

Tüdöksad Akademi

11. ULUSLARARASI DÖKÜM
KONGRESİ 6-8 EKİM 2022

FARKLI ÖZELLİKTEKİ EKZOTERMİK BESLEYİCİ GÖMLEKLERİN KATILAŞMAYA ETKİSİ VE DÖKÜM SİMÜLASYON YAZILIMLARI İLE UYUMLULUĞU

İbrahim Hayri KESER^{*,**}, Haydar KAHRAMAN^{*}, Eray KOYUNCU^{*}, Özge AKSİN
ARTOK^{*}, Ümit CÖCEN^{**}

^{*} Çukurova Kimya Endüstrisi A.Ş., Manisa/Türkiye

^{**} Dokuz Eylül Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, İzmir/Türkiye

İÇERİK

- ✓ Giriş
- ✓ Besleyici Tasarımı
- ✓ Besleyici Gömlek
- ✓ Besleyici Gömlek Bileşimi
- ✓ Simülasyon Yazılımları ve çalışmanın Amacı
- ✓ Deneysel  alışmalar
 - ✓ Besleyici Gömleklerin Termo-Fiziksel  zelliklerinin Belirlenmesi
 - ✓ Deneme Dökümlerinin Tasarımı
 - ✓ Simülasyon  alışmaları
- ✓ Sonuçlar
- ✓ Kaynaklar



Manisa Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulu olan
Çukurova Kimya Endüstrisi A.Ş. %30'u kapalı alan
olmak üzere 70.000 m² 'lik üretim tesisine sahiptir.



Üretim Hacmi

50.000 ton/yıl Fenolik Reçine
35 milyon adet Besleyici Gömlek
8 milyon adet Mini Besleyici
8.000 ton/yıl Refrakter Boya



1974'den günümüze

~ 50 yıllık Know-How & Tecrübe



Global Satış Ağı

40'den fazla ülkeye ihracat



Çukurova Kimya Endüstrisi A.Ş.

1974 yılında fenol-formaldehit ve furan reçineleri üretmeye başlamış olup Türkiye'nin öncü ve tek tesisidir.



1974

Boya üretim tesisi kurulmuştur.



1982

Esterlerle kürleşen alkali fenolik reçineleri üretmeye başlamıştır.



1989



1993



1991

Döküm sektörü için, ekzotermik ve izolasyon karakterli besleyici gömlek üretimine başlamıştır.

ISO 9001
Kalite Yönetim Sistemi
belgesi alınmıştır.



1995

Endüstriyel fenolik reçinelerini üretmeye başlamıştır.



1996

Borden ChemicalUK Ltd. ile yapılan döküm reçineleri lisans anlaşmasına, endüstriyel fenolik reçineler ile kalıp / maça boyaları üretimi için de "Know-how" transferi ilave edilmiştir.



1996

Çukurova Kimya Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi faaliyetlerine başlamıştır.



2011

ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi
OHSAS 18001 İş Sağlığı ve
Güvenliği Yönetim Sistemi
belgeleri alınmıştır.

2016



KMY Kimya Girişim
Danışmanlığı tarafından
satın alınmıştır.



2016

Ar-Ge Merkezi kurulmuştur.



2017

Besleyici Gömlek Üretim Tesisi ileri
teknoloji revizyonu gerçekleştirilmiştir.

2018



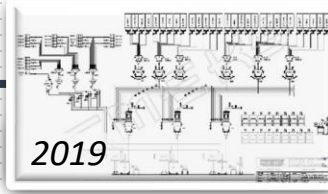
2020



Yetkilendirilmiş Yükümlü
Statüsüne hak kazanılmıştır.



