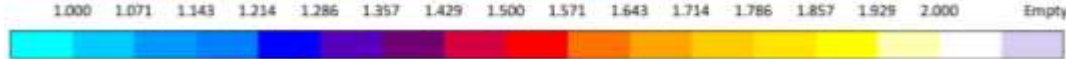
0,5 m/s

0,6 m/s

0,7 m/s

0,8 m/s

Kovandaki hava sıkışması artışı

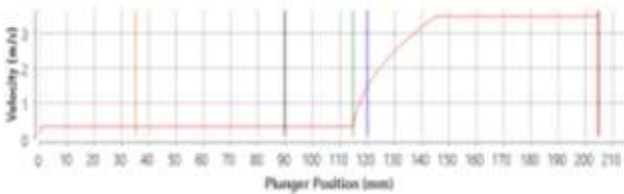


1. FAZ HIZI

1. Faz Hız Etkileri

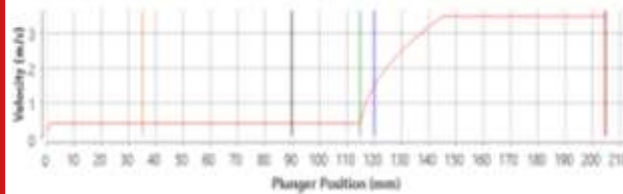
Düşük Hız

$$V_{1.faz} = 0,2 \text{ m/s}$$



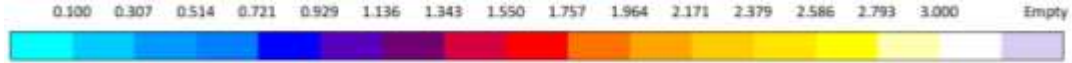
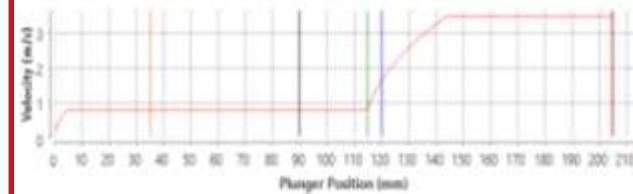
Uygun Hız

$$V_{1.faz} = 0,4 \text{ m/s}$$



Yüksek Hız

$$V_{1.faz} = 0,8 \text{ m/s}$$



1. FAZ HIZI

1. Faz Hız Etkileri

Düşük Hız

$$V_{1.faz} = 0,2 \text{ m/s}$$



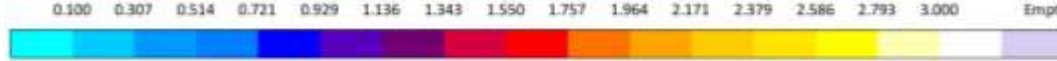
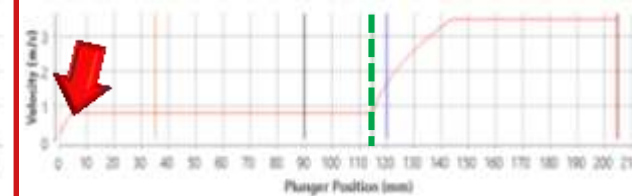
Uygun Hız

