

**Frech Lazer Ergitme (Frech Laser Melting - FLM®) tarafından desteklenen Yüksek Hızlı Döküm Hücresi**

Izmir, 01.12.2019

Dr. Waldemar Sokolowski  
Oskar Frech GmbH + Co. KG, Germany

# Challenge

## Verimli bir Döküm Hücresi için FRECH K640 Projesi

Döküm  
Parça







Döküm  
Hücresi






**Challenge: Prosesin çevrim süresinin kısaltılması  $\geq 40\%$  FRECH Grubu ve Partnerlerinin Performansı**

# FRECH Grubu Performansı ve Partnerleri

## FRECH Grubu Performansı:

-  → Basınçlı döküm kalıpları ve konformal soğutulmuş insörtler için özel şartlandırıcılar
-  → Alüminyum Vakumlu Dozajlama Fırını AVDF
-  → Robotik Parça Alma ve Taşıma Sistemleri
-  → Vakum Teknolojisi

## Partnerler:

-  → Alüminyum Dökümhanesi
-  → Mikro Spreyleme Teknolojisi
-  → Mikro spreyleme için yağlayıcı ve kalıp ayırıcılar

# Etkin Bir Basınçlı Döküm Hücresi için Optimize edilmiş K640

WOLLIN Mikro Spreyleme



MELTEC  
Alüminyum  
Vakumlu  
Dozajlama  
Fırını AVDF

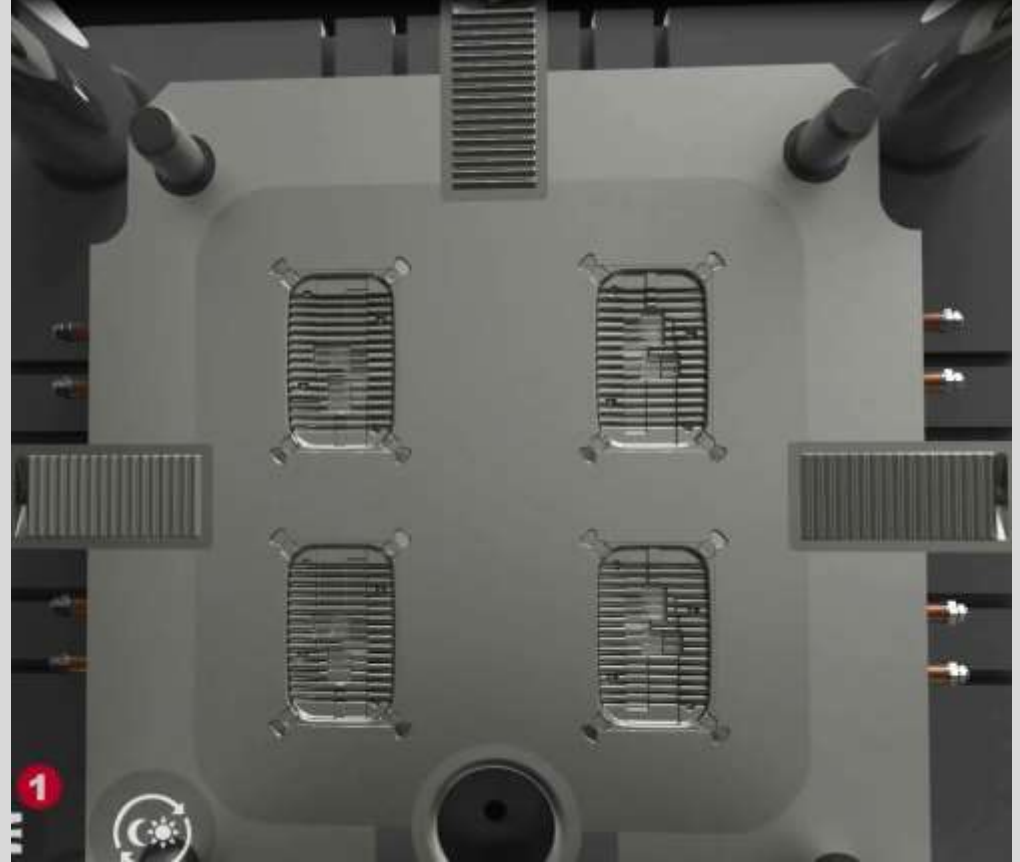
SPESIMA Optimize  
edilmiş Robotik Taşıma  
ve Temizleme Sistemi

FRECH K640 soğuk  
kamaralı basınçlı  
döküm makinası

# Challenge: Çevrim Süresinin Azaltılması $\geq 40\%$

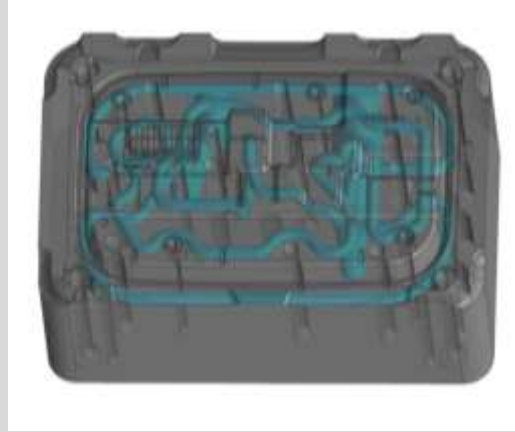


Ürün: Alüminyum Gövde

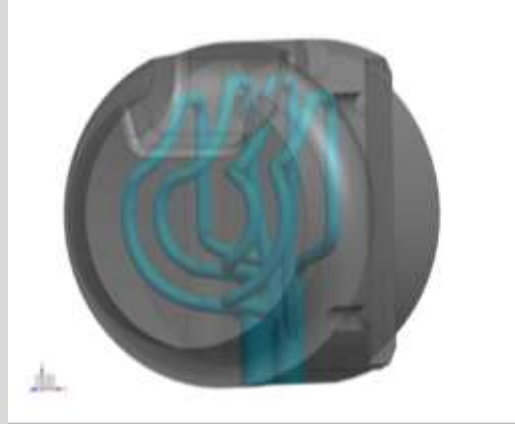


4 gözlü basınçlı döküm kalıbı

# Frech Lazer Ergitme (Laser Melting-FLM®) Teknolojisi



Çekirdek



Yayıcı

Çekirdekler ve yayıcılar konformal soğutma kanalları ile döşenmiştir.

Bu kompleks soğutma kanalları sadece metallerin Selective Laser Melting - SLM - 3D Printing sistemi dediğimiz **Frech Laser Melting (FLM®)** yardımı ile üretilmektedir.

# Oskar Frech Bünyesindeki Mevcut Uygulamalar



## SLM 280<sup>HL</sup> SLM Solutions Makinesi

- 400W fiber lazer
- 200° C'ye kadar ısıtma
- 280 x 280 x 350mm Çalışma hacmi

Şu anda Oskar Frech bünyesinde işlenen ,uygulanan malzemeler şunlardır:

- AlSi10Mg
- Takım Çeliği 1.2709
- Takım Çeliği L-40

## Basınçlı Döküm Kalıplarında Çoklu Bölge Şartlandırma



### Şartlandırıcıların Bazı Özellikleri

**Pompa** sürekli kontrol edilir. Bu pompalar, istenen debiyi en düşük enerji tüketim değerleri ile sağlar.

**Soğutma kapasitesi:** 200 kW (120 K) ve 120 kW (60 K)  
Oldukça yüksektir, çünkü mikro spreyleme soğutma etkisine sahip değildir.





