



*TÜDÖKSAD AKADEMİ*

*12. ULUSLARARASI DÖKÜM KONGRESİ 19-21 EYLÜL 2024*

# BALIK GÖZÜ VE FLOR KAYNAKLI HATALARIN ÖNLENMESİ

İbrahim Hayri KESER\*\*,\*\*\*, Serkan ÇELİK\*\*, Özge AKSIN ARTOK\*\*,  
Ahmet Buğra KEYVANKLI\*, Tan EMİR\*

\*Ferro Döküm Sanayi ve Dış Ticaret A.Ş., Kocaeli, Türkiye

\*\*Çukurova Kimya Endüstrisi A.Ş., Manisa, Türkiye

\*\*\*Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye



12. Uluslararası Döküm Kongresi  
19-21 Eylül 2024, İstanbul





**Manisa Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulu olan Çukurova Kimya Endüstrisi A.Ş.**  
**% 30'u kapalı alan olmak üzere 70.000 m<sup>2</sup> 'lik üretim tesisine sahiptir.**



Üretim Hacmi  
50.000 ton/yıl Fenolik Reçine  
36 milyon adet/yıl Besleyici Gömlek  
8 milyon adet/yıl Mini Besleyici  
8000 ton/yıl Boya



1974'den günümüze  
50 yıllık Know-How & Tecrübe



Global Satış Ağı  
40'den fazla ülkeye ihracat



12. Uluslararası Döküm Kongresi  
19-21 Eylül 2024, İstanbul



### Güçlü Üretim

Yıllık 50.000 ton fenolik reçine üretimi ile ülkemiz yanı sıra Orta Doğu, Doğu Avrupa ve Afrika'daki reçine üreticisi firmalar arasında en yüksek hacimli entegre tesis



### Uluslararası Bilinirlik

Dört kıtada ve dünya genelinde 30'den fazla ülkeye ihracat ile küresel pazarda dikkat çekici bir oyuncu



### Geleceğin Kimyasını Ar-Ge Merkezinde Tasarlıyoruz

Zengin alt yapıya sahip Ar-Ge Merkezi



**YERLİ ÜRETİM**

**%100 Türk sermayesi**

yerli üretim gücü

50 yıla yakın bilgi birikimi

### Uluslararası Kalite Standartları



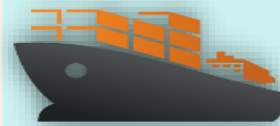
ISO 50001

ISO 9001:2015

ISO 14001:2015

ISO 45001:2018

ISO 27001:2017



### Yetkilendirilmiş Yükümlülük Statüsü Belgesi

ile Emniyet ve Güvenlik Standartlarına Sahip Uluslararası Statü



Ferro Döküm Gebze / Kocaeli sınırları içerisinde 38.500m<sup>2</sup> kapalı alan ve 65.000m<sup>2</sup> toplam alana sahiptir. **80.000 ton/yıl** üretim kapasitesi ile **gri ve küresel dökme demir** üretiminde öncü döküm firmalarından biridir.





Ferro Döküm **0.3 kg'dan 180 kg'a** kadar otomotiv, genel makine, elektrik, hidrolik ve inşaat sektörlerine döküm parçaları üretmektedir.

Ferro Döküm **%80 küresel dökme demir** ve **%20 gri dökme demir** üretmektedir. Üretimini **% 65** den fazlasını ihraç etmektedir.