$$V_{1.faz} = 0,4 \text{ m/s}$$



Yüksek Hız

$$V_{1.faz} = 0,8 \text{ m/s}$$



1. FAZ HIZI

1. Faz Hız Etkileri

Düşük Hız

$$V_{1.faz} = 0,2 \text{ m/s}$$



v08_08
Enlapped Air Mass
436.79g, 32.09 %
Plunger position: 93.18 mm
8 Ray: on

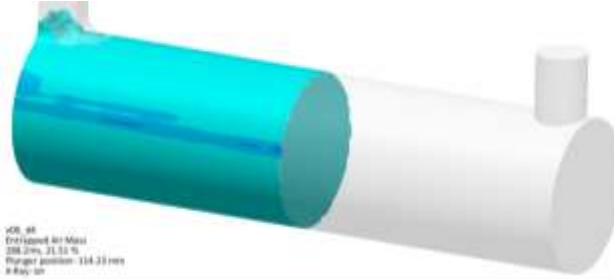
Metalin kanala
çarpma anı

Hızlanmanın
başlaması



Uygun Hız

$$V_{1.faz} = 0,4 \text{ m/s}$$



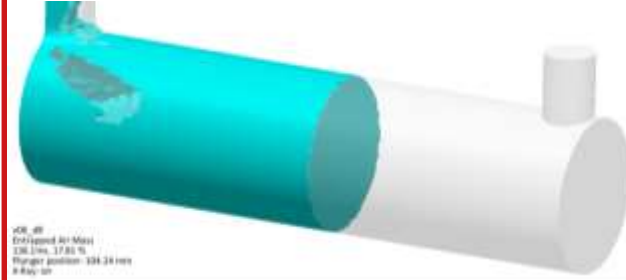
v08_08
Enlapped Air Mass
208.29g, 21.55 %
Plunger position: 114.23 mm
8 Ray: on

Hızlanmanın
başlaması



Yüksek Hız

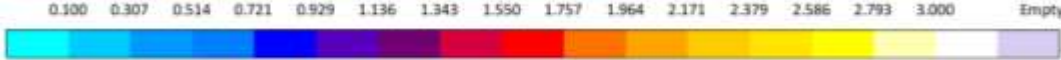
$$V_{1.faz} = 0,8 \text{ m/s}$$



v08_08
Enlapped Air Mass
128.29g, 17.85 %
Plunger position: 134.24 mm
8 Ray: on

Metalin kanala
çarpma anı

Hızlanmanın
başlaması

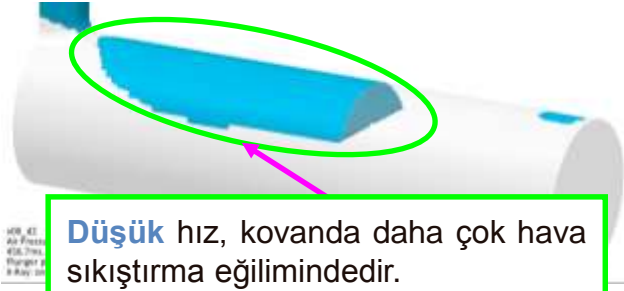


1. FAZ HIZI

1. Faz Hız Etkileri

Düşük Hız

$$V_{1.faz} = 0,2 \text{ m/s}$$



Metalin kanala
çarpma anı

Hızlanmanın
başlangıcı



Uygun Hız

$$V_{1.faz} = 0,4 \text{ m/s}$$

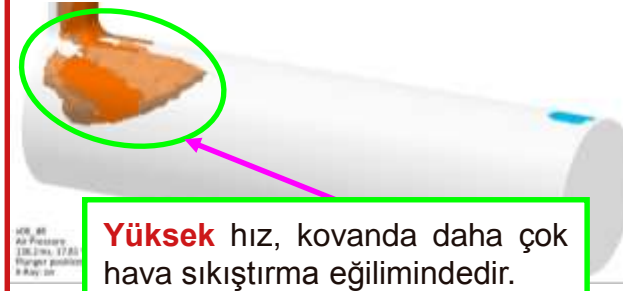


Hızlanmanın
başlangıcı



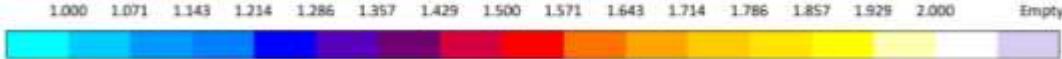
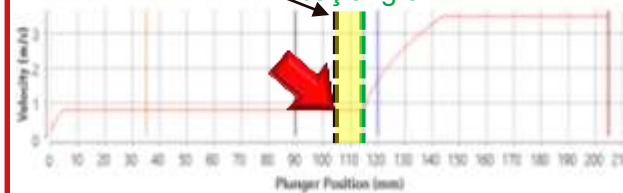
Yüksek Hız

