T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

METALURJİ ALANI

KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİR
521MMI284

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.

- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.

- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 3
1. KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİR 3
1.1. Tanıtılması 3
1.2. Küresel Grafitin Oluşumu 4
1.3. Küresel Grafitin Yapılışı 6
1.3.1. Kimyasal Bileşimi 6
1.3.2. Ergitme ve Kükürt Giderme 7
UYGULAMA FAALİYETİ 9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 13
2. Küreselleştirme İşlemlerinde Uygulanan Yöntemler 13
2.1. Potada Küreleştirme Yapma 14
2.2. Daldırma (Plunger) Yöntemi 21
2.3. Üfleme Yöntemi 22
2.4. Kalıpta (Inmold) Yöntemi 23
2.5. Konvertör Yöntemi 24
2.6. Küresel Grafitli Dökme Demirin Mikro Yapısı 24
2.6.1. Küresel Grafitli Dökme Demire Uygulanan Isıl İşlemler 27
2.6.2. Küresel Grafitli Dökme Demirin Kullanma Alanları 28
2.6.3. Küresel Grafitli Dökme Demirin Normlarla Gösterilmesi 31
UYGULAMA FAALİYETİ 34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 39
MODÜL DEĞERLENDİRME 40
CEVAP ANAHTARLARI 41
KAYNAKÇA 42

AÇIKLAMALAR

KOD	**521MMI284**
ALAN	**Metalürji**
DAL/MESLEK	**Dökümcülük**
MODÜLÜN ADI	**Küresel Grafitli Dökme Demir**
MODÜLÜN TANIMI	Küresel grafitli dökme demir ergitebilme, potada küreleştirici işlemi yapma uygulamalarını kapsayan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Lamel Grafitli Dökme Demir ve Kimyasal Deneyler modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Küresel grafitli dökme demir yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam sağlandığında istenilen ölçüye ve tekniğe uygun küresel grafitli dökme demir yapabileceksiniz. **Amaçlar** 1. TSE 526 standardına uygun küresel grafitli dökme demir ergitebileceksiniz. 2. TSE 526 standardına uygun potada küreleştirme işlemi yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Atölye **Donanım:** Sfero piki, küreleştirici gereçler, özel aşılama potası, taşıma potası, endüksiyon ocağı, spektrometre, kükürt giderme gereci
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Sanayinin temel dallarından biri olan dökümcülük sektörü, son yıllarda dünyada ve ülkemizde hızlı bir gelişim göstermiştir. Bu gelişmede birçok sayıda büyük ve modern dökümhaneler, aynı zamanda sayıları binleri bulan küçük ve orta ölçekli dökümhanelerin de çok önemli payları olmuştur.

Gelişmelere paralel olarak daha kaliteli ürünler ortaya çıkmıştır. Özellikleri çok iyi olmayan normal dökme demire küreleştirme işlemi yaparak çok daha iyi özelliklere sahip olan küresel grafitli dökme demir (sfero) üretilmiştir.

Bu gelişmeler burada şüphesiz son bulmamış, halen araştırma-geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Siz de ileride mesleğinizi en iyi şekilde öğrendikten sonra bu çalışmalara katılabilir ve katkılar sağlayabilirsiniz.

Bu modülde dökme demirin aşılama yöntemiyle yapısını değiştirip küresel grafitli dökme demir yapmayı öğrenecek ve uygulayacaksınız. Bu bilgileriniz sayesinde ülkemizde ihtiyaç duyulan yetişmiş eleman açığını kapatacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda uygun materyal ve atölye ortamı sağlandığında tekniğe uygun, küresel grafitli dökme demir ergitebileceksiniz.

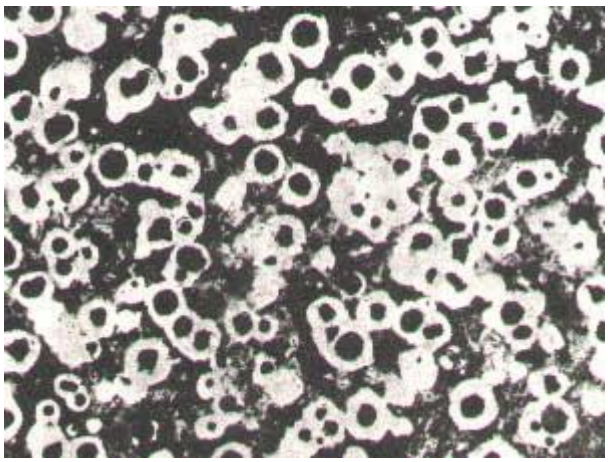
ARAŞTIRMA

- Piyasadaki döküm sanayisinde küresel grafitli dökme demirin ergitilmesini araştırınız ve bu araştırmanızı bir rapor haline getiriniz.

1. KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİR

1.1. Tanıtılması

Küresel grafitli dökme demir, dokusu içerisindeki grafitleri küresel şekilde olan demir-karbon döküm malzemedir. Sıvı demire bir miktar kimyasal elementlerin ilavesiyle grafitler yaprak yerine küresel olarak katılaşırlar.



Resim 1.1: Mikroskopta küresel grafitlerin görünüşü

Bu elementlerin en önemlilerinden ikisi seryum (Ce) ve magnezyum (Mg)' dur. Mg, endüstride çok kullanılmaktadır. Magnezyum ve seryumun sıvı demire ilave yöntemleri aynıdır. Reaksiyon prensipleri yönünden de aynıdırlar.

Demirler, Magnezyum veya diğer özel elementler ile alaşım yapıldığında, demir içerisindeki grafitler küresel biçimde katılaşarak yüksek dayanım özelliklerinde bir malzemeye dönüşür. Küresel grafitli dökme demir olarak bilinen bu malzeme, dökme demir türleri içerisinde en dayanıklı ve tok olanıdır.

Dökme demir kırılgandır. Küresel grafitli dökme demir (KGDD) ise diğer dökme demirlerden farklı olarak sünektir. Dökme demirin iyi bilinen dökülebilirlik, işlenebilirlik, yüklenme kapasitesi ve üretim özellikleri gibi özelliklerine ilave olarak KGDD' lerde geniş mukavemet aralıkları, aşınma direnci, yorulma direnci, tokluk ve süneklik özellikleri vardır.

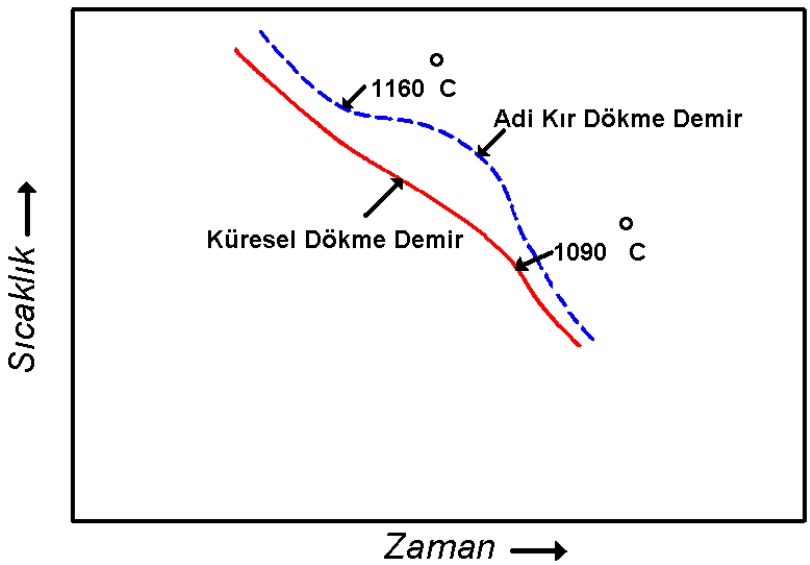


Resim 1.2: Küresel grafitli dökme demirden üretilmiş çeşitli ürünler

Küresel grafitli dökme demirin mekanik özellikleri oldukça iyidir. Talaşlı imalat işçiliği kolaydır. Korozyona karşı dayanıklıdır. Dökülecek parçaların konstrüksiyon (kesit dağılımı) bakımından sınırlanmasına gerek yoktur. **Küresel grafitli dökme demir çok yerde gri dökme demir, dökme çelik ve demir olmayan metal alaşımlarının yerine kullanılmaktadır**. Küresel grafitli dökme demirler; "nodular cast iron, ductile iron, fonte sphreroidale graphit, kufelgrapfit gusseisen, spheregus" isimleri ile birçok ülkede tanınır. Türk standartlarındaki adı ise KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİR ' dir. Rumuzu "DDK" dir.

1.2. Küresel Grafitin Oluşumu

Grafitlerin küresel olarak oluşumu ile ilgili çeşitli hipotezler vardır. Bunlardan en çok itibar göreni ise soğuma eğrilerine göre öne sürülen teoridir.



Şekil 1.1: Küresel grafitli dökme demir ve kır dökme demirin soğuma eğrileri

Küresel dökme demirde bir sıcaklık aralığı vardır. Halbuki kır dökme demir durak noktasına sahiptir. Küresel dökme demirde, kristalleştirmeyi durduran bir tutukluk noktası olması gerekmekte ve sıvının dışarı verdiği ısı, kristalleşme ısısı tarafından tamamen giderilememektedir. Bu tutukluğu açıklamak için iki düşünce vardır. Birincisi önce östenit dentritleri ayrışmakta, bundan sonra bunların içerisinde küresel grafitler meydana gelmektedir. Büyüme için gerekli karbon, östenit katı eriyikten dışarı yayılmak suretiyle grafit billurlarına geçmektedir. İkincisi, grafit küreleri sıvıdan teşekkül etmekte, bir süre sonra üzerleri ostenit kabuğu ile sarılmaktadır. Bu esnada bir taraftan birinci ayrışmış ostenit dentritleri üzerleri sarılı veya sarılmamış grafit kümelerinin irileşmesine sebep olmakta, diğer taraftan ikinci dereceden sıvının karbon değişmesini daha yüksek karbon miktarına doğru kaydırmaktadır.

