

# ALAŞIMLI BEYAZ DÖKME DEMİRLER

## GİRİŞ

**MET 13 MART 95 SIRA NO: 30**

Alaşım elementlerinin ve ısıl işlem koşullarının, beyaz dökme demirlerin mikroyapısına ve özelliklerine etkisi bu yazıda özetlenmektedir.

Alaşımli beyaz dökme demirler (özellikle yüksek krom-molibdenli) cevher kırıcıları, değirmen bilyaları, tarım alet ve makinaları, pistonlar ve dişliler, çeşitli konveyörler, pompalar, diskler, tuğla kalıpları, segmanlar ve barlar gibi yüksek aşınma direnci gerektiren yerlerde kullanılmaktadır. Yapıda bulunan krom korozyon direncini arttırır. Mikroyapıda yer alan geniş primer özellikle  $M_7C_3$  tipi ötektik karbürler malzemeye yüksek sertlik ve aşınma direnci verir. Molibdenin krom ile birlikte bulunması yüksek sertliğin yanında

yüksek derecede tokluk ve işlenebilme özelliği verir. Mükemmel aşınma direnci ve tokluk arasındaki denge ısıl işlem ve alaşımlandırma ile sağlanır. Yüksek alaşımlı dökme demirler başlıca iki gruba ayrılır.

- 1) Nikel-Krom içeren beyaz dökme demirler (%3-5 Ni, N1-4 veya 7-11 Cr)
- 2) Krom-Molibden içeren beyaz dökme demirler

- a) %11-23 Cr, max.%3 Mo, Ni veya Cu
- b) %25-28 Cr, %1.5 ve /veya Mo

Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerin çekme mukavemeti 70 kg/mm<sup>2</sup>, sertliği ise 700 HB'ye ulaşmaktadır.

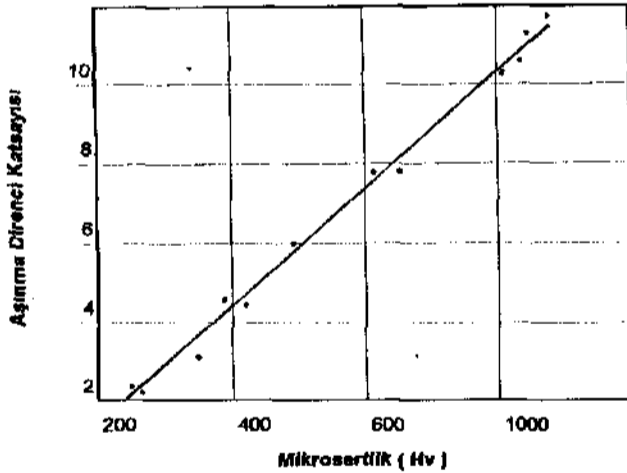
Aşınmaya dayanıklı alaşımlı dökme demirler ile ilgili ASTM, DIN ve BS standartları Tablo 1,2,3 ve 4'de verilmektedir.

Yüksek krom-molibden içeren beyaz dökme demirler üstün aşınma direnci ve tokluk nedeniyle aşınmaya maruz birçok alanda kullanılmaktadır.

- \* Öğütücü değirmen bilyaları (kuru öğütmede birinci kamarada martensitik yüksek kromlu dökme demir bilya kullanmak aşınma miktarını 1000 g/ton çimentodan 50 g/ton'a düşürmüştür).
- \* Darbe çubukları, darbeli kırıcıların dövücü blokları.
- \* Şahmerdanlar, bazı çekiçler ve küçük çeneli kırıcılar için aşındırma plakaları.
- \* Çimento değirmenlerinde astar plakaları

#### Yüksek Kromlu Dökme Demirlerde Mikroyapı Bileşenleri:

Beyaz dökme demirlerin mükemmel aşınma direnci mikroyapılarının sonucudur. Sertlik arttıkça aşınma direnci artmaktadır (Şekil 1).

