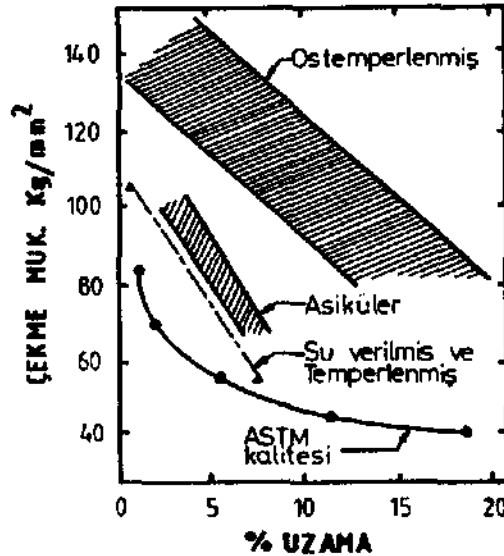


OSTEMPERLENMİŞ KÜRESEL GRAFITLİ DÖKME DEMİRLER

Ostemperlenmiş Küresel Grafitli Dökme Demirler (OKGDD) aynı tokluk ve süneklikteki standart Küresel Grafitli Dökme Demirin (KGDD) sahip olduğu mukavemetin yaklaşık iki katını gösteren bir dökme demir grubunu oluşturmaktadır (Şekil 1). Yüksek tokluk ve mukavemet özelliklerinin yanı sıra, bu dökme demirler oldukça iyi yorulma ve aşınma direnci gösteririler ki, bu özelliklerin-

den dolayı dişli, krank mili, demiryolu ve genel makina uygulamaları gibi çok çeşitli kullanım alanları bulmaları mümkün olabilmektedir. Bununla birlikte çeliklere göre % 10 daha hafif olmaları, üretimde % 30 enerji tasarrufu sağlanması, dökümlerinin ve talaş kaldırma işlemlerinin kolay olması da bu tür dökme demirlere olan talebin artmasına neden olmaktadır.



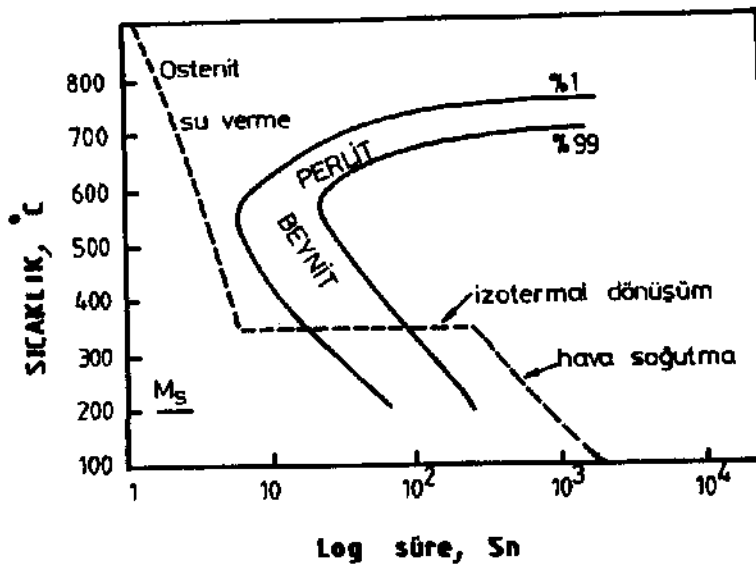
Şekil 1 : Çeşitli KGDD'lerin mukavemet ve % Uzama ilişkileri

Bu üstün özellikleri taşıyan dökme demirlerin üretiminde yüksek kaliteli bir döküm ile kontrollü bir ısıtma işlemi gerekmektedir. Isıtma işlemi dökümün elde edilmesinden sonra, uygun bir ostenitleme sıcaklığına (850-900 °C) ısıtma, daha sonra beynit dönüşüm bölgesinde (250-450 °C) sabit bir sıcaklıktaki ortamda

su verme ile sağlanır (Şekil 2).

Isıtma işlemi sırasında ostenitleme sıcaklığı ve süresi ile ostenitleme sıcaklığı ve süresi mekanik özellikleri önemli derecede etkiler.

Bunlardan ostenitleme sıcaklığı oluşan beynitik matriksi belirlendiğinden en önemli özellik konumundadır.



SEKİL 2 : Alaşımsız KGDD'in şematik izotermal dönüşüm diyagramı

Düşük ostemperleme sıcaklığında (250-330 °C) alt beynit oluşur. Bu yapı çok ince karbürler içeren asiküler veya iğnesel ferritik fazdan meydana gelir. Bu dökme demirlerin yüksek sertliği (≥ 400 HB) ve mukavemeti vardır. Özellikle dişliler ve diğer yüksek temas gerilimi gerektiren uygulamalarda kullanılır. Yüksek

ostemperleme sıcaklığında (330-450 °C) üst beynit oluşur ve yapı ferrit ile yüksek karbonlu ostenitin karışımından meydana gelir. Üst beynitik mikroyapıya sahip OKGDD'in sertliği 260-350 HB arasında değişir. Yüksek süneklik ve tokluk ile oldukça iyi yorulma ve aşınma direnci gösterir.

