



**Tüdöksad Akademi 2. Ulusal Döküm Kongresi / 2<sup>nd</sup> National Foundry Congress by Tüdöksad Academy**

## **«Alüminyum Alaşımlarının Yüksek Basıncılı Döküm Yönteminde Hava Tahliye Sistemleri»**

***Aslan Çelik, Erhan Türkmen, Ali Serdar Vanlı***  
***(Torun Basıncılı Döküm, Yıldız Teknik Üniversitesi)***

### **6.Oturum**

**Oturum Başkanı: Prof. Dr. Özgül Keleş (İstanbul Teknik Üniversitesi)**



# TÜDÖKSAD

## 2. ULUSAL DÖKÜM KONGRESİ

30 Kasım-01 Aralık 2019  
İZMİR-TÜRKİYE

### ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ YÜKSEK BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİNDE HAVA TAHLİYE SİSTEMLERİ

Aslan ÇELİK\*, Erhan TÜRKMEN\*, Ali Serdar VANLI\*\*

\* Torun Basınçlı Döküm A.Ş., Tuzla, İstanbul, Türkiye.

\*\* Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul, Türkiye.

# ÖZGEÇMİŞ

- **Adı** : Aslan ÇELİK
- **Mesleđi** : Makine Mühendisi
- **Mezun Olduđu Okul** : Erciyes Üniversitesi-2014
- **Şirketteki Pozisyonu** : Proje Tasarım Şefi

# TORUN BASINÇLI DÖKÜM HAKKINDA

## Company Profile

Founded in 2000 | Sales Revenue 75 Mil EUR (2018) | Employees 700+ | Production area 33.000 m2

### Strengths & Values:

- Financially strong group serving **170 customers, 3500 part numbers**, continuously **investing 10% of its turnover**
- Ability to evaluate customers' strategic projects or technologies resigning into new fields of cooperation in various geographies
- **22 engineering experts**, able to conduct product tear downs, value engineering projects and NPDs, able to integrate closely with the customers' R&D teams
- **R&D center in Turkey**, able to start joint R&D project with the customer. Close cooperation with Universities on innovations
- **Own tool & mold shop**, resulting into high flexibility and short reaction time, fully independent from external suppliers
- Well managed head count growth, continuous focus on **people development** through **Torun Academy**
- Strong focus on **team work**, knowledge sharing and **group synergies**, prepared to manage additional growth



Ahmet Torun, Chairman of the Board

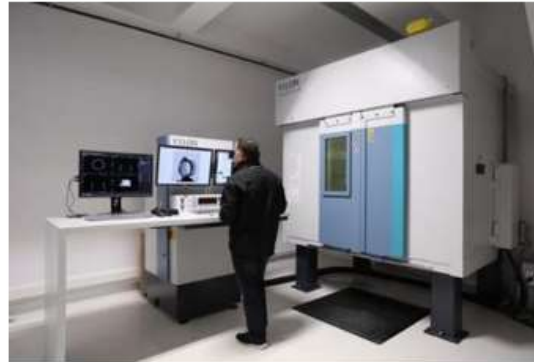
*"Our team is dedicated to meet the challenges of continuously increasing product range coming from different sectors of HVAC, Fluid Handling, Water treatment, Industrial Cleaning, Energy, Security, Automotive...etc."*

# TORUN BASINÇLI DÖKÜM HAKKINDA

## TORUN Capabilities

### Aluminum High Pressure Die Casting

- HPDC Capacity from 640 tons to 1300 tons
- Product range from 80 grams up to 8 kilograms
- Striko Westofen Tower Melting and Dosing Furnaces
- Fully Automated FRECH Die Casting Machine Cells
- FANUC Robot Automation
- Critical Process Parameter monitoring and SPC control
- Yxlon MU-2000 X-ray/CT integrated
- Zeiss 3D measurement machines
- Metal density and hydrogen monitoring from MK COGAS
- Strategical Partners:



# ÖZET

Basınçlı döküm sanayinde imalatı gerçekleştirilen parçalardan istenen kalite özellikleri, her geçen gün beklenenin ötesinde artış göstermektedir. Bu beklentileri sağlayabilmek ancak optimum kalıp ve proses dizaynı ile mümkün olabilmektedir. Basınçlı döküm kalıplarının yüksek maliyeti ve imalinden sonra çoğu zaman revizyona izin vermeyen yapılarından dolayı, kalıp imal safhasından önce, döküm simülasyon uygulamaları sayesinde, kalıp ve proses tasarımlarımızı optimize etme imkânı bulabilmekteyiz.

