



20 - 21 Ekim / October 2017 - ESKİŞEHİR
Tüdöksad Akademi 9. Döküm Kongresi / 9th Foundry Congress by TUDOKSAD Academy

«Kompakt Grafitli Dökme Demirlerin (CGI) Aşınma Malzemesi Olarak Potansiyeli»

A. Teoman Altınok, İlker Çalık
(Entil Endüstri)

3.Oturum: Döküm Teknolojileri Demir & Çelik
Oturum Başkanı: Oğuzhan Atlıhan (Atik Metal)



Oturumlarda yer alan sunumlar 27 Ekim 2017 Cuma tarihinde akademi web sayfasına (akademi.tudoksad.org.tr) yüklenecektir.

Kompakt Grafitli Dökme Demirlerin (CGI) Aşınma Malzemesi Olarak Potansiyeli

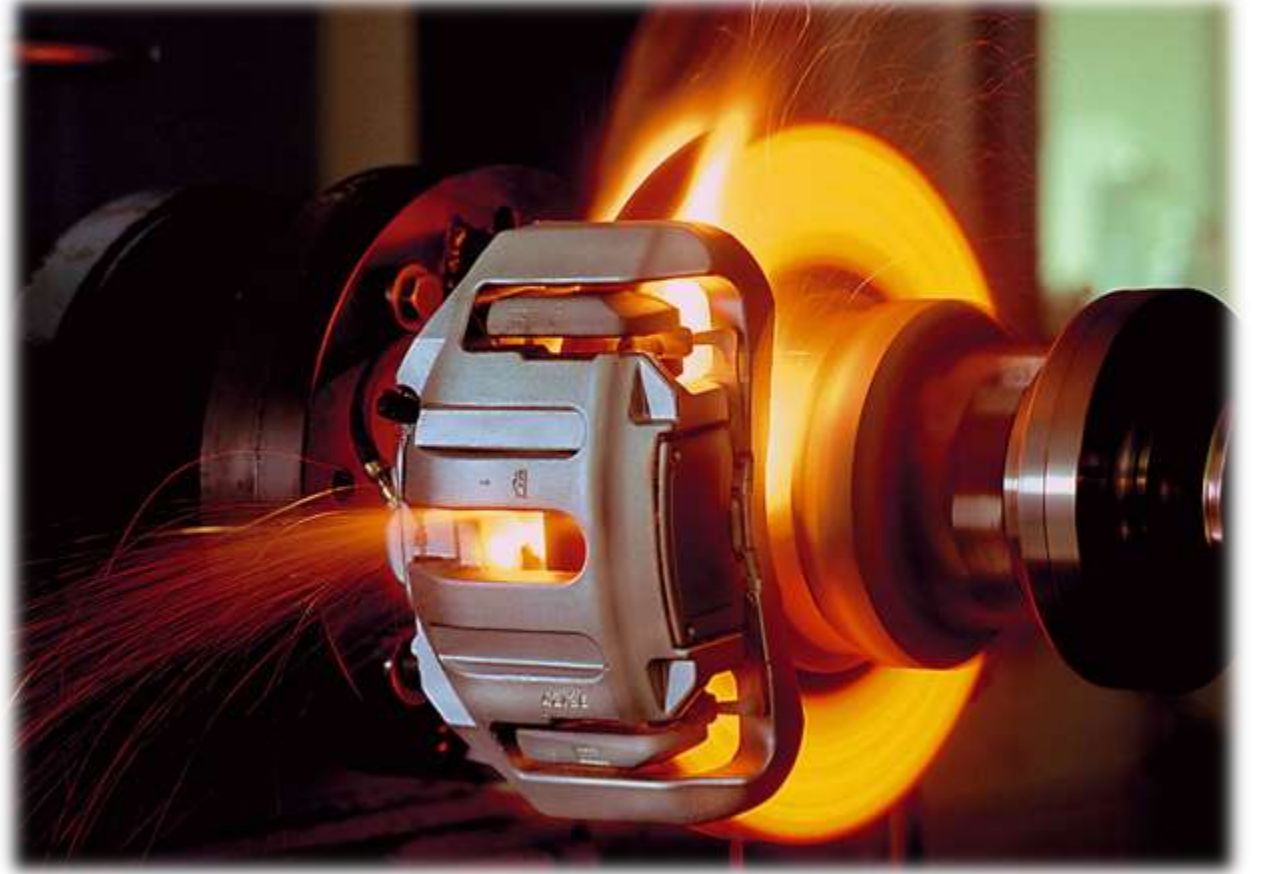
Entil Endüstriyel Yatırımları ve Tic. A.Ş.