$$V_{1.faz} = 0,8 \text{ m/s}$$



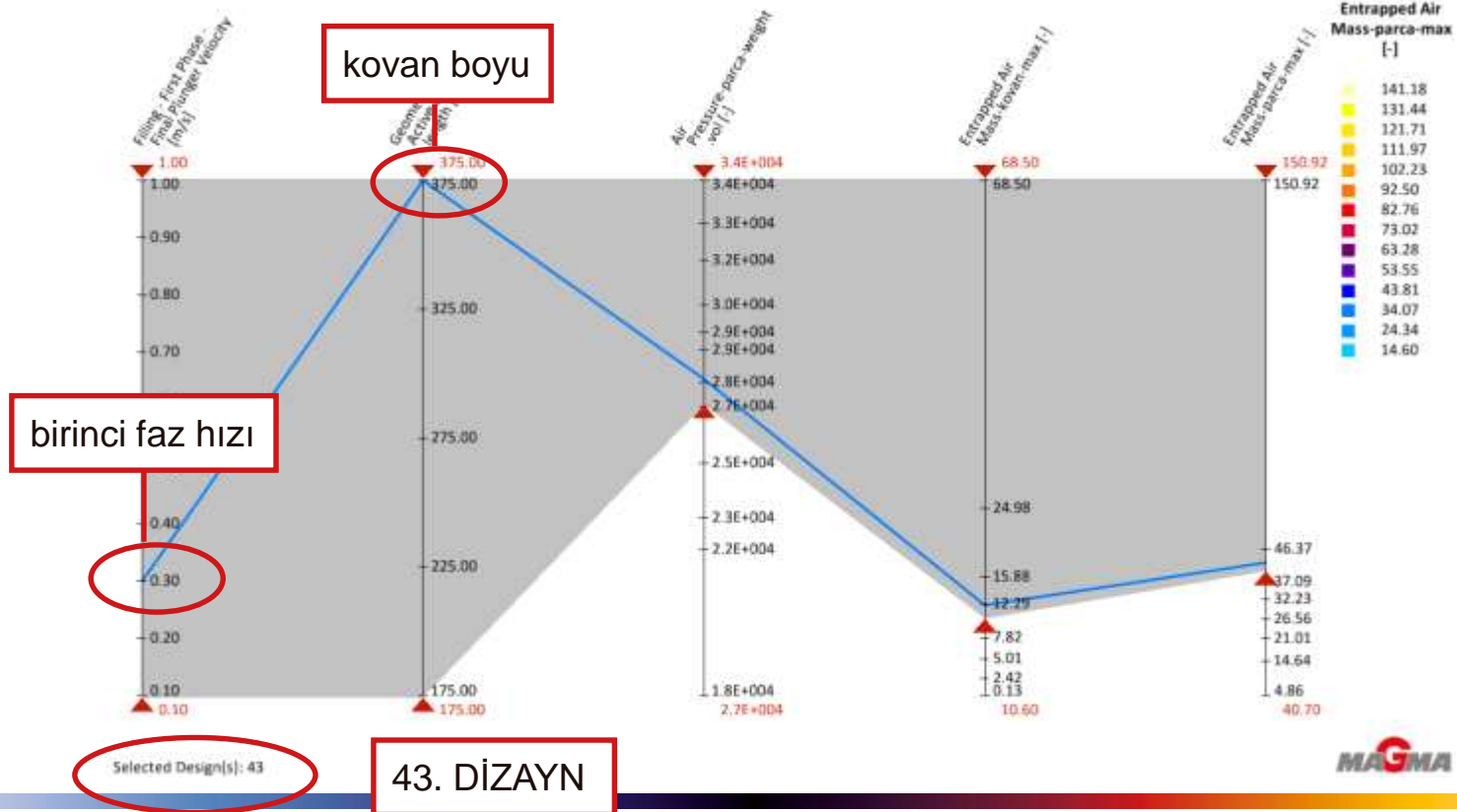
Metalin kanala
çarpma anı

Hızlanmanın
başlangıcı



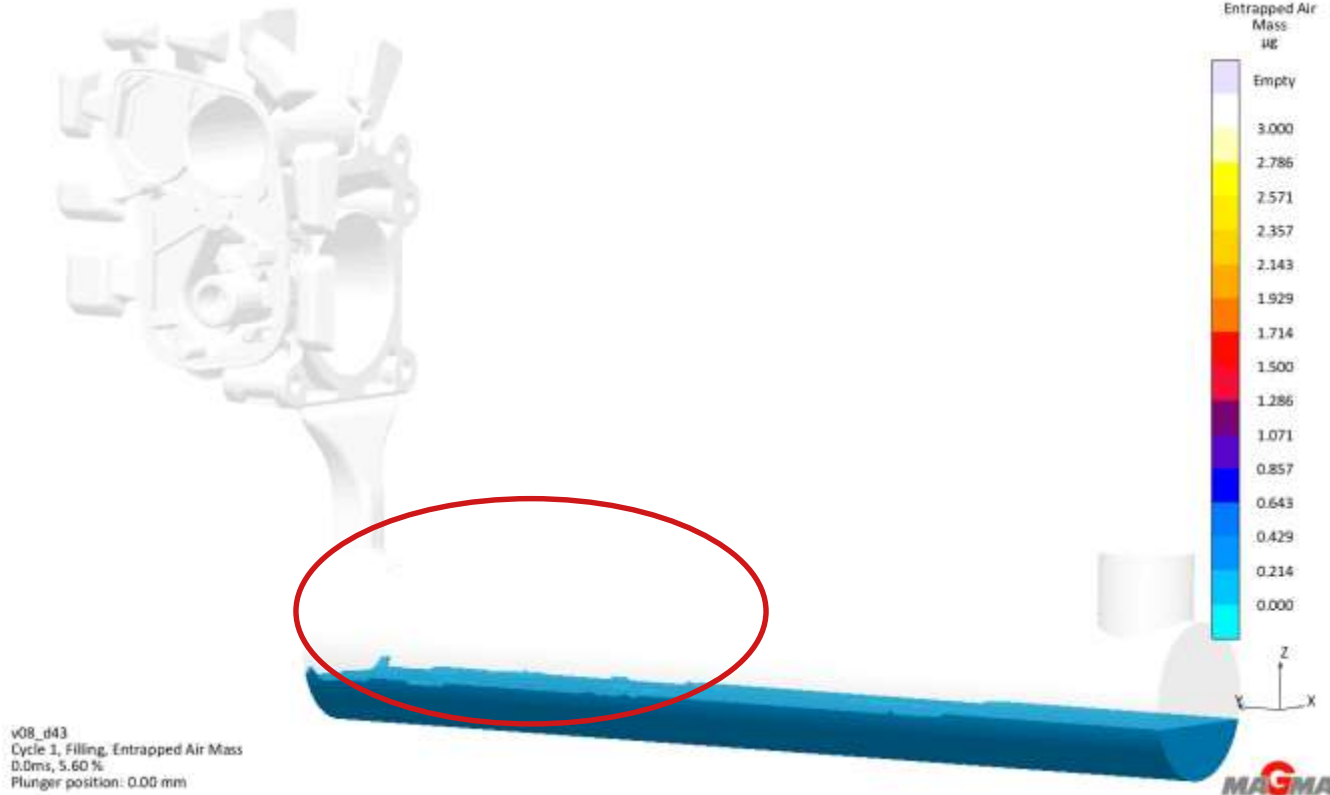