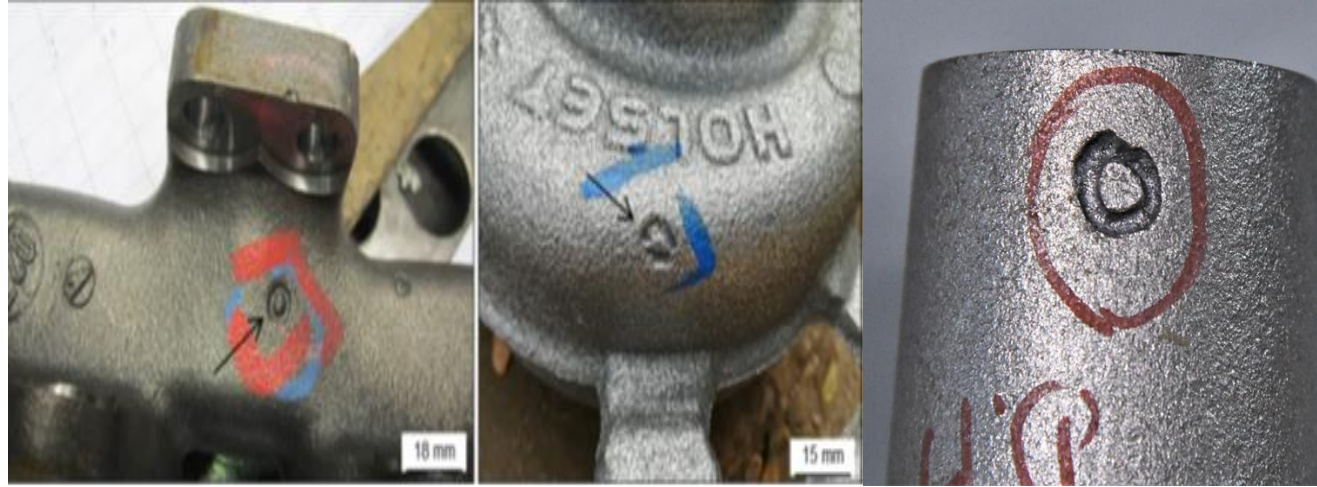


- **GİRİŞ**
- **DENEYSEL ÇALIŞMALAR**
- **BULGULAR**
  - Ekzotermik Besleyici Gömleklerin Termal Özellikleri
  - Seri Döküm Çalışmaları
- **GENEL DEĞERLENDİRMELER**

- Bu çalışmanın amacı Ferro Döküm'de sfero olarak üretilen döküm parçalarda meydana gelen flor kaynaklı döküm hatalarının giderilmesidir.
- Amaç doğrultusunda Çukurova Kimya Endüstrisi A.Ş. ve Ferro Döküm Ar-Ge Merkezleri arasında ortak çalışmalar başlatılmıştır.
- 11. Uluslararası Döküm Kongresi'nde yapılan çalışmalar sonucunda ve hata yüzdelerinin azaldığı yansıtılmıştır.
- Bu çalışma 11. Uluslararası Döküm Kongresinde sunulan çalışmanın devamı niteliğinde olup yapılan Ür-Ge ve Ar-Ge faaliyetleri doğrultusunda flor kaynaklı sfero dökme demirlerde görülen hata yüzdelerinin aşağıya çekilerek verimliliğin artırılması sağlanmıştır.

# BALIK GÖZÜ HATASI

- İlk teoriye göre; hata, sıcak sıvı metalin kalıp kumu içerisindeki flor esaslı besleyici gömlek kalıntılarıyla teması sonucu oluşur.
- İkinci teoriye göre; sıvı metal ile temas eden kalıp kumunun yüzeyinde bulunan, yanmamış ekzotermik kalıntıların, reaksiyona girmesi sonucunda yüksek bir enerji ortaya çıkar. Ortaya çıkan enerji sıvı metal katılaştırken yüzeyde bölgesel çöküntülerin oluşmasına neden olur ve oluşan hatanın görünümü balıkgözüne benzediği için balıkgözü hatası olarak isimlendirilir.

