

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

METALÜRJİ TEKNOLOJİSİ

GRİ (ESMER) DÖKME DEMİR
521MMI271

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. DÖKME DEMİR KALIP KUMUNDAN KALIP HAZIRLAMA	3
1.1. Demir ve Elde Edilmesi	3
1.1.1. Demirin Tanıtılması.....	3
1.1.2. Demir Filizlerinin Tanıtılması	3
1.1.3. Yüksek Fırının Tanıtılması	4
1.2. Dökme Demir.....	4
1.2.1. Demir Alaşımlarının Avantajları	4
1.2.2. Dökme Demirin Tanımı.....	5
1.2.3. Dökme Demirin Sınıflandırılması	5
1.2.4. Dökme Demirin Kimyasal Bileşimi	6
1.2.5. Dökme Demirin Bileşiminde Bulunan Elementler	7
1.2.6. Dökme Demirlerin Yapı Bileşenleri (Mikro yapıları)	8
1.2.7. Karbon-Silisyum ve Soğuma Hızının Mikro Yapıya Etkileri.....	10
1.2.8. Dökme Demirde Grafitleşme ve Grafit Tipleri.....	12
1.2.9. Dökme Demirin Özellikleri	12
1.2.10. Dökme Demirlerin Kalıp Kumu	12
UYGULAMA FAALİYETİ	14
ÖLÇME DEĞERLENDİRME.....	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	18
2. GRİ (ESMER) DÖKME DEMİR ERGİTME	18
2.1. Gri (Esmer) Dökme Demir	18
2.1.1. Gri Dökme Demirin Tanıtımı	18
2.1.2. Gri Dökme Demirin Kimyasal Bileşimi	18
2.1.3. Gri Dökme Demirin Bileşiminde Bulunan Elementler.....	19
2.1.4. Gri Dökme Demirin Yapı Bileşenleri (Mikro Yapısı).....	20
2.1.5. Gri Dökme Demire Katılan Elementler ve Etkileri	21
2.1.6. Gri Dökme Demirin Özellikleri.....	22
2.1.7. Yüksek Dayanımlı Dökme Demirler	23
2.1.8. Ferro Alaşımları.....	23
2.1.9. Aşılansmış Dökme Demirler	26
2.1.10. Gri Dökme Demirlerin Isıl İşlemleri	26
2.1.11. Gri Dökme Demirin Kullanım Yerleri.....	27
2.1.12. Gri Dökme Demirlerin Normlarla Gösterilmesi	27
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME DEĞERLENDİRME.....	33
MODÜL DEĞERLENDİRME	34
CEVAP ANAHTARLARI.....	35
KAYNAKÇA	36

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI271
ALAN	Metalürji
DAL/MESLEK	Döküm
MODÜLÜN ADI	Gri (Esmer) Dökme Demir
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, gri (esmer) dökme demirin ergitilmesini içeren öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Endüksiyon Ocağı ve Kupol Ocağı modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Dökme demir ergitmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında istenilen ölçüye ve tekniğine uygun dökme demiri ergitebileceksiniz. Amaç 1. Tekniğe uygun dökme demir kumu ile kalıp hazırlayabileceksiniz. 2. Gri dökme demiri ergitebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Döküm atölyesi ve teknoloji sınıfı Donanımlar: Kürek, kil, silis, su, kömür tozu, karıştırıcı, taşıyıcı (vinç), kova, ergitme ocağı, dökme demir piki, ergitmede kullanılan araçlar.
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,

Dökümcülük, bir ülkenin ağır sanayi kolunu teşkil eder. Dökümcülük sanayi kolu, gelişmiş ülkeler ile geri kalmış ülkeler arasındaki gelişmişlik farkını belirleyen en önemli sanayi dallarından biridir.

Ülkemizin döküm üretiminin, demir esaslı büyük bir çoğunluğunu dökme demir oluşturur. Bu nedenle dökme demirin kimyasal bileşimini, dokusunu ve mekanik özelliklerini çok iyi bilmek ve incelemek gerekir. Bu modülde kalıp kumu hazırlamaktan başlayıp metalin ergitimi ve dökümüne kadar yapılması gerekenleri göreceksiniz.

Günümüzde iş dünyası yetişmiş insan gücüne sahip olmak istemektedir. Bilgisini, becerisini doğru şekilde uygulayabilen insanlar tercih edilmektedir. Dökme demir otomotiv, ağır iş makineleri, tarım, metalcilik vb. gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Sizler bu modül sayesinde metal ergitimi ve kalıp kumunun temel kurallarını bilerek istenilen standartlarda dökme demir ergitimi ve kalıp kumu yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında tekniğine uygun dökme demir kalıp kumu hazırlayarak kalıp yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Dökme demir kalıp kumlarına katılan katkı maddelerinin kalıp kumuna etkilerini araştırarak edindiğiniz bilgileri rapor hâline getiriniz.

1. DÖKME DEMİR KALIP KUMUNDAN KALIP HAZIRLAMA

1.1. Demir ve Elde Edilmesi

Demir doğadan filiz olarak çıkarılır. Demir filizleri çeşitli aşamalardan geçirilerek kullanılır hâle getirilir.

1.1.1. Demirin Tanıtılması

Gri renkli, yumuşak bir metaldir. Dövülebilir, elektrik ve ısıyı iletir, mıknatıslanma özelliğine sahiptir. Bileşikler hâlinde yayılmış olup yer kabuğunun % 4,7'sini kaplamaktadır. Dünyamızda bulunan demir bileşikleri (filizleri) oksitli, karbonatlı ve sülfürlü bileşikler hâlinindedir.

1.1.2. Demir Filizlerinin Tanıtılması

Demir ve alaşımlarının üretildiği en önemli demir filizleri şunlardır:

Magnetit: Kimyasal bileşimi Fe_3O_4 tür. Rengi koyu griden siyaha kadar değişir. Bazı cinsleri mıknatıslı olduğu için bu filize mıknatıs taşı da denir. İyi bir magnetitte % 72,4 oranında demir bulunur. Özgül ağırlığı $5,2 \text{ kg/dm}^3$ tür.

Hematit: Kimyasal bileşimi Fe_2O_3 tür. Kırmızı renktedir. İçerisinde en çok % 70 demir bulunur. Özgül Ağırlığı 5 kg/dm^3 tür.

Limonit: Kimyasal bileşimi su miktarına göre $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ dur. Rengi sarıdan kahverengiye kadar değişmektedir. Bileşimindeki demir oranı % 60 kadardır. Özgül ağırlığı 4 kg/dm^3 tür.

Siderit: Kimyasal bileşimi $FeCO_3$ tür. İçerisinde en çok % 48,3 demir bulunur. Rengi beyazdan yeşilimsi griye kadar değişir. Özgül ağırlığı $3,9 \text{ kg/dm}^3$ tür.

Pirit: Kimyasal bileşimi FeS_2 dir. Pirinç sarısı rengindedir. İçerisinde % 46 oranında demir bulunmaktadır. Özgül ağırlığı $4,8 \text{ kg/dm}^3$ tür.

1.1.3. Yüksek Fırının Tanıtılması



Resim 1.1: Yüksek fırın

Demir filizlerinin ergitilerek ham demir hâline getirildiği fırınlara yüksek fırın denir (Resim 1.1).

Yüksek fırın taban tabana oturtulmuş iki kesik koniye benzer. Alt tarafında silindirik bir depo (pota) kısmı vardır. Boyları 25–30 metre, çapları en dar yerinde 5–6 metre en geniş yerinde ise 7–10 metredir. Depo (pota) kısmında çap 6 metre, yükseklik ise 3,5 metre kadardır. Fırının dış kısmı çelik sacdan yapılmış olup iç kısımları ısıya dayanıklı ateş tuğlaları ile örülmüştür.

1.2. Dökme Demir

Bu faaliyet ile dökme demiri çok geniş ve ayrıntılı bir şekilde tanıyacaksınız.

1.2.1. Demir Alaşımlarının Avantajları

Demir alaşımları dökümcülüğünün avantajlı yönleri çok fazladır. Bunların belli başlı olanları şunlardır:

- Alaşımı meydana getiren gereçler bol ve ucuzdur.
- Dökümü, demir olmayan metal ve alaşımlarına göre daha çok yapılır.
- Sert ve aşınmaya karşı direnci fazladır.