KOVAN PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

Değerlendirme - Parallel Coordinates – En Kötü Dizayn



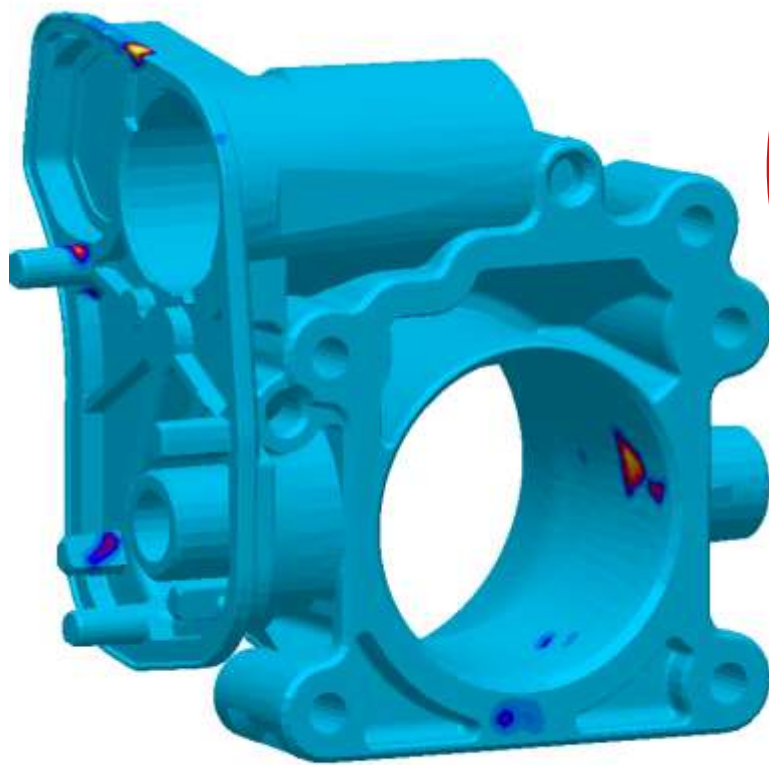
KOVAN PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