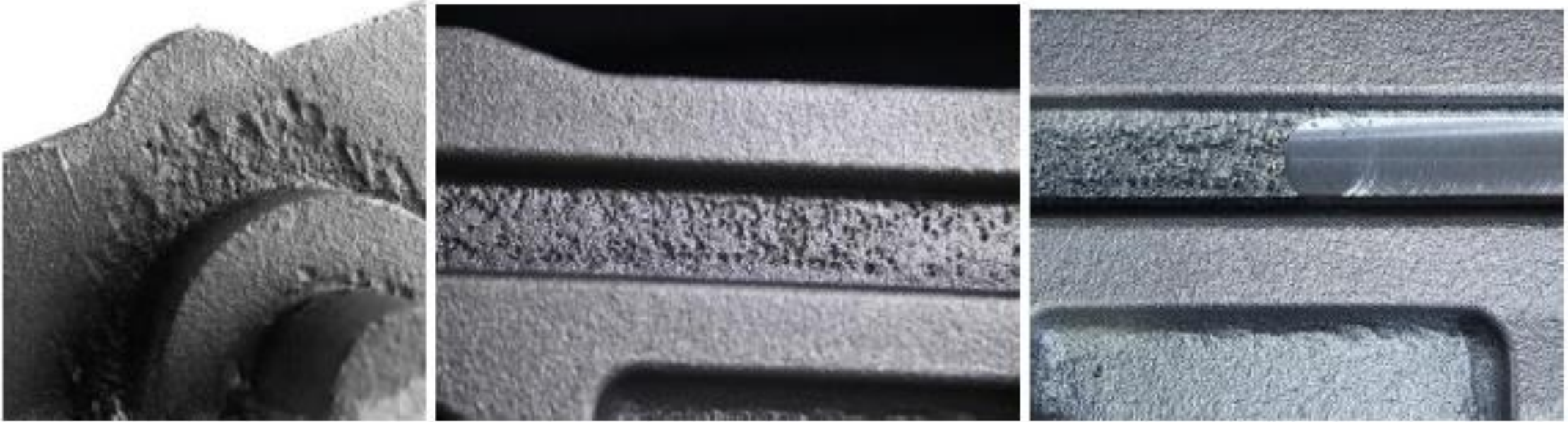


Şekil 1. Balık Gözü Hata Görüntüleri



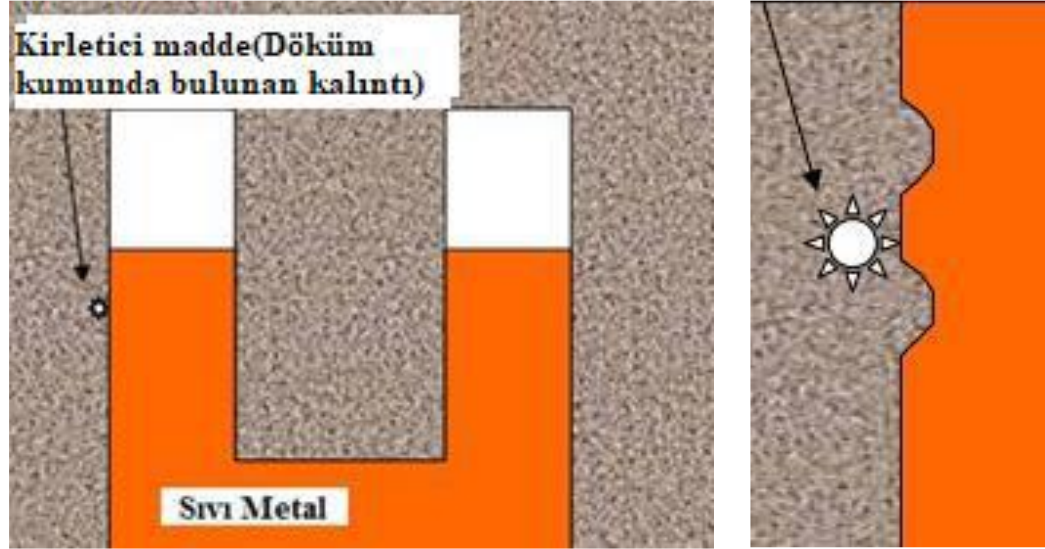
# PITTED SURFACE HATASI

- Flor, sıvı metalin yüzeyindeki magnezyum oksit tabakası ile reaksiyona girerek, magnezyumun oksit tabakasından ayrılmasını sağlar. Açığa çıkan magnezyum ise yaş kum kalıbından gelen su buharı ile reaksiyona girer, grafit yapısını bozar. Literatüre göre pitted surface olarak adlandırılan bu hata daha çok döküm parçalarının kanallarında, çukur kısımlarında meydana gelir.