2019



2019

Boya Üretim Tesisi
revizyonu



2022



2021

Reçine Üretim Tesisi
revizyonu

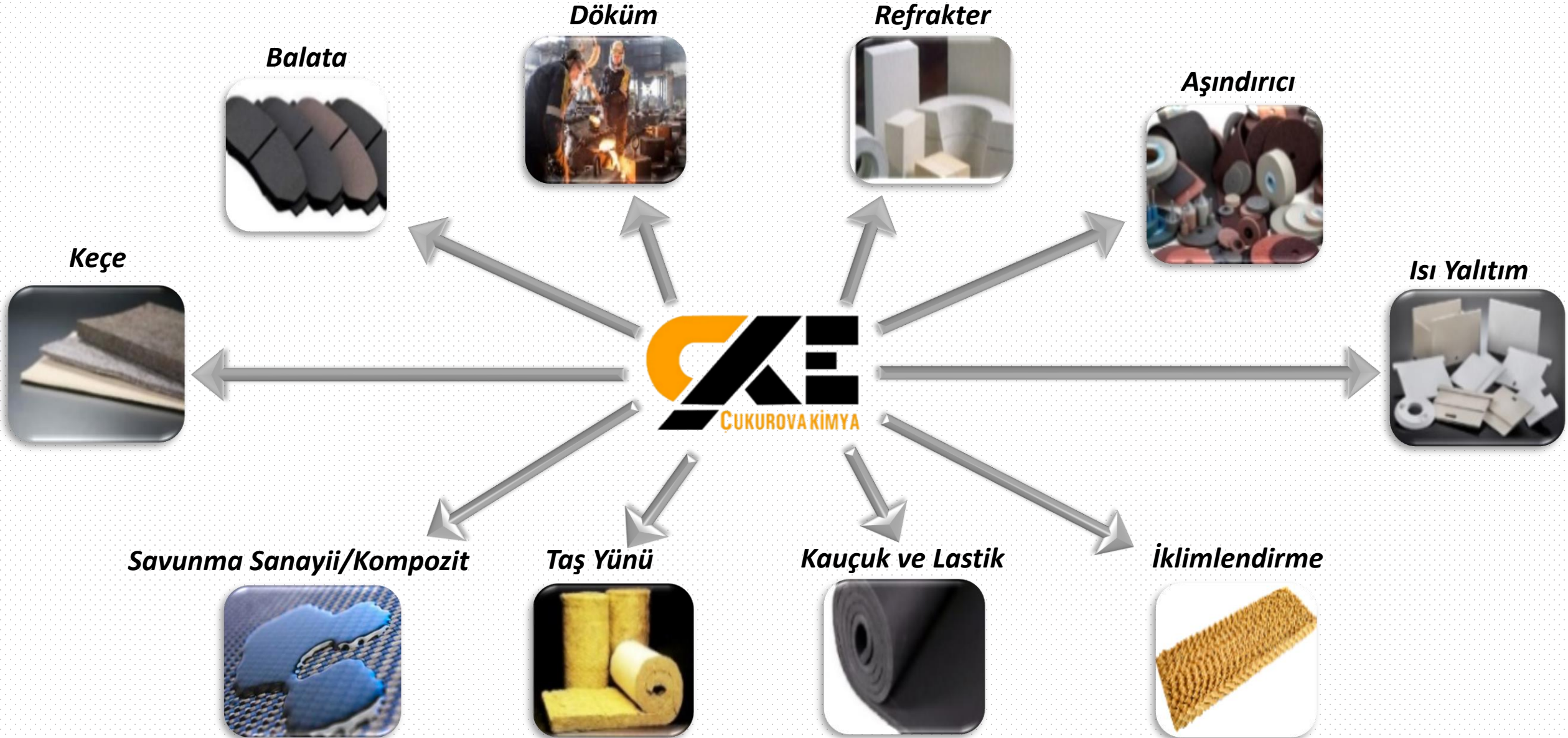


2022

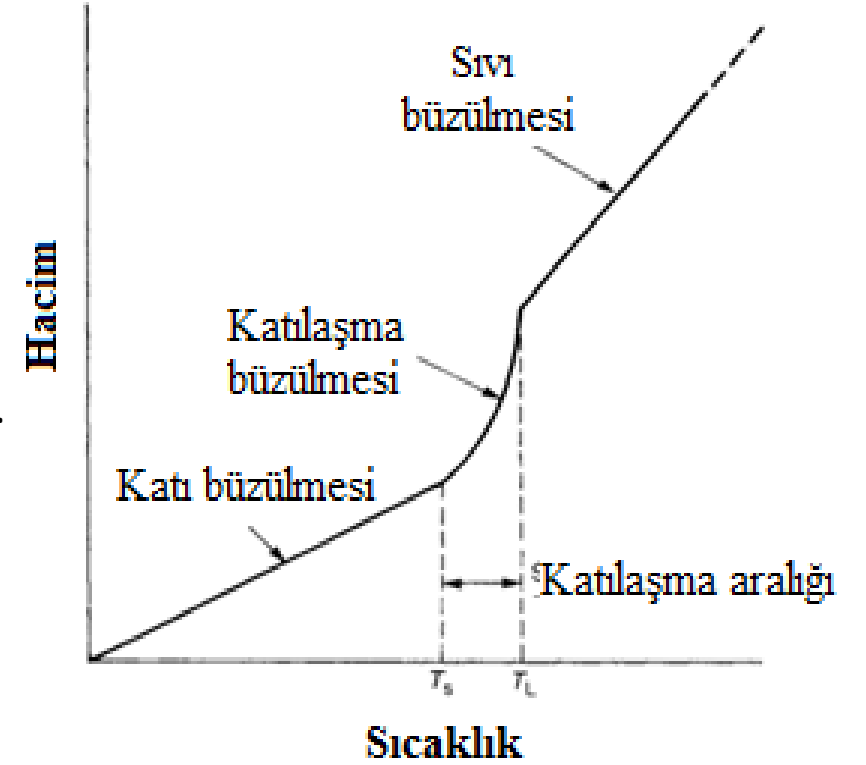


2022





- Döküm parçasının sağlam bir şekilde üretilmesi.
 - Mikroyapı
 - Alaşımın bileşimi ve özellikleri.
 - Kalıp tasarımı.
 - Kalıp yardımcı malzemelerinin kullanımı.
 - Katılaşma kontrolü;
 - Besleyici kullanımı
 - Ekzotermik yalıtım esaslı besleyici gömleklerin kullanımı.

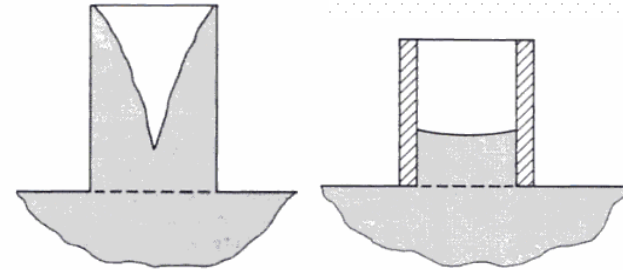
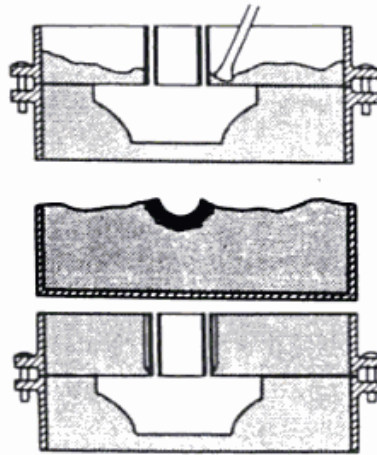


- Besleyici, dökümle aynı zamanda veya daha sonra katılmalıdır. Bu “ısı iletimi” veya “katılma süresi” ($t_B \geq t_D$) ölçütüdür.
- Besleyici dökümün hacimsel büzülme gereksinimlerini karşılamaya yetecek kadar sıvı metal sağlamalıdır. Bu da genellikle “hacim” veya “besleme kapasitesi” ölçütü olarak bilinir. Bu iki ölçüte ilave olarak termal, geometrik ve basınç gibi dökümün sağlıklı katılması için mutlaka gerekli olan ölçütler de dikkate alınmalıdır. Bu ölçütlere ait kurallar aşağıdaki gibi özetlenebilir:
- Döküm ile besleyici arasındaki bağlantı (boyun) sıcak nokta oluşturmamalıdır. Kısacası, boyun besleyiciden daha uzun katılma süresine sahip olmamalıdır. Bu oldukça sık göz ardı edilen bir gereksinimdir. Bu durum göz önüne alınmadığında “besleyici altı büzülme gözeneklerinin” oluşumuna yol açmaktadır. Bir başka ifade ile besleyici içinde oluşan boşluk daima dökümün en üst noktasından daha üst seviyede olmalıdır.
- Besleme metalinin, gereksinilen bölgeye ulaşmasını sağlayacak bir yol bulunmalıdır. Besleme yolu gereksinimleri:
 - Katılma besleyiciye doğru yönelmiş olmalıdır,
 - Minimum sıcaklık gradyanı şartı sağlanmalıdır,
 - Besleme mesafesi yeterli olmalıdır,
 - Çil kullanımı ile çubuk ve plakalarda besleme mesafesi düzenlenmelidir.
- **Sıvı metalin akışı doğru yönde olmalıdır ve besleme malzemesinin akmasına yetecek kadar yeterli basınç farkı olmalıdır.**
- **Döküm içindeki tüm noktalarda boşlukların oluşumunu ve büyümesini bastırmaya yetecek basınç olmalıdır.**

Besleyici Gömlekler

Besleyici gömlekler; yalıtım, orta ekzotermik ve yüksek ekzotermik olmak üzere 3 farklı özellikte üretilir.

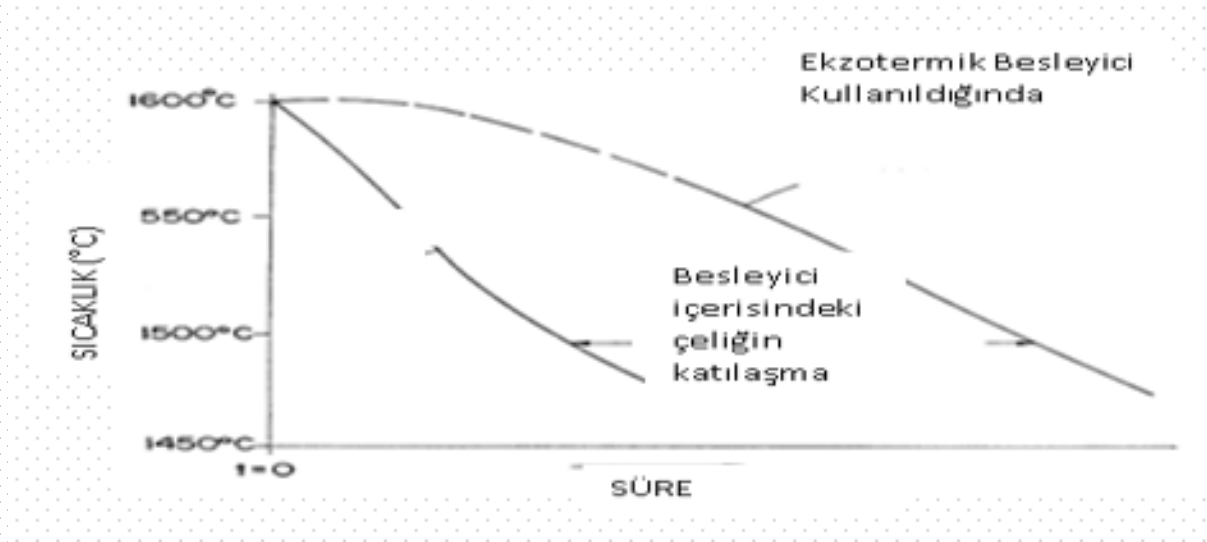
- ✓ Ekzotermik özellikli besleyici gömlekler içindeki metali ısıtabilmek için ısı üretmelidir.
- ✓ Yalıtım özellikli besleyici gömlekleri içindeki metalin daha yavaş soğumasını sağlamak için ısıl yalıtımı olmalıdır.
- ✓ Besleyici gömlek sıvı metal ile fiziksel ve kimyasal etkileşime girmemelidir.
- ✓ Dökümden sonra metalden ve döküm kumundan ayrılabilmelidir.