Değerlendirme -En Kötü Dizayn

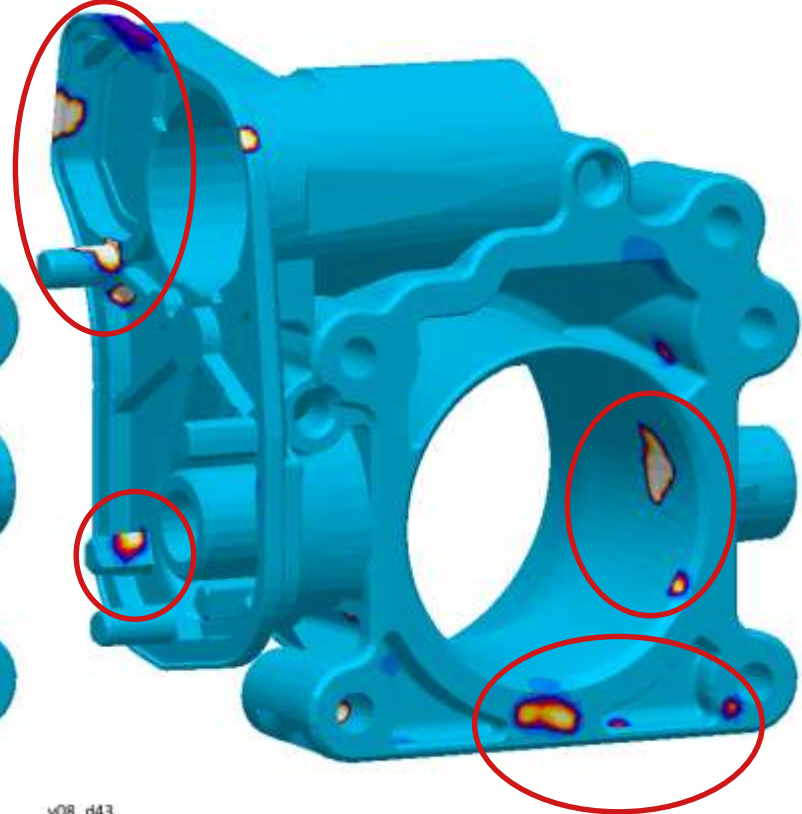


PARÇA ÜZERİNDEKİ ETKİLER

En İyi Ve En Kötü Parçanın Karşılaştırılması



v08_d14
Cycle 1, Filling, Entrapped Air Mass
350.2ms, 100.00 %
Plunger position: 208.51 mm



v08_d43
Cycle 1, Filling, Entrapped Air Mass
940.0ms, 100.00 %
Plunger position: 349.53 mm