İlker ÇALIK - Ar-Ge Mühendisi

A. Teoman ALTINOK – Teknik İşler Koordinatörü

Sunum Planı

- ENTİL A.Ş. Tanıtım
- Özet – Çalışma Amacı
- Giriş
- ÇGI Alaşımının Özelliklerinin İncelenmesi
- Fren Diski Alaşımından Beklentiler
- Deneysel Çalışmalar
- Sonuç
- Tartışma
- Kaynaklar



ENTIL A.Ş.

- 1964 yılında Zeytinoğlu Grup bünyesinde, Eskişehir'de kurulmuştur.
- 0,25 Kg ile 25000 Kg ağırlık aralığında
 - Gri dökme demir(GG)
 - Küresel grafitli dökme demir (GGG)
 - Alaşımsız ve alaşımlı çelikler
 - Paslanmaz çelik üretimi.
- Yıllık 40000 Ton üretim kapasitesi
- %84 ihracat oranı
- İki ayrı yerleşkede
 - 130000 m² açık
 - 39000 m² kapalı alan

Kompakt Grafitli Dökme Demirlerin (CGI) Aşınma Malzemesi Olarak Potansiyeli

ÖZET

- CGI, demir esaslı alaşımlar ailesinin en son üyesidir.
- Sıradışı mekanik ve fiziksel özelliklere sahiptir.
- Akademi, endüstri ve teknoloji çevrelerince üzerine detaylı çalışmalar yürütülmeye devam etmektedir.

Kompakt Grafitli Dökme Demirlerin (CGI) Aşınma Malzemesi Olarak Potansiyeli

Çalışmanın Amacı

- Bu çalışmada CGI alaşımı çeşitli özellikleri ile incelenerek «aşınma malzemesi olarak potansiyeli irdenelecek;
- Entil A.Ş. fabrikalarında gerçekleştirilen deneme çalışmasının sonuçları sunulacaktır.

Giriş

Gri dökme demirler;

- Düşük maliyet
- Gelişmiş mekanik özellikler
- Yüksek dökülebilirlik ve işlenebilirlik

gibi istenilen ve geliştirilebilir özelliklerinden dolayı popüler ve vazgeçilmez bir alaşım grubudur.

Giriş

- Gri dökme demirler grafit fazının durumuna göre günümüzde 3 ayrı grupta incelenmektedir.
 - Lamel grafitli dökme demirler
 - Küresel grafitli dökme demirler
 - Kompakt grafitli dökme demirler
- Her bir grafit tipinin alaşıma kattığı özellikler sebebiyle 3 grup da mühendislik uygulamalarında kullanım alanı bulmaktadır.