Grafitlerin küreleşmesi, kükürt azalması veya grafit çekirdeklerinin yüzey gerilimlerinin yükselmesi veya magnezyum atomlarının grafit kafesleri arasına girerek grafit düzlemlerinin yayılmasını önleyerek oluştuğu düşünülebilir.

1.3. Küresel Grafitin Yapılışı

1.3.1. Kimyasal Bileşimi

Küresel grafitli dökme demirin kimyasal bileşimi genel olarak aşağıdaki sınırlar içinde bulunur (Tablo 1.1).

% BİLEŞİM		
Karbon	(C)	3.00-4.00
Silisyum	(Si)	2.00-3.00
Mangan	(Mn)	0.10-0.90
Fosfor	(P)	0.10 Max.
Kükürt	(S)	0.03 Max.
Magnezyum	(Mg)	0.030-0.080

Tablo 1.1: KGDD kimyasal bileşimi

KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERİN MİKRO YAPI VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ					
Malzeme Cinsi	GGG 40	GGG 50	GGG 60	GGG 70	GGG 80
Mikro Yapı	FERRİTİK	⟷			PERLİTİK

Tablo 1.2: KGDD mikro yapı özellikleri

Küreleştirici elementin ve kükürdün dışında, bileşimdeki karbon, silisyum, manganez ve fosforun alaşımın özelliklerine etkileri, lamel grafitli dökme demirin özelliklerine etkileri gibidir. Bileşimde karbon miktarı arttıkça alaşımın dayanımı azalır. % 2 civarında silisyum, en iyi mekanik özellikleri verir. Fosfor, lamel grafitli dökme demirinde olduğu gibi küresel grafitli dökme demirde de alaşıma kırılganlık veren bir elementtir. Bu nedenle fosfor miktarının en asgaride yani % 0,10 civarında tutulması zorunludur. Manganez karbürleştirici bir elementtir. Alaşımın sertliğini ve kırılganlığını artırmaması için bileşimindeki manganez miktarı % 0,5 miktarında olmalıdır. Küreleştirici elementlerin etkilerinin azalmaması için KGDD yapımında kullanılması en sınırlı olan element, kükürttür. Bileşimde 0,03’ ten fazla bulunmamalıdır.

1.3.2. Ergitme ve Kükürt Giderme

Sıvı dökme demirde kükürt miktarının % 0.02 den az olması gerekir. Kükürt miktarı fazla olursa küreleştirici olarak kullanılan magnezyum, aşağıdaki denklem gereğince

$$Fe\ S + Mg = Mg\ S + Fe$$

kükürt ile birleşir. Böylece küreleştirme işlemi gerçekleştirilemez. Kükürt miktarı % 0.002' den az olursa magnezyum, küresel grafiti daha rahat oluşturur.

Şu halde, kaliteli küresel grafitli dökme demir yapabilmek için önce alaşımdaki kükürt giderilmelidir. Kükürt giderici olarak en çok soda ($Na_2\ CO_3$), kireç taşı ($CaCO_3$) ve kalsiyum karbür (Ca_2C) kullanılır. Bu arada ayrıca ergitme ocaklarının kükürt emici (absorbe) olmaları istenir.

Kükürt giderilmesinde aşağıdaki faktörler göz önüne alınmalıdır:

- Kükürt giderici malzemenin miktarı,
- Sıvı metalin kimyasal kompozisyonu,
- Sıvı metalin sıcaklığı,
- Döküm potasında kullanılan astarın kompozisyonu ve durumu,
- Döküm potasına geçen cürufun miktarı,
- Cürufun baziklik derecesi
- Kükürt gidericinin ilavesinde cüruf ile sıvı metalin karıştırılması,

1.3.2.1. Soda ile Kükürt Giderme

Soda (Na_2CO_3), ucuz olduğundan kükürt gidermede tercih edilir. Potanın dibine, potaya alınacak metal ağırlığının % 1' i kadar soda konur. Ergitilmiş metal pota içine alınır. 3-5 dakika sonra soda, cüruf olarak sıvı metal yüzeyine çıkar. Bundan sonra toz haline getirilmiş kireç taşı, sıvı metal yüzeyine serpilir. Böylece cüruf da kolayca temizlenir.

Dökme demirde kükürt, mangan sülfür (MnS) ve demir sülfür (FeS) karışımı halinde bulunur. Soda katılmasıyla bu sülfürler ayrışarak mangan oksidi (MnO), demir oksidi (FeO) ve sodyum sülfürü (Na_2S) meydana getirirler. Soda ile kükürt giderilmesinde meydana gelen kimyasal reaksiyonların denklemlerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

1. $Na_2O + FeO.SiO_2 + C = Na_2 Si O_3 + CO + Fe$
2. $2Na_2O + 2MnS = 2Na_2S + 2 Mn O$
$2Na_2O + 2 FeS = 2Na_2S + 2Fe O$
3. $Na_2S + FeO.SiO_2 + 2Mn O = 2Na_2Si O_3 + Fe + 2Mn + SO_2$
4. $Na_2S + FeO.SiO_2 = 2Na_2Si O_3 + FeS$

Sıvı metal içerisinde sodyum oksit (Na_2O) olduğu müddetçe 1 ve 2 nolu denklemlerle belirtilen reaksiyonlar devam eder. Bu 3 nolu denklem ile gösterilen reaksiyon ile devam eder. Yalnız cüruf sıcaklığı düştükçe reaksiyonun şiddeti azalır. 4 nolu denklemle gösterilen reaksiyon, geri dönme reaksiyonudur. Metal sıcaklığı düştükçe bu reaksiyonun hızı artar.

1.3.2.2. Kireçtaşı ile Kükürt Giderme

Soda, kükürdün giderilmesinde pota astarlarının yıpranmasına sebep olur. Bu nedenle kireç taşı ile kükürt giderme tekniğine başvurulur. Kireç taşı ısı karşısında parçalanarak kalsiyum oksidi (CaO) ve karbondioksiti (CO_2) oluşturur. Kalsiyum oksit ile kükürdün giderilmesi aşağıdaki denklem gereğince olur.

$$\mathbf{FeS + CaO = FeO + CaS}$$

1.3.2.3. Kalsiyum Karbür ile Kükürt Giderme

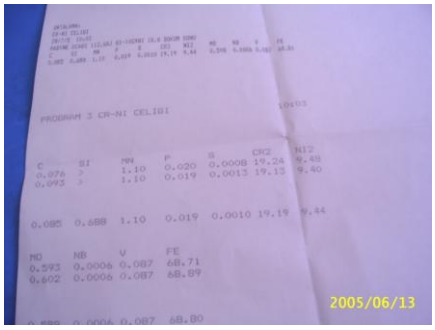
Potaya sıvı metal alınır. İçine bir grafit boru daldırılır. Kalsiyum karbür (CaC_2) ile kuru azot gazı (N_2) karışımı bu borudan sıvı metal içine basınç altında gönderilir. Kullanılan kalsiyum karbür miktarı, sıvı metalin beher tonu için 4.5 Kg civarındadır. Kalsiyum karbür ile kükürt giderme aşağıdaki denklem gereğince olur.

$$CaC_2 + S = CaS + 2C$$

UYGULAMA FAALİYETİ

Uygun materyal ve atölye ortamı sağlandığında tekniğe uygun, küresel grafitli dökme demir ergitiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Özel aşılama potasını hazırlayınız. 	➢ İş önlüğünüzü, gözlüğünüzü, eldiveninizi ve döküm giysilerinizi kendi can güvenliğiniz için giyiniz. ➢ Pota hasarsız, nemden korunmuş ve sağlam olmalıdır.
➢ Küreleştirici gereçler hazırlayınız. ➢ Sfero piki ocağa yükleyiniz. 	➢ Aşılama elementlerini doğru tartınız. ➢ Piki yüklerken ocak astarına zarar vermeyiniz.
➢ Ocağı çalıştırınız. 	➢ Ocak kullanma talimatına uyunuz.