## Çoklu Bölge Şartlandırıcılar için Dağıtıcı



### Bu Dağıtıcının Artı Özellikleri

- **Bir dağıtıcı** 10 farklı bölgeye kadar yeterlidir.
- **Bir dağıtıcı** suyun girişi ve çıkışı yeterlidir.

Boyutlar: uzunluk 620 mm x genişlik 420 mm x yüksek 670 mm, ağırlık 62,4 kg

Makinaya doğrudan bağlanabilmekte ya da makinaya yakın özel bir yerde tutularak kullanılabilir.

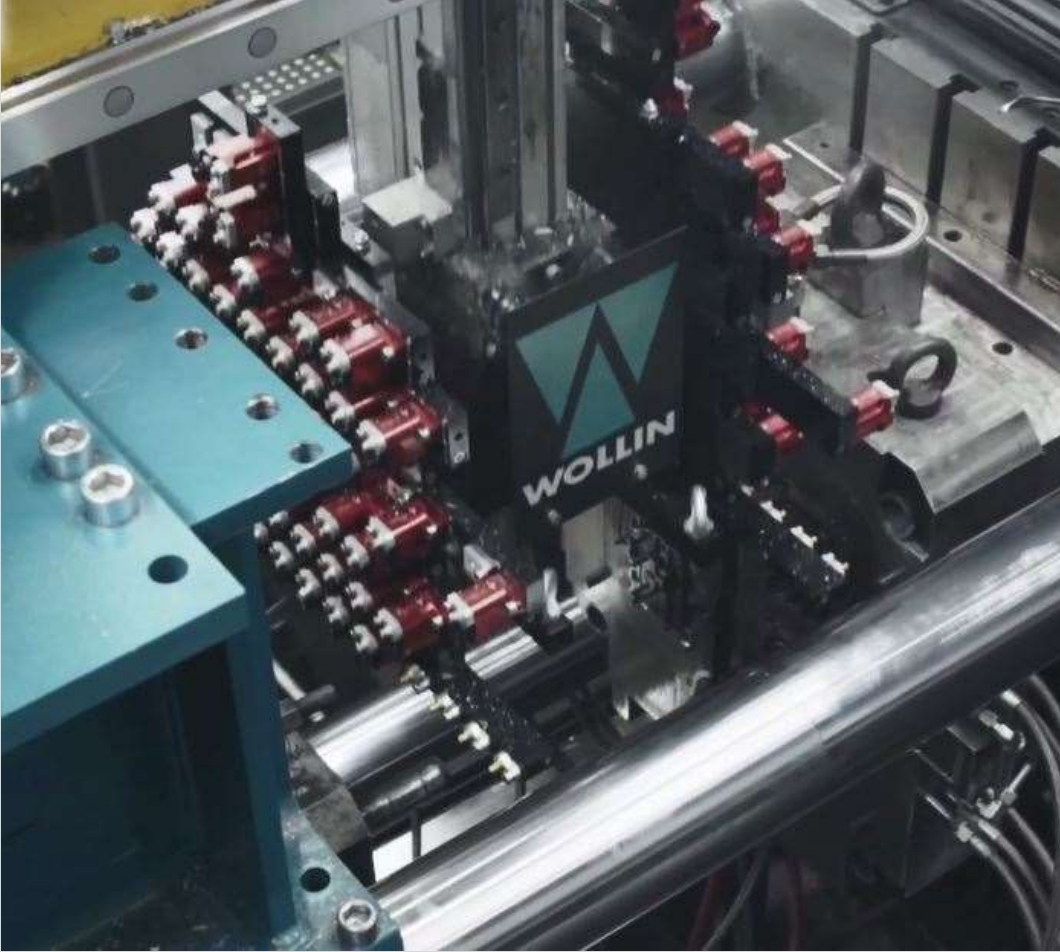
# MELTEC: Alüminyum Vakumlu Dozajlama Fırını



## Doğru Dozajlamayı tekrarlama ile çevrim süresinin minimize edilmesi amaçlanmıştır

- K640 'ta kalıp korumanın bitmesiyle dozajlama başlar
- Bu süreç yeni bir yazılım ile yürütülür
- Alüminyum Vakumlu Dozajlama Fırını için özel bir dozajlama konteyniri kullanılır. Daha büyük çaplı bir konteynir ile dozajlama yapılır.
- Ergimiş metalin tartılmasında hızlı bir sistem uygulanır
- Akıllı teknolojiler sayesinde otonom robotlar ve döner araçlarla mekanik hareketlilik içinde hızlı bir ulaşım sağlanır





## Özel yetenekler

- Özel spreyleme teknolojileri ve araçlarının birleşmiş halidir.
- Klasik spreylemeden daha hızlı bir süreçtir
- Güçlü bir spreyleme ve dağılan bir hava
- Kısa devreye alma süresi
- Sprey Kontrolü sayesinde spreylemedeki hava miktar ıda programlanabilmektedir.

# Optimize edilmiş Robotik Taşıma ve Uzaklaştırma Sistemi



## Özel yetenekler

- Robotik sistem, hareket verimliliğini artırmak için programlanmıştır
- Özel geliştirilmiş Geiger taşıma sistemi

# Çevrim Süresi: DAK580 & K640 (konformal soğutucu olmadan)

Gerçek Durum	K640 ile yeni Durum		
	DAK580	K640	
	[saniye.]	[saniye.]	
Döküm bitimi	2,8	2,7	
Kovana dozajlama	5,5	2,1	K640 ile Dozajlama kalıp dökümü ile başlar. AVDK yenib rçşit dozajlama konetynırırır
Injeksiyon (Püskürtme)			
Birinci aşama	1	1,2	
İkinci Aşama	0,1	0,1	
Soğuma zamanı	6	6	
Elektrot Açıklığı	2,5	2	
İleri püskürtücü	0,5	0,4	
Atış çıkarma	5,6	4,9	optimize edilmiş sekans
Spreyleme (Püskürtme)	11,5	11,5	
Geri püskürtücü 0,5 sec			During spraying
Geri itici 1,5 sec			During spraying
Püskürtme başlangıcına kadar çıktıktan sonra bekleme süresi	2,5	2,5	Optimize edilmiş sekans
<b>Toplam Döngü zamanı</b>	<b>38,00</b>	<b>33,40</b>	<b>zaman döngüsü indirgemesi 12%</b>