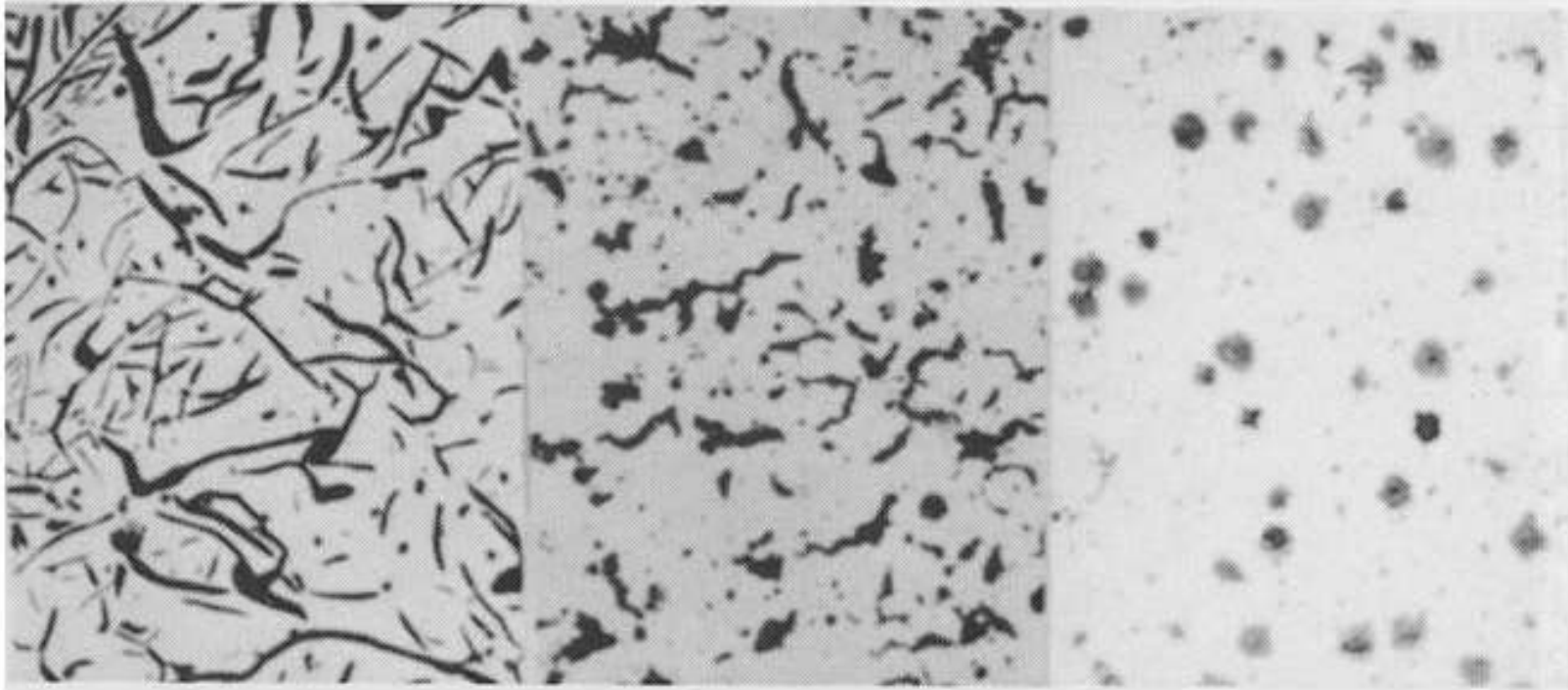
Giriş – Kompakt Grafitli Dökme Demirler

- Kompakt grafitli dökme demirler, dökme demir üretimi sırasında, hata sonucu bulunmuştur.
- İlk defa 60'lı yıllarda dikkate alınmış ve tanımlanmıştır.
- Büyük ölçüde grafit şeklinin alaşıma kazandırdığı benzersiz fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir.