➢ Metali ergitiniz.  ➢ Sıvı metalin kimyasal bileşimini öğreniniz.  ➢ Kükürt giderme gereci sıvı metale katılarak kükürt oranını istenen değere getiriniz. ➢ Sıvı metalin cürufunu temizleyiniz. 	➢ Alaşım hazır olunca ocakta fazla bekletilmeden hemen dökülmelidir. ➢ Metalin yapısının bozulmaması için üzerine kapak kapatınız. ➢ Sıvı metali üzerinize sıçratmamaya özen gösteriniz ➢ Eldivensiz ocak Takımlarına Değmeyiniz ➢ Metal alma oluğunun cüruf tarafından kapatılmamasına dikkat ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	İş önlüğü ve koruyucu giysileri giydiniz mi?		
2.	Özel aşılama potasını hazırladınız mı?		
3.	Küreleştirici gereçleri hazırladınız mı?		
4.	Sfero piki ocağa yüklediniz mi?		
5.	Ocağı çalıştırdınız mı?		
6.	Metali ergittiniz mi?		
7.	Sıvı metalin kimyasal bileşimini öğrendiniz mi?		
8.	Kükürt giderme gereci sıvı metale katılarak kükürt oranını istenen değere getirdiniz mi?		
9.	Sıvı metalin cürufunu temizlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir döküm atölyesinde dökme demire daha iyi özellikler kazandırmak istenmektedir. Bu özellikler nasıl kazandırabilir?
   A) Dökme demiri çok yüksek sıcaklıkta dökerek
   B) Dökme demiri çok düşük sıcaklıkta dökerek
   C) Magnezyum (Mg) ve seryum (Ce) ile alaşım yaparak
   D) Bakır (Cu) ve çinko (Zn) ile alaşım yaparak

2. Bir dökümhanede dökülen işleri çok kırılgan olduğu görülmüştür. Sizce hangi elementin oranının fazla olması bu kırılganlığa sebep olmuştur?
   A) Fosfor
   B) Magnezyum
   C) Seryum
   D) Bakır

3. Türk Standartlarına göre küresel grafitli dökme demirin rumuzu nedir?
   A) CGB
   B) CBC
   C) CCC
   D) DDK

4. Küresel grafitli dökme demir yapmak isteyen bir dökümcünün alaşımı gerçekleştirebilmek için gidermesi gereken element hangisidir?
   A) Kükürt
   B) Demir
   C) Magnezyum
   D) Karbon

5. Küreleştirme işleminin başarıya ulaşması için ne yapmalıyız?
   A) Metali ergitme işlemini çok yavaş yapmalıyız.
   B) Kükürt miktarı yüksek ise düşürmeliyiz.
   C) Ergitilecek metali doğru tartmalıyız.
   D) Sıvı metali yavaş dökmeliyiz.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz veya cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda uygun materyal ve atölye ortamı sağlandığında tekniğe uygun, potada küreleştirme yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Döküm sanayisinde potada küreselleştirme işleminin yapılışını araştırınız ve bu araştırmanızı bir rapor haline getiriniz.

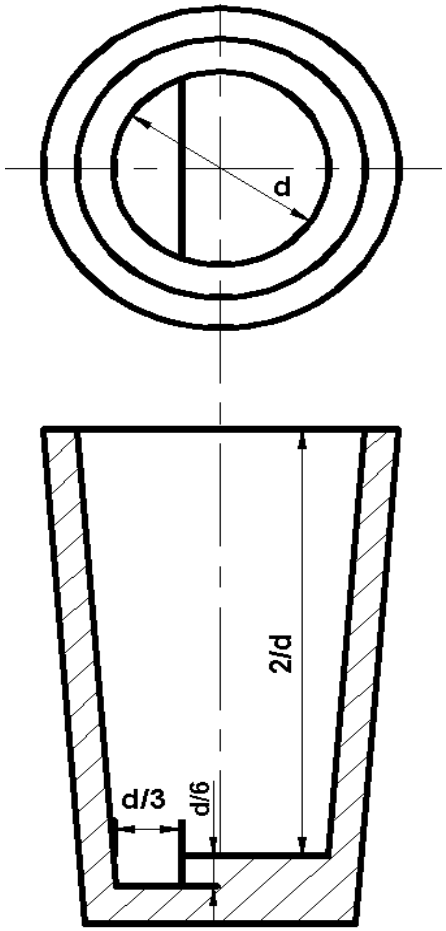
2. KÜRESELLEŞTİRME İŞLEMLERİNDE UYGULANAN YÖNTEMLER

Magnezyum, bir atmosfer basınçta 650 °C' de ergir ve 1120 °C' de buharlaşır. Sıvı demir sıcaklıklarında magnezyumun buhar basıncı, normal atmosfer basıncından 10 misli daha büyüktür. Buna ilaveten sıvı demir yüzeyi havaya açık olduğu zaman magnezyum yanarak kaybolur. Yüksek sıcaklıklarda (1450 °C' nin üzerinde) ilave magnezyum da kayıp çok olduğundan, sıvı demir sıcaklığının 1350 °C – 1450 °C arasında tutulması uygun olur.

Bu şartlar altında, ilave magnezyumun az bir miktarının sıvı demir içerisine ilave edilmesi bir hayli zor olur. Geçmişte ekonomik ve emniyetli olduğu iddia edilen sayısız magnezyum ilave metotları oluşturulmuştur.

2.1. Potada Küreleştirme Yapma

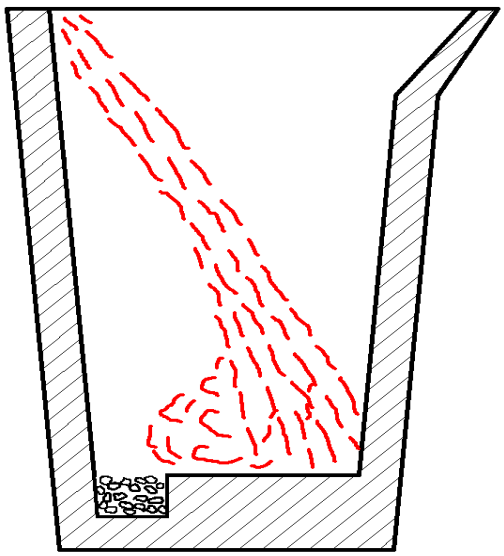
Magnezyum alaşımları ile küreleştirme işlemi uygun potada yapılmalıdır. Yaklaşık pota boyları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Magnezyum ile küreleştirme işlemi için uygun bir döküm potasının çap ve yüksekliği arasındaki bağıntılar

➢ **Küreleştirici gerecin pota dibine konulması**

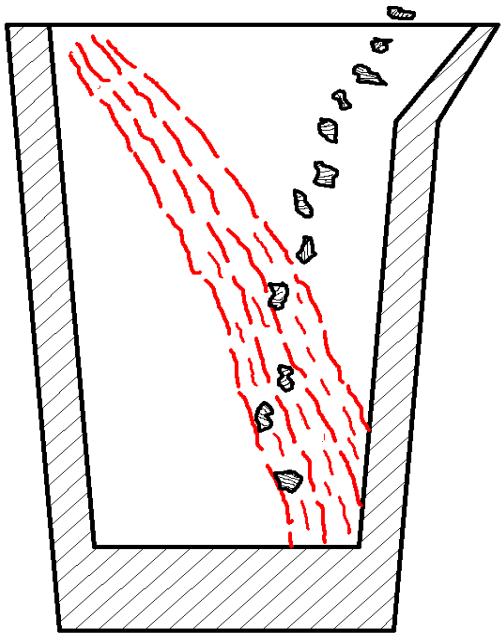
Küreleştirici gereç potanın dibine yerleştirilir. Sıvı metal, ilk anda küreleştirici gerecin üstüne gelmeyecek şekilde potanın içine hızla dökülür. Bu yöntemde genellikle, dökme demire göre özgül ağırlığı daha fazla olan küreleştirici gereçler (Ni-Mg, Fe-Ni-Mg) kullanılırsa daha iyi sonuçlar elde edilir.



Şekil 2.2: Küreleştirici gereç pota dibinde

- **Küreselleştirici gerecin sıvı metale verilmesi**

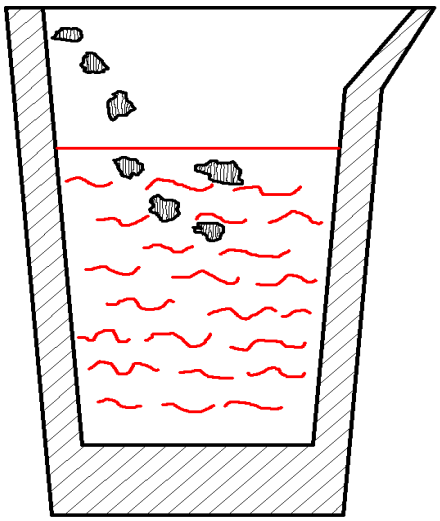
Sıvı dökme demir, ocaktan potaya alınırken küreselleştirici el veya yardımcı donanım ile sıvı metale katılır. Yine bu işlemde, dökme demire göre özgül ağırlığı daha fazla olan, Fe-Ni-Mg ve Ni-Mg gibi küreleştiriciler kullanılır.



Şekil 2.3: Küreselleştirici gerecin sıvı metale verilmesi

➢ **Küreleştirici gerecin, potadaki sıvı metalin üstüne atılması**

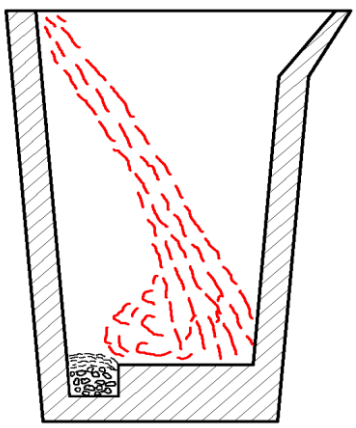
Bu yöntemde de özgül ağırlığı, dökme demirden fazla olan küreleştirici gereçler kullanılır. Potanın derin olması iyi sonuç alınmasını sağlar.