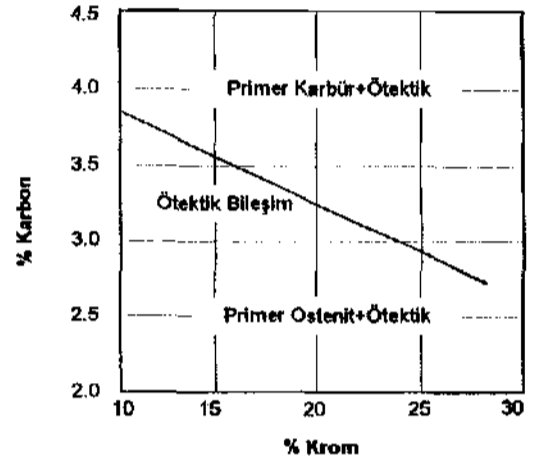


Şekil 1: Yüksek krom-molibdenli beyaz dökme demirlerde matris sertliğinin aşınma direncine etkisi.

Aşınma olayı aşındırıcı taneciklerin metal yüzeyine girmesi deformasyon ve aşınma çizgileri oluşturması ve yüzeyden parçalar kopması nedeni ile gerçekleşir. Aşınma olması için aşındırıcı taneciğin metalden daha sert olması gerekir.

#### Karbürler:

Yüksek krom-molibdenli beyaz dökme demirler mikroyapıda bulunan krom-molibdenli beyaz dökme demirlerin mikroyapısında süreksiz ötektik karbürler ve sekonder karbürler olmak üzere iki çeşit karbür bulunmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2: Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde krom ve karbon arasındaki ilişki

$M_3C$  tipi karbürün sertliği 840-1100 Hv,  $M_7C_3$  tipi karbürün sertliği 1200-1800 Hv ve  $Mo_2C$ 'nin sertliği 1500 Hv'dir.

Mikroyapının %40-50'si karbür, geri kalan kısım matristir. Karbon artışı ile mikroyapıda bulunan karbür miktarı artar. Ötektik karbon içeriği aşıldığında çok kaba primer karbürler oluşur.

Mikroyapıda oluşan primer karbürler gevrek yapıya sahiptir. Bu nedenle ötektik karbon içeriği aşılmamalıdır. Ötektik karbon içeriği %3.6 C-%15 Cr, %3.2 C-%20 Cr, %3.0 C-%25 Cr'da oluşur.

Diğer alaşım elementleri bu miktarı değiştirir. Özellikle silisyum bu içeriği azaltmaktadır.

**Matris:**

Yüksek aşınma direnci ve tokluk içine beyaz dökme demirin yapısında uygun karbür ve matrisin bulunması gerekir. Matris için yapılabilecek optimum seçim

- 1) İkincil karbürlerle sertleştirilmiş yüksek C'lu sert martensit veya
- 2) Isıl işlemlerle sertleştirilebilen ostenit.

C miktarı arttıkça martensitin aşınma direnci artar. Isıl işlem sonucu martensitik martensite dağılan karbürler aşınma direncini arttırır. Temperleme ile aşınma direnci düşer.

Yüksek Cr'lu beyaz dökme demirlerde karbürler matris içinde dağılmıştır. Matris yumuşak olursa karbürlerin kırılma eğilimi yüksek ve aşınma direnci daha düşüktür. Akma noktası matris yumuşadıkça düşer. Yumuşak matris sürtünme sırasında oluşan mekanik gerilmelere karşı karbürlere gerekli desteği sağlayamaz ve sonuçta karbürler kırılır (Şekil 3).

Bu nedenle mikroyapıda perlit varlığı da önemlidir. Perlit miktarı %10'u aştığında direnci düşmektedir. Yapıdaki bulunan dökme demirler %12 Mn içeren Headfield çeliği gibi aşınma sırasında oluşan gerilmelerin etkisiyle deformasyon sertlenmesine uğrayabilir. Ancak mekanik gerilmelerle sertleşebilen ostenitik matris, martensitik matris kadar aşınmaya karşı dirençli değildir.

MATRİS	OYMA AŞINMASI ORANI	ÖĞÜTME AŞINMASI KAYBI (gm)	HB
Perlit	0.41	0.14	406
Ostenit	0.09	0.08	564
Martensit	0.04	0.04	840

Şekil 3: Yüksek krom-molibdenli beyaz dökme demirlerde matris yapısının aşınma kaybına etkisi

Mekanik gerilme etkisi ile martensitik dönüşüme uğrayan östenitik veya kısmi ostenitik matrisin bir dezavantajı sıcaklıktaki bir artışla matrisin tekrar kararsız hale gelmesidir. Bu faz dönüşümleri sonucu oluşan hacim değişikliği kırılmalara veya yüzeyde mikro çatlaklara neden olabilir.