BESLEYİCİ GÖMLEK BİLEŞİMİ

Yalıtım ve ekzotermik özellikli bir döküm besleyici gömleğinin temel bileşenleri;

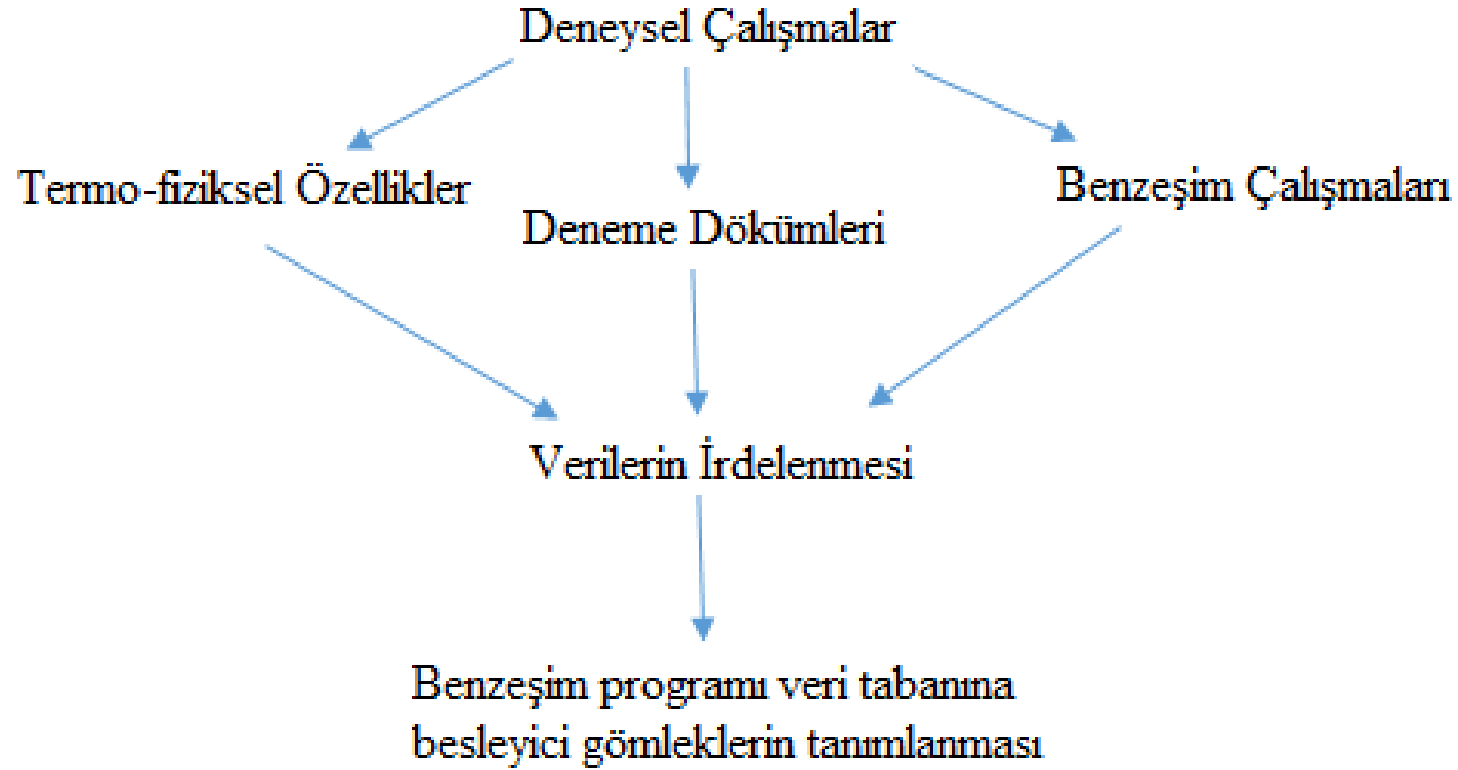
- ✓ Ekzotermik reaksiyon elemanları (ısı eldesi)
- ✓ Ateşleyiciler (ekzotermik reaksiyonu başlatmak ve ilerletmek)
- ✓ Yalıtım elemanları, hem döküm metalinin yaydığı ısıyı daha yavaş kaybetmesi için hem de ekzotermik reaksiyon ile elde edilen ısının yayınımını azaltmak için
- ✓ Bağlayıcılar genellikle organik karakterlidir ve besleyici gömlek bileşenlerini bir arada tutmak için



Simülasyon Yazılımları ve Çalışmanın Amacı

- Simülasyon yazılımları kalıp tasarımı kolay, ekonomik ve doğru yapabilmeye olanak sağlayarak deneme ve yanılma maliyetini ortadan kaldırmaktadır.
- Bilgisayar ortamında üç boyutlu katı model üzerinde, kaç tane ve hangi boyutlarda besleyicinin gerekli olduğunu ve nereye yerleştirileceği belirlenerek yolluk-besleyici tasarımı yapılabilir.
- Tasarımı yapılan parçanın simülasyon sonuçları bilgisayar ortamında katılaşma davranışı ve çekinti oluşumu incelenebilir.
- Simülasyon yazılımlarında hata payını azaltmak için kullanılan kalıp yardımcı malzeme özelliklerinin doğru bir şekilde tanıtılması gerekmektedir.
- Kullanılan besleyici gömlek özelliklerinin belirlenmesi ve simülasyon programına girilmesi sonucunda döküm simülasyon çalışmalarının doğruluğu artacaktır ve döküm parçasının sağlam olarak verimli bir şekilde üretilmesi sağlanacaktır.
- Bu doğrultuda Çukurova Kimya Endüstrisi A.Ş.'de üretilen besleyici gömlek özelliklerinin belirlenmesi ve MagmaSoft programına tanıtılması için çalışmalar yapılmıştır.

Deneysel Çalışmaların Akış Şeması



Besleyici Gömleklerin Termo-Fiziksel Özellikleri

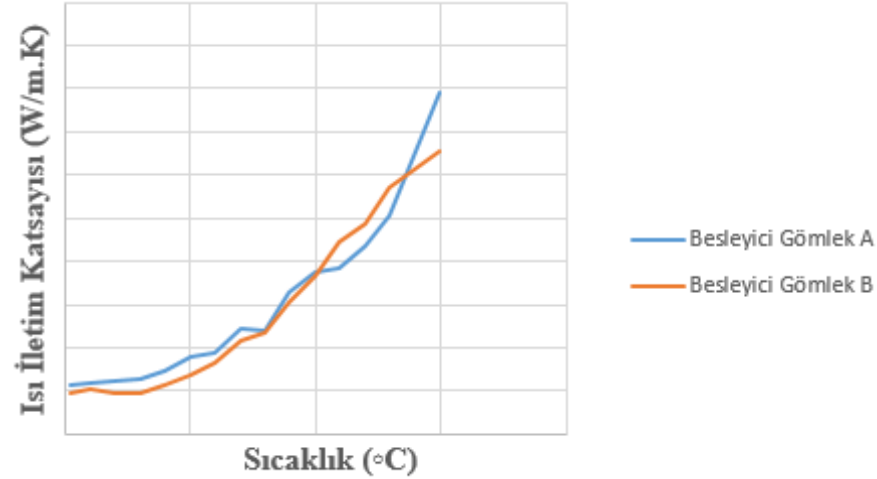
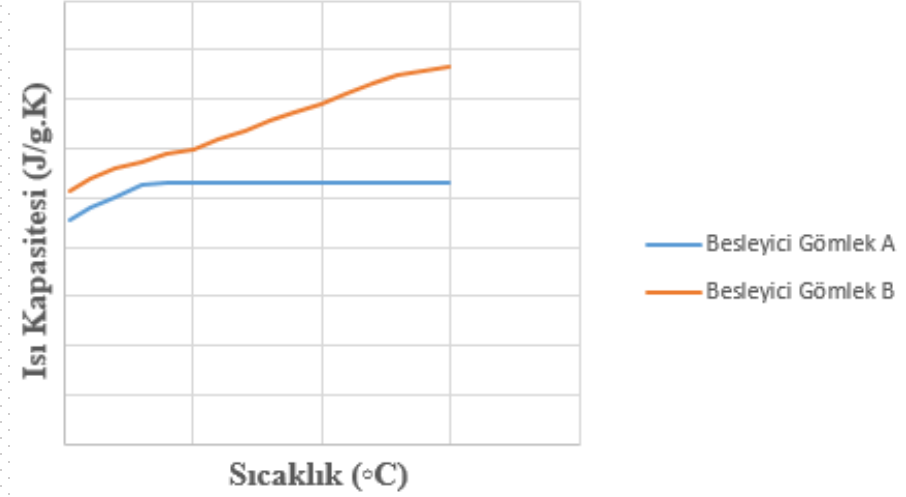
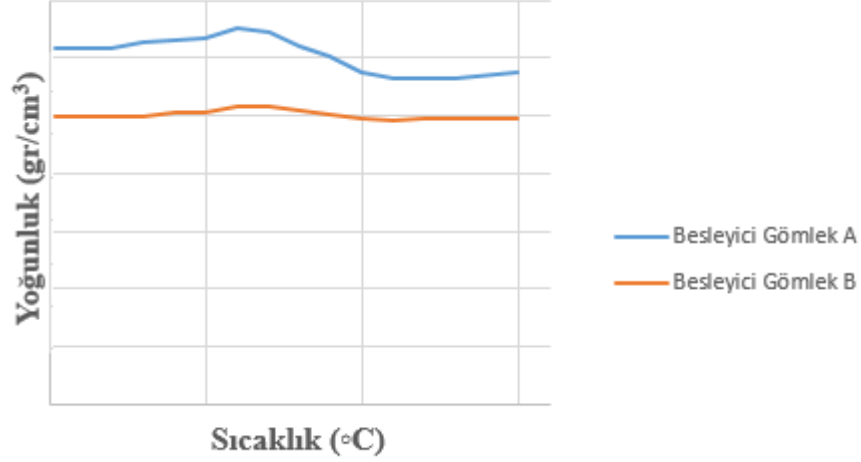
Besleyici gömleklerin termo-fiziksel özellikleri;