Şekil 2.4: Küreleştirici gerecin, potadaki sıvı metalin üstüne atılması

➢ **Sandviç yöntemi**

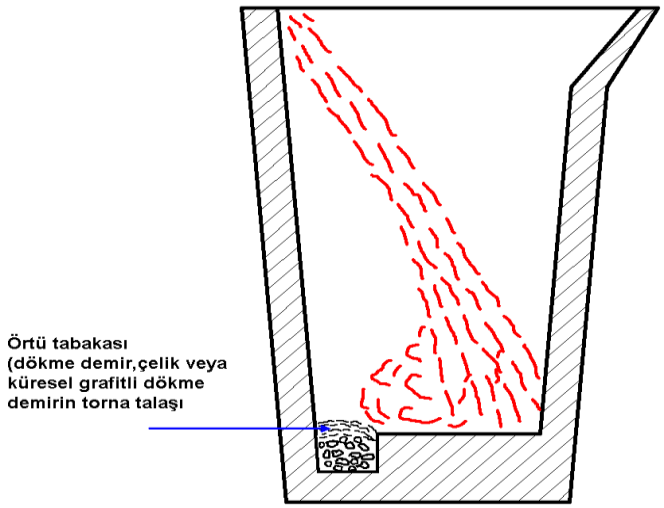
Bu yöntemde, küreleştirici gereç, potanın dip kısmında özel olarak hazırlanan boşluğa (cep) yerleştirilir. Küreleştirici gerecin üzeri çeşitli gereçlerle örtülür. Potaya doldurulan sıvı metal, bu örtü tabakasını eritinceye kadar, alaşımdaki magnezyum reaksiyona girmemektedir. Sıvı metal, potaya dolduktan sonra örtü gereci ergitmekte ve reaksiyon başlamaktadır. Bu yöntemde küreleştirici gerecin buharlaşması az olduğundan, işlem çok başarılı olmaktadır.



Şekil 2.5: Sandviç yöntemi

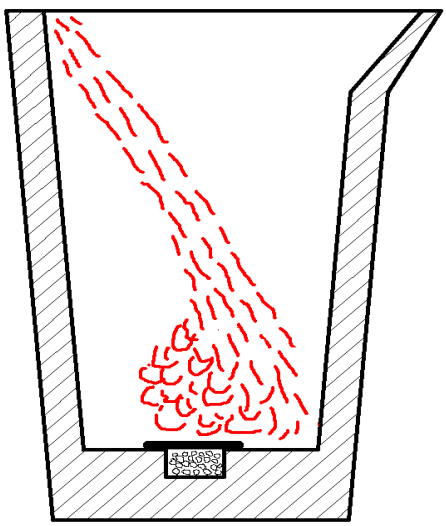
Küreleştirici gerecin üzerini örtmek için çeşitli örtü gereçleri kullanılır. Kullanılan örtü gerecine göre de sandviç yöntemi çeşitli adlar almaktadır.

- **Örtü tabakası olarak dökme demir, çelik veya küresel grafitli dökme demirin** torna talaşı kullanılmaktadır. Buna klasik yöntem denir.



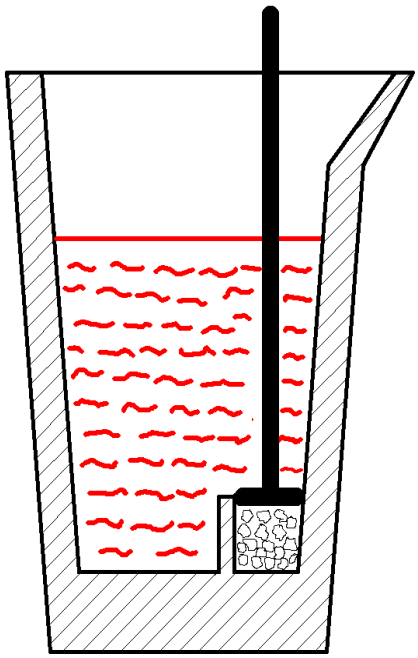
Şekil 2.6: Küreleştirici gerecin üzerindeki örtü tabakası

- **Küreleştirici gerecin üzeri 20–25 mm kalınlığında bir sac veya küresel grafitli** dökme demirden yapılmış bir plaka ile örtülür. Buna kapak yöntemi denir.



Şekil 2.7: Küreleştirici gereç üzerinin kapakla kapatılması

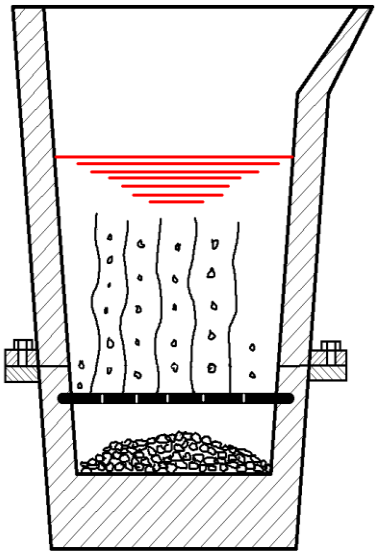
- Örtü gereci olarak kalsiyum karbür (CaC2) kullanılır. Sıvı metal kalsiyum karbür ile temas ettiği zaman sertleşerek bir tabaka oluşturmaktadır. Böylece pota sıvı metalle doluncaya kadar küreselleştirici gereç reaksiyona girmemektedir. Daha sonra bir bara yardımı ile örtü tabakası delinerek reaksiyonun başlaması sağlanmaktadır.



Şekil 2.8: Küreleştirici gereç üzerindeki örtü tabakasının kırılması

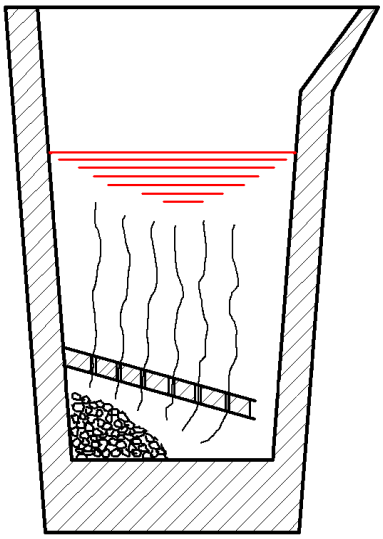
- **Örtü gereci olarak kalsiyum karbür yerine ısı ile sertleşen reçineli maça kumu kullanılır. Buna reçineli kum yöntemi denilir.**

- İki parçalı pota yönteminde pota, alt ve üst kısımdan oluşmaktadır. Potanın alt kısmına magnezyum emdirilmiş kok kömürü doldurulur. Kok kömürünün üzerine, ısıya dayanıklı (refrakter) gereçten yapılan bir plaka konur. Plaka deliklidir. Potanın alt kısmı, üst kısmına bağlanır. Sonra sıvı metal ile doldurulur.



Şekil 2.9: İki parçalı potada küreleştirme

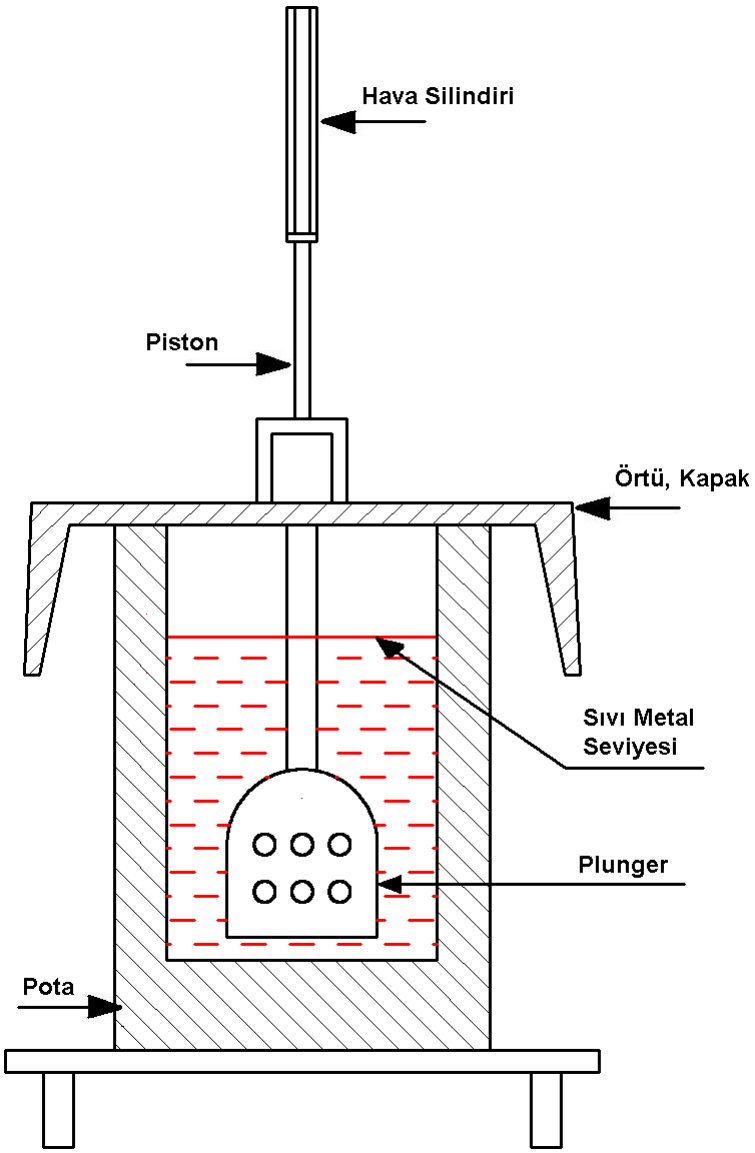
- Potanın alt kısmında tabana doğru % 5 eğimli, ısıya dayanıklı (reflakter) gereçten delikli bir raf yapılır. Ön tarafı açık olan bu rafın altına, magnezyum emdirilmiş kok kömürü konur. Sonra pota sıvı metal ile doldurulur. Buna raflı pota yöntemi denir.