CGI Alaşımının Özellikleri

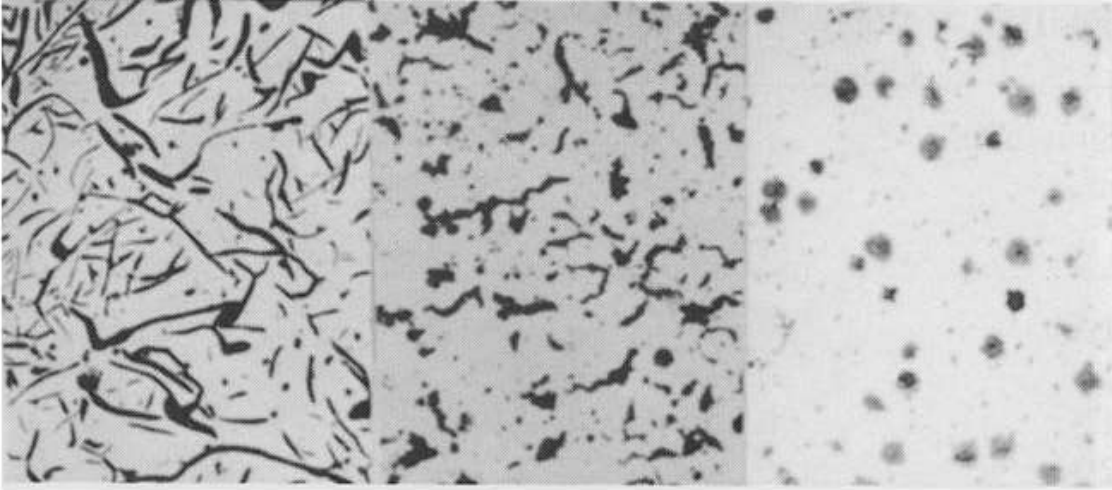
Grafit Şekli Açısından İnceleme

- Sırasıyla lamel grafitli dökme demir, kompakt grafitli dökme demir, küresel grafitli dökme demir mikroyapıları (x100)



CGI Alaşımının Özellikleri

Grafit Şekli Açısından İnceleme

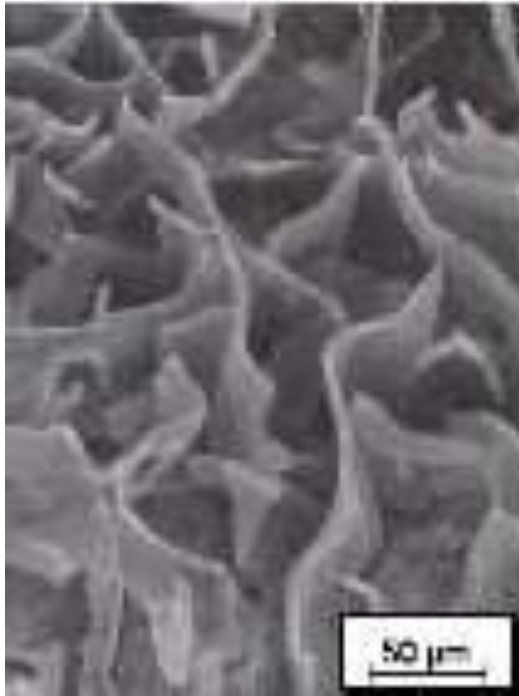


- Solucanımsı (vermiküler yapı)
- Daha az gerilim yığılması,
- Daha iyi yorulma özelliği