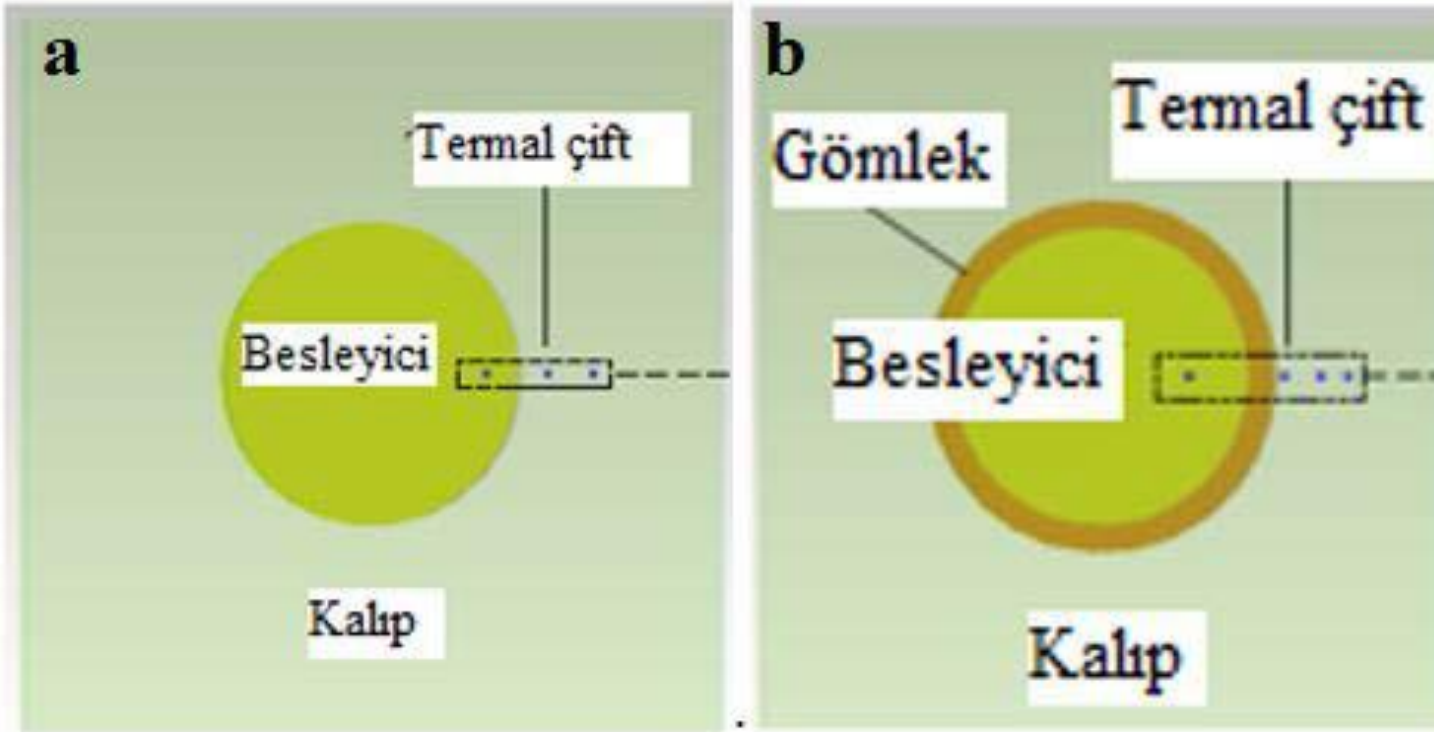
- Yoğunluk,
- Isı iletim katsayısı,
- Isı kapasitesi.
- Ateşleme Sıcaklığı
- Yanma Süresi
- Ortaya çıkan ısı.

Simülasyon programında katılaşmaya etki eden parametreler;

- Döküm Parçası-Besleyici gömlek arasındaki ısı iletim katsayısı
- ***Besleyici gömlek özellikleri***
- Besleyici gömlek-kum arasındaki ısı iletim katsayısı

Besleyici G6mleklerin Thermo-Fiziksel 6zelliklerinin 6lç6lmesi

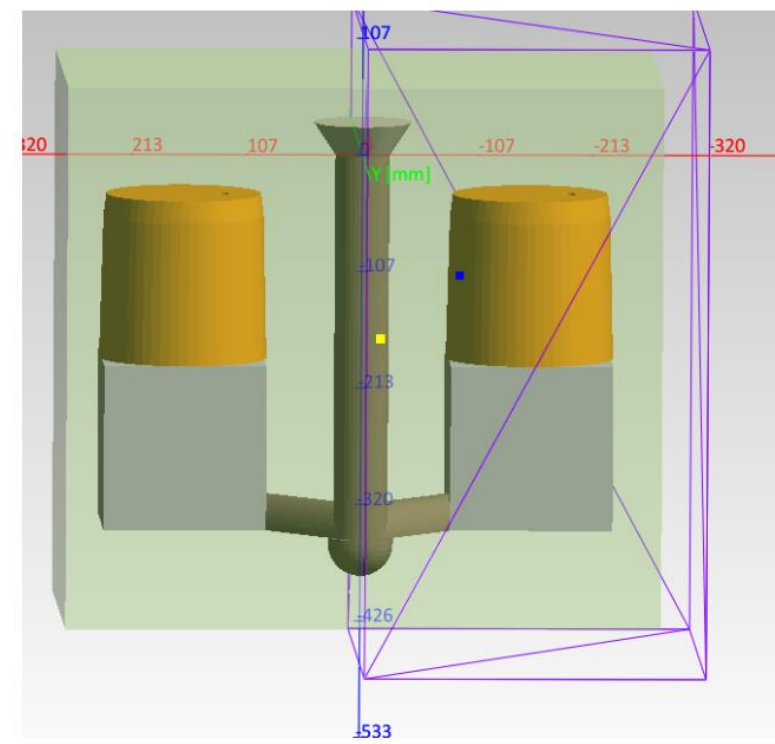
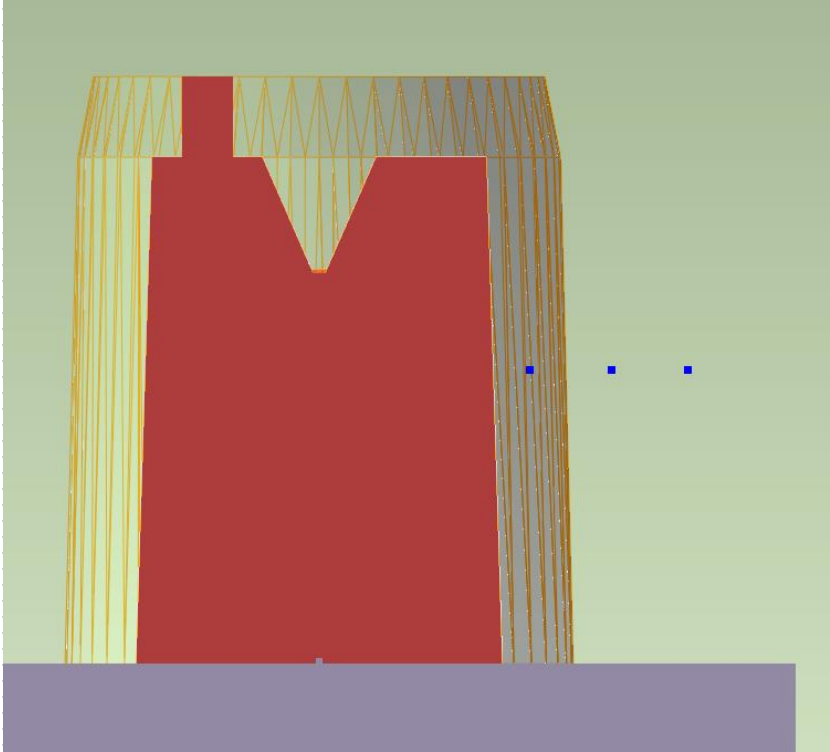