Şekil 2.10: Raflı potada küreleştirme

2.2. Daldırma (Plunger) Yöntemi

Küreleştirici malzeme, ısıya dayanıklı gereçten veya grafitten yapılan bir hücre (boşluk) içine konur. Sonra bu hücre mekanik olarak sıvı metal içine daldırılır. Saf magnezyum ile yapılan işlemde, magnezyumun buhar basıncı çok yüksek olduğundan potanın üzerine bir kapak ile kapatılmalı veya işlem basınçlı bir ortamda yapılmalıdır. Pota kapağı üzerindeki basınç, mekanik veya pnömatik bir sistem ile sağlanır.



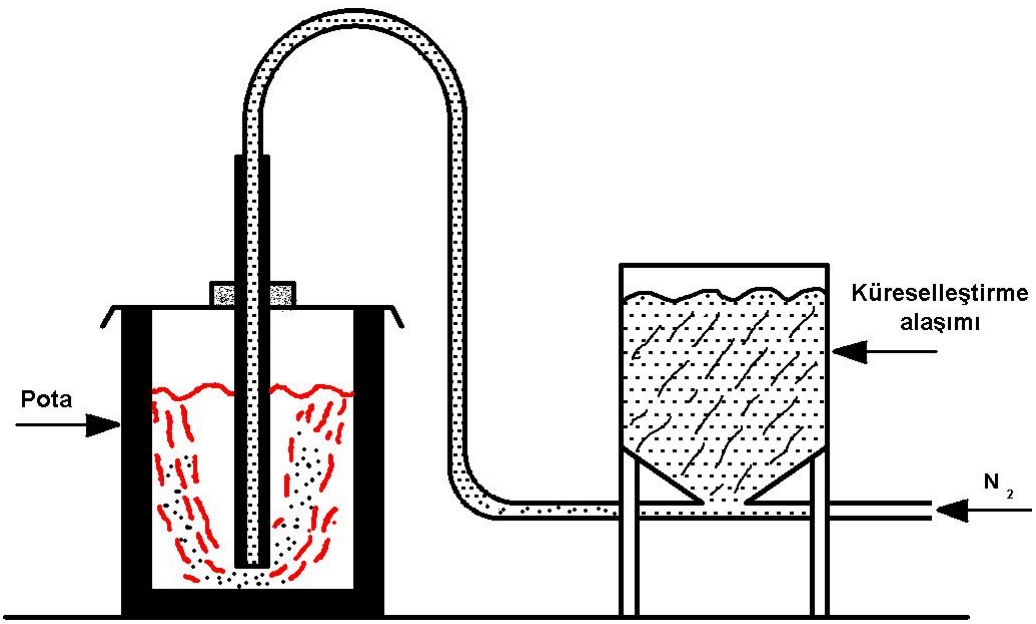
Şekil 2.11: Daldırma (plunger) yöntemiyle küreleştirme

Küreleştirici gereçler (hücre) boşluk içine çeşitli şekillerde konabilir. Bunlar;

- Küreleştirici saf magnezyum külçe halinde konulur.
- Küreleştirici gereç, saçtan yapılmış bir kutu içerisine konularak hücre içine yerleştirilir.
- Küreleştirici gereç, ince saç ile sarılmış olarak hücre içine konulur.
- Magnezyum emdirilmiş kok kömürü, olduğu gibi veya sac ile sarılmış olarak hücre içine konulur.
- Saf magnezyum parçaları ısıya dayanıklı gereç ile kaplanarak hücre içine konulur.
- Saf magnezyum, bir boru içinden basınçlı olarak sıvı metal içine gönderilir.

2.3. Üfleme Yöntemi

Bu yöntemde küreleştirici; argon ve azot gibi gazlarla pota içindeki sıvı metale pülverize olarak püskürtülür. Bu iş için uygun bir aparat kullanılır. Bu yöntemde, küreleştirici gereç ile beraber sıvı metal içine istenirse kükürt giderici gereçler de püskürtülebilir.



Şekil 2.12: Üfleme yönteminin şeması

2.4. Kalıpta (Inmold) Yöntemi

Küreleştirme işleminden sonra, sıvı metaldeki magnezyumun zamanla yandığı ve etkisini kaybettiği bir gerçektir. Bu kaybı önlemek için işlemden hemen sonra sıvı metalin kalıplara dökülmesi gerekir. Fakat bu, her zaman mümkün olmayabilir. Bunun için küreleştirme işleminin kalıpta (INMOLD) yapılması denenmiş ve geliştirilmiştir.

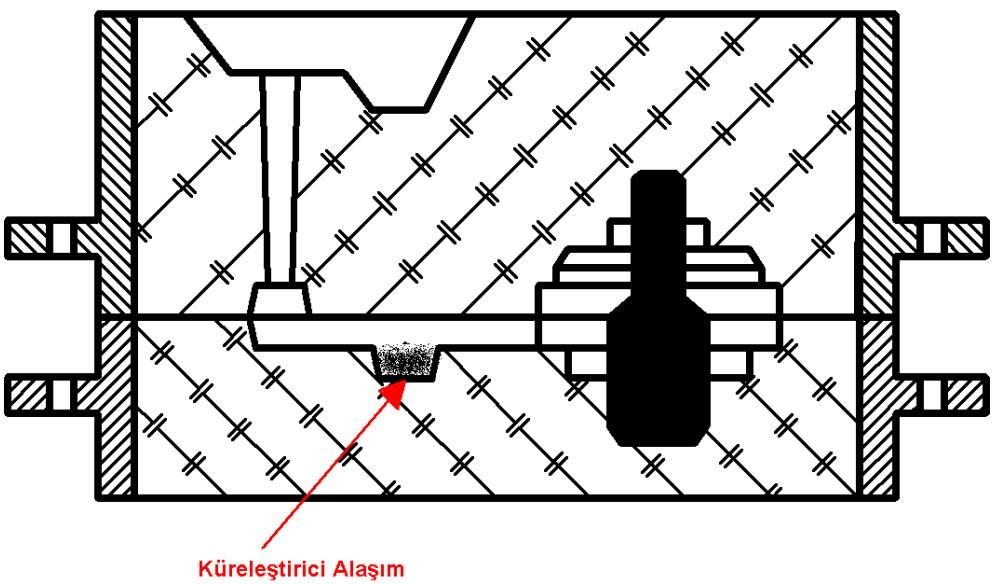
Özel ölçülerle hazırlanan gereç, yolluk sistemine yerleştirilir. Küreleştirici gereç yolluğa giren sıvı metal ile temas eder ve küreselleştirme işini gerçekleştirir.

Bu yöntemin önemli unsurları şunlardır:

- Temiz, özel kimyasal bileşiminde sıcak, ergimiş metal gereklidir.
- Ergimiş demir akıntısı ile küreleştirici temasta olmalıdır ve kalıp doluncaya kadar düzenli bir hızda metal akmalıdır, herhangi bir cüruf ve kalıcı malzemeyle kirlenmemesi gerekmektedir.

İyi uygulanan inmold yönteminde, küreleştirme idealdir. Bu yöntemin en önemli avantajları;

- Magnezyum verimi yüksektir,
- Geç aşılama yöntemi uygulandığında, hem magnezyum (Mg) kaybı bakımından hem de aşılama etkisi bakımından çok elverişlidir.
- Karbürsüz, küre sayısı fazla ürünler elde edilebilir.



Şekil 2.13: Kalıpta küreleştirme

2.5. Konvertör Yöntemi

Alt kısmında delikli özel bir boşluğu (cebi) bulunan konvertör ile küreleştirme işlemi yapılır. İlk önce cep kısmına küreleştirici gereç külçe halinde konulur. Konvertör yatay durumda iken içine sıvı metal konulur. Bu sırada cep kısmındaki küreleştirici gereç sıvı metal seviyesinin üzerindedir. Sonra konverter hızla döndürülür ve sıvı metalin cep kısmına girmesi sağlanır. Böylece işlem tamamlanır.

Buraya kadar çeşitli yöntemlerle küreleştirme işleminin nasıl yapıldığı açıklandı. Küreleştirme işleminden sonra önlem alınmazsa alaşımın yapısındaki küresel grafitler, düzensiz bir şekilde katılaşır. Ayrıca grafit küreleri büyük olur. Bu arada karbür oluşumu artar. Bunu önlemek için küreleştirme işleminden hemen sonra sıvı metale aşılayıcı katılır. Aşılayıcı olarak ferro-silisyum (Fe-Si) kullanılır. İlave edilecek ferro –silisyum oranı % 0.50–0.75 arasındadır.

Aşılayıcı, potadaki sıvı metal üzerine atılır ve karıştırılır. Aşılayıcı bir seramik boru yardımı ile de sıvı metale karıştırılabilir. Bundan başka aşılayıcı, toz halinde kalıbın yolluk sistemine de yerleştirilebilir. Böylece döküm anında sıvı metale karışmış olur.

Ferro-silisyum ilavesinden sonra alaşımın dokusu incelir ve düzgün şekilli küresel grafitler oluşur. Ayrıca karbür oluşumu da azalır.