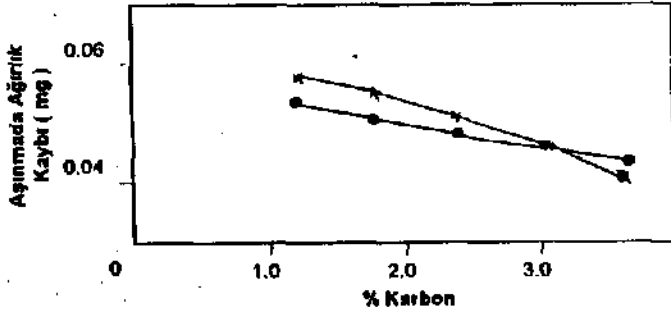
**Alaşım Elementlerinin Etkisi:**

**Krom (Cr) :** Kararlı karbür yapısı oluşturup, sertlik ve aşınma direncini arttırır.

Krom miktarı  $>10$  ise  $M_7C_3$  tipi ötektik karbürler,  $<10$  ise  $M_3C$  karbürleri oluşur.

Cr, beyaz dökme demirin korozyon direncini de arttırır. %12-22 Cr içeren beyaz dökme demirler martensitik yapıda en iyi aşınma direncini gösteren alaşımlardır.

**Karbon (C):** Beyaz dökme demirin sertliğini arttırır. Yüksek kromlu dökme demirlerde C içeriği %15 Cr için %2.20-3.50, %27 Cr için, %2.20-2.70 civarındadır.

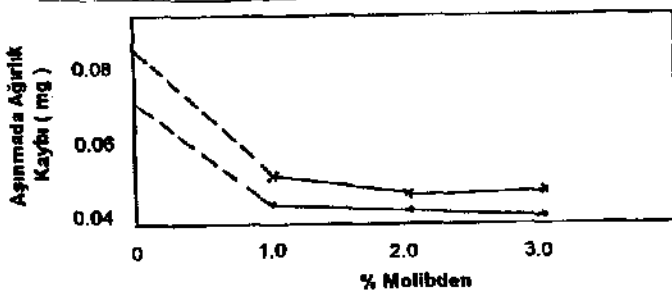


(x ısıtılmış, • döküm hali).

Şekil 4: Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde karbonun aşınma direncine etkisi

Şekil 4'den de görüleceği gibi karbon arttıkça aşınma direnci de artmaktadır.

Molibden (Mo): Yüksek Cr'lu beyaz dökme demirlerde %1-4 arasında Mo ilavesi dökümden sonraki mikroyapıda perlitin oluşmaması için yapılır. Mo, beyaz dökme demirin sertleşebilirliğini ve aşınma direncini de arttırır (Şekil 5).



(x ısıtılmış, • döküm hali)

Şekil 5: Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde molibdenin aşınma direncine etkisi.

Mangan (Mn): Perlit oluşumunu önlemek için ilave edilir. %0.7'nin altında olmalıdır. %1.5'dan fazla olduğunda tokluk, mukavemet ve aşınma direncini düşürür. %1.5'un üzerindeki değerlerde kalıntı ostenit oluşturma riski ve kırılma tehlikesi artar.

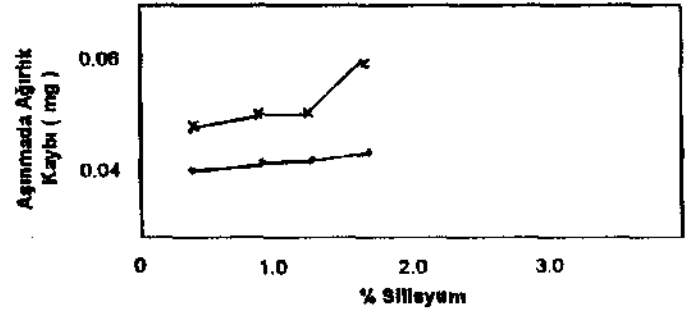
Kükürt (S): Optimum aşınma direnci için max %0.03 olmalıdır. Bu değer üzerinde aşınma direncini olumsuz yönde etkiler.