CGI Alaşımının Özellikleri

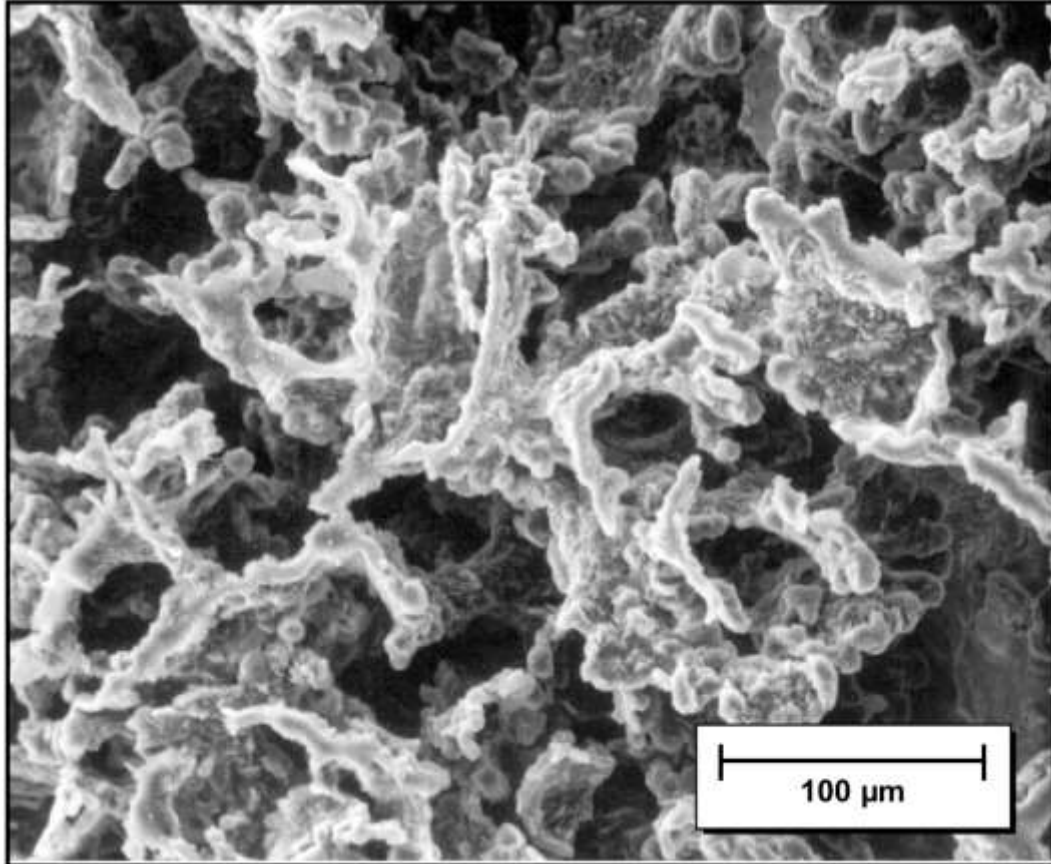
Grafit Şekli Açısından İnceleme

- Sırasıyla derin dağlanmış lamel, kompakt ve küresel grafitli dökme demirlerin elektron mikroskobu görüntüleri



CGI Alaşımının Özellikleri

Grafit Şekli Açısından İnceleme



- 3 boyutta birbirine bağlanmış komşu grafitler
- Malzeme boyunca sürekli yayılmış mercanımsı yapı
- Girintili çıkıntılı grafit yüzeyi yapısı

CGI Alaşımının Özellikleri

Isıl İletkenlik Özellikleri

- Grafit fazının ısı iletkenlik katsayısı perlit ve ferrit fazlarına kıyasla 3 ile 5 kat daha fazladır.
- Malzeme içine sürekli yayılmış mercanımsı yapı, ısı iletkenlik özelliğini çok iyi yönde etkiler.
- Küresel grafitlerin matris içerisinde gömülü olması, ısı iletkenlik özellikleri oldukça kötü etkiler

CGI Alaşımının Özellikleri

Termal Çok Dayanımı

- Termal Çok testlerinde T_{max} sıcaklığı arttıkça termal gerilimler artar.
- Fakat aynı T_{max} sıcaklıklarında gri demirlere kıyasla CGI diğer dökme demirlere göre daha iyi performans sergilemektedir.
- Bunun nedeni olarak kompakt grafit yapısı gösterilebilir.

CGI Alaşımının Özellikleri

Termal Çok Dayanımı



- Yoğun termal Őoka ve dolayısıyla termal gerilmelere maruz kalmış bir fren diskinin görüntüsü

CGI Alaşımının Özellikleri

Aşınma Direnci

CGI alaşımı;