2.6. Küresel Grafitli Dökme Demirin Mikro Yapısı

Yüksek sıcaklıklarda östenit yapıya sahip olan küresel grafitli dökme demir, 735 °C ‘nin altındaki sıcaklıklarda değişik yapıya sahiptir. Östenit içinde çözülebilen karbon (C) miktarı yaklaşık olarak % 1’dir. Karbon (C), ferrit içinde yok denecek kadar az çözülür. Bundan dolayı östenitin ferrite dönüşümü sırasında %1 karbon östenitten ayrışır. Ayrışan karbon grafit olarak oluşur ve mevcut küresel grafitler üzerinde katılaşır.

Östenit içinde çözülen karbonun tamamı, küresel grafite dönüşmeye zaman bulursa yapı ferritik ve bu yapı içinde gelişi güzel dağılmış küresel grafitlerden oluşur. Birçok halde östenitten ayrılan karbon, grafitlerin bulunduğu bölgelere kadar hareket edemez ve orada katılaşmaya zaman bulamaz. Bu durumda grafitler ince karbür tabakaları şeklinde oluşur. Bu karbürlü tabakalar ferrit yapının devamlılığını bozar. Ferrit ve karbür tabakaları devamlı olarak birbirine bitişik şekilde oluşur. Böyle yapıya perlit adı verilir.

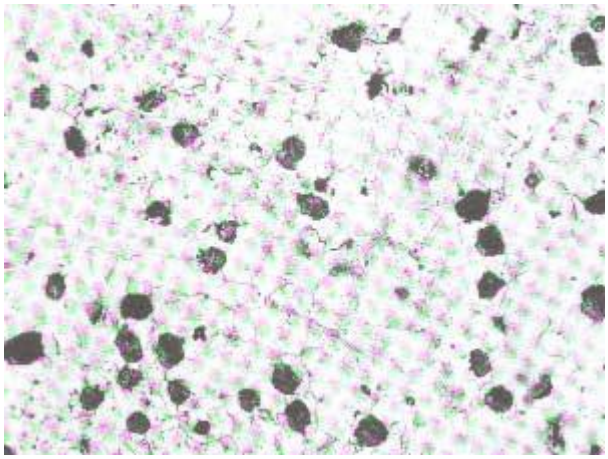
Bu tanıtımdan sonra küresel grafitli dökme demirin yapısında, yapı bileşenlerinden bir veya bir kaçını görmek mümkündür. Kimyasal bileşimi ve kullanma alanı bu yapıların oluşumunda önemli rol oynar.

➢ **Ferritik Küresel Grafitli Dökme Demir**

Ferritik yapılı dökme demir yapımı için üç yol vardır.

- Sıvı dökme demire, ağırlığına göre uygun miktarda magnezyum alaşımı katmak.
- Perlitik küresel grafitli dökme demire ısıl işlem uygulamak.
- Sıvı küresel grafitli dökme demirin katılaşmasını çok yavaş bir şekilde yapmak.

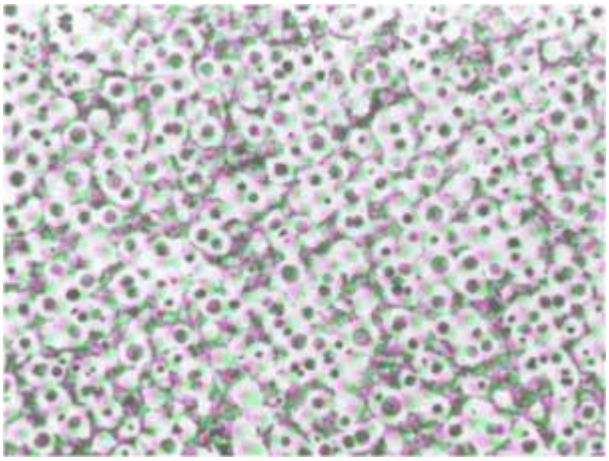
Ferritik küresel grafitli dökme demir çok yüksek % uzama özelliğine sahiptir.



Resim 2.1: Ferritik küresel grafitli dökme demirin mikro yapısı

- **Perlitik Küresel Grafitli Dökme Demir**

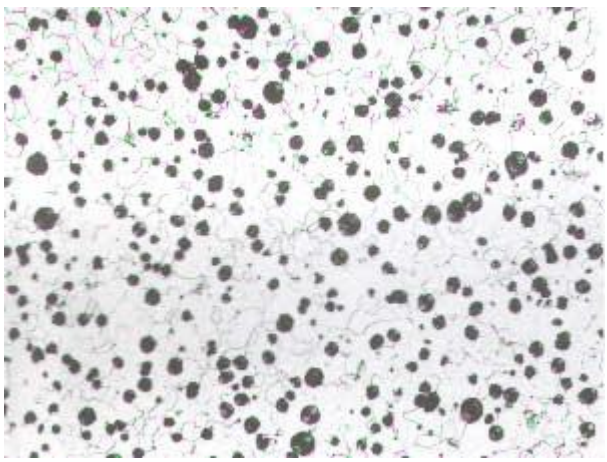
Kesit kalınlıkları 50 mm. ye kadar olan döküm parçalarında görülen bir yapıdır. Alaşım serttir ve mekanik özellikleri iyidir.



Resim 2.2: Perlitik küresel grafitli dökme demirin mikro yapısı

- **Östenitik Küresel Grafitli Dökme Demir**

Korozyona dayanıklı ve yüksek mekanik özelliklere sahip bir alaşımdır. Yapı östenit ve pek az da perlitten meydana gelmiştir.



Resim 2.3: Östenitik küresel grafitli dökme demirin mikroyapısı

- **İğneli Küresel Grafitli Dökme Demir**

Diğer demirli alaşımlar gibi su verme ve ısıl işlem uygulama ile küresel grafitli dökme demirin yapısı değiştirilebilir. Bu şekilde elde edilen yapı, beynitik doku ve küresel

grafitlerden oluşur. İğneli küresel grafitli dökme demir, yüksek mekanik özelliklere ve sertliğe sahiptir.

2.6.1. Küresel Grafitli Dökme Demire Uygulanan Isıl İşlemler

Döküm parçalar, kimyasal bileşim ve mekanik özellikler bakımından kullanma yerlerine göre farklılıklar gösterirler. Kalıplama, ergitme ve döküm şekli her zaman aynı şekilde gerçekleşmez. Bu nedenle aynı metal veya alaşımlardan dökülen parçalar farklı özellikler gösterdikleri gibi, aynı parça üzerinde bile farklı yapı ve özellikleri görmek mümkündür.

Diğer taraftan bir döküm parça çeşitli kesitlerden meydana gelmektedir. Bu da dökümden sonra farklı soğuma ve katılaşmaya sebep olmaktadır. Farklı soğuma ve katılaşma, değişik yapı ve özellikleri oluşturur. Bunun yanı sıra döküm parçada meydana gelen gerginlikler alaşımın dayanımını azaltır.

Döküm parçalara gerilimi azaltmak, yapı farklılıklarını gidermek, sertleştirmek ve daha iyi özellikler kazandırmak için ısıl işlem uygulanır. Dökümden sonra küresel grafitli dökme demirlere uygulanan ısıl işlemler;

2.6.1.1. Gerilim Giderme

Değişik kesitli döküm parçalarda oluşan iç ve dış gerilmeleri gidermek için yapılır. Bu gerilmeleri, oda sıcaklığında gidermek çok zaman alır. Gerilim giderici tavlamada sıcaklık, 500 – 550 °C' dir. Bu sıcaklıkta parçalar 2-6 saat tutulur. Sonra 340 °C' ye kadar düşük bir soğuma hızı ile soğutulurlar. Bundan sonra parçalar, fırından çıkarılarak havada soğumaya bırakılır.

2.6.1.2. Tavlama

Döküm parçalar 1–4 saat 850–900 °C' de tutulur. Bundan sonra fırında çok yavaş olarak 650 °C ye kadar soğutulur. Sonra fırından çıkarılır ve oda sıcaklığında soğumaya bırakılır. Böylece döküm parçaya ferritik bir yapı kazandırılır.

2.6.1.3. Normalizasyon

Döküm parçalar, 1–4 saat 850–900°C'de tutulur. Sonra 800 °C' a kadar fırın içerisinde yavaş soğutulur. Bundan sonra fırından çıkartılarak oda sıcaklığında soğumaya bırakılır. Bu işlem sonunda döküm parçalar, perlitik bir yapı kazanır. Böylece çekme ve akma dayanımlarının maksimum değere çıkması sağlanır.

2.6.1.4. Su Verme

Döküm parçalar, 1–4 saat 850–900 °C' de tutulur. Sonra su veya yağda hızlı soğutularak su verilir.

2.6.1.5. Temperleme

Su verme ve temperleme işlemleri bir kademede yapılabilir. Parçalar, su verildikten sonra istenilen özelliklere göre 200–600 °C arasında bir süre bekletilir.

2.6.1.6. Yüzey Sertleştirme

Yüzey sertleştirme işlemi, döküm parça yüzeyinin çok hızlı ısıtılması ve sonra çok çabuk soğutulmasıdır. Yüzeyin hızla ısıtılması alev veya endüksiyon akımı ile yapılır. Sert yüzey tabakasının kalınlığı; soğutma ortamına, alaşımın cinsine, özellikle nikel ve molibden gibi katkı elemanlarının miktarlarına bağlıdır.