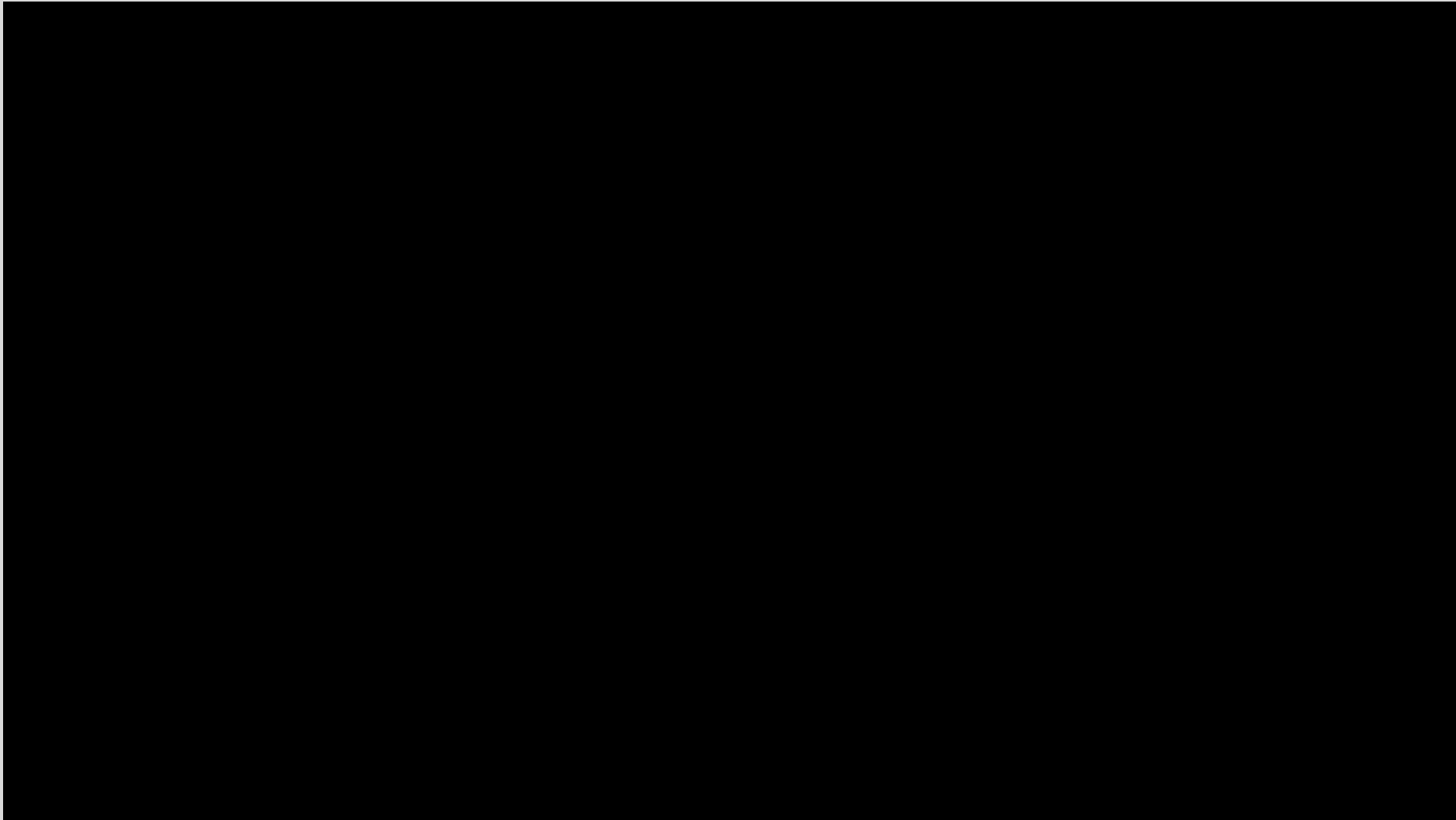


# Çevrim Süresi: DAK580 & K640 Konformal soğutucu ile

Gerçek Durum	K640 ile yeni Durum		
	DAK580	K640	
	[saniye.]	[saniye.]	
Döküm Bitimi	2,8	2,7	
Kovana dozajlama	5,5	2,1	K640 ile Dozajlama kalıp dökümü ile başlar. AVDK yeni b rçeşit dozajlama konetynırır
Enjeksiyon			
Birinci aşama	1	1,2	
İkinci aşama	0,1	0,1	
Soğuma zamanı	6	5,1	Thanks to conformal cooling
Döküm Açılışı	2,5	2	
İleri Püskürtücü	0,5	0,4	
Atış çıkarma	5,6	4,9	Optimized edilmiş sekans
Püskürtme Spryeleme	11,5	4,5	Konformal soğuma sayesinde mikro püskürtme – spreyleme oldukça kısa sürede gerçekleşmektedir
Geri püskürtücü 0,5 sec			During spraying
Geri itici 1,5 sec			During spraying
Püskürtme başlangıcına kadar çıktıktan sonra bekleme süresi	2,5	0	Optimize edilmiş sekans
<b>Total zaman Döngüsü</b>	<b>38,00</b>	<b>23,00</b>	<b>zaman döngüsü indirgemesi 40%</b>



# Video-Clip: Prosesin çevrim süresinin azaltılması $\geq 40\%$



DİKKATİNİZ İÇİN ÇOK TEŞEKKÜRLER!