Yüksek mekanik özellikler,

Yüksek ısı iletkenlik katsayısı,

Yüksek yorulma direnci,

özelliklerinin optimum bileşimine sahiptir

CGI Alaşımının Özellikleri

Aşınma Direnci

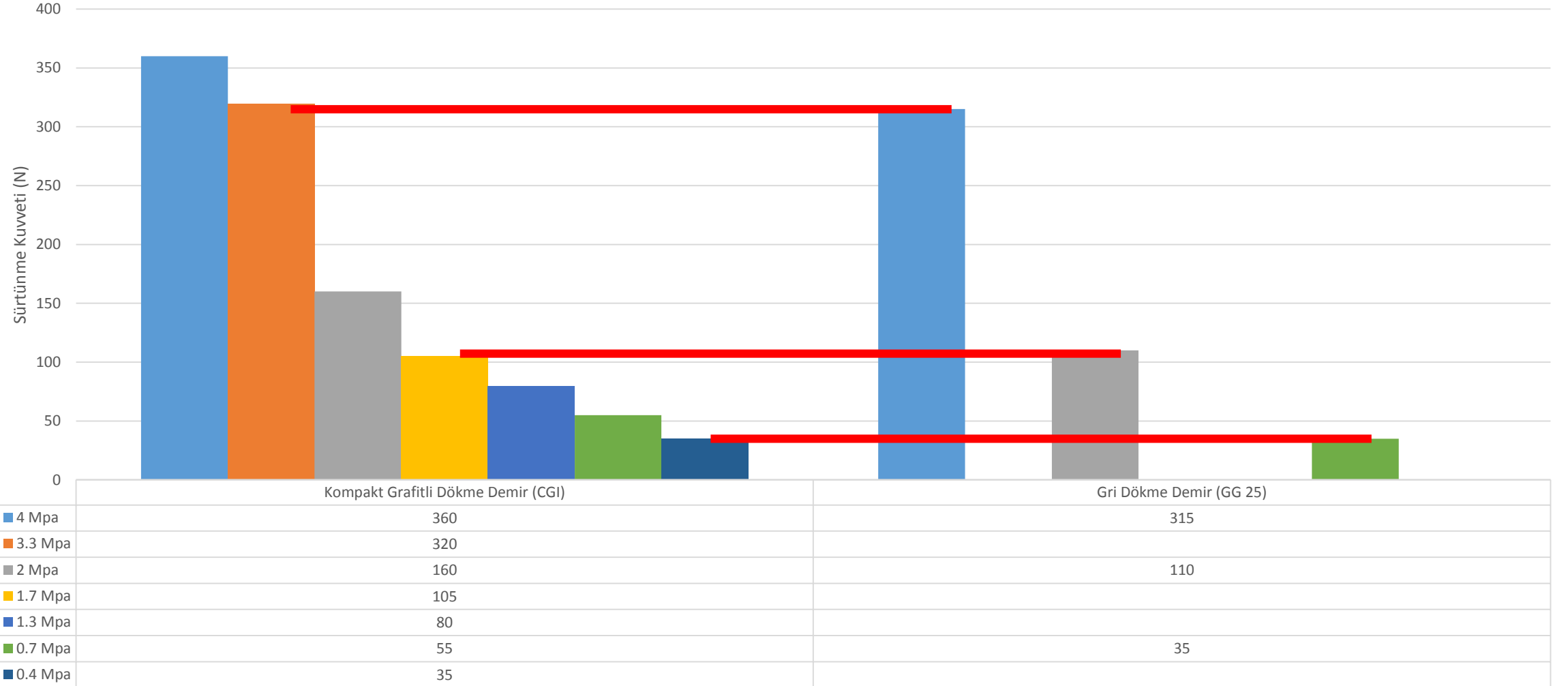
2003 yılında Cueva ve arkadaşları tarafından kompakt grafitli dökme demirlerin sürtünme ve aşınma davranışları hakkında yapılan çalışmada;

- Kompakt grafitli dökme demir
- GG25
- Titanyum alaşımlı dökme demir

sürtünme ve aşınma özelliklerine göre karşılaştırılmıştır.

CGI Alaşımının Özellikleri

Aşınma Direnci



CGI Alaşımının Özellikleri

Aşınma Direnci

- Hareket halindeki bir aracı yavaşlatmak veya durdurmak için ihtiyaç duyulan en önemli parametre üretilen «sürtünme kuvvetidir»
- CGI alaşımı daha düşük uygulama basınçları altında daha yüksek sürtünme kuvveti; dolayısıyla daha verimli bir frenleme gücü üretmektedir.

Fren Diski Alaşımından Beklentiler

- Herhangi bir araç için en önemli güvenlik bileşeni frenleme sistemidir.
- Fren diskleri ve alaşımı, çalışma ortamı gereği istenen birçok özelliği aynı anda karşılamak durumundadır.
 - Mekanik ve termal stres dayanımı
 - Termal çok direnci
 - Aşınma direnci
 - Değişken sıcaklıklarda kararlı sũrtũnme katsayısı
 - Sũrtũnme yũzeyinde ũniform aşınma
 - Uzun ōmũr
- Tasarımda herhangi bir faktör tek başına dikkate alınıp, herhangi bir diğerini göz ardı edilemez.