Firmalar genelde bu simülasyon uygulamalarında parçaların kalıp üzerindeki yerleşimine ve yolluk sisteminin tasarımına önem vermekte, hava tahliye sistemleri ikinci planda kalmaktadır. Oysa ki parça kalitesini ve kalıp ömrünü etkileyen en önemli faktörlerden biri de hava tahliye sistemlerinin uygunluğudur. Bu çalışmada hava tahliye sistemleri hesabının nasıl yapıldığı ve hangi noktalara dikkat edilmesi gerektiği incelenmiştir.



# HAVA TAHLİYE SİSTEMİNİN ÖNEMİ

- Yüksek basınçlı döküm prosesinde karşılaşılan en önemli döküm hatalarından biri porozite olup, genellikle proses parametrelerine, kalıp tasarımına ve döküm alaşımına bağlı olarak oluşmaktadır. Porozite döküm parçalarda sızdırmazlık, yüzey hataları, talaşlı işlenebilme ve mekanik özelliklerinde sorunlara yol açmaktadır.
- Çekinti (büzülme) ve gaz porozitesi olmak üzere iki tür porozite türü mevcut olup, her iki tür de dökümün mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Çekinti çoğunlukla katılma esnasında kendini çekmenin beslenememesinden kaynaklı bir porozite oluşumuna neden olurken, gaz porozitesi ise yolluk tasarımı, proses parametreleri ve kalıp içindeki havanın tahliyesine bağlı olarak oluşmaktadır.
- Yüksek basınçlı döküm prosesinde, yüksek hız ve yüksek basınçta üretim yapılırken, kalıp boşluğunda kalan havanın kalıptan uygun bir şekilde tahliye edilmesi beklenmektedir. Parçalardan istenen kalite özelliklerini belirleyen en önemli etkenlerden birisi de hava tahliye sistemidir. İyi bir yolluk tasarımı yeterli bir hava tahliye kesit alanı içermelidir. Hesaplanan hava tahliye kesit alanına göre hava tahliye yöntemi belirlenmeli ve tasarım buna göre nihai haline getirilmelidir.

# HAVA TAHLİYE SİSTEMİNİN HESAPLANMASI

- Debinin sabitliği ilkesine bağlı olarak yolluk giriş kesit alanı ile birlikte hava tahliyesi için gereken kesit alanı da hesaplanır. Hesaplamaya ilk olarak dolum ağırlığı belirlenerek başlanır. Dolum ağırlığı, toplam döküm ağırlığından farklı olarak yolluk girişlerinden itibaren kalıp boşluğuna doldurulması gereken sıvı metal ağırlığını ifade etmektedir. Dolum ağırlığına, taşma cepleri ve hava tahliye sisteminin ağırlığı da dahildir. Teorik hesaplamalarda ceplerin ve hava tahliye sistemlerinin ağırlıkları, ortalama parçanın %20-30 arasında hesaplanmaktadır.

$$[\text{Parça Ağırlığı (g)} + \text{Cepler (g)} + \text{Hava tahliye kanalları (g)}] \times \text{Göz Sayısı} = \text{Dolum Ağırlığı (g)}$$

$$\text{Dolum Hacmi (cm}^3\text{)} = \text{Dolum Ağırlığı (g)} / \text{Yoğunluk (g/cm}^3\text{)}$$

- Dolum debisi, dökülen parçanın kritik cidar kalınlığına, sıvı metal ve kalıp yüzey sıcaklığı ile dökülen alaşımın cinsine göre belirlenen dolum süresi (ms) kullanılarak hesaplanır.

$$\text{Dolum Debisi (l/s)} = \text{Dolum Hacmi (cm}^3\text{)} / \text{Dolum Süresi (ms)}$$