- Talaş kaldırma (işlenebilme) işçiliği kolaydır.
- Korozyona dayanıklıdır.
- Çeşitleri çok ve farklı özelliklere sahiptir (esmer, beyaz, temper, küresel grafitli dökme demir, çelik döküm gibi).

1.2.2. Dökme Demirin Tanımı

Dökme demir ismi genel bir tanım olup geniş kapsamlı ve özellikleri çok farklı demir alaşımlarının tamamını kapsar. Dökme demir, sıcakta ve soğukta biçimlendirilmeye elverişli olmayıp döküldüğü şekilde kullanılan bir demir-karbon-silisyum alaşımıdır. Bileşiminde % 4'e kadar karbon ve 3,5'e kadar silisyum bulunur.

1.2.3. Dökme Demirin Sınıflandırılması

Demir alaşımları, dökme demirler ve çelik dökümler olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Bileşiminde % 2'ye kadar karbon bulunan demir alaşımları çelik, % 2'den çok karbon bulunan demir alaşımları dökme demir sınıfına girer.

Dökme demirlerin grafit ve mikro yapıya göre sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

➤ **Beyaz dökme demir**

Beyaz dökme demir, alaşım katılaştığında bileşimindeki karbon, sementit (demir karbür Fe_3C) hâlinde olan dökme demirdir. Kırılmış yüzeyi beyaz kristal görünüşlüdür.

➤ **Gri dökme demir**

Gri dökme demir, alaşım katılaştığında bileşimindeki karbon, kısmen veya tamamen grafit hâlinde olan dökme demirdir. Kırılmış yüzeyi her zaman isli gri renktedir.

Gri dökme demir bileşimindeki karbonun şekline göre aşağıdaki kısımlara ayrılır.

- **Benekli dökme demir**

Katılaşmış yapısının bir kısmı beyaz, bir kısmı gri dökme demirin ortak yapı özelliklerini taşır.

- **Temper dökme demir**

Temper dökme demir, uygun kimyasal bileşimdeki sementit dokulu beyaz dökme demirin temperlemeye elverişli boyut ve biçimde dökülmüş ve sonradan ısı işlem (tavlama-temperleme) yapılarak bileşimindeki karbonu, rozet şekilli grafit kümeleri şekline getirilmiş bir dökme demirdir.

- **Hızlı soğutulmuş (çil uygulanmış) dökme demir**

Katılaşma sırasında normal gri dökme demir yapısını verecek dökme demire, bazı kısımlarında soğumayı hızlandırmak için özel yöntemler (çil) uygulayarak yapılan bir dökme demir çeşididir. Kırılmış yüzeyinin hızlı soğumuş kısımlarında beyaz, normal soğumuş

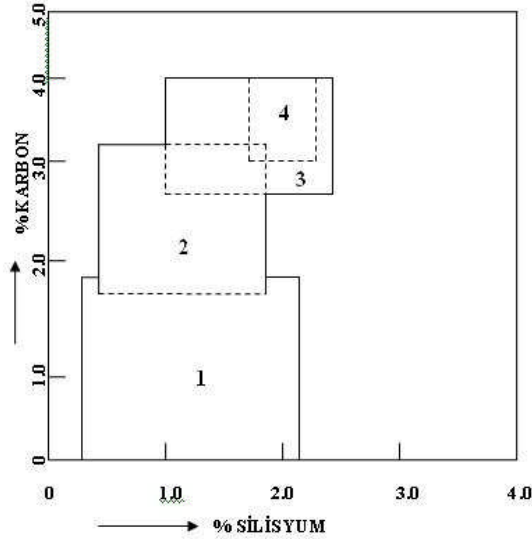
kısımlarında lamel grafitli dökme demir yapısı görülür. Hızlı soğutulmuş dökme demir sert ve dayanıklıdır.

- **Özel dökme demir**

Özel dökme demir, bileşiminde silisyum, manganez, fosfor ve kükürten başka özel olarak alaşım elementleri katılmış dökme demirdir.

1.2.4. Dökme Demirin Kimyasal Bileşimi

Dökme demirlerin yapısına en çok etki eden elementler **karbon** ve **silisyumdur**. Karbon ve silisyum miktarlarının az veya çok olması gri dökme, beyaz dökme, temper dökme, küresel grafitli dökme demiri ve çelik dökümleri oluşturur.



- | | |
|---|---|
| 1. Çelik dökümler | 3. Gri dökme demir |
| 2. Beyaz dökme demirler
(Temper dökme demir) | 4. Küresel grafitli dökme demirler
(Nodular-Sfero) |

Şekil 1.1: Değişik tipteki dökme demirlerde karbon ve silisyum miktarları

Elementler	Gri Dökme Demir %	[*] Beyaz Dökme Demir %	Yüksek Dayanımlı Esmer Dökme Demir %	[**] Küresel Grafitli Dökme Demir %	[***] Temper Dökme Demir %
Karbon	2,50–4,00	1,80–3,60	2,80–3,30	3,00–4,00	2,00–3,00
Silisyum	1,00–3,00	0,50–1,90	1,40–2,00	1,80–2,80	1,00–1,80
Manganez	0,40–1,00	0,25–0,80	0,50–0,80	0,15–0,90	0,20–0,50
Fosfor	0,05–1,00	0,06–0,18	0,15 Max.	0,10 Max.	0,01–0,10
Kükürt	0,05–0,25	0,06–0,20	0,12 Max.	0,03 Max.	0,02–0,17

Tablo 1.1: Değişik tipteki dökme demirlerin kimyasal bileşimleri

[*] Isıl işlem ile temper dökme demire dönüştürülür.

[**] Bileşiminde 0,01–0,10 magnezyum bulunmaktadır.

[***] Bileşiminde % 0,0005–0,0050 boron ve % 0,0005–0,0150 alüminyum bulunmaktadır.

Dökme demirlerin özellikleri alaşımın kimyasal bileşimlerine bağlıdır. Kimyasal bileşime ise en çok iki element etki eder. Bunlar karbon ve silisyumdur. Bu iki elementin alaşım içindeki miktarı ve grafit oluşmasına olan etkileri, dökme demirin kimyasal bileşiminde dolayısıyla dökme demirin özelliklerinde büyük değişmelere sebep olur. Karbon, dökme demirde demir karbür (sementit-Fe₃C) hâlinde bulunursa bileşik karbonu, serbest olarak bulunursa grafitleri oluşturur. Grafitin oluşması, serbest karbonun çökmesi veya kimyasal olarak bağlı bileşik karbonun, serbest hâle dönüşmesi olayıdır. Dökme demirlerde grafitin oluşması % 2 ve daha fazla karbon oluşmasına bağlıdır. Silisyum da demir karbür oluşumunu azaltır ve grafit oluşmasında artırıcı rol oynar.

1.2.5. Dökme Demirin Bileşiminde Bulunan Elementler

Dökme demirin bileşiminde bulunan elementler çok önemlidir. Dökme demirin birleşiminde ana yapısı olan demirden başka karbon, silisyum, manganez, fosfor ve kükürt de bulunur. Bunlardan kükürt, dökme demirin özelliklerinde zararlı etki gösterdiğinden, bileşimde bulunması pek istenmez. Fosforun faydası da belli miktara kadardır. Bunun da fazla miktarda olması, dökme demirin özellikleri bakımından zararlıdır. Bu iki element dışındaki karbon, silisyum ve manganez dökme demirde bulunması zorunlu olan elementlerdir.

➤ **Karbon**

Dökme demirin bileşiminde bulunan karbon % 2-4 arasındadır. Karbon dökme demirin ergime sıcaklığını düşürür ve akıcılığını artırır. Karbon, dökme demirin bileşimine ve soğuma hızına bağlı olarak serbest karbon veya bileşik karbon (karbür) hâlinde bulunur. Bileşiminde serbest karbon bulunması alaşımın grafitli olduğunu veya grafitleşmeyi artırıcı elementlerin bulunduğunu gösterir. Bileşik karbon bulunması ise alaşımın sementit (Fe_3C) olduğunu veya karbürleştirici elementlerin bulunduğunu gösterir.