Şekil 2. Pitted Surface Hata Görüntüleri

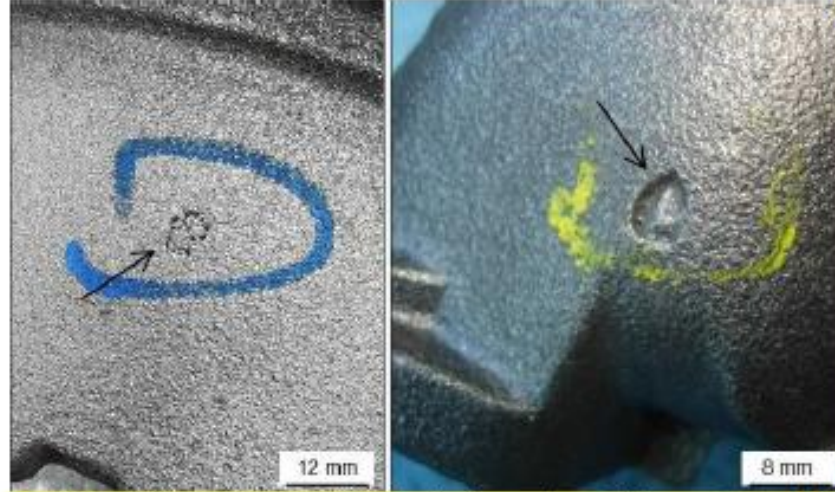
- R.C. Aufderheide ve arkadaşlarının 2002 yılında yaptıkları çalışmada sfero dökme demir parçalarının yüzeylerinde meydana gelen balıkgözü hatalarının nedenlerini incelemişlerdir ve kalıp hazırlanması aşamasında kalıp kumuna kriyolit ve ekzotermik besleyici gömlek kalıntıları ilave etmişlerdir. Yapılan çalışmada kumun içine karıştırılmış olan gömlek kalıntılarında dolayı yüzeyde birden fazla balıkgözü hatası görülmüştür [6].



Şekil 3. Balıkgözü hatası oluşma mekanizması[8]

- 2013 yılında A. Murilo ve M. Ferreira tarafından yapılan çalışmada, kalıp kumu içerisine farklı flor miktarlarına sahip yanmamış ekzotermik ve yalıtım özellikli besleyici gömlek kalıntıları ilave edilerek karıştırılmıştır ve yaş kum kalıp yapımında kullanılmıştır.
- Mikroyapılar; optik mikroskop, taramalı elektron mikroskop, EDS analizleri kullanılarak incelenmiştir [7]. Yüzey görüntülerine dayanarak kalıp kumu içerisine ilave edilen besleyici gömlek kompozisyonundaki flor miktarının artması ile balıkgözü hatalarını oluşacağı sonucuna varılmıştır [7].

- 2022 yılında Sertucha ve Lacaze'nin yazmış oldukları makalede; döküm hataları üzerine kapsamlı çalışma yapılmış olup yaş kum kalıplama metodu kullanılarak döküm kalıbı hazırlanan sfero dökme demirlerde görülen balıkgözü hatasına yer verilmiş (Şekil 2) ve oluşma mekanizması incelenmiştir.
- Balıkgözü hatasının oluşma nedeni, sıcak su buharı ve oksitlenmiş magnezyum bileşiklerinin flor ile reaksiyona girmesine dayanmaktadır. Bununla birlikte döküm kumundaki kirliliklerin düşük kaliteli bentonit ve flor içeriği yüksek yanmış besleyici gömleklerin kullanılmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.