- Hesaplanan akış debisi, piston çapı ve 2. faz piston hızının farklı korelasyonlarını elde etmek için kullanılır. Debinin sabitliği ilkesinden yola çıkarak hava tahliyesi için ihtiyaç duyulan kesit alanı da yine bu değer kullanılarak hesaplanır. Burada dikkate alınması gereken en önemli husus, yolluk girişindeki sıvı metal hızı ile hava çıkış hızı arasında yaklaşık 4-5 kat arasında değişen bir farkın mevcut olduğudur. Hava tahliye sistemlerinde, havanın kalıptan çıkarken olması gereken hız değerleri 100-300 m/s arasında tercih edilmelidir. 300 m/s'nin üzerindeki değerler, ses hızı duvarına yaklaştığı için sonik patlamalara neden olabilmektedir.

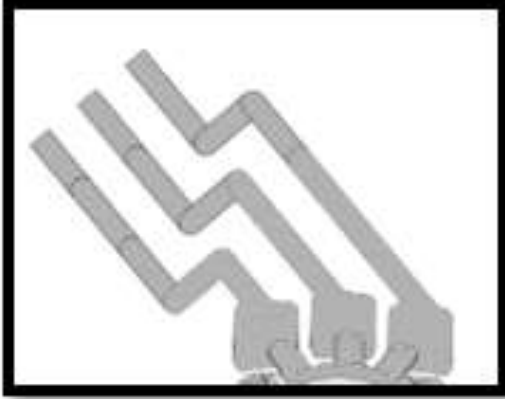
$$\text{Hava Tahliye Kesit Alanı (mm}^2\text{)} = \text{Debi (l/s)} \times 1000 / \text{Hava Tahliye Hızı (m/s)}$$



# HAVA TAHLİYE SİSTEMLERİ

- **Konvansiyonel Hava Tahliye Sistemleri**

Konvansiyonel hava tahliye sistemlerini 3 tip olarak inceleyebiliriz: chillvent, washboard ve hava tahliye kanalı. İstenilen parça kalitesi ve hesaplanan hava tahliye kesit alanına göre uygun olan hava tahliye tipi belirlenerek yolluk tasarımı nihai haline getirilir.



# HAVA TAHLİYE SİSTEMLERİ

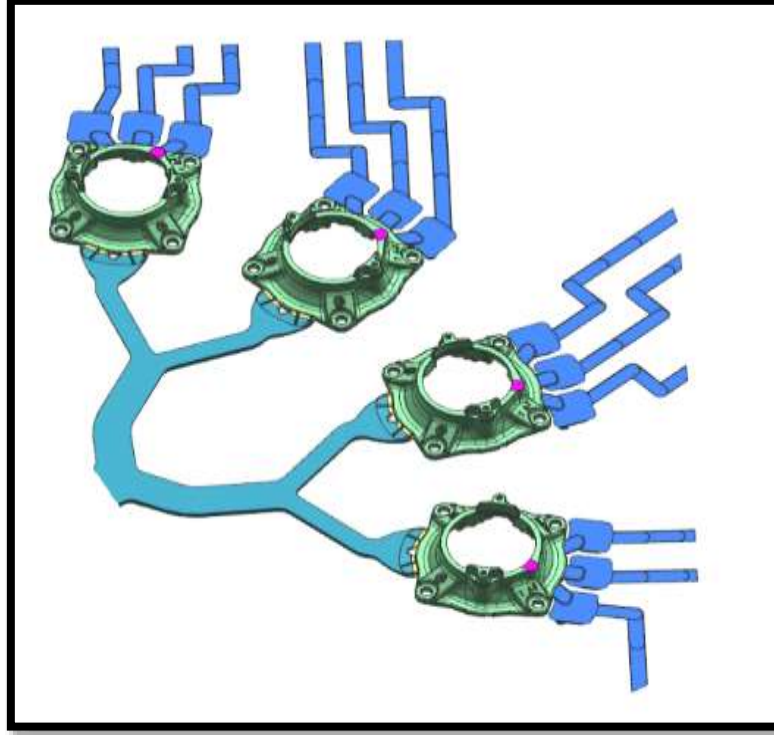
- **Vakum Destekli Hava Tahliye Sistemleri**

Standart 2D chillventlere ve özel olarak geliştirilen mekanik ve 3D vakum takozlarına vakum pompası ve vakum tankı ilave edilerek kalıp içinde istenilen negatif basınç değerlerine (50-500 mbar) ulaşmak mümkündür.