➤ **Silisyum**

Dökme demir bileşimindeki silisyum % 0.50 -3.50 arasında değişir. Silisyum dökme demirin katılaşmasında karbonun bileşik hâlden grafit hâlinde ayrılmasına yardım eder. Silisyumun % 3.50'den fazla bulunması alaşımın sert ve kırılğan olmasına sebep olur. Dökme demirlerden istenen özellik de bileşimindeki silisyum miktarının ayarlanması ile sağlanır.

➤ **Manganez**

Dökme demirin içinde genel olarak % 0.50-1.00 arasındadır. Bileşimindeki karbonun demirle bileşik hâlde bulunmasına yardım ederek dökme demirin sert ve kırılğan olmasına sebep olur. Manganez, kükürdün kötü tesirlerini gideren bir elementtir. Kükürt ile birleşir ve MANGANSÜLFÜR ($Mn S$) hâlinde cürufa karışır.

➤ **Fosfor**

Dökme demir bileşiminde bulunan az miktardaki fosfor, serbest hâlde olmayıp demirle birleşmiş olarak DEMİR-FOSFÜR ($Fe_3 P$) hâlinde bulunur. Fosfor, demir içinde ergir ve yapının mikroskopla incelenmesinde görülmez. Fosfor, dökme demirin akıcılığını artırır. Ayrıca karbonun, grafit hâlinde ayrılmasını sağlar. Fosfor miktarı arttıkça dökme demirin sertliği artar, dayanımı azalır.

➤ **Kükürt**

Karbonun, grafit hâlinde ayrışmasını güçleştirir. Dökme demirin bileşiminde demir sülfür ve manganezle birleşmiş olarak mangan sülfür ($Mn S$) hâlinde bulunur. Demir alaşımları içinde daima zararlı etkisi olan kükürt, esmer dökme demir bileşiminde % 0.15'ten fazla bulunmamalıdır. Bileşiminde fazla kükürt olması dökme demirin sertliğini artırır ve akıcılığını azaltır. Bunun sonucu olarak da döküm parçalar gaz boşluklu olarak çıkar.

1.2.6. Dökme Demirlerin Yapı Bileşenleri (Mikro yapıları)

Dökme demirler genel olarak kısa tanımları verilmiş olan yapılardan iki ya da daha fazlasına sahiptir.

➤ **Grafit**

Dökme demir bileşimindeki karbon, kimyasal bileşim ve soğuma hızının uygun olduğu hâllerde, demirle bileşik olarak demir karbür (sementit- Fe_3C) veya serbest grafit hâlinde bulunur. Bunlardan demirle bileşik hâlde beyaz dökme demirin, serbest hâlde ise gri dökme demir, temper dökme demir, küresel grafitli dökme demirin yapısında bulunur.



Resim 1.2: Değişik grafit tipleri

➤ **Sementit (Fe_3C)**

Dökme demirlerde karbonun bileşik hâlde bulunmasından meydana gelen sementit, bir demir karbür (Fe_3C) bileşimidir. Daha çok karbürleştirici ortamda oluşur. Çok sert ve kırılğan bir yapıya sahiptir. Sementit yapıya sahip dökme demirler sert ve kırılğandır. Aynı zamanda işlenmeleri zordur.

➤ **Ferrit**

Normal oda sıcaklığından 910 °C'ye kadar kübik hacim merkezli demirin az miktardaki karbon ile meydana getirdiği bir yapıdır. Ferrit çok yumuşak, eğilip bükülebilen (sünek), orta derecede dayanıklı bir yapıya sahiptir. Dökme demirlerde serbest veya perlit içinde bulunur. Dökme demirin bileşimindeki silisyum ferritin sertliğini ve dayanımını artırır.

➤ **Perlit**

Dökme demirin soğuması sırasında östenitin ötektoid sıcaklığında, ferrit ve sementite ayrışması ile bunların lameller hâlindeki karışımından meydana gelmiş bir yapıdır. Perlit orta sertlikte, yüksek dayanımlı ve esnek bir yapı olup aşınmaya karşı dayanıklıdır. Bu özelliğinden dolayı yüksek dayanımlı dökme demirlerin yapıları genellikle perlitiktir.

➤ **Östenit**

Dökme demirlerde, 723-1410 °C'de kübik yüzey merkezli demirin karbon ile oluşturduğu bir katı yapıdır. Dökme demirlerin katılaştırmadan oluşan ve yavaş soğuma ile ferrit, perlit veya ikisinin karışımına dönüşen östenit, 1130-1145 °C'de % 2'ye kadar karbon eritme özelliğine sahiptir.

➤ **Steadit**

Dökme demirlerde, özellikle lamel grafitli dökme demir fosfor, düşük ergime derecesinde (954-984 °C) bir demir (Fe) – demir karbür (Fe_3C) – demir fosfür (Fe_3P) ötektiği

oluşturur. Buna steadit denir. Fosfor katılaşmasının geç olduğu bölgelerde hücrel şekiller hâlinde toplanır. Demir fosfür de demir karbür gibi çok serttir ve dökme demirin sertliğini artırarak daha kırılğan hâle getirir.

➤ **Ledeburit**

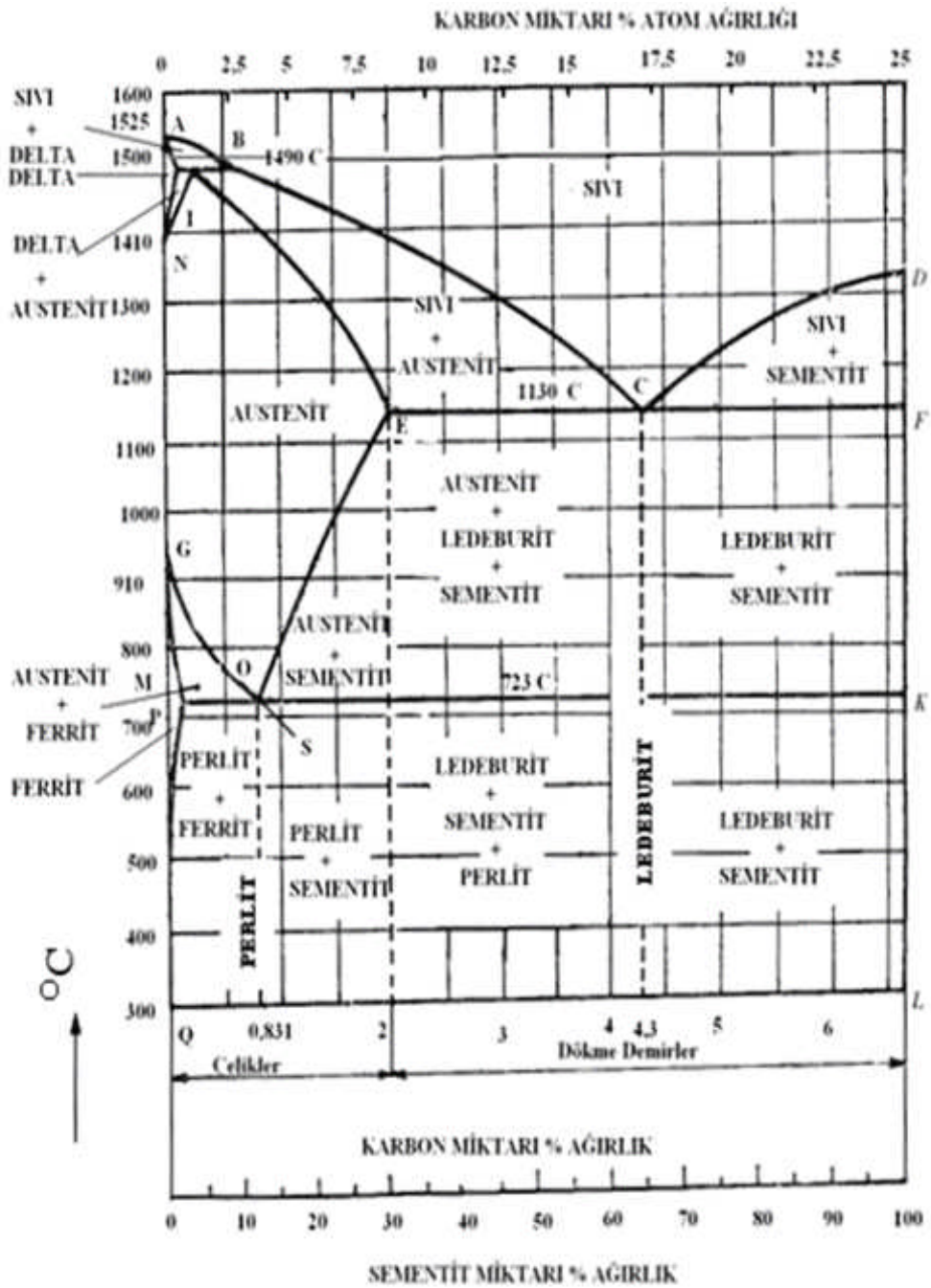
% 4.3 karbon bulunan bölgede meydana gelir. Östenit ile sementit karışımı bir yapıdır. Ledeburit, ötektik yapının özel adı olarak tanınır.