Şekil 4. Balık Gözü Hata Görüntüleri



Şekil 6. Yüksek flor oranı içeren parça görüntüsü



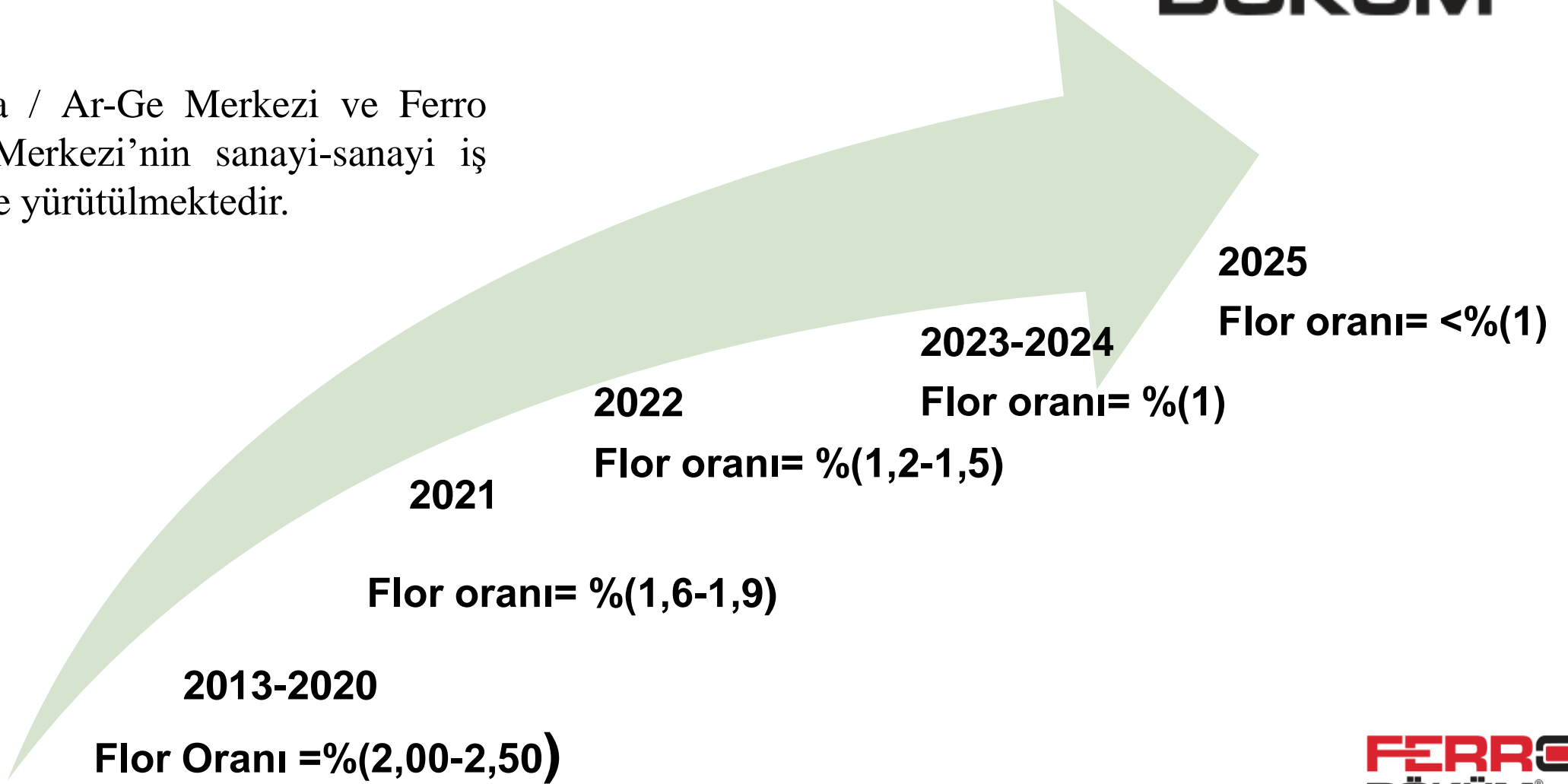
Şekil 7. Flor içermeyen parça görüntüsü

Balıkgözü hatasının önlenmesi amacıyla aşağıda belirtilen hususlar göz önünde bulundurulmalıdır;

- Yaş kum kalıplamada uygun bentonitlerin ve düşük florlu besleyici gömleklerin kullanılması.
- Yaş kum kalıplama hatlarında yeni kum girdisinin yapılması.
- Yüksek döküm sıcaklıklarının azaltılması.
- Yaş kum kalıpta nem içeriğinin azaltılması ve optimize edilmesi [9].
- Kum içerisindeki kirlenmenin elek yoluyla azaltılması

## Ferro Döküm ile Çalışma Kronolojisi

Çukurova Kimya / Ar-Ge Merkezi ve Ferro Döküm Ar-Ge Merkezi'nin sanayi-sanayi iş birliği ile bu proje yürütülmektedir.





Şekil 8. Flor Hatasından Kaynaklanan  
Balık Gözü Hata Görünümü

Besleyici Gömlek Özelliklerinin  
Tespiti



Seri Döküm Denemelerinin  
Yapılması ve Döküm Parçalarındaki  
Hata Oranlarındaki Değişimin  
İrdelenmesi



Sonuçların İlişkilendirilmesi



Tablo 1. Farklı oranlarda flor içeren besleyici gömleklerin kalorifik değerleri.