Fosfor (P): Yüksek kromlu beyaz dökme demirin tokluğunu düşürür. Özellikle kalın kesitli dökümlerde Mo'in sertleştirici etkisini yok eder. Max.0.3 olmalıdır.

Nikel (Ni): Perlit oluşumunun önlenmesi için ilave edilir, sertleşebilirliği de arttırır. Genellikle Ni miktarı %0.2-1.5 arasındadır.

Bakır (Cu): Perlit oluşumunun önlenmesi için ilave edilir, sertleşebilirliği de arttırır. Max %2.5 olmalıdır.

Silisyum (Si): Malzemenin sertleşebilirliğinde olumsuz rol oynar. Silisyum oranı arttıkça ısıtılmış beyaz dökme demirin aşınma direnci azalır (Şekil 6).



(x ısıtılmış, • döküm hali)

Şekil 6: Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde silisyumun aşınma direncine etkisi.

Si %0.4-0.9 arasında olmalıdır. Silisyum mikroyapıdaki karbür çekirdeklerinin artışına neden olur ve daha ince yapıllı karbürler oluşturur. Si ilavesi ile karbürlerarası mesafe azalır. Bu durumda karbürler matrisi aşınmadan korur. Yeterli Si içeriği tokluğu da arttırır. Ancak fazla miktarda Si perlit oluşumu nedeniyle matrisi zayıflatır, bu nedenle

darbe direnci ile birlikte aşınma direnci de düşer.

Vanadyum (V): Karbür oluşturuca elementtir. %0.1-0.5 arasında olmalıdır.

Bor (B): %0.12-0.3 olduğunda mikroyapıdaki karbürleri inceltir ve sürekli iğneler şekline getirir, darbe direnci %20 artar.

Niobyum (Nb): Matrisin sertliğini arttırarak beyaz dökme demirin aşınma direncini arttırır.

**Yüksek Kromlu Beyaz Dökme Demirlerin Isıl İşlemi:**

Amaç, martensitik matris içinde ikincil karbürleri oluşturmaktır. Su verme işlemi, genellikle havada yapılır. Bu nedenle kesite uygun bileşim seçilmeli, uygun soğuma hızı kullanılmalıdır.

Katılaşma sırasında veya yüksek sıcaklıkta oluşan ostenit, krom, karbon ve diğer alaşım elementlerine doymuş haldedir. Sıcaklık düşüşüyle birlikte krom ve karbon ikincil karbürler olarak çökeler ve yapıdaki ostenit miktarı azalır. Bu durumda kararsız hale gelen ostenit soğuma hızına bağlı olarak perlit, beynite veya martensite dönüşebilir. Bununla birlikte karbür çökmesi düzensizdir. Bu nedenle ortalama soğuma hızlarında bile mikroyapıda kalıntı ostenit bulunur. Dolayısıyla dökümden sonraki yapı perlit, martensit ve kalıntı ostenittir.

İnce kesitli malzemelerde ostenit, kalın kesitlerde perlit mikroyapıya hakimdir. Bileşim kesit ve soğuma hızına göre ayarlanırsa tamamen ostenitik yapı elde edilebilir (yüksek miktarda Cr kullanılması, Mo, Ni, Cu ilavelerinin yapılması).

Aşırı miktarda kalıntı ostenit içermeyen, tamamen martensitik yapı elde etmek için dökümün 920-1000 °C'de tutularak destabilize edilmesi gerekir. Bu sırada oluşan sekonder karbür çökmesi matrisin Cr ve C içeriğini düşürür. Dektabilizasyondan sonra yapılan soğutmada soğuma hızı perlit dönüşümüne yol açmayacak kadar yüksek ise ostenit martensite dönüşebilir.

Alaşımın stabilize edilmesinden sonra sertleşebilirlik krom ve karbon içeriği ile belirlenir. Krom ve karbon birleşerek ötektik ve sekonder karbürleri oluşturur. Alaşımın toplam karbon içeriğinden yalnızca bir kısmı matris içinde kalarak sertleşebilirliği arttırır. Karbon miktarı sabit tutulup krom arttırılırsa sertleşebilirlik artar.

Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerin çoğu %13-20 Cr, %2.5-3.0 C içerir ve Cr/C oranı 4-8 arasındadır. %2.5-3.0 Mo ve 5-7 Cr/C oranına sahip 100 mm kesitli parçalar havada su verme işleminin şiddetine bağlı olarak tamamen sertleşebilir. Perlitsiz yapı için max yarı soğuma süresi havada soğutmada 20-30 mm'lik kesit için 10 dakikadır.

**Su Verme Sıcaklığı:**

Su verme sıcaklığı dönüşüm özelliklerini ve son durumdaki sertliği ostenit içinde çözünen krom ve karbon miktarına bağlı olarak belirler. Ostenit içindeki karbon çözünürlüğü sıcaklık arttıkça artar. Karbon içeriğini arttırmak sertleşebilirliği arttırır ve su verdikten sonra sert martensit oluşumuna yol açar.

Su verildikten sonra sertlik su verme sıcaklığına bağlı olarak artar. Krom ferritten ostenite dönüşüm sıcaklığını arttırdığından krom içeriği arttıkça max

Mo içeren beyaz dökme demirlerin işlenebilirliğini arttırmak için tavlanaabilir. Tavlama prosesinin amacı martensit veya ostenit içermeyen perlitik matris elde etmektir.

Genellikle yüksek sertleşebilirliğe sahip beyaz dökme demirler için tavlama prosesi oldukça uzun bir ısıl işlemi kapsar.

SINIF	SICAKLIK °C	SU VERME SÜRESİ	SU VERME ORTAMI	TEMPERLEME SICAKLIĞI
%15 Cr % 3 Mo	920-960	1/2-1 saat	Hava	200-260 °C
%15 Cr % 2 Mo % 1 Ni	920-961	min. 4 saat	Hava	
%20 Cr % 2 Mo % 1 Ni	920-1000	min. 6 saat	Hava	

Şekil 8 : Yüksek krom-molibdenli beyaz dökme demirlerin ısıl işlem koşulları

İşlem aşağıdaki gibi yapılır.

- 930-980 °C'de 2 saat bekletme,
- 820 °C'ye kadar 60 °C/h ile kontrollü soğutma,
- 700-720 °C'ya kadar 10-15 °C/h soğuma hızıyla kontrollü soğutma,
- 700-720 °C'de 4-20 saat bekleme.

Tavlamadan sonra sertlik 350-430 HB arasında olur. Ötektik krom karbürler tavlama prosesinden etkilenmedikleri için işlenebilirliği etkileyen başlıca faktör C içeriğidir. En kolay işlenebilir sınıf %15 Cr, %3 Mo LC'dir. %3 C'un üzerinde işleme zorlaşır. Temperleme işlemi genellikle 205-230 °C'de 2-4 saat yapılır. Sertleştirmeden sonra yapı %10-30 ostenit içerir.

Artan temperleme sıcaklığı ile çok az ya da hiç kalıntı ostenit içermeyen alaşım sıcaklık artışı sonucu sertlik düştüğü gösterir. 500 °C üzerinde sertlik ani olarak düşer.

**Yüksek Kromlu Beyaz Dökme Demirlerin Aşınma Direnci:**

Yüksek Cr-Mo'li beyaz dökme demirlerin aşınma özelliklerini başlıca 2 faktör belirler.

1) Karbür yapısı:

Karbür miktarı arttıkça aşınma direnci artar. %30 karbür oranına kadar sertlik arttıkça aşınma direnci artar. %30'un üzerinde karbür oranındaki artıştan aşınma direnci etkilenmez. Bu oran ötektik bileşime yakındır. Ötekiğin üstünde karbür oranındaki artıştan aşınma direnci etkilenmez. Karbürler arası uzaklık aşınma direncinde önemli rol oynar. Karbürler arası uzaklık ne kadar düşük olursa aşınma direnci o kadar yüksek olur.

2) Matris yapısı:

Matris sert ötektik MC tipi karbürleri yerinde tutar. Matris aşınırsa desteksiz kalan karbürler gerilmeler altında kırılır. Bunlar bazı durumlarda yumuşak matrise gömülerek sert bir yüzey tabakası oluşturur. Bu durum özellikle ferritik matriste etkin olmaktadır.