➤ **Mangan sülfür**

Dökme demirlerde manganezin, kükürt ile birleşmesinden mangan sülfür (MnS) oluşur. Alaşıma mikroskopla bakıldığında yapıda çok kenarlı geometrik şekiller hâlinde görülür.

1.2.7. Karbon-Silisyum ve Soğuma Hızının Mikro Yapıya Etkileri

Dökme demirlerin mikro yapılarına ve özelliklerine en çok karbon ve silisyum etki etmektedir. Bunun yanında, soğuma hızının da yapının oluşumuna etkisi en az bu iki element kadardır. Sıvı dökme demirin katılaşması sırasında, bileşimde bulunan silisyum ile yavaş soğuma hızı meydana gelerek demir karbürü bozar ve grafitleşmeyi artırır. Bunun için dökme demirin farklı kesit kalınlıklarına göre soğuma hızları, karbon ve silisyum miktarları ayarlanır. İnce kesitli dökme demirlerde karbon ve silisyum miktarları çok, kalın kesitli dökme demirlerde ise karbon ve silisyum miktarları daha azdır.



ÖTEKTİK NOKTA (C Noktası) : % 4,30 Karbon ve 1130 C

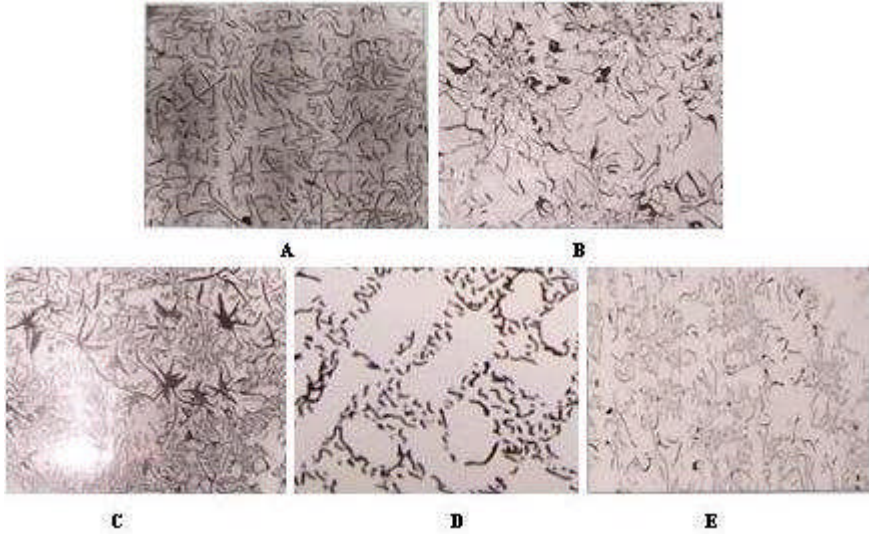
ÖTEKTOİD NOKTA (S Noktası) : % 0,83 Karbon ve 723 C

Şekil 1.2: Demir karbon denge diyagramı

1.2.8. Dökme Demirde Grafitleşme ve Grafit Tipleri

Dökme demirlerin katılaşması anında grafitin serbest hâle geçmesi, alaşımın karbon miktarına, soğuma hızına ve silisyum miktarına bağlıdır. Dökme demirin düşük sıcaklıkta dökülmesi grafitleşmeyi geciktirir. Çünkü katılaşma hızlı olduğundan grafit oluşumu için yeterli zaman yoktur. Büyük kesitli döküm parçalarda soğuma daha geç olduğundan yapıda daha fazla grafit oluşur. Bu döküm parçaların yapısında iri grafit yaprakları ve kalın perlit tabakaları görülür.

Katılaşma anında dökme demir yapısında oluşan grafitlerin büyüklüğü, şekli ve dağılımının metalografik görünüşleri 5 ayrı tipte aşağıda görülmektedir. Bunlar A, B, C, D, E tipi olarak isimlendirilir.



Resim 1.3: Grafit tipleri

1.2.9. Dökme Demirin Özellikleri

Dökme demir, demir-karbon-silisyum alaşımıdır. Bileşimindeki karbon % 4,00 ve silisyum % 3.50'ye kadar olabilir. Bileşiminde karbon ve silisyumdan başka mangan, fosfor ve kükürt bulunur. Dökme demirin özelliği, bileşiminde bulunan karbon miktarına, cinsine, yapı içindeki dağılımına ve büyüklüğüne bağlıdır. Bileşimindeki elementlere bağlı olarak özgül ağırlığı ortalama $7,3 \text{ kg/dm}^3$, ergime sıcaklığı $1130-1200 \text{ }^\circ\text{C}$ ve döküm sıcaklığı $1300-1400 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Dökme demir kırılgandır. Yüksek sıcaklığa kadar kızdırılarak dövülseler de bu kırılganlık kaybolmaz. Esnek değildir. Basınca dayanımı fazladır.

1.2.10. Dökme Demirlerin Kalıp Kumu

Dökme demir ve çelik yüksek sıcaklıklarda ($1500-1700 \text{ }^\circ\text{C}$) dökülür. Bu nedenle kullanılacak kalıp kumlarının yüksek sıcaklıklara dayanması gerekir. Aynı zamanda gaz geçirgenliği de fazla olmalıdır. Bunun için demir alaşımları kalıplarının yapımında büyük

taneli kumlar kullanılır. Büyük taneli kalıp kumlarının gaz geçirgenliği fazla ve yüksek sıcaklıklara dayanımı iyidir.

➤ **Dökme demir kalıp kumu bileşimi**

Demir alaşımları kalıp kumlarının yüksek sıcaklıklara dayanımını artırmak için silis kumu, şamut, grafit ve grafit pota artıkları öğütülerek katılır. Gerekğinde daha temiz yüzeyle döküm parça dökülebilmek için bazı kalıpların yüzeyleri boyanır.





Aşağıda dökme demir kalıp kumlarının bileşimi görülmektedir.

Kalıp kumu bileşimi	%
Silis (tane iriliği 0,27 mm)	% 91,5–92,5
Bentonit	% 4,0 – 4,5
Organik bağlayıcılar	% 0,5–1,0
Su	% 3,0–4,0

Tablo 1.2: Kalıp kumu bileşimi

UYGULAMA FAALİYETİ

Dökme demir kalıp kumu hazırlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Yıkanmış silis kumu taşıyıcı ile karıştırıcıya yükleyiniz.  <ul style="list-style-type: none">➤ Karıştırıcı çalıştırınız.  <ul style="list-style-type: none">➤ Karıştırıcı içindeki silis kumuna belli oranda kil (bentonit) ilave ediniz.➤ Silis ve kil bir süre karıştırıldıktan sonra karışıma belli oranda kömür tozu ekleyerek karıştırınız.  <ul style="list-style-type: none">➤ Sonra suyu belli oranda kuru karışıma ilave ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Maske kullanınız. 



- Homojen bir dağılım olana kadar karıştırınız.
- Kumu karıştırıcıdan alınız.



- Modeli tekniğe uygun kalıplayınız.
- Kalıbı döküme hazırlayınız.