2.6.2. Küresel Grafitli Dökme Demirin Kullanma Alanları



Resim 2.4: KGDD ürünler



Resim 2.5: KGDD ürünler

- **Metalcilik ve Metalurji**
  - Kırıcı gövdeleri
  - Konveyör dirsekleri
  - Alüminyum ve kurşun ergitme potaları
  - Cüruf potaları
  - Pres makineleri
  - Kalıplama dereceleri
  - Sıcak hadde merdaneleri vs.

- **Makine**
  - Hidrolik presler
  - Silindirler
  - Dövme presleri kafa ve silindirleri
  - Krank presleri dişlileri
  - Eğme makineleri çerçeveleri
  - Akslar
  - Bilumum dişliler vs.



Resim 2.6: KGDD bir makine parçası

- **Ziraat**
  - Traktör parçaları
  - Ön tekerlek çatalları
  - Transmisyon kutuları
  - Pedallar vs.



Resim 2.7: KGDD ziraatta kullanılan bir parça

- **İnşaat**
  - Kreyn parçaları
  - Beton karıştırıcı parçaları
  - Yol inşaatı parçaları vs.



Resim 2.8: KGDD inşaat sektöründe kullanılan bir parça

- **Kimya**
  - Kurutma silindirleri
  - Valflar
  - Pompalar
  - Plastik ekstrüzyon silindirleri
  - Doğal gaz boruları
  - Plastik karıştırıcılar
  - Rafine valfları vs.



Resim 2.9: KGDD kimya sektöründe kullanılan bir parça

- **Ulaştırma**
  - Uçak konstrüksiyonu
  - Diferansiyel dişli kutusu
  - Volanlar
  - Dişli kutuları
  - Dişli selektör çatalları
  - Tekerlek kalıpları vs.



Resim 2.10: KGDD ulaştırma sektöründe kullanılan bir parça

➢ **Güç:**

- Kompresör gövde ve kafaları
- Gaz türbini kompresör kutuları
- Kontrol halkaları
- Su türbinleri dökme parçaları
- Brülör gövdeleri
- Fırın parçaları vs.



Resim 2.11: KGDD güç sektöründe kullanılan bir parça

2.6.3. Küresel Grafitli Dökme Demirin Normlarla Gösterilmesi

TSE TS-526 KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLER / GENEL MAÇLAR İÇİN							
TS-526	Çekme Dayanımı Kgf/mm2 min.	Akma Sınırı Kgf/mm2 min.	Kopma Uzama % min.	Sertlik HB	Çentik Dayanımı min. kgf/cm2 (20 C)		Doku
					3.deney ortalaması	Bir deney	
DDK-40	42	28	12	140-201	-	-	Daha çok ferritik
DDK-50	50	35	7	170-241	-	-	Ferritik / Perlitik
DDK-60	60	40	3	192-269	-	-	Perlitik / Ferritik
DDK-70	70	45	2	229-302	-	-	Daha çok Perlitik
DDK-80	80	50	2	248-352	-	-	Perlitik
DDK-35.3	35	22	22	-	1.9	1.7	Ferritik
DDK-40.3	40	25	18	-	1.6	1.4	

Tablo 2.1: KGDD TSE standartları

EŞDEĞER STANDARTLAR							
TURKEY -TSE TS 526	DDK-35.3	DDK-40.3	DDK-40	DDK-50	DDK-60	DDK-70	DDK-80
EU - EN 1563	GJS 350-22LT	GJS-400-18LT	GJS-450-15	GJS-500-7	GJS-600-3	GJS-700-2	GJS800-2
GERMANY -DIN 1693	DDK-35.3	DDK-40.3	DDK-40	DDK-50	DDK-60	DDK-70	DDK-80
USA - ASTM A 536		60-40-18	65-45-12	80-55-06	100-70-03	120-90-2	
G.BRITAIN - BS 2789		Grade 370/17	Grade 420/12	Grade 500/7	Grade 600/3	Grade 700/2	
FRANCE - NF A32-101		FGS-370-17	FGS 400-12	FGS 500-7	FGS 600-2	FGS 700-3	
ITALY - UNI 5007		GS 370-17	GS 400-12	GS 500-7	GS 600-2	GS 700-2	
JAPAN - JIS G 5502	FCD 350-22L	FCD 400-18L	FCD 400-15	FCD 500-7	FCD 600-3	FCD 700-2	FCD 800-2

Tablo 2.2: KGDD eşdeğer standartlar

SFERO DÖKME DEMİR İÇİN BAZI STANDARTLAR					
Standart TS 526-1977	Çekme Mukavemeti Min.(N/mm2)	0.2 % Akma Min.(N/mm2)	Uzama %	Sertlik B.H.N	MİKROYAPI
-	-	-	-	-	FERRİT
DDK 38	380	250	18	179	FERRİT
DDK 42	420	270	12	212	FERRİT
DDK 45	450	290	10	170-241	FERRİT
					PERLİT
DDK 50	500	320	7	170-241	FERRİT
					PERLİT
DDK 60	600	370	3	192-269	FERRİT
					PERLİT
DDK 70	700	420	2	229-302	PERLİT
-	-	-	-	-	ISIL İŞLEMLİ PERLİT
-	-	-	-	-	ISIL İŞLEMLİ MARTENSİT

Tablo 2.3: KGDD (sfero) için bazı standartlar

OSTEMPERLENMİŞ SFERO DÖKME DEMİR				
Çeşitleri	Çekme Mukavemeti (N/mm2)	0.2 % Akma Kuvveti (N/mm2)	Uzama %	Sertlik B.H.N
Grade A	900	600	10	270-290
Grade B	1200	950	4	300-320
Grade C	1400	1200	1-2	360-390

Tablo 2.4: Ostemperlenmiş KGDD dökme demir özellikleri

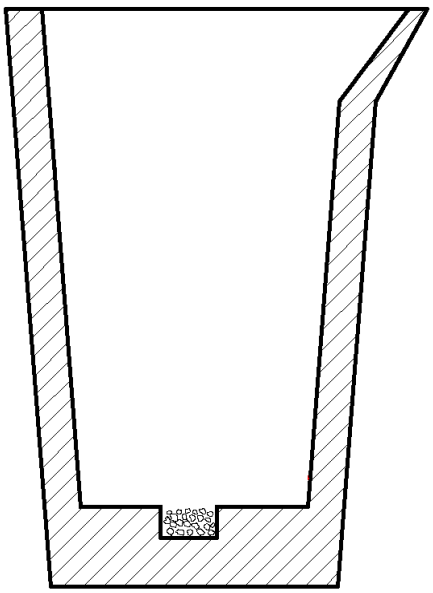
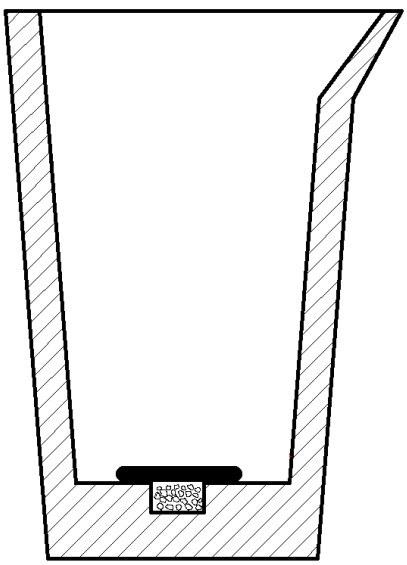
EŞDEĞER STANDARTLAR						
EN 1563	Almanya	Fransa	İngiltere	Hollanda	İsveç	ABD
	DIN 1693	NF	BS	NEN	MNC	ASTM A536
EN-GJS-400-18-LT	GGG-40.3	-	-	-	-	60-40-18
EN-GJS-400-15	GGG-40	FGS 400-12	420/12	GN 42	0717-02	60-40-18
EN-GJS-450-10	-	-	420/12	-	-	65-45-12
EN-GJS-500-7	GGG-50	FGS 500-7	500/7	GN 50	0727-02	65-45-12/80-55-06
EN-GJS-600-3	GGG-60	FGS 600-3	600/3	GN 60	0732-03	80-55-06
EN-GJS-700-2	GGG-70	FGS 700-2	700/2	GN 70	0737-01	100-70-03
EN-GJS-800-2	GGG-80	FGS 800-2	800/2	-	-	120-90-02

Tablo 2.5: KGDD eşdeğer standartlar

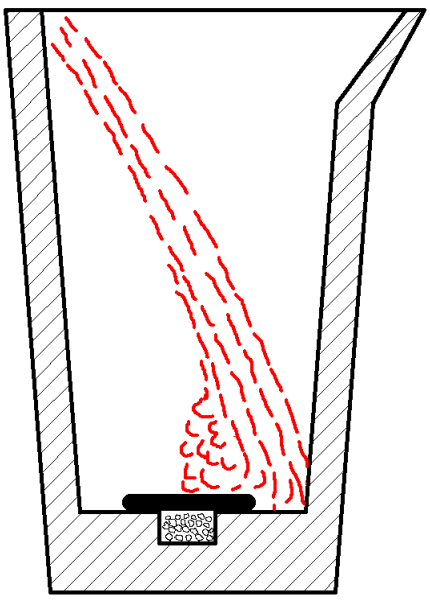
TEKNİK ÖZELLİKLER					
Sertlik	Gerilme Direnci	Zorlama Gerilimi	Uzama	İşlenebilirlik	Mikroyapı
HB 30	Rm N/mm²	Rp0,2 N/mm²	A5 %		
120-165	400-450	250-300	27-18	very good	Ferrit
135-185	400-550	250-350	27-15	very good	Ferrit and Perlit
160-210	450-600	310-410	20-10	good	Ferrit and Perlit
160-210	500-650	320-420	18-7	good	Ferrit and Perlit
200-250	600-750	370-480	8-3	good	Ferrit and Perlit
235-285	700-850	420-600	6-2	moderate	Ferrit and Perlit
235-285	800-1000	480-750	4-2	moderate	Perlit

Tablo 2.6: KGDD teknik özellikler

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Küreleştirici gereci, hazırlanan aşılama potasının dibine koyunuz.  ➢ Küreleştirici gerecin üzerini çelik plaka (sfero plaka) ile kapatınız.  ➢ Sıvı metali özel küreleştirme işlem potasına alınız.	➢ Iş önlüğünüzü, gözlüğünüzü, eldiveninizi ve döküm giysilerinizi kendi can güvenliğiniz için giyiniz. ➢ Istenilen alaşim oranina göre alaşim elementlerini doğru hazirlayiniz. ➢ Ocak Çalişma Talimatini Mutlaka Okuyunuz Ve Buna Uyunuz. ➢ Sivi metali aldiğimiz pota nemsiz ve kuru olmalidir.