**Dr. Waldemar Sokolowski**

Product Manager

Department Product and Business Area Planning

Oskar Frech GmbH + Co. KG

Schorndorfer Straße 32

74614 Schorndorf

Telefon: +49 7181 702 3915

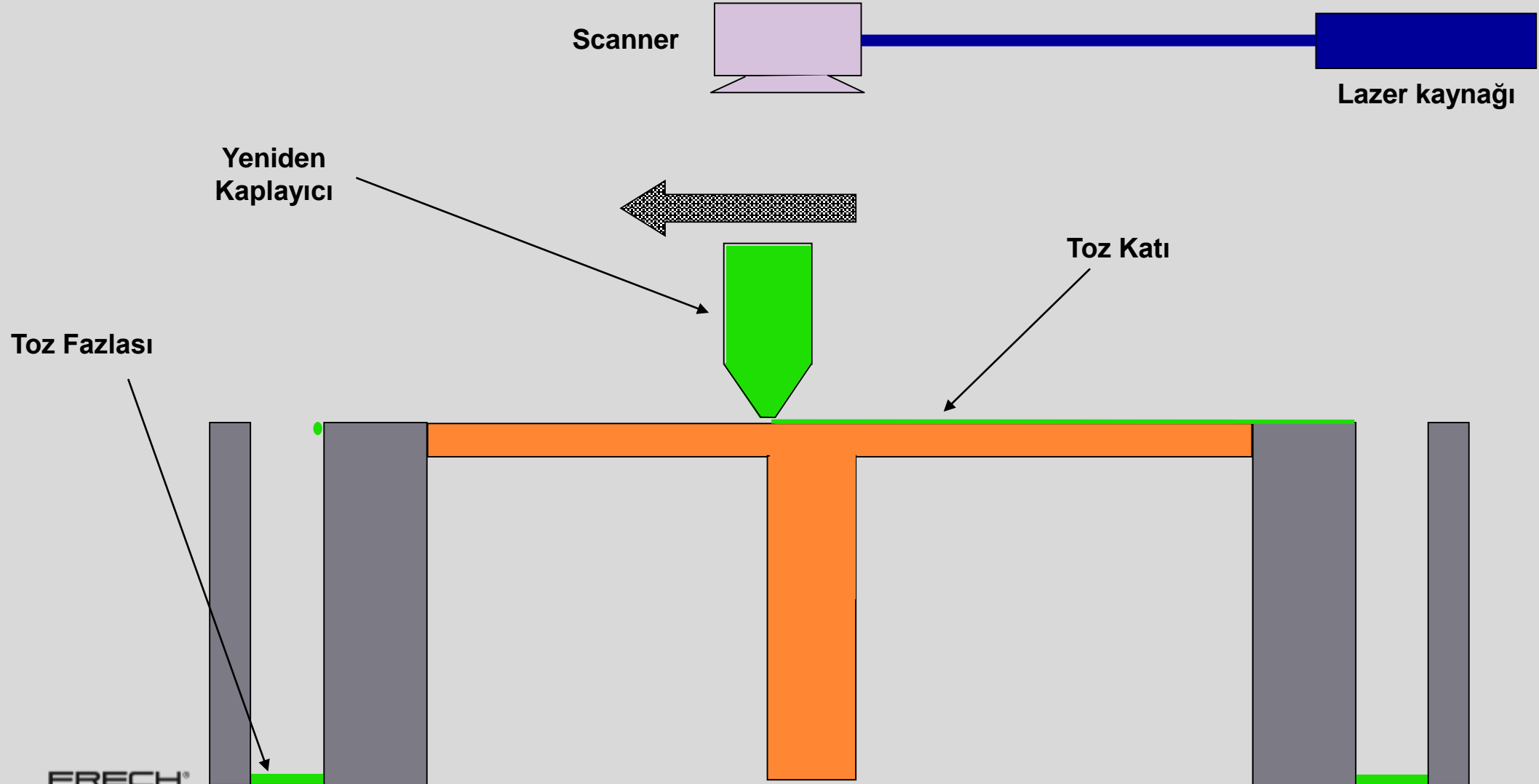
Mobil: +49 170 613 6670

E-mail: [sokolowski.waldemar@frech.com](mailto:sokolowski.waldemar@frech.com)