Entrapped Air
Mass
µg

Empty

3.000

2.786

2.571

2.357

2.143

1.929

1.714

1.500

1.286

1.071

0.857

0.643

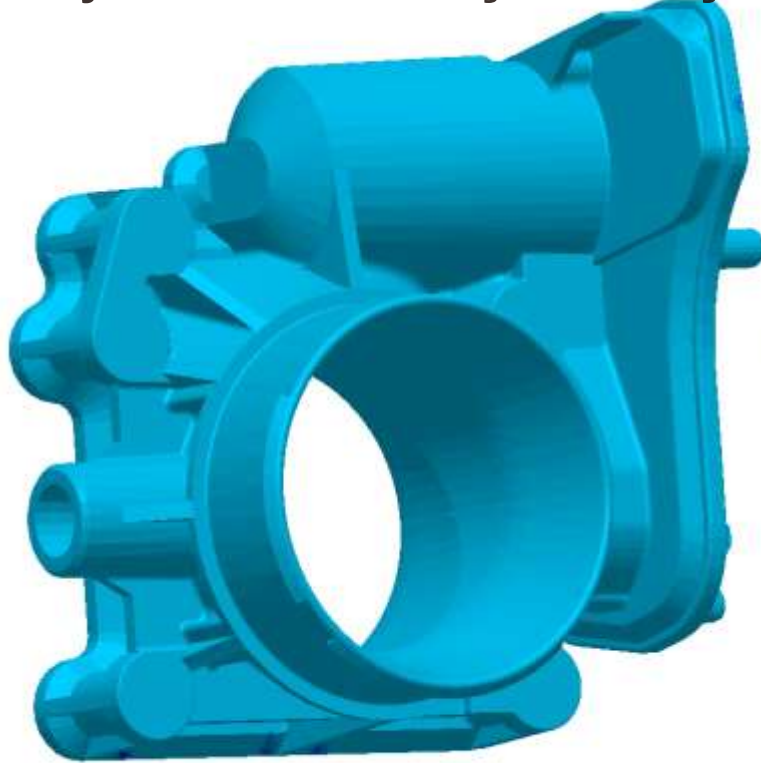
0.429

0.214

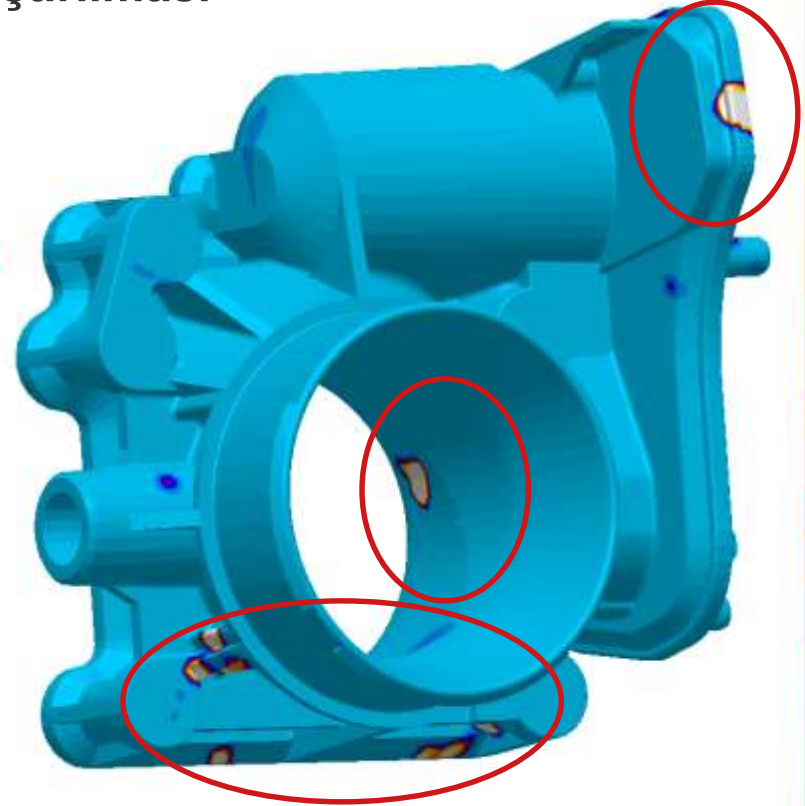
0.000

PARÇA ÜZERİNDEKİ ETKİLER

En İyi Ve En Kötü Parçanın Karşılaştırılması



v08_d14
Cycle 1, Filling, Entrapped Air Mass
350.2ms, 100.00 %
Plunger position: 208.51 mm



v08_d43
Cycle 1, Filling, Entrapped Air Mass
940.0ms, 100.00 %
Plunger position: 349.53 mm

Entrapped Air
Mass
µg

Empty

3.000

2.786

2.571

2.357

2.143

1.929

1.714

1.500

1.286

1.071

0.857

0.643

0.429

0.214

0.000

SONUÇ

- Genel olarak kovanlarda, optimum birinci faz üzerindeki hızlar, daha düşük hızlara göre daha fazla hava sıkıştırma eğilimindedir.
- Optimum birinci faz hız modelleri gerçeğe çok yakın yaklaşımlar sunar ancak karmaşık enjeksiyon eğrisi profillerini veya karmaşık sayaç piston geometrilerini dikkate almaz, bu gibi durumlarda simülasyon ve optimizasyon kullanımı mutlaka önerilir.
- Optimizasyon özelliği sayesinde her dizayn için optimum parametreleri, maliyet/enerji – zaman kaybı olmadan kısa zamanda elde edebilirsiniz.
- Parça kalitesini etkileyen yolluk, hava cebi dizaynı gibi temel etkenlerin yanı sıra kovan parametrelerinin etkisi de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER.

MAGMA TÜRKİYE

GAMZE KURNAZ

g.kurnaz@magmasoft.com.tr