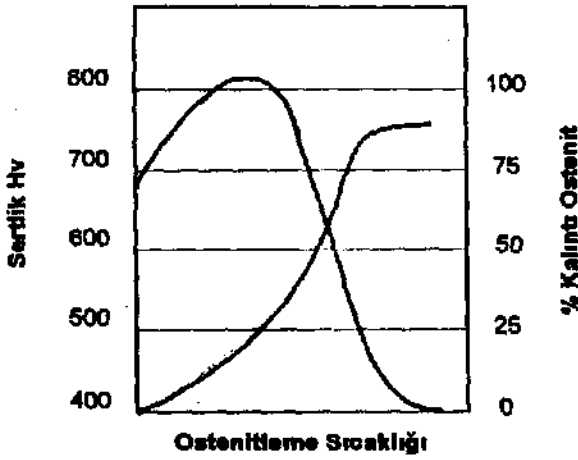
Perlitik matris en düşük aşınma direncine sahip olduğu için beyaz dökme demirlerde perlitik yapı istenmez.

Matrisin aşınma direnci, aşınma sırasındaki gerilmelere bağlıdır.

sertliğin elde edildiği su verme sıcaklığı artar. Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde sekonder karbür çökmesinin sertliğe etkisi olduğu için, %20 kalıntı ostenit sağlayan ostenitleme sıcaklığı en yüksek sertliği sağlar. %15 Cr içeren bir alaşımda max. sertliğin elde edildiği su verme sıcaklığı 940-970 °C arasındadır.

Kalın kesitli parçalarda soğuma hızına bağlı olarak mikroyapıda perlit oluşması beyaz dökme demirin sertliğini çok fazla düşürmese bile, aşınma direncinde önemli bir düşüşe neden olabilir.

Yapıdaki değişimlere bağlı olarak oluşan iç gerilimler beyaz dökme demirin aşınma ve darbe direncini düşürür.



Şekil 7: Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde ostenitleme sıcaklığının sertlik ve kalıntı ostenite etkisi.

Mikroyapıdaki kalıntı ostenit sertliği düşürür (Şekil 7). Kalıntı ostenit miktarı, stabilizasyon işlemi ile azaltılabilir. Kalıntı ostenitin kararlılığını azaltmak için bu fazın krom ve karbon içeriğini azaltmak gerekir. Bu, işlem süresini uzun tutarak sağlanır. Ni veya Cu içermeyen alaşımlarda bu süre en az bir saattir. Mo'in kalıntı ostenit üzerindeki etkisi çok azdır. Bununla

birlikte %0.50-1.0 Ni veya Cu içeren beyaz dökme demirlerde yeterli kararlılık stabilizasyon sıcaklığında 6 saat (veya daha fazla) durularak sağlanır. Sonuçta oluşan düşük karbonlu ostenit yüksek karbonlu martensitten daha düşük sertlik ve aşınma direncine sahiptir.

#### Martensit Dönüşümü:

Martensit dönüşüm süreci ikincil karbür çökmesi ile ilgilidir. İkincil karbür çökmesi, ostenitin C ve Cr oranını azaltır, Ms sıcaklığı ile birlikte Mf sıcaklığını arttırır. Bu nedenle martensit dönüşüm oranı artar. Ms ve Mf sıcaklığı, ostenitleme sıcaklığı düştükçe azalır, yani sıcaklık arttıkça matris C ve Cr yönünden gittikçe fakirleşmektedir.

Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerin matrisleri katılaşma sırasında oluşan ayrışma nedeni ile homojen bir yapıya sahip değildir. Martensit dönüşüm oranı karbür çökme oranı ile birlikte artar. Yüksek sıcaklıkta karbür çökme oranının artması ile oluşan sertlik düşüşü ve kalıntı ostenit oranının artışı ile ilgilidir. Düşük sıcaklıklardaki düşüş, martensitin karbonunun azalması nedeniyle. Matrisin sertliği martensit dönüşüm oranı ve oluşan martensitin sertliğine bağlıdır. Martensitin sertliği de içerdiği C miktarına bağlıdır. Ostenitin C'ü arttıkça martensit dönüşüm oranının azalması nedeniyle matrisin sertliğinin artış hızı azalır.