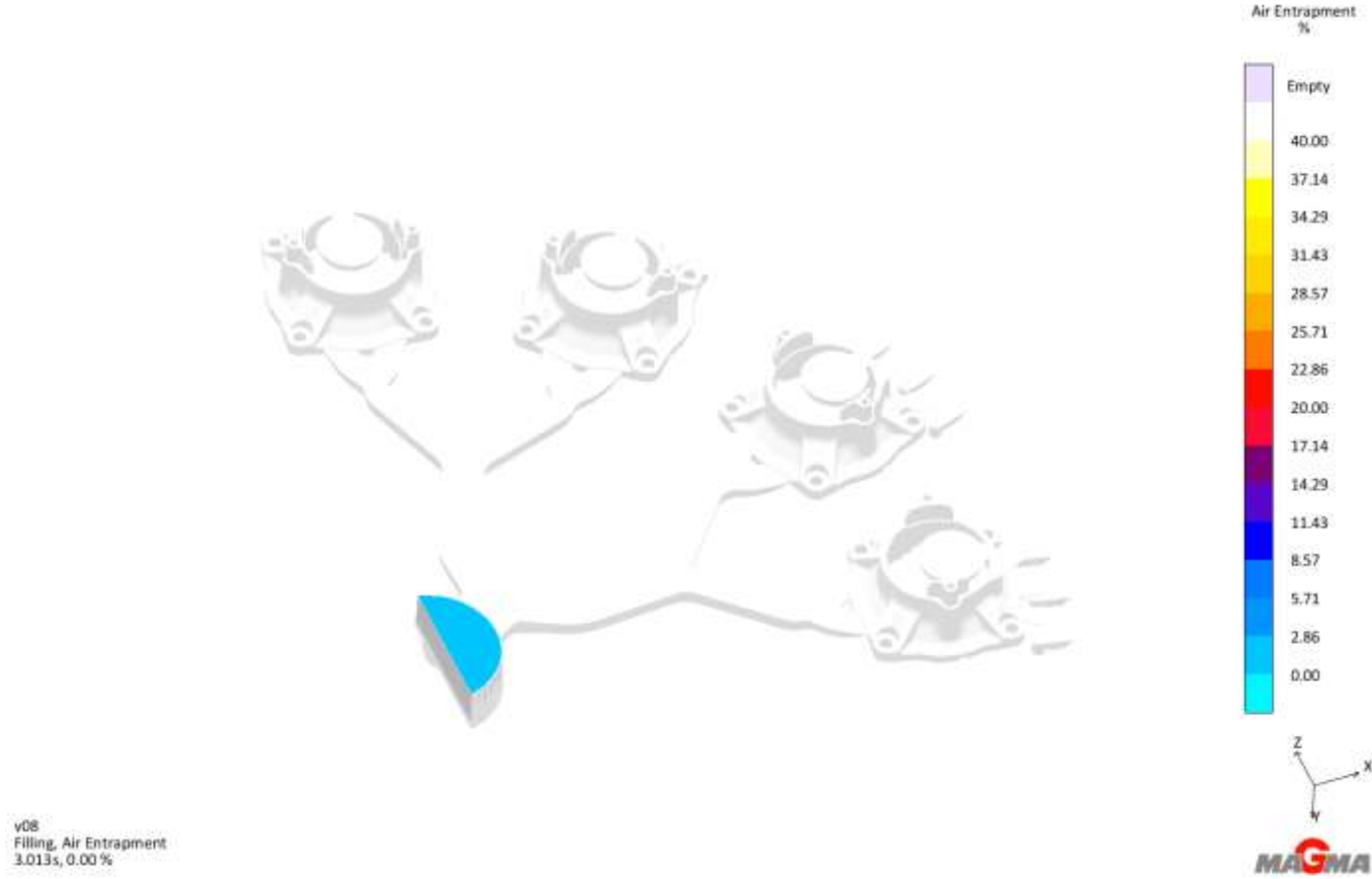
# PRATİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