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 önlüğünü giydiniz mi?		
2	Yıkanmış silis kumunu taşıyıcı ile karıştırıcıya yüklediniz mi?		
3	Karıştırıcı içindeki silis kumuna belli oranda kil kattınız mı?		
4	Silis ve kil karışımını bir süre karıştırdıktan sonra belli oranda kömür tozu ilave ettiniz mi?		
5	Kuru karışıma belli oranda su ilave ettiniz mi?		
6	Homojen bir dağılım oluncaya kadar karıştırdınız mı?		
7	Kumu karıştırıcıdan aldınız mı?		
8	Modeli tekniğe uygun kalıpladınız mı?		
9	Kalıbı döküme hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi demirin özelliklerinden biri değildir?
A) Gri renkli, yumuşaktır.
B) Dövülebilir, elektrik ve ısıyı iletir.
C) Mıknatıslanma özelliğine sahiptir.
D) Yalıtkanlık özelliğine sahiptir.
2. Aşağıdakilerden hangisi demir filizlerinden biri değildir?
A) Magnetit
B) Magnezyum
C) Limonit
D) Pirit
3. Aşağıdakilerden hangisi dökme demirin avantajlı yönlerinden değildir?
A) Alaşımı meydana getiren gereçler bol ve ucuzdur.
B) Sert ve aşınmaya karşı dayanımı fazladır.
C) Talaş kaldırma işçiliği zordur.
D) Korozyona dayanıklıdır.
4. Dökme demirin ergime sıcaklığı düşük, akıcılığı fazla ise bileşimindeki karbon oranı hangi aralıkta olur?
A) % 2—4
B) % 6—8
C) % 10—12
D) % 14—16
5. Dökme demirin bileşiminde bulunmayan element aşağıdakilerden hangisidir?
A) Karbon (C)
B) Silisyum (Si)
C) Bakır (Cu)
D) Manganez (Mn)
6. Demir alaşımları kalıp kumuna silis kumu, şamut, grafit ve grafit pota artıkları neden katılır?
A) Yüksek sıcaklıklarda dayanımı artırmak
B) Şekil alma özelliğini artırmak
C) Dökümden sonra kolay boşalması için
D) Temiz yüzey elde etmek için

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.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında tekniğine uygun gri (esmer) dökme demir ergitebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sanayideki işletmelerde, esmer dökme demir ergitiminde hangi tür ocakların kullanıldığını araştırarak sınıfta tartışınız.

2. GRİ (ESMER) DÖKME DEMİR ERGİTME

2.1. Gri (Esmer) Dökme Demir

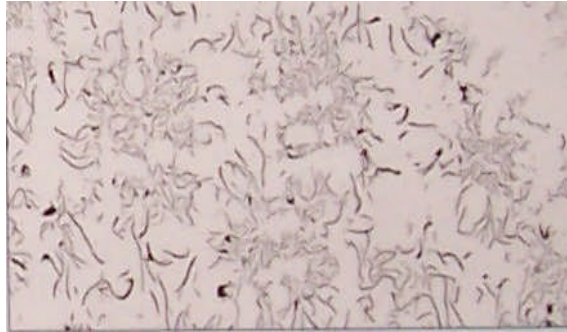
Bu faaliyette gri dökme demiri geniş ve ayrıntılı bir şekilde tanıyacağız. Gri dökme demire lamel grafitli dökme demir de denir.

2.1.1. Gri Dökme Demirin Tanıtımı

Katılaştıktan sonra bileşimindeki karbonun büyük bir kısmı serbest grafit yaprakları (lamel-pul) hâlinde bulunan bir dökme demir çeşididir. Kırıldığı zaman yüzeyi isli gri görünüşlüdür. Grafitten dolayı rengi esmer olan bu dökme demire lamel grafitli dökme demir veya GRİ DÖKME DEMİR denir.

2.1.2. Gri Dökme Demirin Kimyasal Bileşimi

Gri dökme demirin bileşiminde ana yapısı demirden başka karbon, silisyum, manganez, fosfor ve kükürt bulunur. Bileşiminde bulunan bu elementler genel olarak HAM DEMİR (pik)den gelmektedir. Kükürt, gri dökme demirin içinde bulunması arzu edilmeyen bir elementtir. Fosforun ise pek az miktarı faydalıdır.



Resim 2.1: Gri dökme demir yapısında grafit dağılımı

Gri dökme demir mikroskopla incelendiğinde, yapısı içinde dağılmış grafit yaprakları görülür. Bu grafit yapraklar, kalın kesitli döküm parçaların yapısında gözle bile görülebilir özelliktedir. Gri dökme demir mikroskopla incelendiğinde görülen yapı yukarıda gösterilmiştir.

Gri dökme demirin kimyasal yapısı aşağıdaki gibidir.

Element Adı	% Miktarı
Karbon	2.50 – 4.00
Silisyum	1.00 – 3.00
Manganez	0.40 – 1.00
Fosfor	0.05 – 1.00
Kükürt	0.05 – 0.25

Tablo 2.1: Gri dökme demirin kimyasal bileşimi

2.1.3. Gri Dökme Demirin Bileşiminde Bulunan Elementler

Gri dökme demirin bileşiminde karbon, silisyum, manganez, fosfor ve kükürt bulunduğu belirtilmişti. Gri dökme demirin bileşiminde bulunan bu elementler, dökme demir çeşitlerinin hemen tamamında bulunur. Bu elementler gri dökme demirin yapısına da çok etki eder.

➤ **Karbon**

Gri dökme demirde serbest grafit veya demir karbür (sementit— Fe_3C) olarak bulunur. Bileşiminde ortalama % 3.00—3.50 karbon bulunur. Karbon, gri dökme demirin ergime sıcaklığını düşürür, akıcılığını artırır. Grafit miktarı fazla olduğunda gri dökme demirin dayanımını azaltır. Bileşimindeki karbon miktarı azaldıkça (% 3'ten az) gri dökme demirin çekmesi artar.

➤ **Silisyum**

Gri dökme demirde ortalama % 1—3 silisyum bulunur. Silisyum karbonun serbest hâlde kalmasına ve grafit hâlinde ayrılmasına yardım eder. Dökme demirde silisyum miktarı arttıkça ötektik ve ötektoid bileşimlerindeki karbon miktarı azalır. Fakat ötektik ve ötektoid sıcaklıkları yükselir. Silisyum, gri dökme demirin akıcılığını artırır ve yumuşak olmasına sebep olur.

➤ **Manganez**

Karbonun grafit hâlinde ayrışmasını önler. Bileşiminde ortalama % 0.40—1.00 bulunur. % 2'den fazla olursa grafitleşmeyi geciktirir. Dökme demirin sert olmasına sebep

olur. Manganez, bileşimindeki kükürdün kötü etkisini önler ve mangan sülfür (Mn S) hâlinde birleşir. Mangan sülfürün özgül ağırlığı az olduğundan cürufa karışır.

➤ **Fosfor**

Demir içinde erir ve demirle demir fosfür ($Fe_3 P$) hâlinde birleşir. Karbonun grafit hâlinde ayrılmasına yardım eder. Dökme demirin akıcılığını artırır ve katılma zamanını uzatır. Gri dökme demir bileşiminde % 0.50—1.00 arasında bulunur. Yüksek fosforlu dökme demirler çok kırılğan ve zayıf olur. Bunun için % 0.50 normal bir fosfor miktarıdır. Fosfor miktarı arttıkça gri grafitli dökme demir sertliği de artar.

➤ **Kükürt**

Gri dökme demir bileşiminde ortalama olarak % 0.05—0.25 arasında kükürt bulunur. Yapıya etkisi çok fazladır. Bileşiminde % 0.15'ten fazla olması, dökme demirin sert olmasına sebep olur ve işleme özelliğini azaltır. Manganez ile birleşir ve mangan sülfür olarak cürufa karışır. Böylece yapıya olan kötü etkisi azalmış olur. Kükürt, karbonun grafit hâlinde ayrılmasını güçleştirir.

2.1.4. Gri Dökme Demirin Yapı Bileşenleri (Mikro Yapısı)

Gri dökme demirin mikro yapısı aşağıda verilmiştir.

➤ **Grafit**

Gri dökme demirin en önemli yapı bileşenidir. Şekil ve miktarına göre dökme demirin özellikleri üzerinde önemli derecede etkili olur. Döküm parçanın geç soğuması, kalın kesitlerinin fazla olması veya bileşiminde grafitleştirici elemanların çok miktarda bulunması, serbest grafitin artmasını sağlar. Grafit, yapıda gözle görülecek yaprakçıklar, (lamel—pul) hâlinindedir. Grafit, gri dökme demirin çekme dayanımını azaltır, ötektik yapının ergime sıcaklığını düşürür.