a) Referans dökümün üst görünüşü, b) Termal çiftlerin kalıp içindeki pozisyonu
(Hardin ve ark., 2013)

Deneme Dökümlerinin Tasarımı

Besleyici tasarım kriterleri göz önünde bulundurularak kalıp tasarımı yapılmıştır. Küp boyutları ve besleyici gömlek boyutları belirlenmiştir.

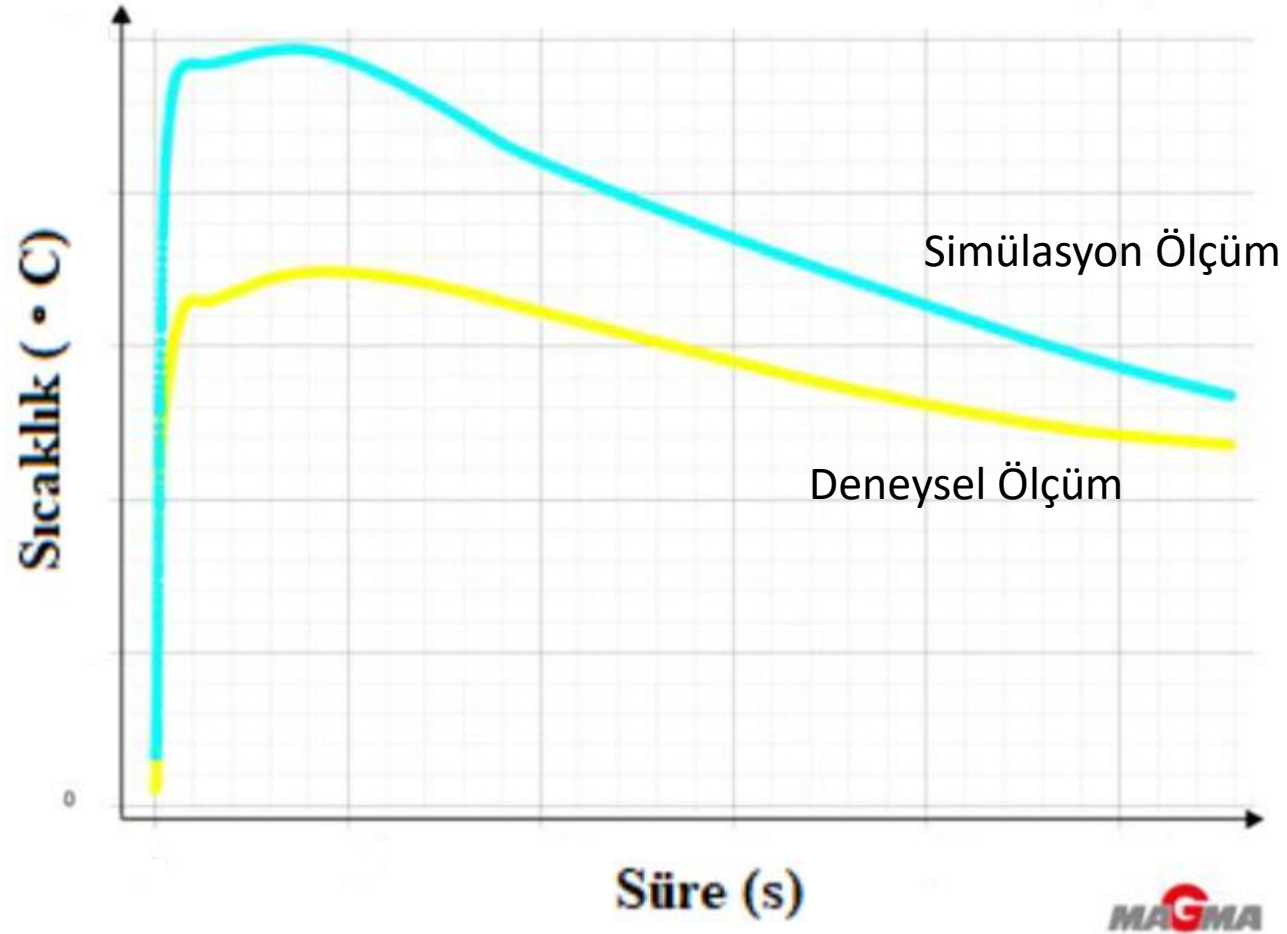


Deneme Dökümleri

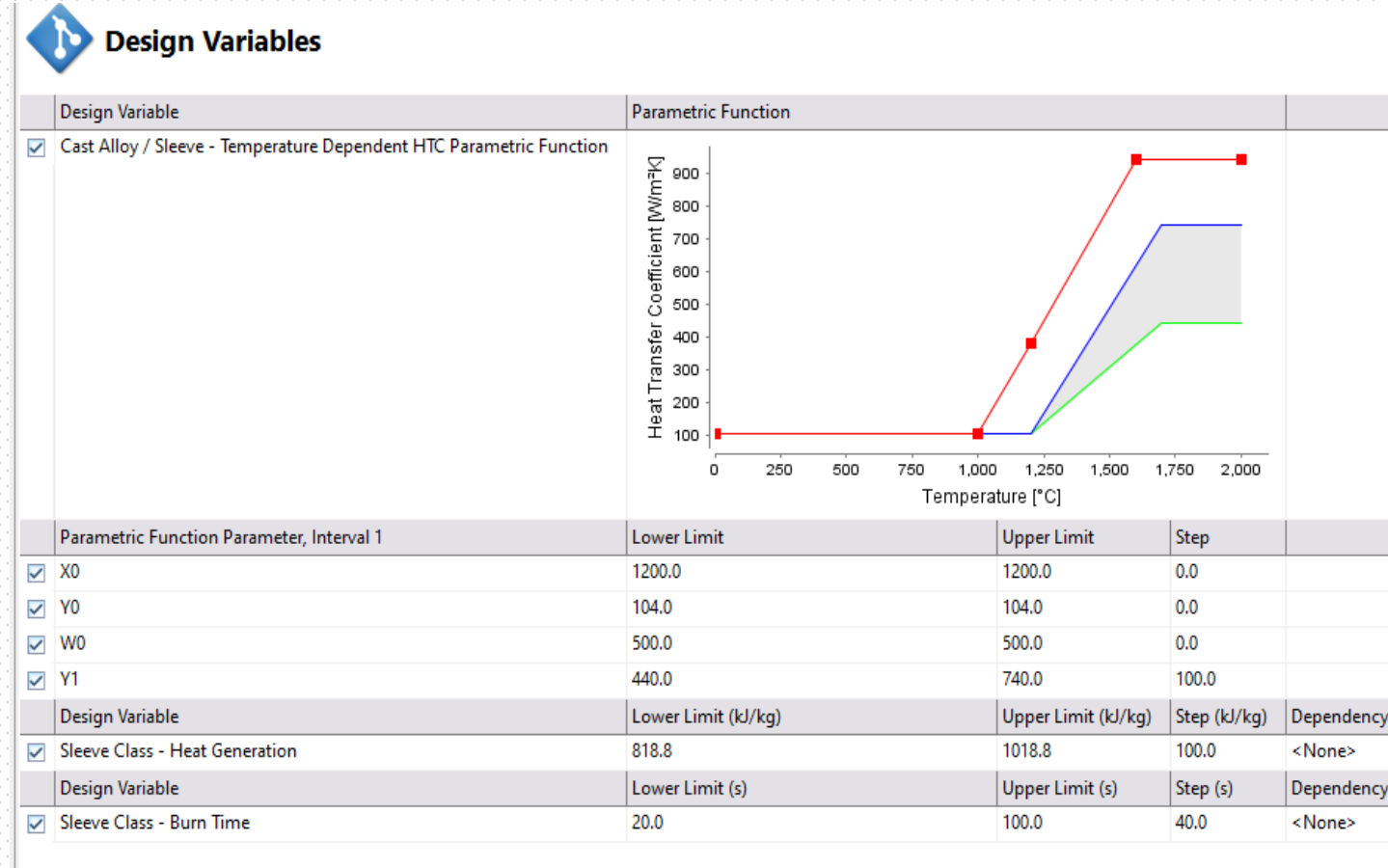
Döküm Alaşımı	20Mn5	20Mn5	20Mn5	20Mn5
Besleyici Tipi	A	A	B	B
Ocak Sıcaklığı (°C)	1650	1640	1650	1650
Döküm Sıcaklığı (°C)	1610	1610	1610	1600
Döküm Süresi (s)	12	11	12	13