Yapılan bu çalışmada, tecrübeye binaen yapılan hava tahliye sisteminin hesaplamada yetersiz kaldığı ve daha sonra hava tahliye sisteminin tekrardan revize edildiği ve bu sayede hangi kalite ve makine parametrelerinde değişiklik gözlendiği incelenmiştir.



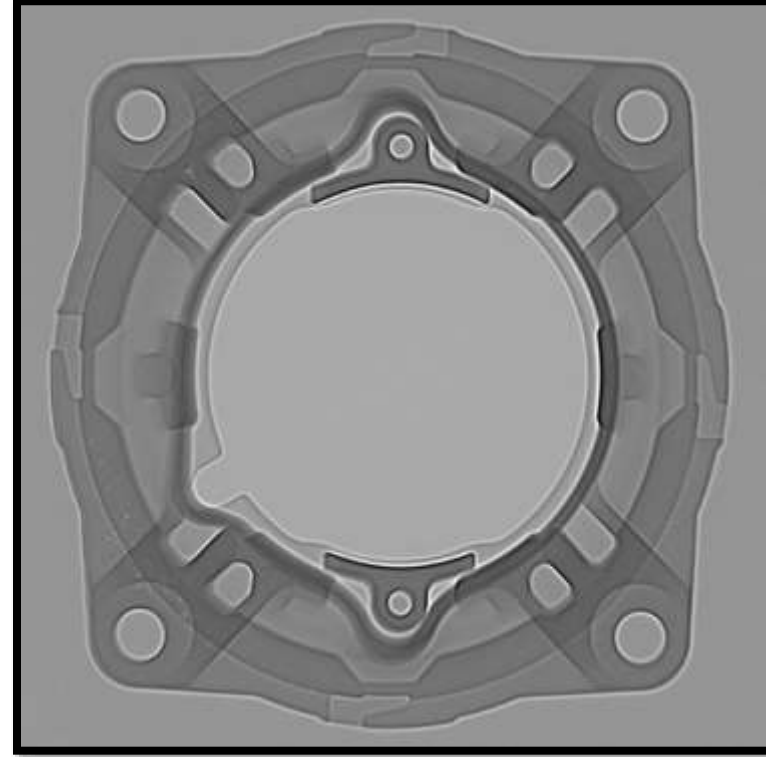
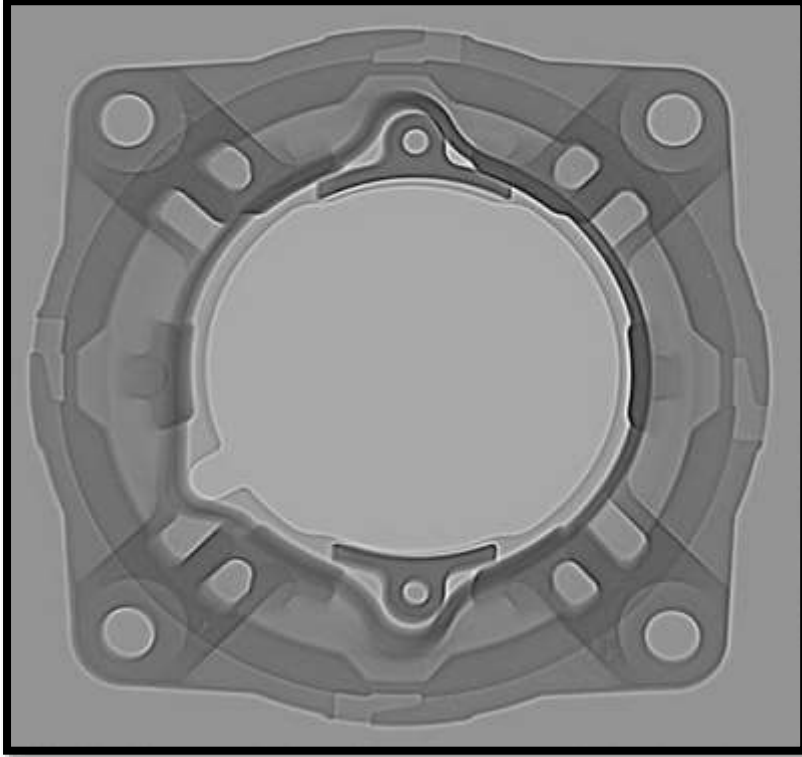
# PRATİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