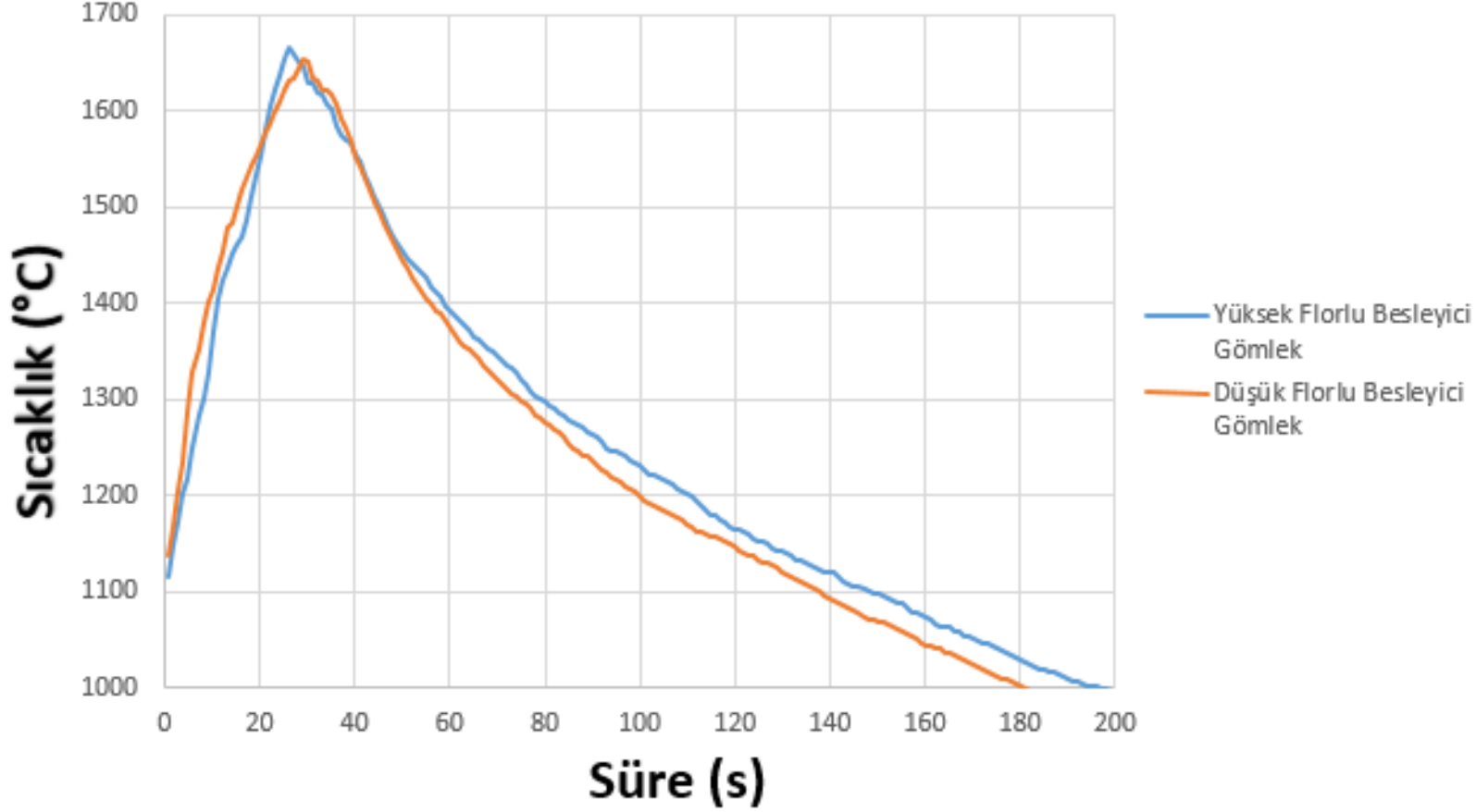
Kalorifik Değerler (cal/g)	
Düşük Florlu Besleyici Gömlek	Yüksek Florlu Besleyici Gömlek
2450	2350

Tablo 2. Farklı oranlarda flor içeren besleyici gömleklerin farklı sıcaklıklarda reaksiyon süreleri

Sıcaklık (°C)	Düşük Florlu Besleyici Gömlek Reaksiyon süresi, s	Yüksek Florlu Besleyici Gömlek Reaksiyon süresi, s
900	180	195
1200	98	75

Tablo 3. Farklı oranlarda flor içeren besleyici gömleklerin enstrümantel test sonuçları