➤ **Ferrit**

Ferrit genellikle ferritik gri dökme demirde görülür. Gri dökme demir, serbest veya perlitin bileşeni olarak bulunabilir. Ferrit yumuşak olduğu için dökme demirin çekme dayanımı da düşüktür.

➤ **Perlit**

Daha çok perlitik gri dökme demirde görülür. Ferrit ve sementitin karışımıdır. Mikroskopta bakıldığında perlit ince uzun veya kısa paralel tabakalar (parmak izi) hâlinde görülür.

➤ **Sementit**

Gri dökme demirde sementit perlit içinde bulunur. Bir demir karbür bileşiğidir. Çok sert ve kırılğan bir yapıya sahiptir.

➤ **Steadit**

Gri dökme demirde fosfor, düşük ergime derecesinde bir (Fe)—demir karbür (Fe_3P) üçlü ötektiği oluşturur. Buna steadit denir. Steadit geç soğuduğu için gri dökme demirin yapısında hücresel şekilde görülür. Steaditin görünüşü açık ve parlak, üstü beneklidir.

➤ **Mangan sülfür**

Gri dökme demirde, kükürt ile birleşmesinden mangan sülfür (MnS) oluşur. Mikroskop ile yapı incelendiğinde çok kenarlı açık mavi veya grimsi renkte görülür. Bu yapının gri dökme demir özellikleri üzerinde herhangi bir etkisi yoktur.

2.1.5. Gri Dökme Demire Katılan Elementler ve Etkileri

Gri dökme demire, belli özellikleri değiştirmek veya geliştirmek için elementler katılır. Bu elementlerin gri dökme demire etkileri şöyledir:

- Mikro yapısını ve grafitleşme özelliğini değiştirir.
- Mekaniksel özelliklerini yükseltir.
- Sıvı ve gazların oksitleyici etkilerine dayanımını artırır.
- Belli fiziksel özelliklerini geliştirir.

Gri dökme demire katılan bazı alaşım elementleri ve etkileri şunlardır:

➤ **Silisyum**

Silisyum bir grafitleştiricidir. Ötektik ve perlitik karbürün dengesini bozar. Beyaz dökme demirlerde silisyum miktarı genellikle az, esmer dökme demirde daha fazladır. Dökme demire katılan silisyum miktarı % 1—18 arasındadır. Gri dökme demirin bileşiminde en az % 1.50 silisyum bulunur.

Silisyum, gri dökme demirin yapısında ferritin oluşmasını kolaylaştırır ve ferrit, silisyum ile birleşerek kırılğan olur.

➤ **Manganez**

Manganez gri dökme demire katılan önemli elementlerden biridir. Yapıda perlitli dengeli hâle getirir, yapıyı inceltir ve sertleşme derinliğini artırır. Manganez kükürt ile birleşir ve katı eriyikte mangan sülfür hâlinde bulunur.

➤ **Nikel**

Alaşıma katıldığında, döküm parçanın ince kesitleri ile kalın kesitlerindeki kristal dokuları arasındaki fazlalığı kaldırır. Katılaşmanın dengeli bir hâle gelmesini sağlar. Nikel silisyum etkisini gösterir. Nikel katılacak gri dökme demirde silisyum miktarı az olmalıdır. Nikel katılması ile döküm parçanın kristalleri homojen hâle gelir. Dökme demire katılan nikel miktarı % 0.5-2 arasındadır.

➤ **Krom**

Dökme demirin bileşimindeki karbonun bileşik hâlde kalmasına yardım eder. Dökme demirin sertliğini artırır. Aşınmaya ve yüksek sıcaklığa dayanımı artırır, oksitlenmeyi önler. İşlenebilme özelliği olan dökme demire katılan krom % 0.15—0.75 arasındadır. Korozyonun olmaması istenen durumlarda ise % 30 kadar krom katılır. Fakat bu durumda alaşım beyaz dökme demir olur.

➤ **Molibden**

Dökme demire normal olarak % 0.25—1.50 arasında katılır. Molibden, dökme demirdeki karbonun toplanarak kütle hâline gelmesini önler ve grafitin ince parçacıklar hâlinde şekillenmesini sağlar. Dökme demirin dayanımını ve sertliğini artırır.

➤ **Bakır**

Dökme demirde aşırı grafit oluşumunu azaltır. Dökme demire % 3'e kadar katılan bakır, aşınmaya karşı dayanımını artırır. Yapıdaki perliti hem ince hem kalın kesitlerde dengeler. Böylece yapıyı dengeli bir hâle getirmiş olur. Fazla bakırlı dökme demirlerde bakırın fazlası, yapıda ince kürecikler hâlinde ayrışır.

➤ **Alüminyum**

Alüminyum, dökme demire grafitleşmeyi artırıcı olarak katılır. Genel olarak % 0.25—2.00, özel durumlarda % 4 kadar alüminyum katılır. Alaşıma, alüminyum miktarı % 2'ye kadar katı olarak daha fazla miktardaki ise sıvı olarak katılır. Yüksek alüminyum, dökme demirde tane büyümesini ve yüzeyde oksit tabakası oluşmasını önler.

➤ **Titanyum**

Titanyum alüminyum gibidir. % 0.005—0.025 kadar kullanılır. Dökme demirde aşırı soğumuş ince grafit oluşturur. Aşırı soğumuş grafit, ferrit yapma eğilimi gösterip mekanik dayanımı azaltır. Titanyum ise bir ana yapı oluşturur ve dökme demirin dayanımını ve korozyona karşı direncini artırır.

2.1.6. Gri Dökme Demirin Özellikleri

Gri dökme demirin kullanılma sahası, dökümü yapılan diğer metal ve alaşımlardan daha geniştir. İnce şekillerdeki parçaların dökümlerine elverişlidir. Mekanik dayanımı iyi olan gri dökme demirin dökülerek şekillendirilmesi de ucuzdur. İşlenmesi kolaydır. Bu nedenle otomotiv sanayinde, fırın ve ocak parçalarında, radyatörlerde ve makine gövdelerinde ve pek çok sanayi kolunda rahatlıkla kullanılır.

➤ **Gri dökme demirin akıcılığı**

Gri dökme demir, bütün dökme demirler arasında en akıcı olanıdır. Bunun için piston bilezikleri motor gövdeleri, radyatörler ve karmaşık şekilli parçaların dökümünde kullanılır. Gri dökme demirin akıcılığı bileşiminde bulunan elementlerin miktarına ve döküm sıcaklığına bağlıdır. Gri dökme demirin ergimiş hâldeki sıcaklığı ne kadar yüksek olursa

katılması da o kadar geç olur. Buna bağlı olarak da akıcı hâle gelir. Bileşimindeki fosfor miktarı da akıcılığını artırır.

➤ **Gri dökme demirin sertliği**

Sertlik, gri dökme demirin kimyasal bileşimine bağlıdır. Soğumanın hızlı olduğu zamanlarda gri dökme demirin sertliği artar. Soğumanın hızlı veya yavaş olması döküm parçasının kesit kalınlıklarına bağlıdır. Kesit kalınlıkların incelenmesine göre gri dökme demirin sertliğini pratik olarak kontrol etmek kolaydır. Normal gri dökme demirin sertliği 120—200 Brinell, alaşımlı gri dökme demirin sertliği ise 600 Brinell kadar olur.

➤ **Gri dökme demirin çekme dayanımı**

Gri dökme demirin önemli özelliklerinden biridir. Çekme deneyi, gri dökme demirin milimetre karesinin (mm^2) kaç kilogram (kg) yüke dayanabildiğini gösterir. Çekme dayanımının da kimyasal bileşim ile yakın ilişkisi vardır. Makine parçalarının özel gri dökme demir parçaların çekme dayanımları 18—24 kg/mm^2 dir. Normal gri dökme demirin çekme dayanımı ise 20—24 kg/mm^2 dir.