- Hava tahliye kanalı uygulanan tasarımın simülasyon sonucu



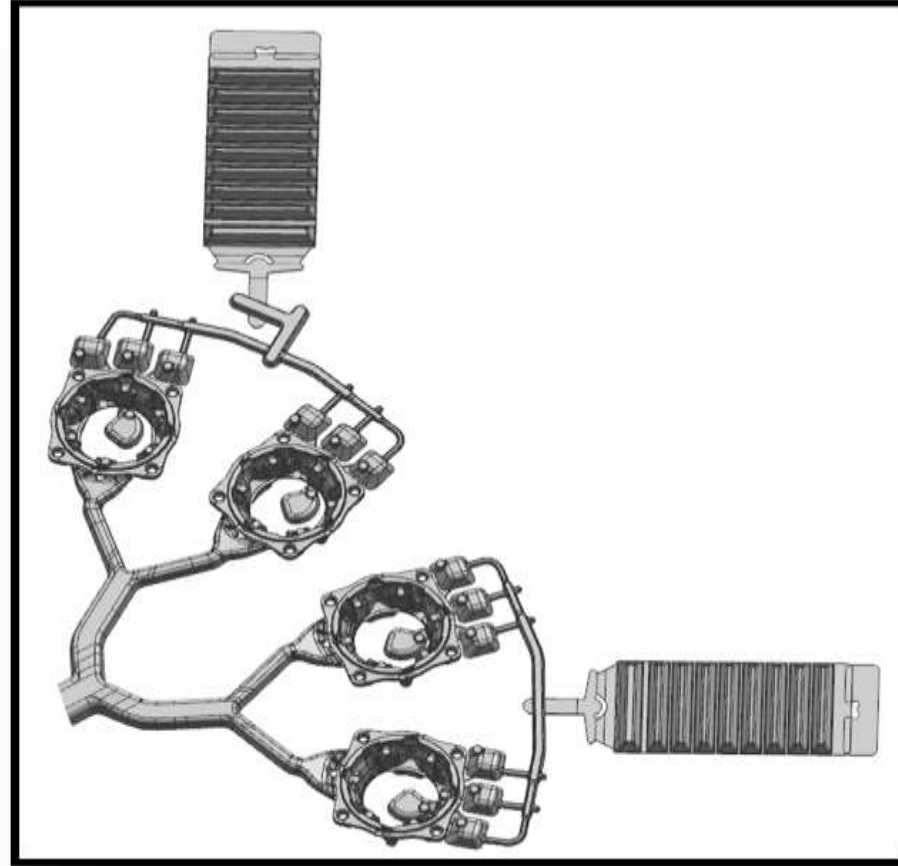
# PRATİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