Çekme mukavemeti, Kg/mm ²	:	85 - 160
Akma mukavemeti, Kg/mm ²	:	60 - 120
% Uzama	:	2 - 16
Sertlik, BHN	:	250 - 550
Yorulma Mukavemeti, Kg/mm ²	:	32 - 70
Darbe direnci, Kg/m	:	1 - 16
Kırılma tokluğu, MP \sqrt{m}	:	75 - 105
Elastisite modülü, Kg/mm ²	:	15400 - 16500

TABLO 1 : OKGDD'lerin oda sıcaklığındaki mekanik özellikleri

Görüldüğü üzere KGDD'lerin mekanik özellikleri geniş bir aralıkta değişim gösterebilmektedir (Tablo 1). Ostemperleme sıcaklığının mikroyapıdaki kalınlığı ostenit ve martensit miktarı kadar, oluşan beynitik yapıya etkilemesi yüzünden OKGDD'lerin mekanik özellikleri üzerinde önemli bir faktör olmaktadır. Alt beynitik yapılarda sınırlı bir sünekliğin ($\leq 2\%$) yanısıra oldukça yüksek çekme mukavemeti (160 kg/mm²) elde edilir.

Mekanik özellikler yönünden daha düşük çekme mukavemetine karşın (100 kg/mm²), daha iyi süneklik istenirse o zaman üst beynitik yapı tercih edilmelidir. Bu yapıdaki mevcut yüksek karbonlu ostenit yüksek sünekliğin yanısıra darbe direnci, yorulma mukavemeti ve kırılma tokluğu özelliklerini iyileştirir.

Abrasiv aşınmaya yüksek direnç gösteren uygulamalarda da OKGDD martensitik Ni-Cr Beyaz Dökme Demir (Ni-Hard) veya yüksek

karbonlu Beyaz Dökme Demir kadar aşınma direnci göstermez. Ancak, OKGDD'in aşınma direnci perlitik KGDD'in kinden yüksektir ve alaşımız Beyaz dökme demirinkine yakındır. Orta karbonlu çelikler ile manganlı çeliklerinkinden de yüksektir. Beyaz Dökme demirde olmayan tokluk özelliği OKGDD'de mevcuttur. Bir diğer önemli özelliğide OKGDD'in çalışma şartları altında deformasyonla sertleşebilmesidir. Bu da yapıdaki yüksek karbonlu ostenitin püskürtmeli sertleştirme (shot-peening) gibi soğuk deformasyon uygulaması ile martensite dönüşmesi neticesinde gerçekleşir.

Böylece yüzeyin aşınma direnci arttırılırken iş parçasının çalışması sırasında geriye kalan yüksek karbonlu ostenit martensite dönüşecek ve kendi kendini yenileyen sert bir yüzey elde edilecektir. Bütün bunlara ilave olarak bugüne kadar otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan malzemeler ile mukayese edildiğinde OKGDD'in en yüksek mukavemet değerlerine sahip olduğu görülebilir. Tablo 2'ye bakıldığında dökme demir ailesinin elemanlarının mukavemetleri 70 Kg/mm² sınırını aşamaz iken, bu değer OKGDD'lerde 160 Kg/mm² civarında gerçekleşmektedir.

	DÖKME DEMİRLER				ÇELİKLER	
	OKGDD	LAMEL	TEMPER	KGDD	DÖKÜM	DÖVME
ASTM Standardı	—	A48	A602	A536	A27	A290, A-D
Çekme Muk. Kg/mm ²	85-160	14-40	35-70	40-70	40-50	55-118
Akma Muk. Kg/mm ²	60-120	—	22-60	27-50	20-30	31-100
% Uzama	2-16	<1	1-10	3-18	22-24	10-22

TABLO 2 : Otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan malzemelerin mukavemet değerleri.

Bugüne kadar dişli yapımında oldukça yaygın olarak kullanılan dövme yada yüzey sertleştirilmiş çeliklerin yerine bu yeni malzemenin kullanılması oldukça büyük ilgi uyandırmıştır. Örneğin; krank mili olarak kullanıldığında OKGDD krank milinin eşdeğerdeki dövme çelik krank milinden % 35 daha yüksek çekme mukavemeti vardır ve yaklaşık % 10 daha hafiftir. Fiyatı ise eşdeğer boyutdaki dövme çelik krank milinden % 30 daha ucuzdur. Aynı zamanda, OKGDD parçalarının dövme çeliklerden % 40 daha yüksek akma mukavemeti ve % 20 daha düşük elastisite modülleri vardır. Sertlik ve % uzama değerleri ise aynıdır.