Simülasyon Çalışmaları İyileştirme Öncesi



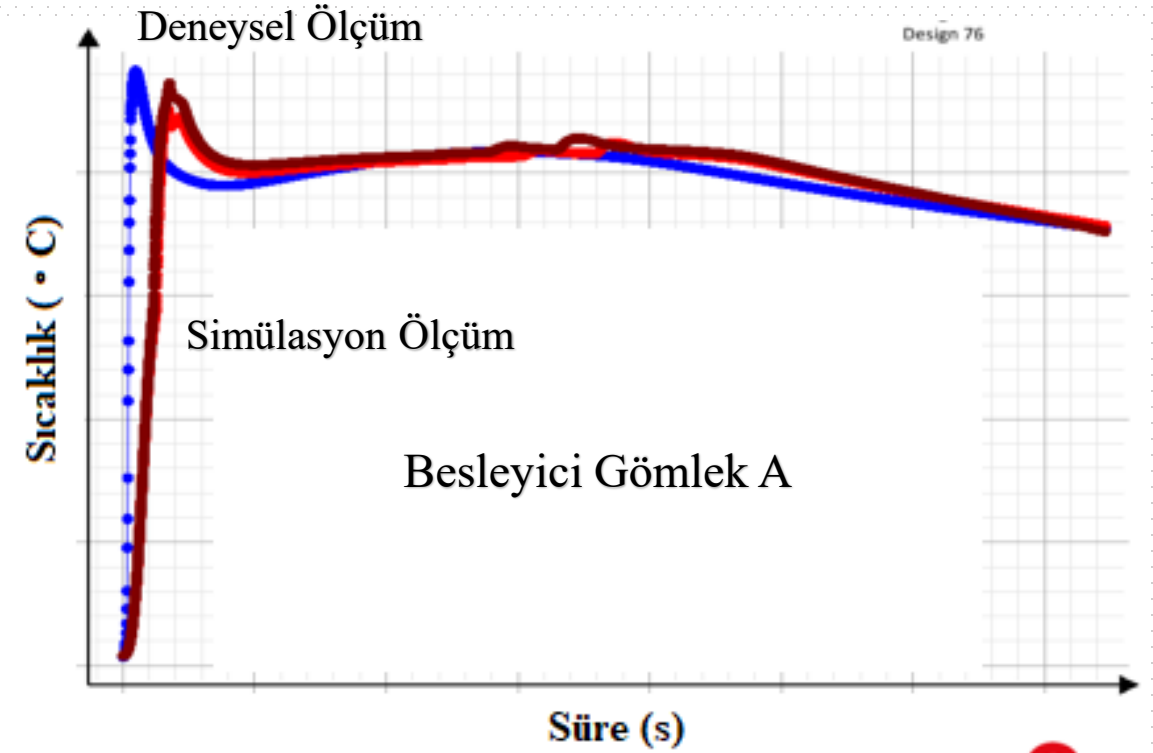
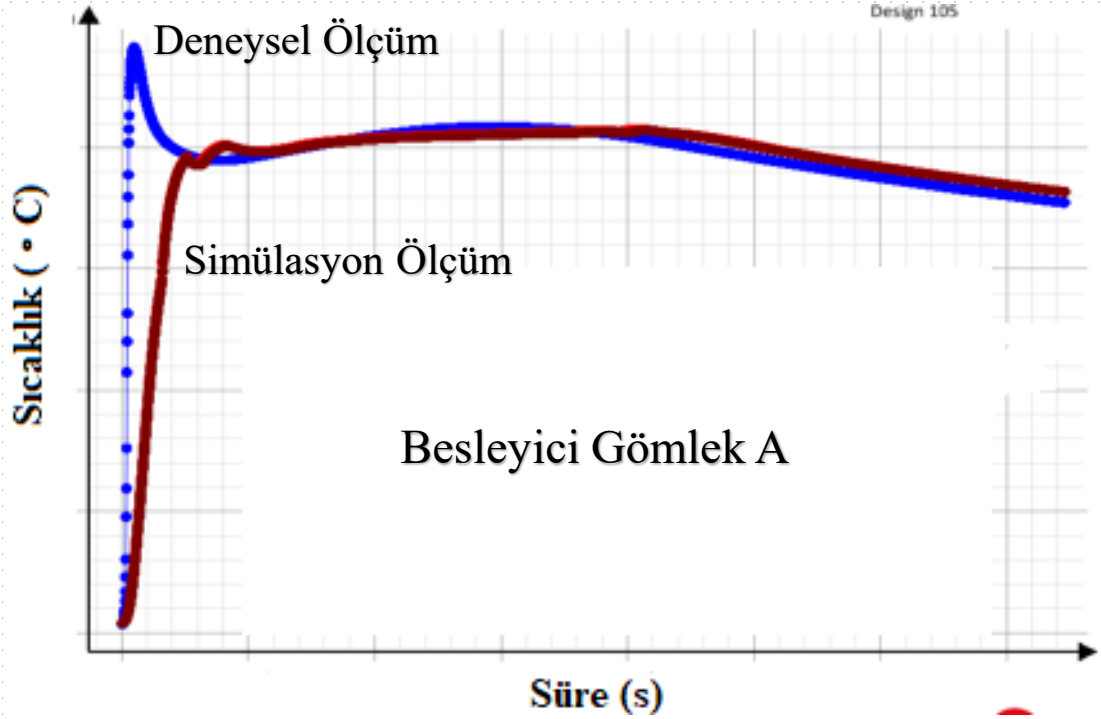
Besleyici gömlek parametreleri değiştirilerek belirli adım aralıklarında MagmaSoft optimizasyon programı kullanılmıştır.