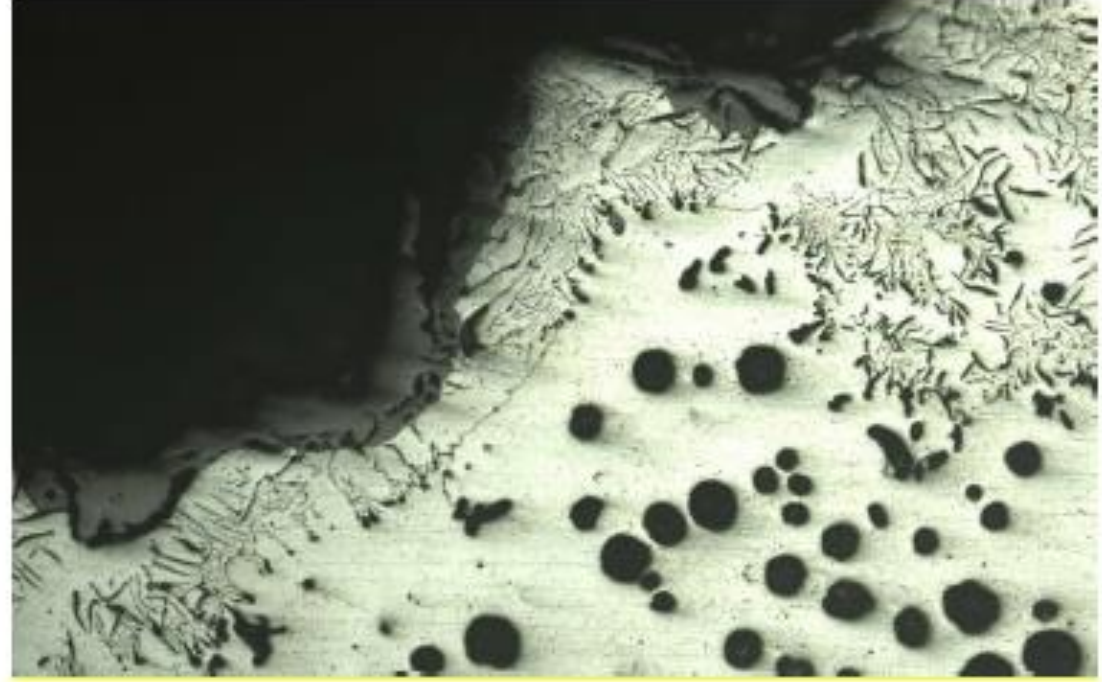
	Referans, % ağı.	Düşük Florlu Besleyici Gömlek Flor İçeriği, % ağı.	Yüksek Florlu Besleyici Gömlek Flor İçeriği, % ağı.
Teorik	0	1,00	2,25
Enstrümantal	0,1	0,41	1,78



Şekil 9. Farklı flor oranlarına sahip besleyici gömleklerin soğuma eğrisi



Şekil 10. Flor Hatasından Kaynaklanan  
Balık Gözü Hata Görünümü



Şekil 11. Flor Hatasından Kaynaklanan  
Balık Gözü Hata Mikroyapı Görünümü

- Yapılan çalışmalar neticesinde Çukurova Kimya Endüstrisi AŞ.'nin % 1 florlu üretilen KBG 5/8 Kırıcı Maçalı besleyicisi Ferro Döküm Sanayi ve Dış Ticaret AŞ.'de kullanılmaya başlanmıştır.
- Flor oranının % 1,2-1,5 oranından % 1'e düşürülmesiyle işletmede kullanılabileceği belirlenmiştir.
- Sadece KBG 5/8 Kırıcı Maçalı besleyicinin kullanıldığı parçaların balık gözü hataları % 0,33'den % 0,26'a düşmüştür.
- Uygulanan çalışma sonucunda düşük flor içerikli besleyici gömleklerin kullanılmasıyla kumdaki flor miktarı azaltılarak üretilen parçadaki balıkgözü hatası, pitted surface ve mikroyapı bozukluklarının azaltılabileceği veri ve görsellerle sunulmuştur.
- Çukurova Kimya / Ar-Ge Merkezi ve Ferro Döküm Ar-Ge Merkezi'nin yürüttüğü bu sanayi-sanayi iş birliği projenin olumlu çıktıları döküm sektörünün tüm paydaşlarına kullanım imkan sağlanmıştır.



FERRO  
DÖKÜM®