Fren Diski Alaşımından Beklentiler



Fren Diski Alaşımından Beklentiler

- Frenleme anında aracın sahip olduğu kinetik enerji, sũrtũnme yũzeyinde ısı enerjisine dũnũřtũrũlũr.
- Aracın bũyũklũėũ ve hızına bağlı olarak sũrtũnme yũzeyindeki sıcaklık çok kısa bir sũre içerisinde 800°C'ye kadar yũkselebilir.
- Sũrtũnme yũzeyi ile fren diski merkezi arasındaki sıcaklık farkı 500°C'ye kadar çıkabilir.
- Her frenlemede oluşan ani ısınma ve ani soğuma çevrimleri yũzũnden yũksek miktarda termal çok ve termal gerilme meydana gelir.

Deneysel alışmalar

Entil A.ř. Fabrikalarında, kompakt grafitli dökme demir üretimi proses kontrolünün tel tretman yöntemi uygulanarak sağlanabilmesi amacıyla yürütölen çalışmalar kapsamında 10 pota deneme dökümü yapılmıştır.

- Çalışmada motor silindir kapakları ve fren disklerinin dökümü gerçekleştirilmiştir.
- Üretilen alaşım, «aşınma malzemesi» üretmek amacıyla üretilmemiştir.
- Veriler fikir verme amaçlıdır.

Deneysel Çalışmalar

Deneme üretimi kapsamında dökülmüş, mevcut durumda gri dökme demirden imal edilen, ağır taşıtlar için hava soğutmalı bir fren disk.



Deneysel Çalışmalar

Döküm Şartları

- Kalıp ve parça bilgileri
 - Bir derecede iki figür
 - Brüt ağırlık 94 Kg
 - Net ağırlık 66 Kg
 - Tek figür Net Ağırlığı 33 Kg (mekanik işlem öncesi)
- Döküm bilgileri
 - Ocak Sıcaklığı: 1490°C
 - 800 Kg'lık kapaklı tretman potasında tel tretman
 - Döküm sıcaklığı: 1408°C
 - Kuma döküm
 - 75 dakika kalıp içerisinde soğuma
 - Hava ortamında doğal soğuma

Deneysel Çalışmalar

Kimyasal Bileşim

- Ocak, pota başı ve pota sonundan alınan numunelere ait kimyasal analizler (%ağ.) ve numune alımı anında ölçülen sıcaklıklar

	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Mg	%Ti	%Ce	T (°C)
OCAK	3,84	2,20	0,31	0,028	0,018	0,042	0,012	0,103	0,892	0,002	0,022	0,002	1490
POTA BAŞI	3,19	2,40	0,30	0,030	0,012	0,043	0,013	0,099	0,894	0,022	0,023	0,012	1408
POTA SONU	3,38	2,40	0,30	0,030	0,016	0,042	0,013	0,100	0,894	0,009	0,023	0,014	1396

Deneysel Çalışmalar

Mekanik Özellikler

- Deneme çalışması çekme deneyi sonuçları (DIN 50125 (2014-01))

Fren Diski	1. Ölçüm	2. Ölçüm	Ortalama
Çekme Mukavemeti			
(N/mm ²)	547,5	519,8	533,65
Akma Mukavemeti			
(N/mm ²)	393,71	376,65	385,18
% Uzama	2,55	2,57	2,56

Deneysel Çalışmalar

Mikroyapısal İncelemeler

- Kesit alınan bölgeler



Deneysel Çalışmalar

Mikroyapısal İncelemeler

- Kesit alınan bölgeler

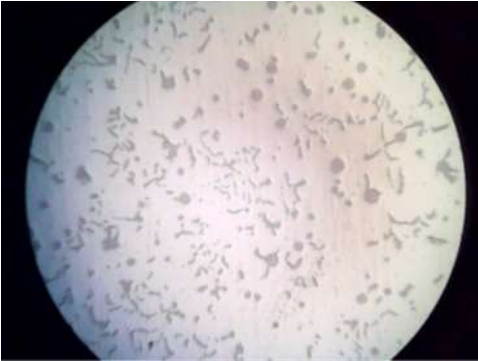


Deneysel Çalışmalar

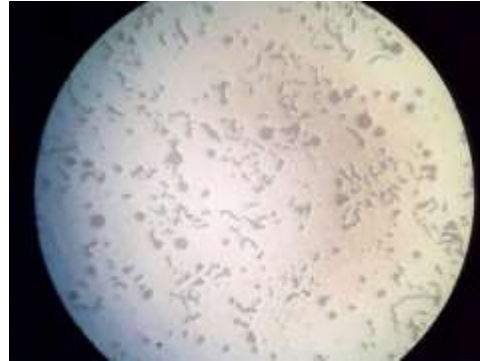
Mikroyapısal İncelemeler

- Dağlanmamış Mikroyapılar (x100)