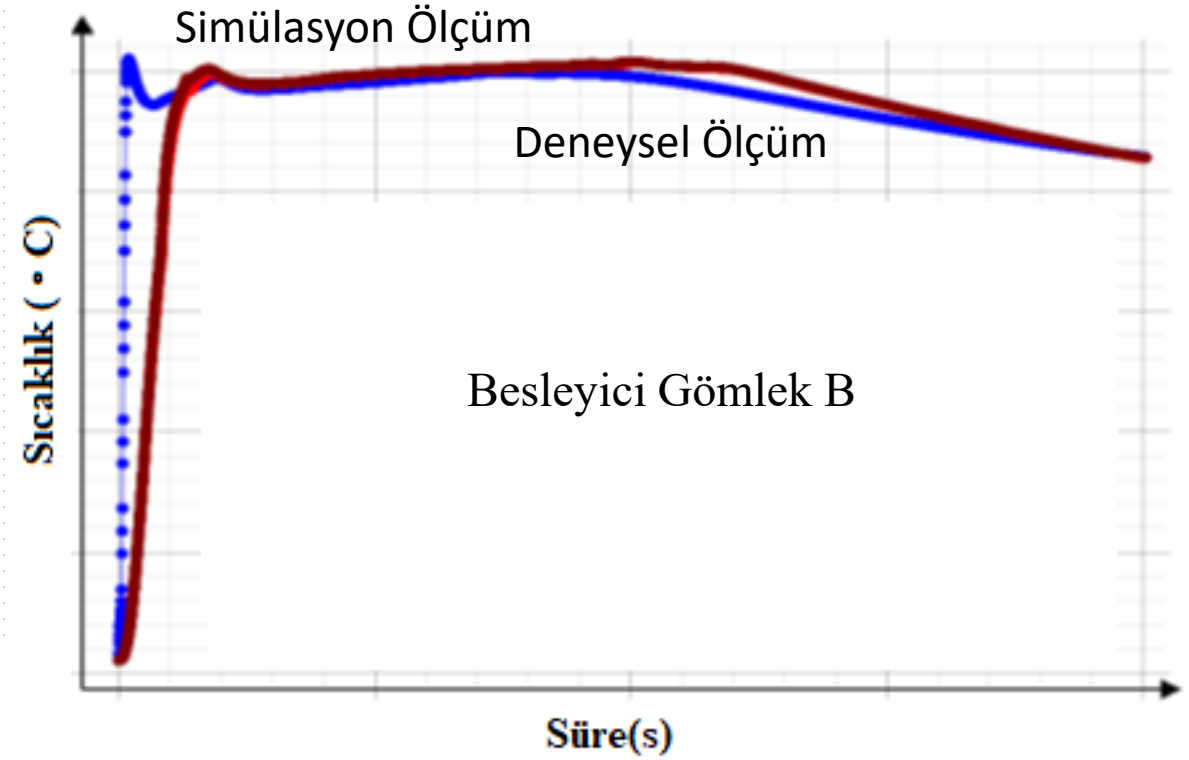
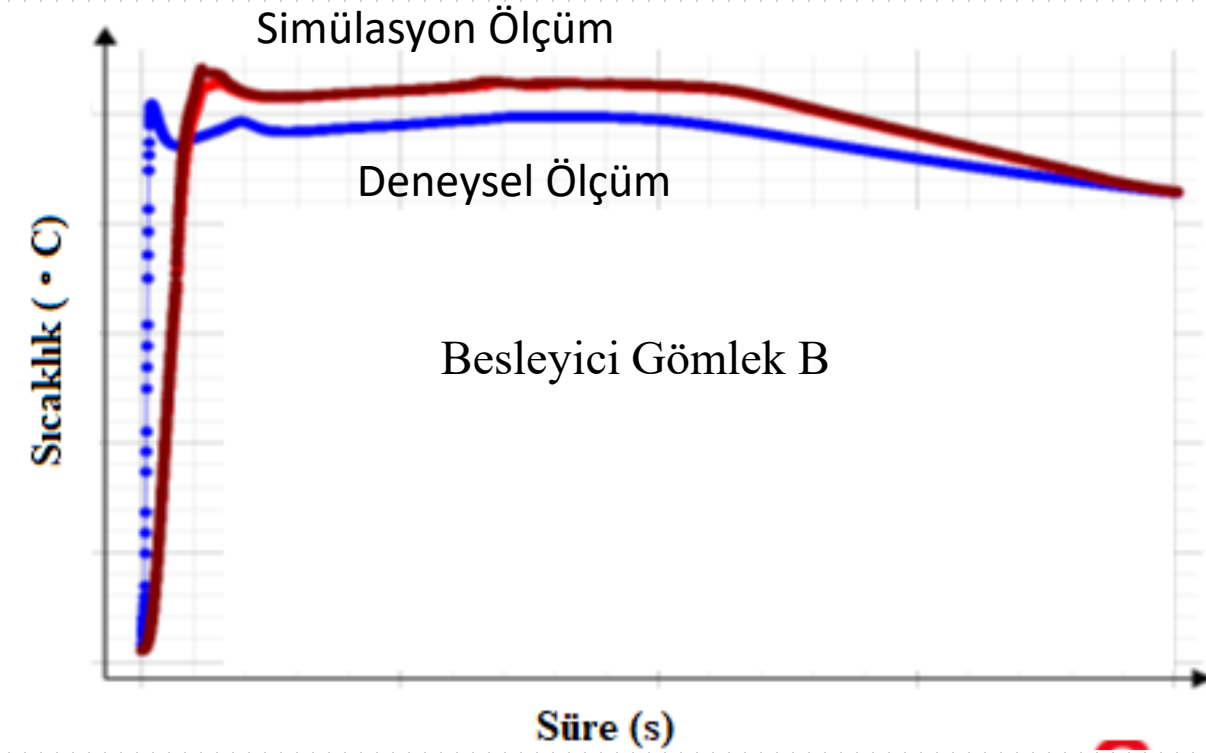


MagmaSoft Optimizasyon Çalışmaları

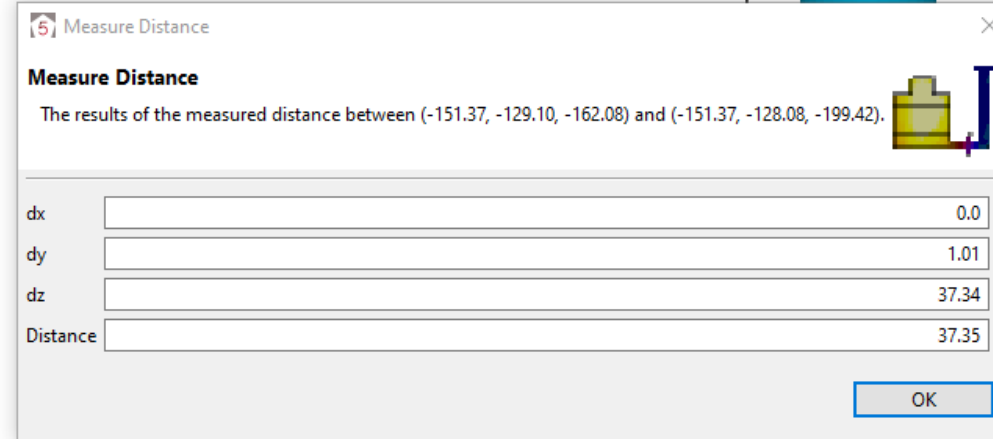
Deneysel ve simülasyon çalışmalarında elde edilen sıcaklıkların uyumluluğunu irdelemek amacıyla aşağıda belirtilen parametreler değiştirilerek optimizasyon çalışmaları yapılmıştır.

- Yoğunluk,
- Isı iletim katsayısı,
- Isı kapasitesi,
- Ateşleme Sıcaklığı,
- Yanma Süresi,
- Yanma Kapasitesi,
- Döküm parçası-besleyici gömlek arasındaki ısı iletim katsayısı,
- Besleyici gömlek-kum arasındaki ısı iletim katsayısı.