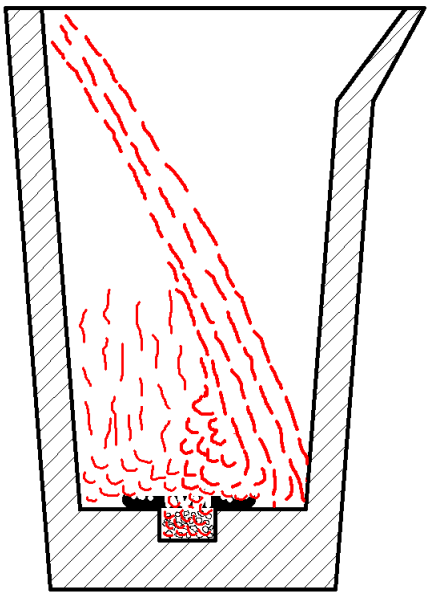
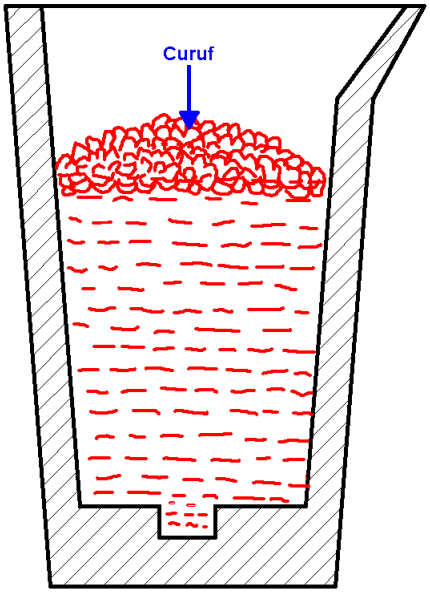


- Güvenlik olarak hemen özel küreleştirme işlem potasının üzerini kapatınız.

DİKKAT!

Ergimiş sıvı metali kesinlikle su ve neme karşı koruyunuz. Su ve nem sıvı metalin patlamasına sebep olur. Sonuçta ciddi yanıklar ve yaralanmalar olabilir.

- Döküm alanini temizleyiniz.
- Ocak takimlarini isittiniz.
- Pota düşmesi ciddi kazalara sebep olabilir.
- Ocak çalişma talimatini mutlaka okuyunuz ve buna uyunuz.

➢ Kimyasal reaksiyonun bitmesini bekleyiniz. 	.
	➢ Curufu hizli bir şekilde temizleyin.
➢ Aşılanan sıvı metalin cürufunu temizleyiniz. 	
	➢ Ergimiş sıvı metalin çok bekletilmesi metalin dokusuna gaz almasını sağlar. Bu da sakıncalıdır
➢ Aşılanan sıvı metali ocağa alınız.	
	➢ Döküm sirasinda yanmaya karşi koruyucu giysilerinizi mutlaka giyiniz.



- İstenen döküm sıcaklığına getiriniz.
- Ocaktan sıvı metali alarak hazırlanan kalıplara dökünüz.



- Ocağı durdurunuz.



- Ocagin gerekli kontrollerini yapin.
- Potada sıvı metali dikkatli taşıyınız.
- Ocağı kapadıktan sonra son bir kontrol yapınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğü ve koruyucu giysileri giydiniz mi?		
2. Küreleştirici gereci, hazırlanan aşılama potasının dibine koydunuz mu?		
3. Küreleştirici gerecin üzerini sfero plaka ile kapattınız mı?		
4. Sıvı metali özel aşılama potasına aldınız mı?		
5. Güvenlik olarak hemen özel aşılama potasının üzerini kapattınız mı?		
6. Kimyasal reaksiyonun bitmesini beklediniz mi?		
7. Aşılanan sıvı metalin cürufunu temizlediniz mi?		
8. Aşılanan sıvı metali ocağa aldınız mı?		
9. İstenen döküm sıcaklığına getirdiniz mi?		
10. Ocaktan sıvı metali alarak hazırlanan kalıplara döktünüz mü?		
11. Ocağı durdurdunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **Küreleştirme işlemi yaparken sıvı demirin sıcaklığının hangi aralıkta olması gerekir?**

A) 1050 ^{O}C – 1250 ^{O}C
B) 1350 ^{O}C – 1450 ^{O}C.
C) 1550 ^{O}C – 1750 ^{O}C
D) 1850 ^{O}C – 2050 ^{O}C

2. **Küreleştirici gereç potanın dibine konularak sıvı metalle teması kısa bir süre için önlenir. Bu uygulamanın amacı nedir?**

A) Sıvı metalin çabuk soğumaması ve katılaşmaması için
B) Alaşım malzemenin ısınması ve çabuk reaksiyona girmesi için
C) Reaksiyon hızlanması, küreleştirici gerecin çok buharlaşması için
D) Reaksiyon gecikmesi, küreleştirici gerecin az buharlaşması için

3. **Küreleştirme işlemlerini yaparken havayla temasın kesilmesi başarıyı artırır. Hava ile teması kesmenin alaşımın başarısındaki etkisi nedir?**

A) Alaşım elementinin yanması önlenir.
B) Sıvı metalin yere dökülmesi önlenir.
C) Alaşım elementinin karışması önlenir.
D) Maliyeti düşürmek için temas önlenir.

4. **Küresel grafitli dökme demire hangi amaçla ısıl işlem uygulanır?**

A) Döküm parçalara daha iyi özellikler kazandırmak için
B) Döküm parçaların maliyetini düşürmek için
C) Döküm parçanın kolay temizlenmesi için
D) Çok fazla üretim yapabilmek için

5. **Küresel grafitli dökme demirin çok yaygın kullanılma alanı bulmasının sebebi nedir?**

A) Dökümden sonra kesin sonuca ulaşılması
B) Maliyetinin normal dökme demirden az olması
C) Dökme demir türleri içinde en dayanıklı olması
D) Elde edilmesinin çok kolay olması

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

- Hazırlanan kalıbı küresel grafitli dökme demir hazırlayarak dökünüz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Atölye çalışmalarına başlamadan önce iş önlüğü giydiniz mi?		
2. Ocakta çalışmaya başlamadan gözlük, baret, eldiven ve tozluk gibi kişisel güvenlik malzemelerini taktınız mı?		
3. Özel aşılama potasını hazırladınız mı?		
4. Sfero pikini ocağa yüklediniz mi?		
5. Ocağı çalıştırıp metali ergittiniz mi?		
6. Sıvı metalin kimyasal bileşimini öğrendiniz mi?		
7. Kükürt giderme gerecini sıvı metale katarak kükürt oranını istenen değere getirdiniz mi?		
8. Küreleştirici gereci, hazırlanan aşılama potasının dibine koydunuz mu?		
9. Küreleştirici gerecin üzerini sfero plaka ile kapattınız mı?		
10. Sıvı metali özel aşılama potasına alıp kapakla kapattınız mı?		
11. Aşılanan sıvı metali ocağa alıp döküm sıcaklığına getirdiniz mi?		
12. Ocaktan sıvı metali alarak hazırlanan kalıplara döktünüz mü?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**C**
2	**A**
3	**D**
4	**A**
5	**B**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**D**
3	**A**
4	**A**
5	**C**

KAYNAKÇA

- ANAYURT Murat, Tarık, FERİZOĞLU Şeref, ÖZTÜRK Sedat SADİOĞLU, İdris ERKEKSOY Demir Döküm Teknolojisi, KOSGEB, Dökümhane Geliştirme İhtisas Merkezi, Nisan, 1994.
- ARAS Nurettin, Küresel Grafitli Dökme Demir, Makine Mühendisleri Odası Yayın No: 45, 1970.
- ÇELİK Süleyman, Halil DOĞMUŞ, Ali Duray DURAN, Sabri FİDANER, Cumhur SÜZEN Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt 2, MEB Yayınları, Ankara, 1991.
- ERSÜMER Aram, Demir Dökümü, Birsen Kitapevi Yayınları, Üçer Matbaası, İstanbul, 1980.
- UMAR Süleyman, Ders Notları