A Bölgesi



B Bölgesi



C Bölgesi



D Bölgesi



E Bölgesi

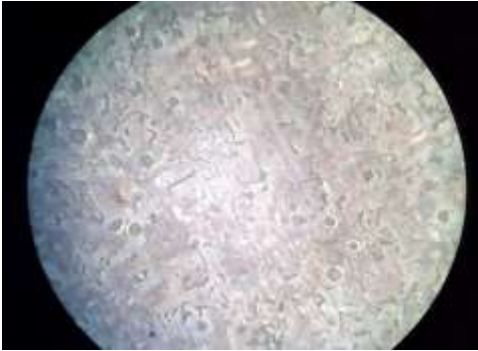


Deneysel Çalışmalar

Mikroyapısal İncelemeler

- Dağlanmış Mikroyapılar (x100)

A Bölgesi



B Bölgesi



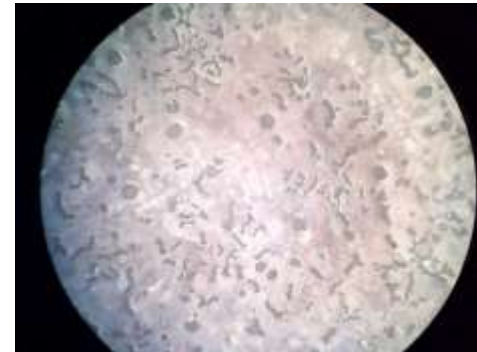
C Bölgesi



D Bölgesi



E Bölgesi



Deneysel Çalışmalar

Mikroyapısal İncelemeler

- Deneme çalışması metalografi raporu (DIN EN ISO 945-1)

Bölge	Ferrit Oranı (%)	Perlit Oranı (%)	Grafit Formu (%)	Grafit Boyutu	Küre Sayısı
A	5	95	40 VI – 60 III	5-6	40
B	5	95	40 VI - 60 III	5-6	40
C	5	95	50 VI - 50 III	6-7	>50
D	5	95	40 VI - 60 III	6-7	40
E	5	95	50 VI - 50 III	5-6	40

Sonuçlar

- CGI tanımı ve özellikleri ISO 16112 standardında belirtilmiştir.
- Deneme üretimi sonucu ortaya çıkan alaşım standartlar ile uyum içerisindedir.
- Başlangıç aşaması için deneme üretimi ve proses kontrolü başarıyla gerçekleştirilmiştir.
- Yürütülen deneme çalışması, CGI alaşımının ENTİL A.Ş. Bünyesinde üretilip geliştirilebileceğine işaret etmektedir.
- CGI alaşımı, üzerine çok sayıda çalışma yapılmış ve araştırılmaya devam edilen potansiyel ve geliştirilebilir bir aşınma malzemesidir.

Tartışma

- CGI alışı bir çok sektörde daha geniş yer bulmak için yeterli potansiyele sahiptir.
- Alışının doğasını ve karakteristiğini anlamak üzere daha fazla Ar-Ge faaliyetleri yürütülmeli, edinilen bilgi tasarım ve mühendislik uygulamalarına yansıtılmalıdır.
- Proses kontrolü gerçekleştirilen CGI alışımı «aşınma malzemesi» olarak tekrar ele alınmalı, laboratuvar ve gerçek çalışma ortamında testlere tabi tutulmalıdır.
- Testlerden elde edilen bilgiler ışığında yürütülecek Ar-Ge faaliyetleri ile alışım iyileştirilmelidir.

Teşekkürler...