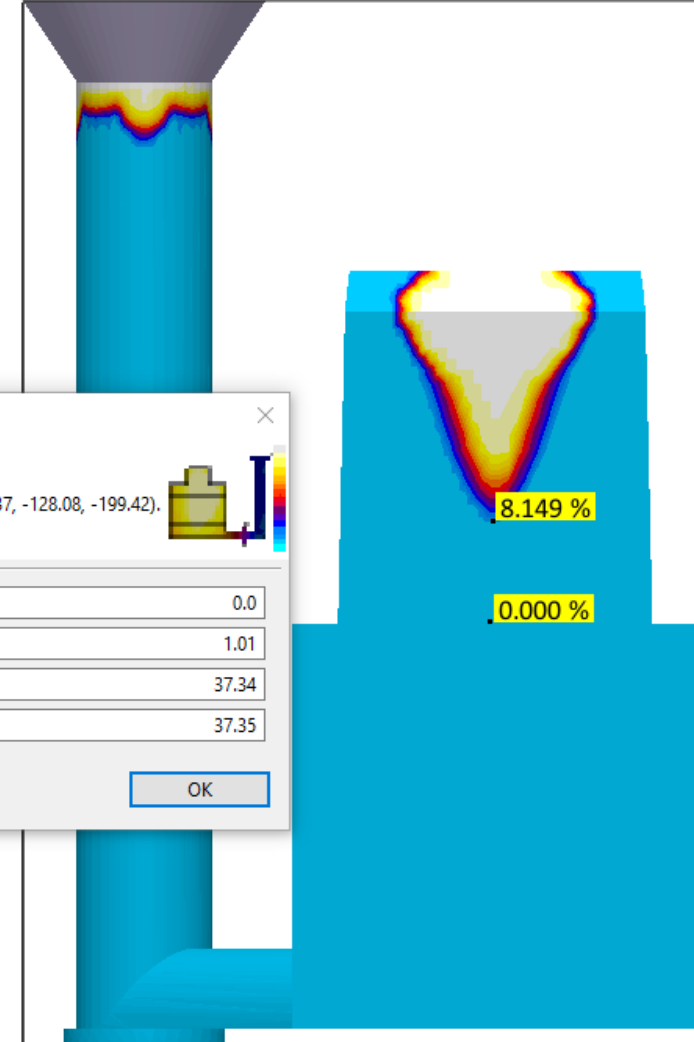




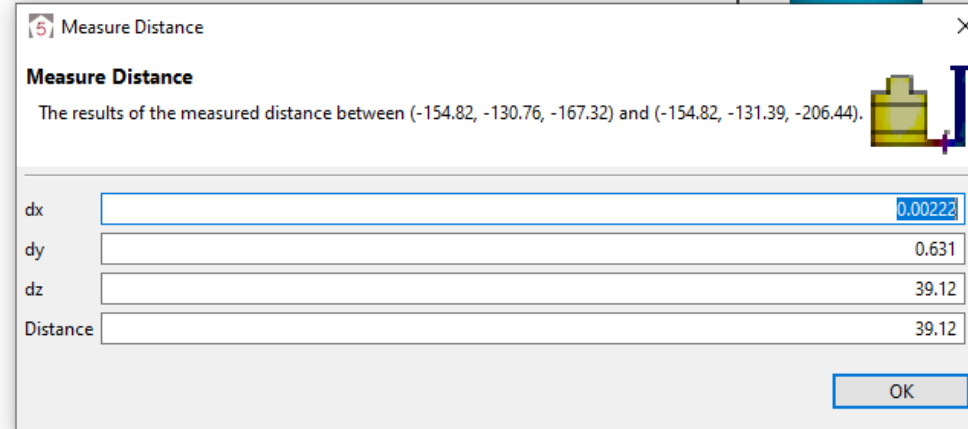
Çekinti Görünümlerinin Karşılaştırılması



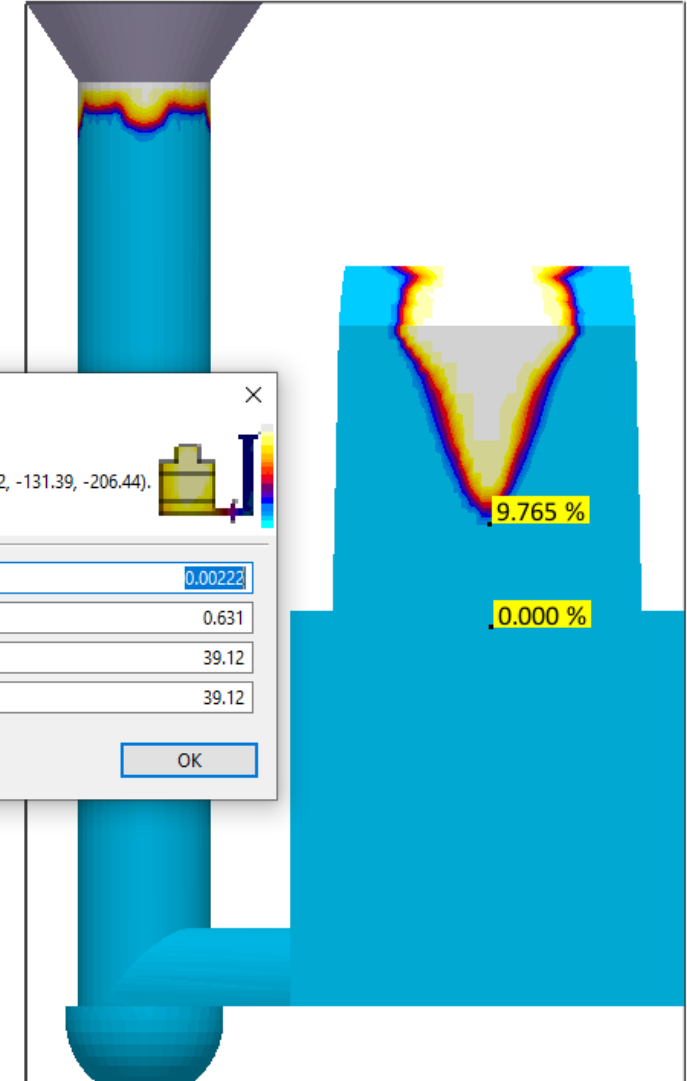
v16_d10
Porosity
1h 6min 40s, 100.00 %



Çekinti Görünümlerinin Karşılaştırılması



v04_d32
Porosity
1h 6min 40s, 100.00 %



Besleyici gömleklerin termo-fiziksel özellikleri belirlenmiştir ve döküm benzeşim programında kullanılmıştır.

Deneme dökümlerinde belirlenen bölgelerden sıcaklık ölçümünün yapılması için kalıplama işlemi hassas bir şekilde yapılması önemlidir.

Besleyici gömlek özelliklerinden olan ateşleme sıcaklığı, yanma süresi ve ortaya çıkan ısı değerlerinin değiştirilmesinin soğuma eğrisini etkilediği tespit edilmiştir.

Döküm parçası-besleyici gömlek arasındaki ısı iletim katsayı değerinin değiştirilmesi ile simülasyon ve gerçek ölçüm arasındaki sıcaklık farkı azaltılmıştır.

Besleyici gömlek ısı kapasitesinin değiştirilmesi sonucunda eğriler arasında uyumluluğun arttığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda dökümhanelerde kullanılan besleyici gömlek özellikleri ile simülasyon çalışmaları sonuçları arasındaki farklar azaltılarak verim değeri yüksek ve hata payı az çalışmaların yapılmasının önü açılmıştır.

- 1) Campbell, J., 2003, Casting practice. Butterworth-Heinemann.
- 2) Neu, M. G. ve Gough, M. J., 1993, Patent No. US 005180759A. Birmingham, England.
- 3) Twardowska, H. ve Aufderheide, R. C. (2002). Patent No. US 006360808B1. Dublin Ohio.
- 4) Hardin, R. A., Williams, T. J. ve Beckermann, C., “Riser sleeve properties for steel castings and the effect of sleeve type on casting yield, Proceedings of the 67th SFSA Technical and Operating Conference, Steel Founders’ Society of America, 2013, paper no:5.2, Chicago.
- 5) Midea, A. C., Burns, M. ve Wagner, I., “Advanced thermo-physical data for casting process simulation–the importance of accurate sleeve properties”. Foundry Research/Giessereiforschung, 2007, 59(1), 34-43.
- 6) Thomas, J.W., Hardin, R.A. ve Beckermann, C., “Thermophysical properties for ASK chemical and exochem riser sleeves for steel castings. Proceedings of the 68th SFSA Technical and Operating Conference, 2014, Paper No. 4.6, Steel Founders' Society of America, Chicago, IL.

TEŞEKKÜRLER

Döküm simülasyon çalışmaları kapsamında çalışmaların iyileştirilmesine katkı sağlayan MagmaSoft ailesine ve Sn. **Murat Akçin ve Eric Hepp'e**,

Döküm denemesi çalışmalarında bizlere kapılarını sonuna kadar açan ve desteklerini esirgemeyen Pınar Döküm A.Ş ailesine ve Sn. **M. Melih Çoban'a** teşekkür ederiz.

Yurt içi ve yurt dışında çözüm ortağı olduğumuz paydaşlarımıza sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

«DÖKÜM SEKTÖRÜNDE ETKİN ÇÖZÜMLER»



Çukurova Kimya
Endüstrisi



Çukurova Kimya
Endüstrisi