➤ **Gri dökme demirin aşınma dayanımı**

Sertliğin ve aşınmaya dayanımının fazla olması istenen birçok yerde beyaz dökme demir, gri dökme demire tercih edilir. Gri dökme demirin kullanıldığı yerler ise basıncı yüksek ve aşınmanın fazla olmadığı yerlerdir.

2.1.7. Yüksek Dayanımlı Dökme Demirler

Normal gri dökme demire bazı alaşım elementleri katılarak ve ısıtılarak uygulanarak yapılır. Isıl işlem sonucu mikro yapısı, grafit dağılımı ve şekilleri kontrollü olarak değiştirilir.

Yüksek dayanımlı gri dökme demirin korozyona, ısıya, aşınmaya dayanımı ve bunlara benzer diğer özellikleri yüksektir. Bu dökme demirin mikro yapısı perlitiktir. Grafitin ince ve bileşimindeki fosforu çok azdır. Bu tip dökme demirin dayanımı 40 kg/mm^2 ye kadar çıkar. Yüksek dayanımlı gri dökme demirin kimyasal bileşimi şöyledir:

Element Adı	% Miktarı
Karbon	2.80 – 3.30
Silisyum	1.40 – 2.00
Manganez	0.40 – 0.80
Fosfor	0.15 max.
Kükürt	0.12 max

Tablo 2.2: Yüksek dayanımlı gri dökme demirin kimyasal bileşimi

2.1.8. Ferro Alaşımları

Dökme demirlerde katkı maddesi olarak kullanılan ferro alaşımları tanıyalım.

➤ **Tanıtmı**

Dökme demirin bileşiminde yetersiz olan elementlerin istenilen miktarlara tamamlanması için kullanılan alaşımlardır. Bu alaşımlar, özel olarak hazırlanır ve ferrolar veya ferro alaşımları olarak tanımlanır.

Ferro alaşımları, özel çelik dökümler ile özel alaşımlı dökme demirlerin yapımında veya ergitme anında yanarak eksilen elementlerin tamamlanmasında kullanılır. Ferro alaşımları genel olarak ergitme ocaklarında, ergitilecek vezinler ile birlikte katılır. Özel durumlarda toz hâlinde potaya da katılabilir.

➤ **Çeşitleri**

Ferro alaşımlarının çeşitleri şunlardır:

- **Ferro-silisyum**

Bu alaşımlar, bileşimindeki silisyum miktarına göre gruplandırılır.

- Bileşiminde % 45—50 silisyum olanlar
- Bileşiminde % 75—80 silisyum olanlar

Bunlardan bileşiminde % 45—50 silisyum olanların kristalleri küçük kabarcıklar hâlinde, % 75—80 silisyumlu olanların kristalleri ise çok küçük taneler hâlinindedir. Ferro silisyum alaşımlarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Elementi adı	%	%	%
Silisyum (Si)	17.50	47.80	75.60
Manganez (Mn)	1.55	0.15	0.10
Karbon (C)	0.85	0.09	0.02
Fosfor (P)	0.08	0.04	0.02
Kükürt (S)	0.04	0.03	0.02
Demir (Fe)	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan

Tablo 2.3: Ferro-silisyum alaşımları

- **Ferro-manganez**

Ferro-manganez alaşımları bileşimindeki manganez miktarlarına göre sınıflandırılır:

- Manganez miktarı % 25'e kadar olan ferro manganezler: Bu ferro alaşımların kesitleri pullar hâlinindedir ve ayna gibi parlaktır. Bu tip ferrolar oksitlenir ve manyetiktir.
- Manganez miktarı % 25—95 arasında olan ferro-manganezler: Bunların yapıları küçük tanelidir, gözeneklidir ve çabuk oksitlenir.

Elementi adı	%25'e kadar Mn	%25'ten çok Mn
Manganez (Mn)	22.54	84.35
Karbon (C)	4.92	6.45
Silisyum (Si)	0.95	0.70
Fosfor (P)	0.08	0.25
Kükürt (S)	0.01	0.01
Demir (Fe)	Geri kalan	Geri kalan

Tablo 2.4: Ferro-manganez alaşımları

- **Ferro-krom**

Ferro—krom alaşımları, 6 veya 8 köşeli prizmatik şekilde olup yeşil renktedir. Bileşiminde % 82'ye kadar krom bulunur. Karbon miktarı % 10'a kadar bulunabilir. Karbon miktarı az olanlar yumuşaktır ve kırılmaları güçtür.

Elementi adı	%	%	%
Krom (Cr)	20.50	41.50	65.80
Karbon (C)	5.95	7.82	9.50
Silisyum (Si)	0.14	0.20	0.60
Manganez (Mn)	2.75	1.85	0.30
Fosfor (P)	0.06	0.05	0.03
Kükürt (S)	0.02	0.02	0.02
Demir (Fe)	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan

Tablo 2.5: Ferro-krom alaşımları

- **Ferro-molibden**

Bu alaşımlar 2 gruba ayrılır.

- Bileşiminde % 50'ye kadar molibden bulunan alaşımlar
- Bileşiminde % 50'den çok molibden olan ferro--molibden bulunan alaşımlar: Bazı özel çeliklerin hazırlanmasında kullanılır.

Elementi adı	%	%
Molibden (Mo)	17.50	83.40
Karbon (C)	3.65	2.25
Silisyum (Si)	0.42	0.15
Fosfor (P)	0.01	0.01
Kükürt (S)	0.02	0.01

Tablo 2.6: Ferro-molibden alaşımları

- **Ferro-volfram**

Sanayide % 50—85 volfram ve % 0,3—3 karbonlu ferro-volfram alaşımları hazırlanır. Zengin ferro-volfram (% 80 volfram) alaşımlarının bileşiminde bulunan karbon azdır. Güç ergir ve çeşitli çelik dökümlerin yapımında kullanılır.

Elementi adı	%	%
Volfram (W)	62.70	70.50
Karbon (C)	1.65	1.60
Silisyum (Si)	0.35	0.32
Manganez (Mn)	0.45	0.56
Fosfor (P)	0.01	0.01
Kükürt (S)	0.01	0.01

Tablo 2.7: Ferro-volfram alaşımları

- **Ferro-fosfor**

Bu alaşımın bileşiminde % 20—25 arasında fosfor bulunur. Gri dökme demirin dökülmesini kolaylaştırmak, akıcılığını artırmak ve katılaşmasını geciktirmek için kullanılır. Az karbonlu çeliklerde ise sertliğini ve korozyona dayanımını artırmak için katılır.

- **Ferro-vanadyum**

Metal ve alaşımlara kullanılan ferro-vanadyum alaşımlarının bileşimlerinde % 38-42 vanadyum, % 7-11 silisyum, % 1-4 arasında karbon bulunmaktadır.

2.1.9. Aşılanmış Dökme Demirler

Bu tip dökme demir, sıvı metal potaya alındıktan sonra uygun miktarlarda grafitleştirici katılması ile yapılır. Bileşimindeki karbon miktarı % 2.40—3.00 arasındadır. Silisyum normal gri dökme demirde bulunan miktardan daha azdır. Silisyum miktarının yükseltilmesi, sıvı metale potada katılan ferro-silisyum ile olur. Bu şekilde katılan ferro-silisyumun grafitleştirici etkisi, bileşimde bulunan silisyumun etkisinden daha fazladır. Bileşimdeki grafitler lameller hâlinde ayrılmasına rağmen, daha ince ve homojen olarak dağılmıştır.

2.1.10. Gri Dökme Demirlerin Isıl İşlemleri

Dökme demirin çekmesi az olduğu hâlde döküldükten sonra çatlama hataları olabilir. Özellikle büyük kasa kollarında çatlama, çok görülen hatalardandır. Dökülen parçalarda çatlama olmasa bile soğumanın dengeli olmaması ve çekmenin değişik yönlerde olması ile iç yapıda gerginlikler oluşur. Bu gerginlikler fazla olduğu zaman hafif bir zorlama veya darbe neticesinde parça çatlayabilir. Önemli yerlerde kullanılacak parçalarda bu tehlikeyi önlemek için döküm parçaya ısıl işlem uygulanır. Gri dökme demirinin ısıl işlemi çeşitli tav fırınlarında yapılır. Genellikle parçalar fırına konduktan sonra fırın sıcaklığı yavaş yavaş 550—650 °C'ye kadar yükseltilir. Bu sıcaklıkta, parçanın kesit kalınlığına ve büyüklüğüne göre belli bir zaman tutulduktan sonra, yavaş soğumaya bırakılır.