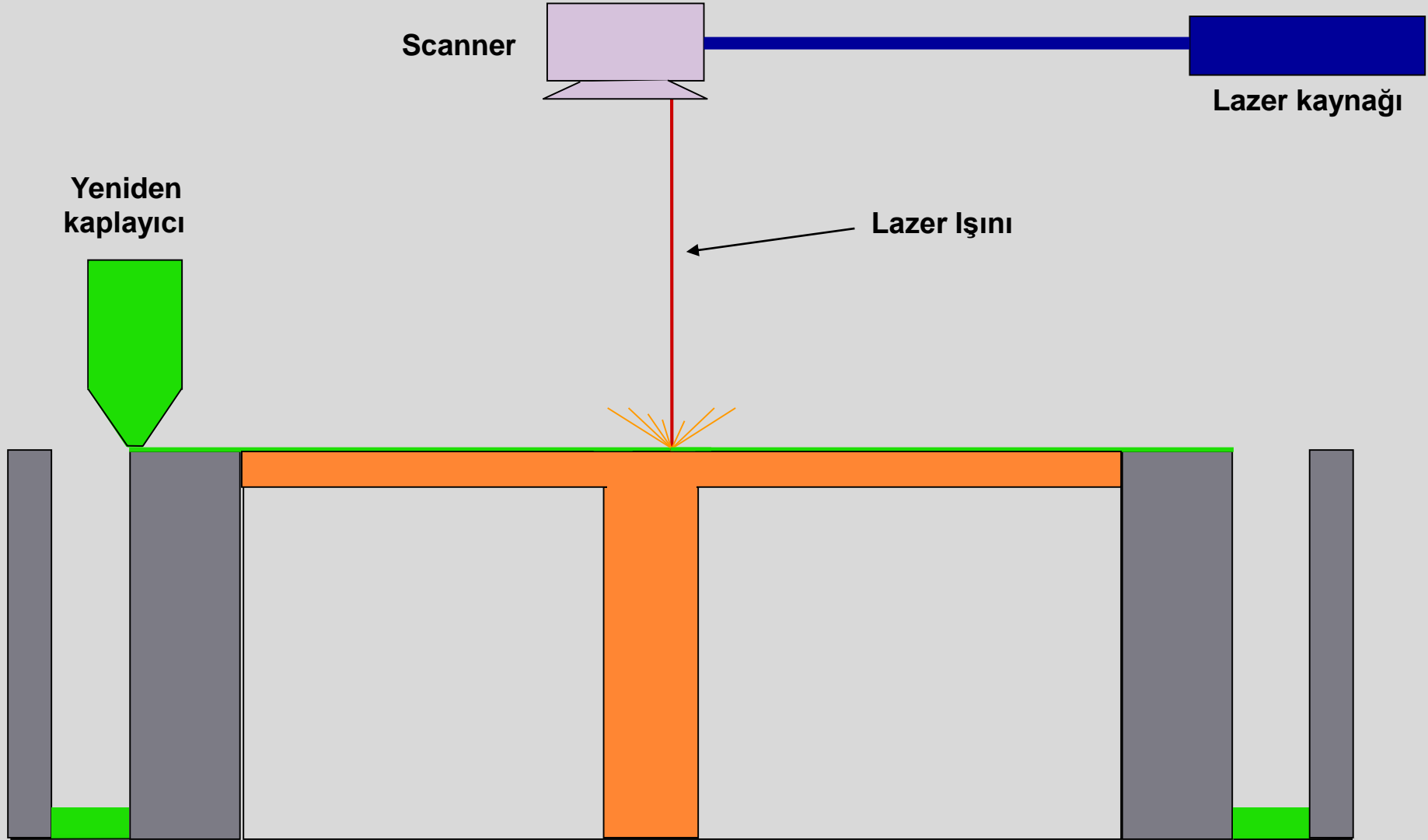


# Backup Slides

# Toz Katının Uygulanması



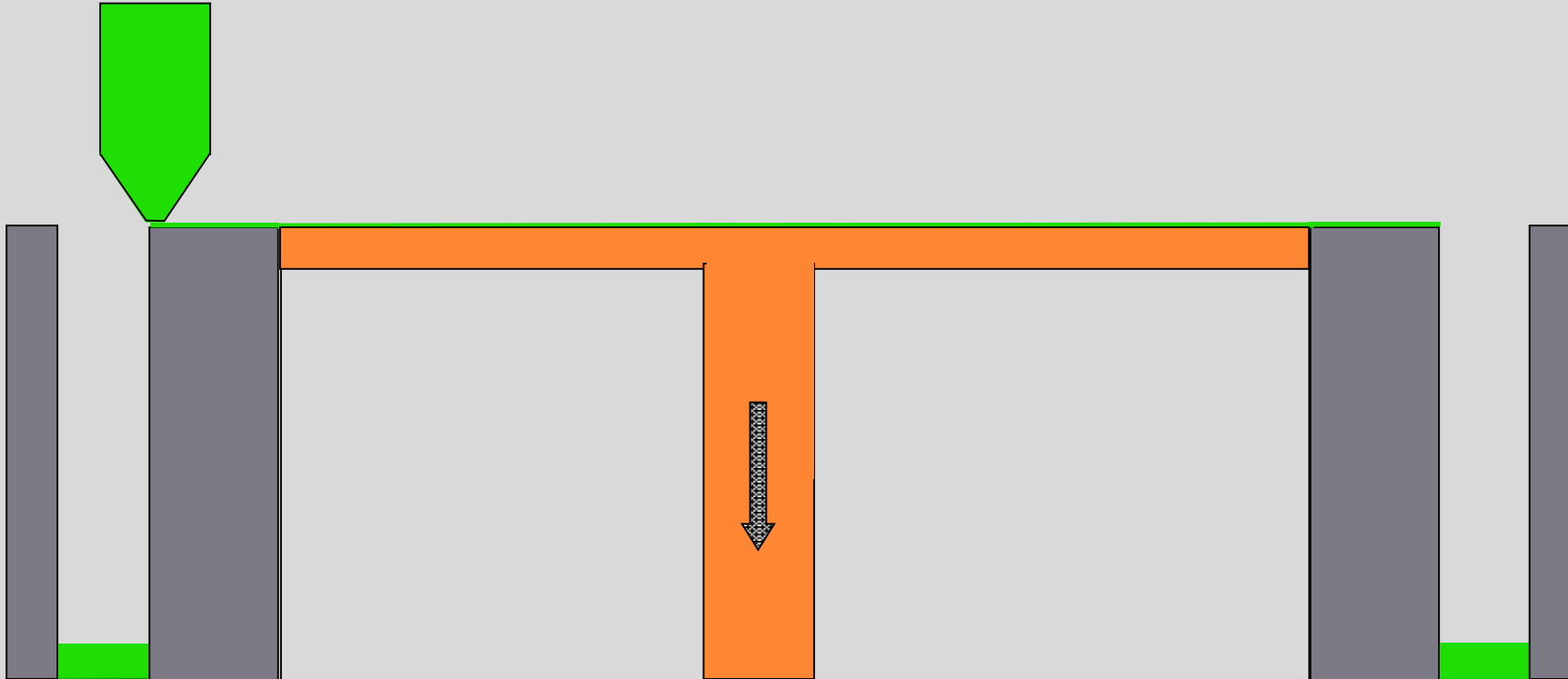
# Tarama ve Lazer Ergitme



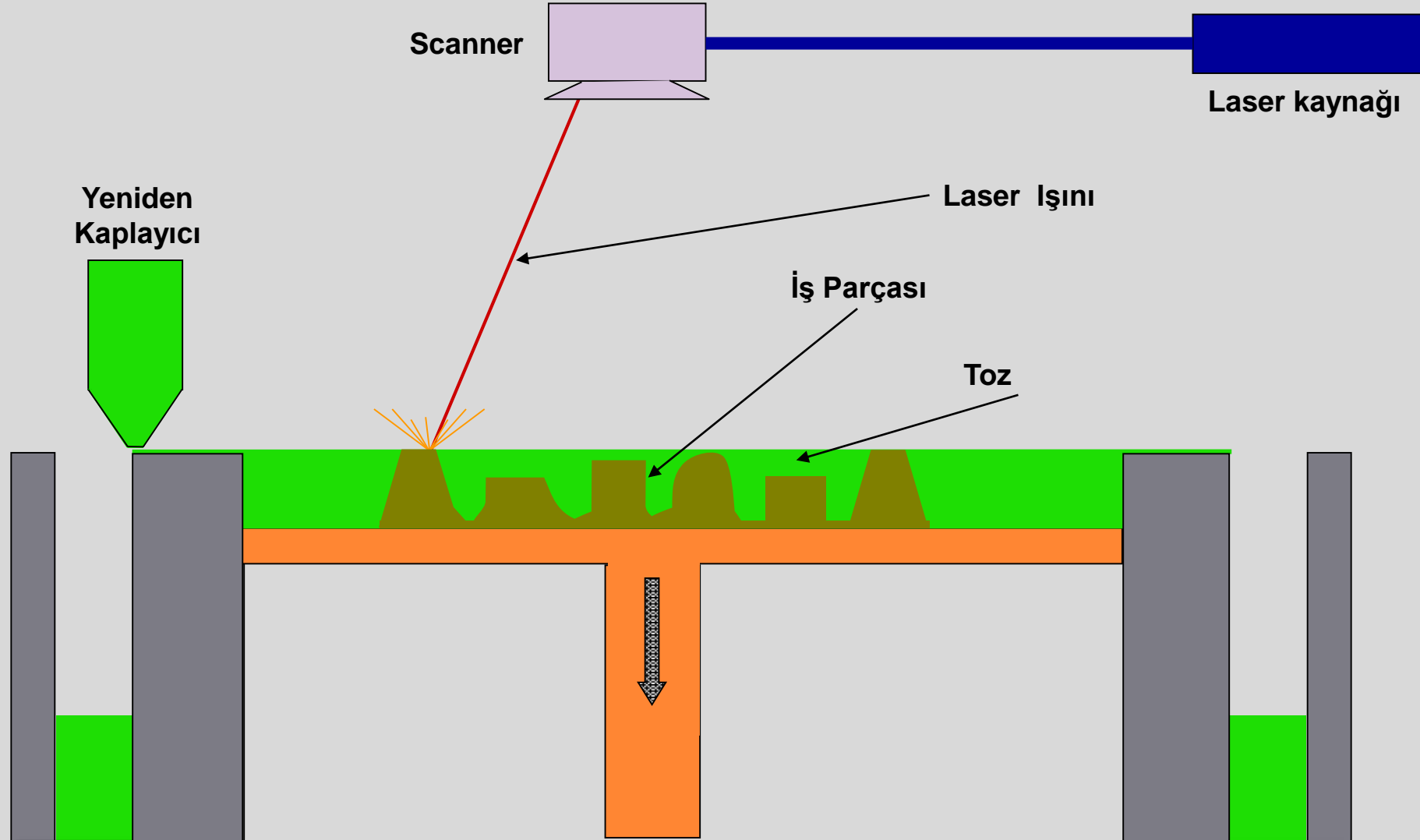
# Palatformun İndirilmesi



Yeniden  
kaplayıcı

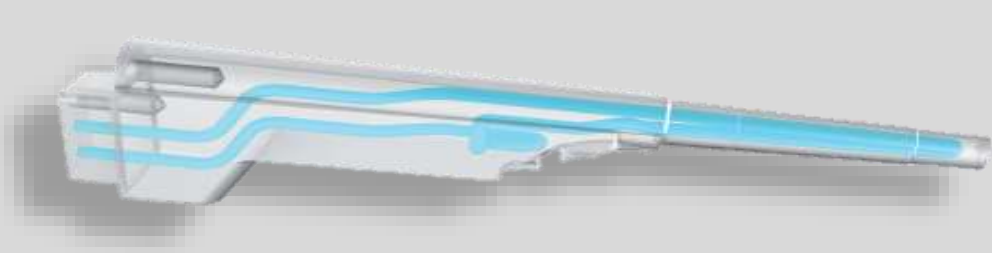


# İş parçası katman katman oluşuyor



# Oskar Frech'teki Uygulama Sonuçları

Basıncılı döküm kalıpları için Konformal soğutma



malzemeler: St.1.2709 or hybrid kısımlar (1.2709 + 1.2343)