#### Tavlama ve Temperleme

Yüksek sertlik ve karbür içeriği nedeniyle beyaz dökme demirlerin işlenmesi çok zordur. Ancak yüksek Cr ve

Yüksek Krom-Molibden İçeren Beyaz Dökme Demirler (ASTM A 532)

SINIF	TİP	SEMBOL	Kimyasal Bileşimi (%)					
			C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo
I	A	Ni-Cr-HC	3.0-3.6	1.3 max	0.8 max	3.3-5.0	1.4-4.0	1.0 max(a)
I	B	Ni-Cr-LC	2.5-3.0	1.3 max	0.8 max	3.3-5.0	1.4-4.0	1.0 max(a)
I	C	Ni-Cr-GB	2.9-3.7	1.3 max	0.8 max	2.7-4.0	1.1-1.5	1.0 max(a)
I	D	Ni-HiCr	2.5-3.6	1.3 max	1.0-2.2	5.0-7.0	7.0-11.0	1.0 max(b)
II	A	%12 Cr	2.8	0.5-1.5	1.0 max	11.0	14.0	0.5-1.0(c)
II	B	%15 Cr-Mo-LC	2.4-2.8	0.5-1.5	1.0 max	0.5 max	14.0-18.0	1.0-3.0(c)
II	C	%15 Cr-Mo-HC	2.8-3.6	0.5-1.5	1.0 max	0.5 max	14.0-18.0	2.3-3.5(c)
II	D	%20 Cr-Mo-LC	2.0-2.6	0.5-1.5	1.0 max	1.5 max	18.0-23.0	1.5 max(c)
II	E	%20 Cr-Mo-HC	2.6-3.2	0.5-1.5	1.0 max	1.5 max	18.0-23.0	1.0-2.0(c)
III	A	%25 Cr	2.3-3.0	0.5-1.5	1.0 max	1.5 max	23.0-28.0	1.5 max(c)

Tablo 1: Aşınmaya dirençli yüksek kromlu beyaz dökme demirlerin bileşimleri

(a) max %0.30 P, max %0.15 S

(b) max %0.10 P, max %0.15 S

(c) max %0.10 P, max %0.06 S, %1.2 Cu

HC Yüksek karbon

LC Düşük karbon



VICKERS SERTLİĞİ, HV30			
SINIFLAR	ÖZEL ISIL İŞLEMEN SONRA, MIN.	SERTLEŞTİRİLMİŞ VE TEMPERLENMİŞ, MIN.	YUMUŞATILMIŞ MAXIMUM
G-X 300 NiMo 3 Mg	400	550	300
G-X 260 NiCr 4 2	450*	520	---
G-X 330 NiCr 4 2	450*	550	---
G-X 300 CrNiSi 9 5 2	450*	600	---
G-X 300 CrMoNi 15 3	450*	600	400**
G-X 300 CrMoNi 15 2 1	450*	600	400
G-X 260 CrMoNi 20 2 1	450*	600	420
G-X 260 Cr 27	450*	550	400
G-X 300 CrMo 27 1	450*	600	400

\* Bu sınıflar sadece döküm koşulunda kullanılır.  
\*\* %3.1 C içeriğine kadar

Tablo 3 : DIN 1695'e Göre Aşınmaya Dayanıklı Alaşımli Dökme Demirlerin Sertlik Limitleri

DIN 1695	ASTM A 532	BS 4844	TİCARİ İSMİ
G-X 300 NiMo 3 Mg	--	--	--
G-X 260 NiCr 4 2	Sınıf I Tip B Ni-Cr-LC	Grade 2 A	Ni-Hard 2
G-X 330 NiCr 4 2	Sınıf I Tip A Ni-Cr-HC	Grade 2 B	Ni-Hard 1
G-X 300 CrNiSi 9 5 2	Sınıf I Tip D Ni-Hi-Cr	Grade 2C+2D+2E	Ni-Hard 4
G-X 300 CrMo 15 3	Sınıf II Tip C %15 Cr-Mo-HC	Grade 3A+2B	Alaşım 15-3
G-X 300 CrMoNi 15 2 1	--	Grade 3A+3B	Alaşım 15 2 1
G-X 260 CrMoNi 20 2 1	Sınıf II Tip D+E %20 Cr-Mo-LC	Grade 3C	Alaşım 20 2 1
G-X 260 Cr 27	Sınıf III Tip A %25 Cr	Grade 3D	--
G-X 300 CrMo 27 1	Sınıf III Tip A %25 Cr	Grade 3E	--

Tablo 4 : Aşınmaya Dayanıklı Alaşımli Dökme Demirlerin Sınıflarının Diğer Normlardaki Malzeme Sınıfları Karşılıkları.