Demiryolu taşıtlarındaki bağlantı elemanlarının da bu malzemenin üretilmesi durumunda, aşınma direncinin iki kat arttığı, ayrıca trenlerdeki fren pabuçlarının da bu malzemenin yapılması halinde aşınma direncinin normal dökme demirlere nazaran yaklaşık 6.5 kat arttığı gözlenmiştir. Aynı zamanda bu fren pabuçlarının tekerleri daha az aşındırdığı tesbit edilmiştir. Bunun yanısıra dişli olarak kullanıldıklarında çeşitli avantajlara sahip oldukları görülmüştür. Bunlar teknik ve ticari olarak şöyle sıralanabilir.

A- TEKNİK AVANTAJLARI

1- Küresel Grafitli Dökme Demir % 10 daha hafiftir.

2- KGDD dişliler, çelik dişlilerden daha sessiz çalışmaktadır. Çünkü, yapıdaki grafit sönüm kapasitesinin % 40 artmasını sağlar.

3- KGDD'in çelikten daha az çentik duyarlılığı vardır. Bu yüzden yüzey işlemlerinin çelikteki kadar hassas yapılmasına gerek yoktur.

4- OKGDD'in yorulma ömrü püskürtmeli sertleştirme ve yüzey haddelendirme işlemleri ile arttırılabilir. Hatta dişlilerin çalışma esnasında dahi yüzeyleri sertleşebilir.

5- 300 Brinel sertliğindeki OKGDD malzemenin aşınma direncinin 500 Brinel sertliğindeki dövme çelığe eşdeğer olduğu görülmüştür

6- OKGDD'in elastisite modülü

çeliğinkinin yaklaşık % 70-80'i kadardır.

B- TİCARİ AVANTAJLARI

1- Hammade olarak dökme demir çelikten daha ucuzdur.

2- Belirli dişliler benzer şekilli (near-net shape) dökülebilir. Mesela, döküm işlemi sırasında dişler oluşturulabilir.

3- Isıl işlem görmeden önce dahi, KGDD'in işlenebilirliği tavlama çelikten oldukça iyidir. Bu nedenle pahalı işleme takımlarının sarfiyatı da az olmaktadır.

4- KGDD dişlilerin üretiminde kullanılan enerji, çelik dişlilerin üretiminde kullanılan enerjiden daha az olmaktadır. Tablo 3 Bu yüzden % 50'ye varan enerji tasarrufu yapılabilmektedir.

İ S L E M	HARCANAN ENERJİ Kwh/t	
	KGDD	CELİK
Üretim	2500	4500
Tavlama	---	500
Ostempereleme	600	---
Yüzey serleş.	---	800 - 1200
TOPLAM	3100	5800 - 6200

TABLO 3 : OKGDD ve çelik dişlilerin üretiminde kullanılan enerji miktarları

Ostemperlenmiş küresel grafitli dökme demirlerde görülen bu avantajlar birçok sanayi sektörünün ilgisini çekmiş ve önceden dökme demirlerin kullanılmasının uygun olmadığı birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Kullanılan parçaların sektörlere göre dağılımı aşağıdaki gibidir.

A-Madencilik : Pervane ve pompa karteri, maden vagon tekerleri, haddeler, zincir baklaları

B-Tarım ve Ormancılık : Pulluk, pulluk bıçakları, kepeçler, çeşitli tarım makineleri

C-Makina : Kılavuzlar, taşıyıcı silindirler, kalıplar, çeşitli hidrolik parça, kompresör ve soğutma makineleri üretimi

D-Ulaşım : Demiryollarında ve trenlerde bağlantı elemanları, fren pabuçları, vagon tekerleri, şaftlar, yay mesnedleri

E-Savunma Sanayii : Abrams M1 tanklarının paletleri, tahrik dişlileri ve süspansiyon kolları

F-Otomotiv : Dişli, krank mili, amortisör, kumanda mili çatalı, ayna mahruti dişlisi, direksiyon parçaları, kardan milleri, zincir dişlisi, kasnak göbeği, bağlantı çubukları, göbek dişlisi, dingil, otomatik dişli kutuları, dizel motorların zamanlama dişlileri, ayna dişlisi, pinyon takımı.

OKGDD yüksek mukavemetli, yüksek tokluğa sahip, aşınma ve yorulma özelliklerinin mükemmel olduğu dökme demirlerin yeni bir sınıfını oluşturmaktadır. Son yıllarda dünyada kullanımları yaygınlaşan bu malzemeler, mukavemet özelliklerinin gerek dövme gerekse çelik dökümden üstün olması ve buna ilaveten ucuzluğu ve hafiflikleriyle kendilerini kabul ettirmiş durumdadırlar.

İncelenen konu ve bilgi istediğiniz diğer döküm konuları için adresimize yazınız.

Gözenoğlu Sok. Birlik Sitesi No:7/3

Gayrettepe B0280 İSTANBUL

Telf: 1671387 - 1671398