Frech Gating System (FGS) Distribütörü

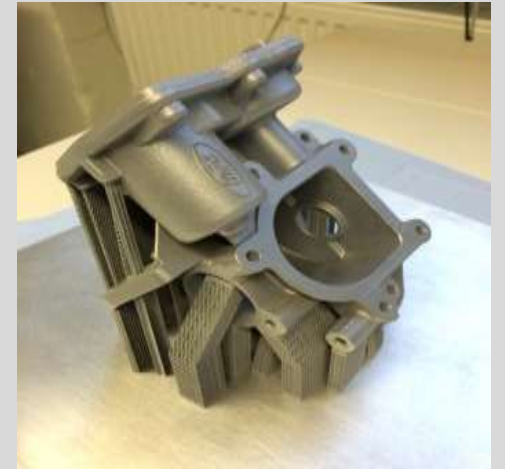


Malzeme St. 1.2343

Prototyping (e.g. otomotiv bileşenleri)

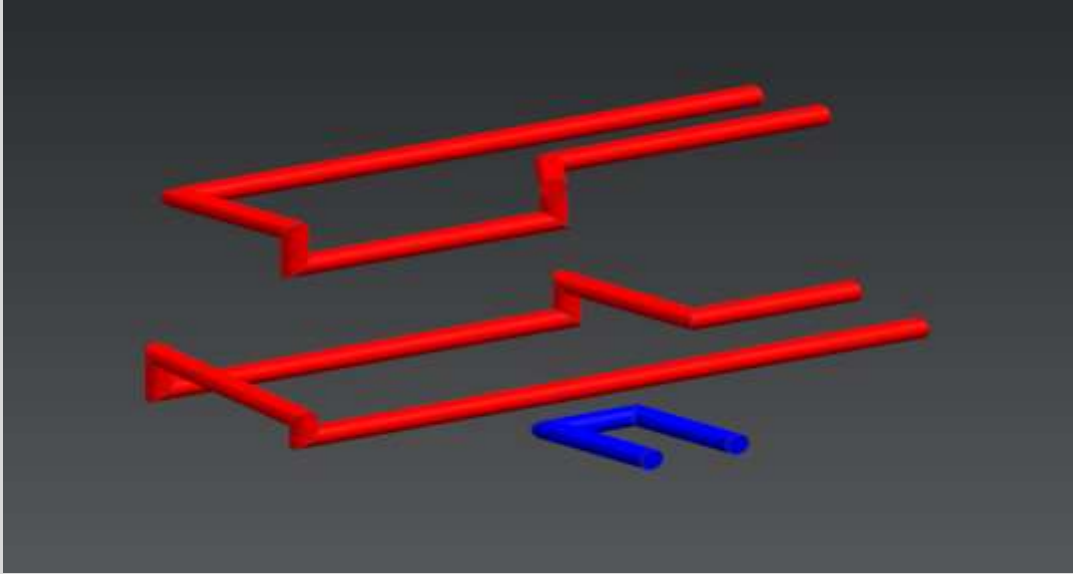


Malzeme AlSi10Mg

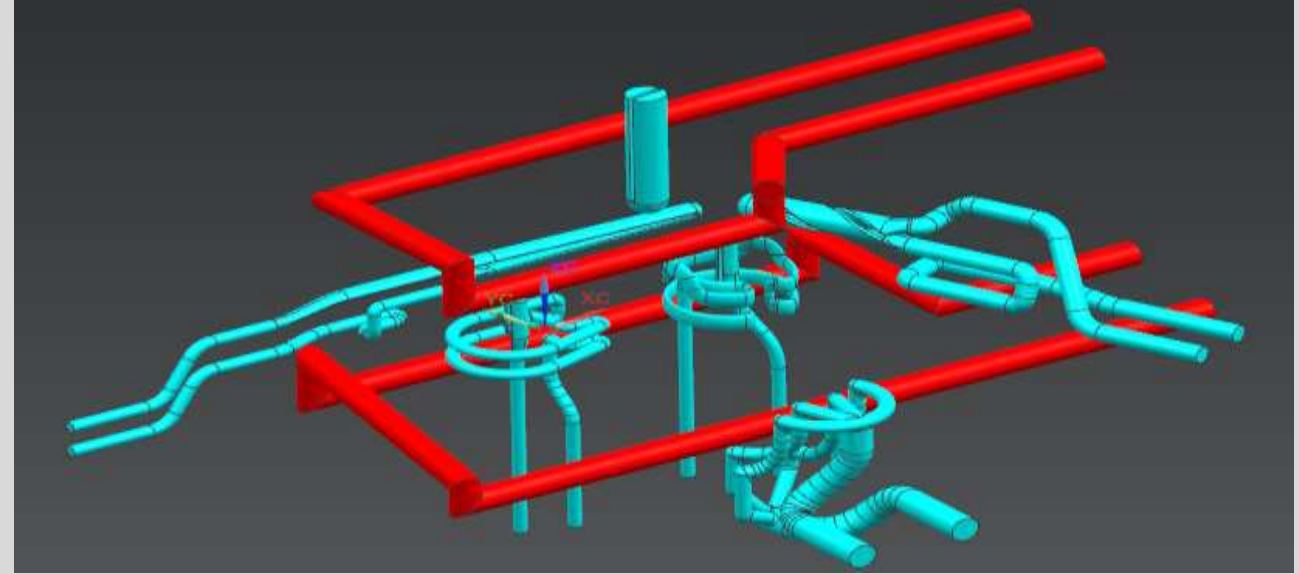


# Geleneksel Soğutma versus Konformal Soğutma

Geleneksel Soğutma



Konformal Soğutma

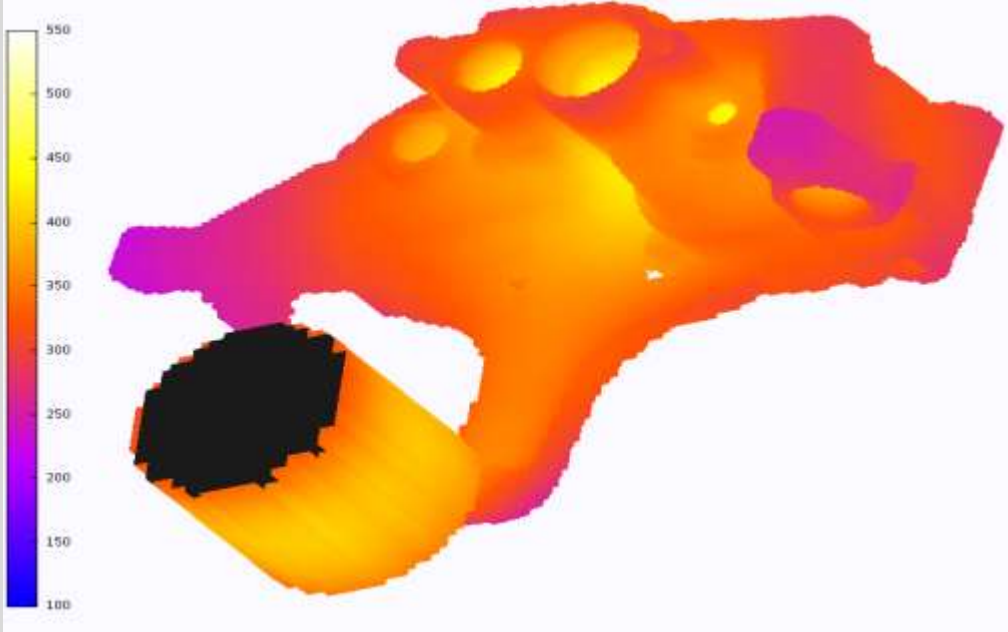


- Red:** Kör delikli ve tıkaçlı geleneksel soğutma
- Blue:** Geleneksel örs soğutumu
- Light blue:** Konformal soğutum