- Hava tahliye kanalı uygulanan tasarımın X-Ray Sonucu



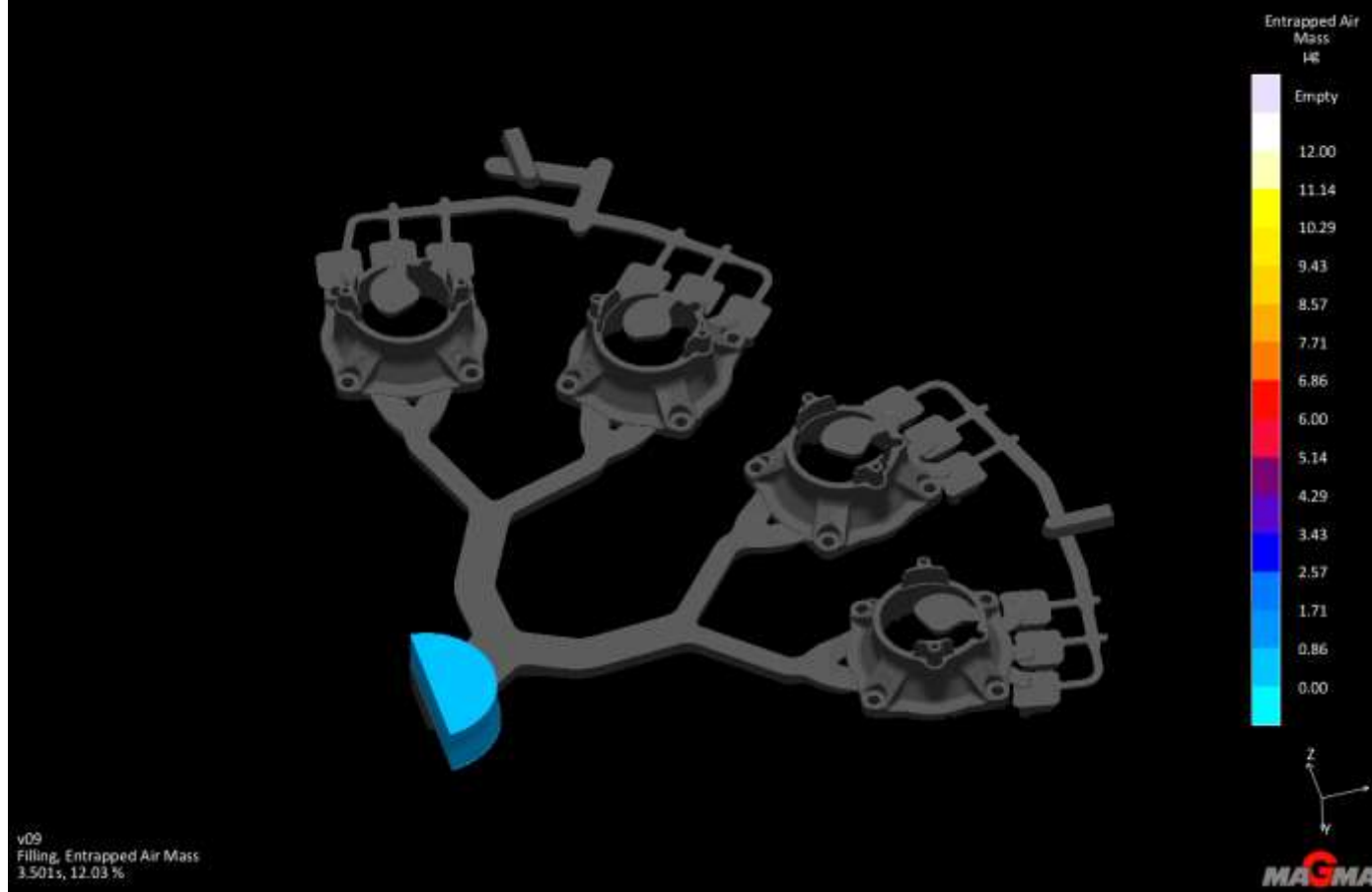
# PRATİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

Hava tahliye sistemi, chillvent olarak aşağıdaki gibi revize edilmiştir.



# PRATİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

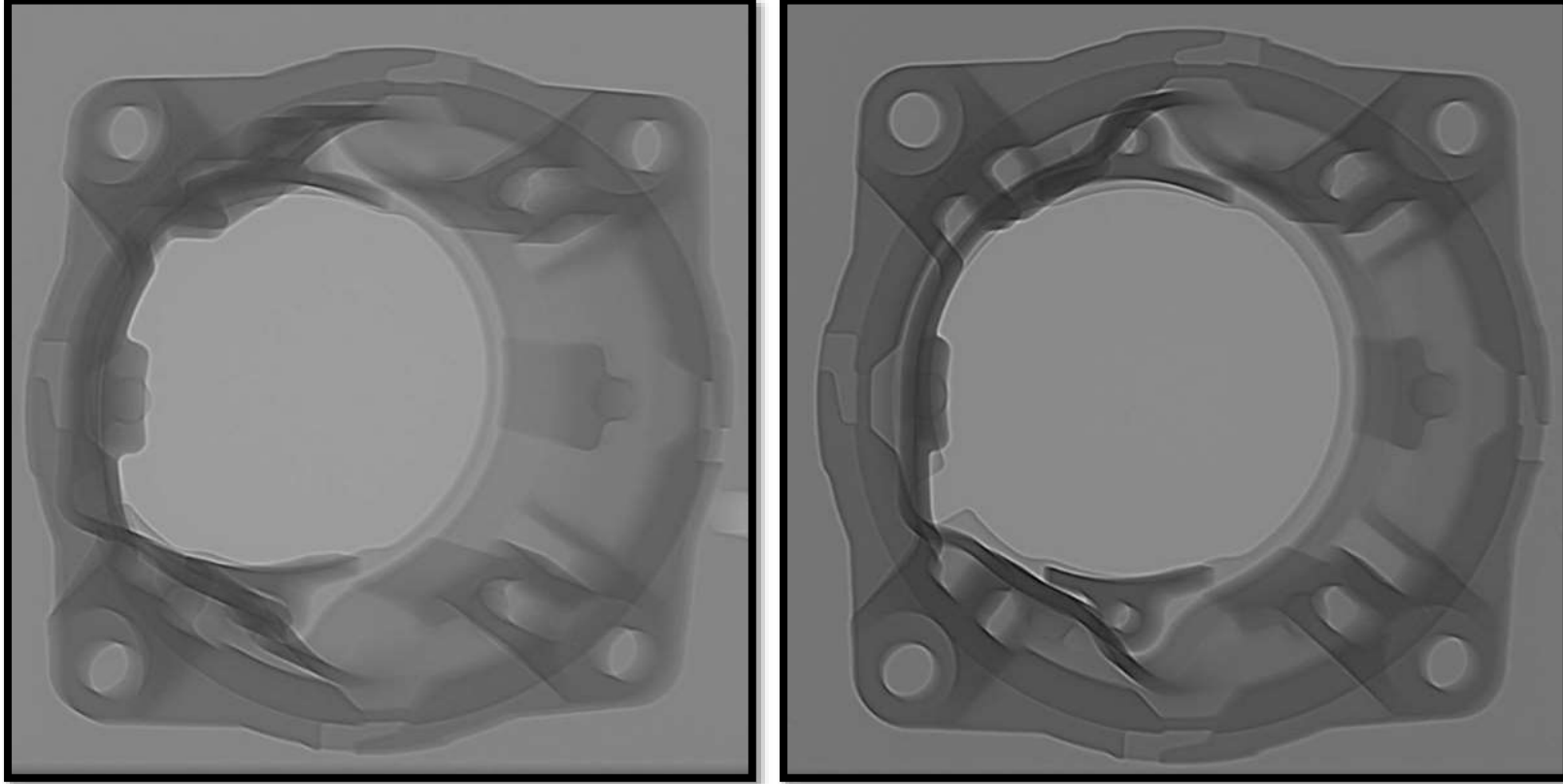
- Chillvent uygulanan tasarımın simülasyon sonucu





# PRATİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

- Chillvent uygulanan tasarımın X-Ray Sonucu



# SONUÇ

Sonuç olarak, proses ve kalıp dizaynında optimum parametrelere ulaşmak için, hava tahliye sisteminin yanlış seçilmesine bağlı olarak, dökülmesi zor olan ve müşteri beklentilerini karşılamayan parça, yapılan revizyonla birlikte doğru olan hava tahliye sistemi uygulanmış ve hem üretim parametreleri esnek olacak şekilde ayarlanmış hem de parça kalitesi müşteri beklentilerini karşılayacak şekilde elde edilmiştir.

SUNUM SONA ERMIŐTİR.

İLGİNİZ İÇİN TEŐEKKÜRLER.

**Aslan ÇELİK**

aslan.celik@torunmetal.com