Isıl işleme tabi tutulan gri dökme demirin işlenebilme özelliği, aşınmaya dayanımı ve çekme dayanımı artar. Bu özellikleri için gri dökme demir çeşitli yöntemlerle tavllanır.

➤ **İşlenebilme özelliğini artırmak**

Isıl işlem uygulamak gri dökme demiri yumuşatır ve işlenebilme özelliğini artırır. Döküm parça 650 °C'de 2-4 saat tutulup yavaş yavaş soğutulur. Perlitin küreleşmesi ve bir miktar grafitleşme bu sırada oluşur. Tam olarak tavlama, 900 °C sıcaklıkta tutmak ve soğutmakla olur. Bu işleme tabi tutulan dökme demirin yapısı tamamen grafitleşir ve 120-140 Brinell sertliğine kadar yumuşar.

➤ **Aşınma dayanımını artırmak**

Dökme demirde sertleştirme ve tavlama, aşınma direncini artırmak için yapılır. Döküm parçayı 850—880 °C'ye kadar tavladıktan sonra su verilirse dökme demir yapısı çelik gibi sertleşir. Yalnız bu işlem sonunda oluşan iç gerginlikleri gidermek için tavlama yapmak gerekir.

➤ **Çekme dayanımını artırmak**

Bazen sertleştirme ve tavlama en büyük çekme dayanımını oluşturmak için yapılabilir. Bunun için dökme demir parça 800—900 °C'ye kadar tavllanır ve en büyük çekme özelliği oluşturulur. Fakat su verilerek sertleştirilmiş birçok dökme demir kırılğan olur. Bu nedenle çekme dayanımı için uygulamalar her zaman yapılmaz.

2.1.11. Gri Dökme Demirin Kullanım Yerleri

Gri dökme demir endüstrinin çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. Bunlar ziraat, otomotiv, güç kaynaklarında (jeneratör ve motor parçaları), denizcilikte, takım tezgâhlarında, ev eşyası gibi alanlarda kullanılır.





2.1.12. Gri Dökme Demirlerin Normlarla Gösterilmesi

Sınıflandırılması	Amerikan normu ASTM A48-60T	İngiliz Normu BS 1452	Alman Normu DIN 1691	% (yüzde)					Brinell Sertlik HB
				Toplam Karbon T.C.	Silisyum Si	Manganez Mn	Fosfor P	Kükürt S	
	20(14) 25(17,5)	10(15,7)	GG- 15 (15)	3.5	2.4	0.55	0.45	0.12	167
	30(21,1)	12(18,9) 14(22)	GG- 20 (20)	3.4	2.22	0.55	0.4	0.12	187
	35(24,6)	17(26,8)	GG- 25 (25)	3.25	1.85	0.85	0.2	0.1	208
	40(28,2) 40(31,7)	20(31,5)	GG- 30 (30)	3.25	1.60	0.85	0.2	0.1	230
	50(35,1)	23(36,3)	GG- 35 (35)	3.15	1.35	1.0	0.2	0.1	250

Tablo 2.8: Bazı normlara göre gri dökme demir bileşimleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Gri (esmer) dökme demiri ergitiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Ergitme ocağını çalıştırmadan kontrollerini yapınız.</p> 	<p>➤ Metal ergitimi yapılırken güvenlik önlemlerini alınız.</p> 
<p>➤ Ergitilecek piki hazırlayınız.</p> 	
<p>➤ Hazırlanan pik malzemeyi ocağa yükleyiniz.</p> 	<p>➤ Ocağa metal yüklerken ocak astarına dikkat ediniz.</p> <p>➤ Metal ergitimi yapılırken güvenlik önlemlerini alınız.</p> 
<p>➤ Ocağı çalıştırınız.</p> 	
<p>➤ Metal ergidikçe ilave pik malzemeyi yükleyiniz.</p>	<p>➤ Ocağa soğuk olarak paslı, yağlı ve rutubetli metal ilave etmeyiniz!</p> <p>➤ ilave edilecek metali Kesinlikle ocağın</p>



- Sıvı metal döküm sıcaklığına ulaşınca cürufu, temizleyici maddeyi potaya atınız.



- Sıvı metalin cürufunu temizleyiniz.



- Sıvı metali taşıma potalarına alınız.



- Sıvı metali önceden hazırlanan kalıplara dökünüz.



ağız kısmında ısıtınız.

➤ Ocağı durdurunuz.



➤ Ocağı temizleyerek soğumaya bırakınız.



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 önlüğünü giydiniz mi?		
2	Ergitme ocağını çalıştırmadan önce gerekli kontrolleri yaptınız mı?		
3	Ergitilecek piki hazırladınız mı?		
4	Hazırlanan piki ocağa yüklediniz mi?		
5	Ocağı çalıştırdınız mı?		
6	Metal ergidikçe pik malzeme ilave ettiniz mi?		
7	Sıvı metal döküm sıcaklığına ulaşınca cüruf temizleyici maddeyi potaya attınız mı?		
8	Sıvı metalin cürufunu temizlediniz mi?		
9	Sıvı metali taşıma potalarına aldınız mı?		
10	Sıvı metali kalıplara döktünüz mü?		
11	Ocağı durdurdunuz mu?		
12	Ocağı temizleyerek soğumaya bıraktınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Gri dökme demirin katılaşması ile birlikte mikro yapıda oluşan karbonun yapısı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Sementit
B) Grafit
C) Perlitik
D) Ferritik
2. Gri dökme demirin ergime derecesini düşürüp akıcılığını artıran element aşağıdakilerden hangisidir?
A) Silisyum
B) Manganez
C) Karbon
D) Fosfor
3. Gri dökme demirde ısı işlem uygulandığında aşağıdakilerden hangisi oluşmaz?
A) Esmer dökme demirin çekme dayanımı artar.
B) İşlenebilme özelliği artar.
C) Aşınmaya karşı dayanımı artar.
D) Ergime derecesi yükselir.
4. Aşağıdakilerden hangisi gri dökme demire katılan elementlerin etkisi değildir?
A) Mikro yapısını ve grafitleşme özelliğini değiştirir.
B) Mekaniksel özelliklerini yükseltir.
C) Yapıya kırılgenlik verir.
D) Sıvı ve gazların oksitleyici etkilerine dayanımını artırır.
5. Aşağıdakilerden hangisi gri dökme demire katılan silisyum oranlarını belirtir?
A) % 1-3
B) % 5-7
C) % 9-11
D) % 13-15
6. Gri dökme demirde katılaşma hızlı olduğunda aşağıdakilerden hangisi değişir?
A) Ergime derecesi düşer.
B) Sertliği düşer
C) Akıcılığı artar.
D) Sertliği artar.

DEĞERLENDİRME

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

MODÜL DEĞERLENDİRME

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Yıkanmış kuru silis kumu hazırladınız mı?		
2	Karıştırıcı içerisine belli oranlarda kil, kömür tozu ilave ettiniz mi?		
3	Kil, kömür tozu ve silis kumunu kuru olarak belli bir süre karıştırdınız mı?		
4	Su ilavesinden sonra homojen bir karışım elde ettiniz mi?		
5	Modeli tekniğe uygun kalıpladınız mı?		
6	Kalıbı döküme hazırladınız mı?		
7	Ergitme ocağını çalıştırmadan önce kontrollerini yaptınız mı?		
8	Ergitilecek metalin malzemesini hazırladınız mı?		
9	Metali ocağa yüklediniz mi?		
10	Ocağı çalıştırdınız mı?		
11	Sıvı metal döküm sıcaklığına ulaştığında cüruf temizleyici maddeyi potaya attınız mı?		
12	Sıvı metali taşıma potalarına aldınız mı?		
13	Sıvı metali kalıplara döktünüz mü?		
14	Ocağı uygun şekilde durdurup temizlediniz mi?		
15	Ocağı soğumaya bıraktınız mı?		

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 modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- KOMİSYON, **Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt-1**, MEB, Ankara, 1978.
- KOMİSYON, **Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt-2**, MEB, Ankara, 1979.