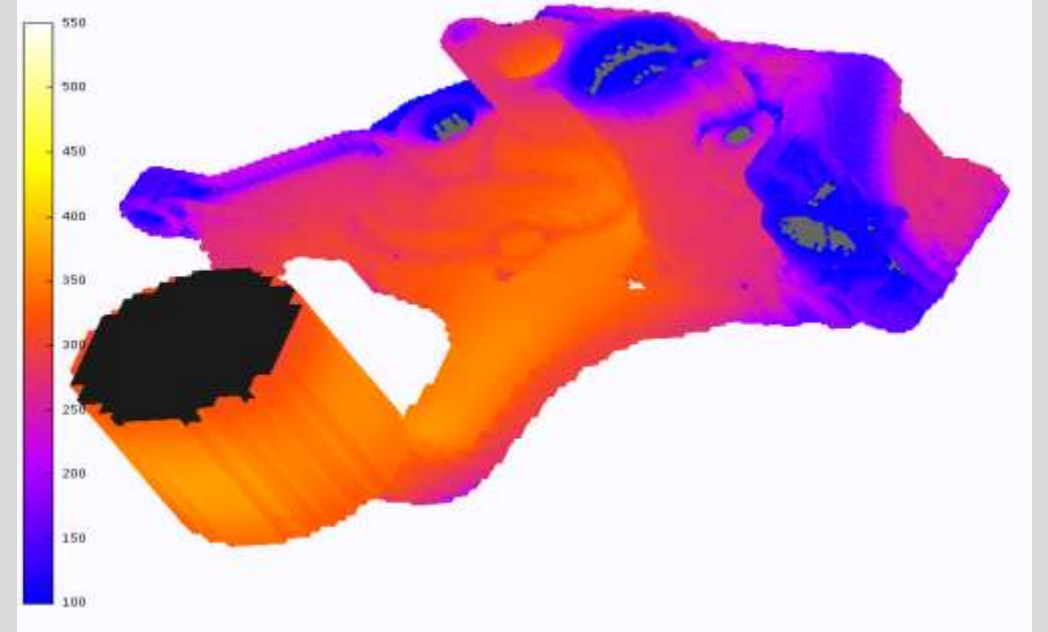
# Bilgisayar Simulasyonu Sonucu

Dökümden 18 saniye sonra döküm kalıplarının yüzey sıcaklığının karşılaştırılması

**Geleneksel Soğuma**



**Konformal Soğutma**



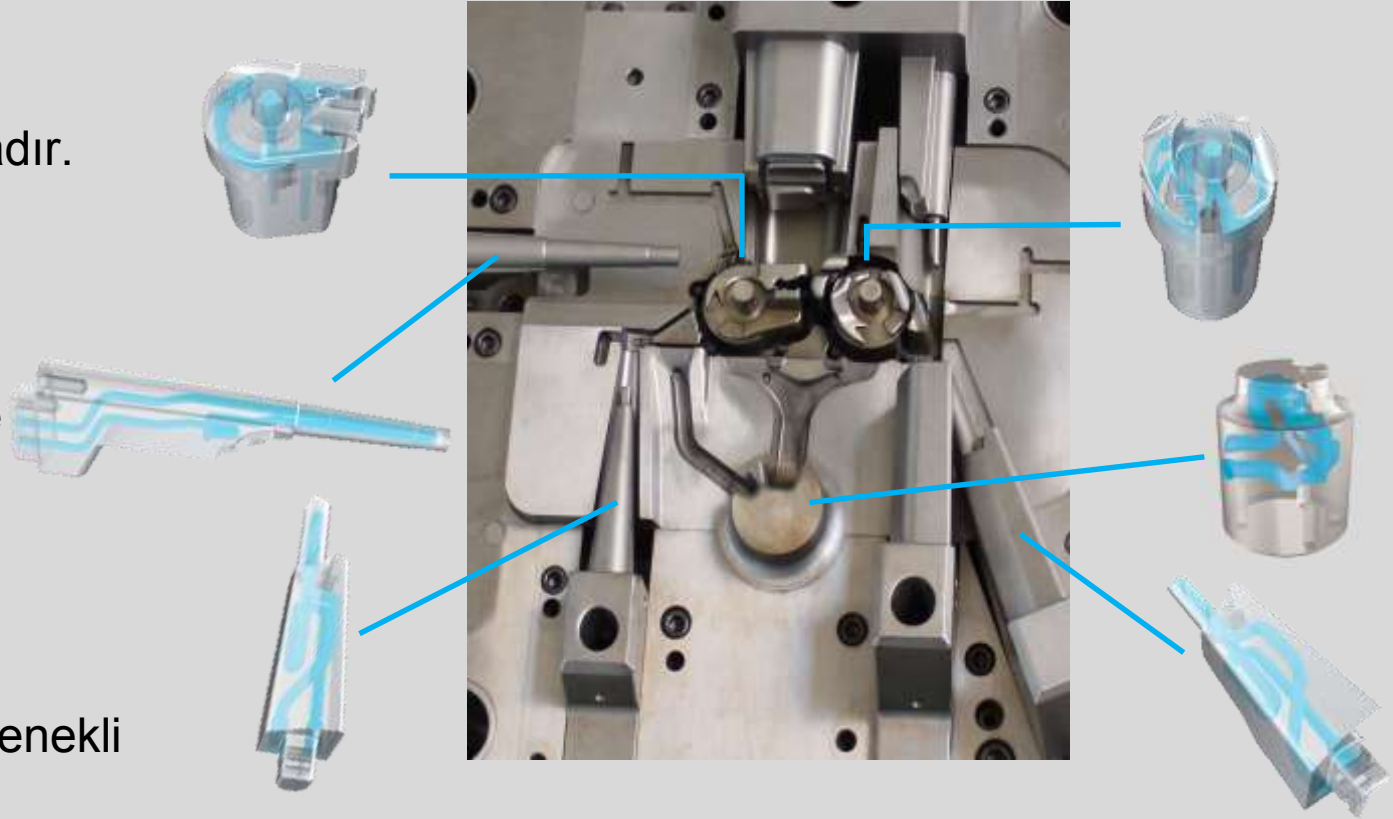
Segmentler hızla anlamlı bir şekilde konformal soğutmanın etkisi ile soğumaktadır.:

- Zaman döngüsünün kısalması
- minimum püskürtüm bir opsiyon olmakta
- Büzülme gözenekliliği riski anlamlı bir şekilde düşmekte
- Kalıp ve segmentlerin yüzey çatlama riski de azalmaktadır.