SINIFLAR	KİMYASAL BİLEŞİM (% Ağırlık)						ÖZELLİKLER VE KULLANIM ALANLARI
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	
G-X 300 NiMo 3 Mg (*)	2.8-3.5	2.0-2.6	0.2-0.5	--	1.5-4.5	0.5-0.8	Çekme mukavemeti %1-8 uzama gösteren 700-1300 N/mm <sup>2</sup> olan yüksek mukavemetli malzemeler.
G-X 260 NiCr 4 2	2.6-2.9	0.2-0.8	0.3-0.7	1.4-2.4	3.3-5.0	max 0.5	Yüksek aşınma direnci, orta derecede darbe gerilim koşullarında kullanılabilir.
G-X 330 NiCr 4 2	3.0-3.6	0.2-0.8	0.3-0.7	1.4-2.4	3.3-5.0	max 0.5	Çok yüksek aşınma direnci, düşük darbe gerilim koşullarında kullanılabilir.
G-X 300 CrNiSi 9 5 2	2.5-3.5	1.5-2.2	0.3-0.7	8.0-10.0	4.5-6.5	max 0.5	Çok yüksek aşınma direnci, yüksek darbe gerilim koşullarında kullanılabilir. Darbe direnci, artan karbon miktarı ile azalırken, aşınma direnci artar.
G-X 300 CrMo 15 3	2.3-3.6	0.2-0.8	0.5-1.0	14.0-17.0	max 0.7	1.0-3.0	
G-X 300 CrMoNi 15 2 1	2.3-3.6	0.2-0.8	0.5-1.0	14.0-17.0	0.8-1.2	1.8-2.2	
G-X 260 CrMoNi 20 2 1	2.3-2.9	0.2-0.8	0.5-1.0	18.0-22.0	0.8-1.2	1.4-2.0	
G-X 260 Cr 27	2.3-2.9	0.5-1.5	0.5-1.5	24.0-28.0	max 1.2	max 1.0	
G-X 300 CrMo 27 1	3.0-3.5	0.2-1.0	0.5-1.0	23.0-28.0	max 1.2	1.0-2.0	
							G-X 300 CrMo 15 3 G-X 300 CrMoNi 15 2 1 G-X 260 CrMoNi 20 2 1 ve G-X 260 Cr 27 yumuşatılmış şartlarda karbon içeriğine bağlı olarak işlenebilir. G-X 300 CrMoNi 15 2 1 sertleşebilirliğe ve G-X 260 CrMoNi 20 2 1 en yüksek sertleşebilirliğe sahiptir.
(*) Beynitik yapıdaki küresel grafitli dökme demir malzeme olarak belirtilmiştir. Aşınma uygulamalarında martensitik yapı tercih edilebilir.							

Tablo 2: DIN 1695'e Göre Aşınmaya Dayanıklı Alaşımli Dökme Demirlerin Sınıfları ve Bileşim Aralıkları

Matrisin bileşimindeki C arttıkça mikrosertlik ve buna bağlı olarak aşınma direnci de artar. Ancak düşük gerilmeli aşınma ortamlarında sertlik belli bir değere geldikten sonra mikrosertlik artışı aşınma direncini etkilemez.

Aşınmaya neden olan gerilimler yüksek olursa martensitik yapı ostenitik yapıya göre 2-3 kat daha iyi aşınma direnci gösterir. Martensitik yapı ostenitleme işlemi ile sağlandığı için bu işlem sırasındaki reaksiyonlar martensitin yapısı açısından önemlidir.

Ms sıcaklığını aşırı yükseltecek bir işlem martensitik karbonu azaltıp sertliği düşüreceği için aşınma direncini düşürür. Ms sıcaklığı ile beraber Mf sıcaklığı da düşeceği için mikroyapıdaki kalıntı ostenit miktarı artar, sertlik düşer. Yüksek gerilmeler altında ostenit martensite dönüşerek hacimsel gerilmelerin oluşmasına ve bunun sonucu oluşan gerilmeler nedeniyle mikro çatlaklara neden olur.

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

Gömenoğlu Sok. Birlik Sitesi No 7/3  
Gayrettepe 80280 İSTANBUL  
Tel 2671387-2671398