# Konformal Soğutma: Aliminyumun Soğuk Hazine Dökümü

- Soğuma **12** saniyeden **5** saniyeye inerek **%60** dan fazla Zaman indirgemesi olmaktadır.
- Toplam zaman **58** saniyeden **46** saniyeye düşmekte **%20** Azalmaktadır.
- Neredeyse ürünlerde hiç Kusur olmamakta sadece çok küçük gözenekli Yapı olmaktadır.

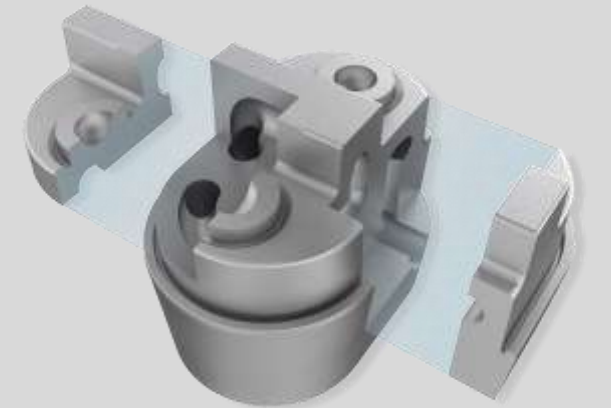


# Amortisman Hesaplaması: Al Soğuk Hazne Teknolojisi

1. Manufacturing costs of inserts				[EUR]
conventional manufacturing				6.800,00
3D printing with channels for the conformal cooling				29.100,00
			<b>One-time investment costs:</b>	<b>-22.300,00</b>
2. Reduction of costs in the die casting process by reduction the cycle time by 15%				
<b>Example:</b>	<b>MONEVA</b>	<b>Machine: KK580T</b>	<b>Costs of the die casting cell: 110€/h</b>	
Cost per year with conventionally cooled inserts				387.200,00
Cost per year with conformal cooled inserts				329.120,00
			<b>Savings / year:</b>	<b>58.080,00</b>
3. Savings by extending the life time of the inserts and the die casting die				
<b>Example</b>	<b>costs of the die casting die: 120.000 €</b>			
Extension of the life of the inserts by 100%		<b>11.500€ p.a.</b>	<b>additional costs per year</b>	<b>-11.500,00</b>
Extension of the life time of the die casting die by approx. by 1/3		<b>≈ 40.000€ p.a.</b>	<b>Savings / year:</b>	<b>40.000,00</b>
			<b>Total savings / year:</b>	<b>64.280,00</b>

## Dökümler için Optimize edilmiş konformal soğutma şunları etkinleştirir:

- Ürün kalitesinin gelişimi
- zaman döngülerinin kısaltımı
- döküm insertlerin ömürlerinin uzaması
- minimal püskürtüm



# Takım eliđi L-40

# Metal Tozun Karakteristik Özellikleri

Karakteristik Özellikler	L-40 Formetrix (USA)	1.2343 X38CrMoV5-1	1.2709 X3NiCoMoTi 18 9 5
Termal Konduktivite [W/m·K] @ 25°C / 200°C / 500°C	17,3 / 21,1 / 23,6	25,3 / 27,6 / 30,5	14,3 / 18,6 / 22,6
Thermal genişleme katsayısı [ppm/°C] @ 20°C	11,2	11,4	10,4
Özel Isı [J/Kg·K]	442 / 525 / 642 @ 25°C / 200°C / 500°C	460 @ 20°C	450 @ 20°C
Çelik tipi	Karşı takım çeliği	Martensitik takım çeliği	Karşı takım çeliği
Kimyasal Bileşim [%]	<b>C</b> <1 / <b>Mo</b> <1 / <b>Cr</b> > 10,5 / <b>Ni</b> <5 / <b>Al, V, Nb, Mn, Cu, N</b> < 1	<b>C</b> 0,38 / <b>Si</b> 1,1 / <b>Mn</b> 0,4 / <b>Cr</b> 5,0 / <b>Mo</b> 1,3 / <b>V</b> 0,4	<b>C</b> ≤ 0,03 / <b>Mo</b> 5,0 / <b>Ni</b> 18,0 / <b>Co</b> 10,0 / <b>Ti</b> 1,0
Printerdaki proses ısısı	200°C 'ye kadar	> 450°C	200°C 'ye kadar
Sertlik derecesi	as built 47±1 HRC	as built > 54 HRC	between 44-52 HRC after aging

# Hibrid sondaların tensil test Sonuçları L-40 / 1.2343

Kırıkların oluştuğu yerlerin örnekler hakkında bilgi ve gerilme-çekilme eğrisi Hakkında değerlendirme



## Sonuç

- L-40 Yüksek süneklik olarak karakterize edilmektedir.
- Hibrid bileşimlerin tensil güçlülüğü

### **L-40 / 1.2343:**

- 1.470 N/mm<sup>2</sup> at 20°C
- 1.230 N/mm<sup>2</sup> at 400°C
- 770 N/mm<sup>2</sup> at 600°C

- Karşılaştırma olarak

### **1.2709 / 1.2343:**

- 1.480 N/mm<sup>2</sup> at 20°C
- 1.200 N/mm<sup>2</sup> at 400°C
- 800 N/mm<sup>2</sup> at 600°C

Probe	T [°C]	d <sub>0</sub> [mm]	d <sub>u</sub> [mm]	Z [%]	Comments
Hybride_400°C_01	400	4,016	3,26	34	Fracture in 1.2343
Hybride_400°C_02	400	4,024	3,61	20	Fracture in 1.2343
Hybride_400°C_03	400	4,028	3,54	23	Fracture in 1.2343
Hybride_400°C_04	400	4,005	3,72	14	Fracture in 1.2343
Hybride_400°C_05	400	4,009	3,68	16	Fracture in 1.2343
Hybride_400°C_06	400	4,049	3,63	20	Fracture in 1.2343
Hybride_400°C_07	400	4,029	3,52	24	Fracture in 1.2343
L-40_400°C_08	400	3,984	3,81	9	Reference
L-40_400°C_09	400	4,029	3,88	7	Reference
L-40_400°C_10	400	4,003	3,60	19	Reference
Hybride_600°C_01	600	4,028	2,22	70	Fracture in 1.2343
Hybride_600°C_02	600	4,042	2,36	66	Fracture in 1.2343
Hybride_600°C_03	600	4,014	2,50	61	Fracture in 1.2343
Hybride_600°C_04	600	4,044	2,70	55	Fracture in 1.2343
Hybride_600°C_05	600	4,020			Failure
Hybride_600°C_06	600	4,047			Frailure in L-40 thread
Hybride_600°C_07	600	4,008			Thread failure
L-40_600°C_08	600	4,018	3,06	42	Reference
L-40_600°C_09	600	4,041	2,74	54	Reference
L-40_600°C_10	600	4,032	2,84	50	Reference
Hybride_20°C_01	20	4,038	3,92	7	Fracture in 1.2343
Hybride_20°C_02	20	4,032	3,89	7	Fracture in 1.2343
Hybride_20°C_03	20	4,029	3,94	8	Fracture in 1.2343
Hybride_20°C_04	20	4,042	3,81	11	Fracture in 1.2343

d<sub>0</sub> [mm] : Sonda çapı d<sub>u</sub> [mm] :Kırılma çapı