T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

METALÜRJİ TEKNOLOJİSİ

ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI
521MMI066

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. ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI KALIP KUMU 3
1.1. Alüminyum Alaşımları Kalıp Kumlarının Tanıtımı 3
1.1.1. Alüminyum Alaşımları Kalıp Kumu Bileşimi 3
1.1.2. Alüminyum Alaşımları Kalıp Kumu Hazırlama 4
UYGULAMA FAALİYETİ 5
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 9
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 10
2. ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI 10
2.1. Alaşımlar 10
2.1.1. Element ve Alaşımın Tanımı 10
2.1.2. Saf Metallerin Sakıncaları 10
2.1.3. Alaşımların Yararları 10
2.1.4. Dökümcülükte Kullanılan Elementlerin Tanıtılması 11
2.2. Alüminyum Alaşımları 13
2.2.1. Tanıtılması ve Özellikleri 13
2.2.2. Katkı Elementlerinin Alüminyuma Etkileri 13
2.2.3. Alüminyum Alaşımlarının Bölümlenmesi 13
2.2.4. Alüminyum Alaşımlarının Döküm Özellikleri 15
2.2.5. Ergitmenin Yönetimi 16
2.2.6. Flakslar 16
2.2.7. Metal Ergitilirken Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları 17
2.2.8. Alüminyum Alaşımlarının Hazırlanması 18
2.2.9. Karışık Alüminyum Alaşımları Hazırlanmasına Ait Örnekler 18
2.2.10. Türk Standartlarında Alüminyum Alaşımları Çizelgesi 19
UYGULAMA FAALİYETİ 20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 28
MODÜL DEĞERLENDİRME 29
CEVAP ANAHTARLARI 30
KAYNAKÇA 31

AÇIKLAMALAR

KOD	**521MMI066**
ALAN	**Metalürji Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Dökümcülük**
MODÜLÜN ADI	**Alüminyum Alaşımları**
MODÜLÜN TANIMI	Alüminyum alaşımları kalıp kumu ile kalıp hazırlamayı ve alüminyum alaşımları ergitmeyi içeren öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Pota Ocağı modülünü almış olmak
YETERLİK	Alüminyum alaşımlarını ergitmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Uygun ortam sağlandığında istenilen ölçüye ve tekniğe uygun alüminyum alaşımları ergitebileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Alüminyum alaşımları kalıp kumu ile kalıp hazırlayabileceksiniz. **2.** Tekniğe uygun olarak alüminyum alaşımları ergitebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Alaşım atölyesi, kum hazırlama ünitesi, sınıf **Donanım:** Kürek, kil, silis, su, karıştırıcı, vinç, kova, pota ocağı, grafit pota, alüminyum, mazot, üstübü, bara, daldırma kevgiri, kıskaç, kavrama, flaks, pirometre, çekiç, lengo, balyoz
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,

Bu modülle saf metallerin özelliklerinin sınırlı olduğu, alaşımlandırma yöntemiyle daha geniş aralıkta özelliklere sahip malzemeler üretilebileceği, alaşıma katılan elementlerin alaşımın özelliklerini ne şekilde değiştirebileceği, alüminyum alaşımları dökümünde kullanılan kalıp kumlarının hazırlanması ve alüminyum alaşımlarının ergitilmesi hakkında bilgi, beceri ve tavır kazandırmak amaçlanmaktadır.

Bu modülü tamamladığınızda küçük ve orta ölçekli alüminyum döküm işletmelerinde çalışabilir yeterliği kazanmış olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Bu faaliyet ile uygun atölye ortamı sağlandığında alüminyum alaşımları kalıp kumu hazırlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Alüminyum alaşımlarında kullanılan kalıp kumları hakkında bilgi toplayıp bunları sınıfta tartışınız.

1. ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI KALIP KUMU

1.1. Alüminyum Alaşımları Kalıp Kumlarının Tanıtımı

Demir olmayan metal ve alaşımlar için hazırlanan kalıp kumları, demir alaşımları kalıp kumlarına benzer. Alüminyumun özgül ağırlığı düşüktür. Ergime sıcaklığının düşük olması, kum içinde bulunan kilin uzun süre özelliğini korumasını sağlamaktadır. Kalıp yapımında ince taneli kumlar kullanılmaktadır. Bu durum kumun gaz geçirgenliğini azaltmakla birlikte, yüzeyin düzgün ve temiz olmasını sağlar. Sentetik kalıp kumları tane iriliği AFS 130-200 değerleri arasında olan silis kumu kullanılarak hazırlanır. Karışımda ayrıca kil ve su bulunmaktadır.

1.1.1. Alüminyum Alaşımları Kalıp Kumu Bileşimi

Alüminyum alaşımları kalıpçılığında kullanılan kalıp kumlarında ekonomik pratikliği, metalürjik sağlamlığı ve temiz yüzey vermesi göz önünde bulundurulur. Alüminyum alaşımları kalıpçılığında doğal ve sentetik olmak üzere iki tür kum kullanılmaktadır. Alüminyum alaşımları kalıpçılığında kullanılan doğal kalıp kumu bileşimi aşağıdaki gibidir:

AFS tane incelik nu.:		130-120
Kil	:	% 12-18
Su	:	% 5-7

Doğal kalıp kumları içerisinde bulunan kil miktarı yüksektir. Çok az bir ön çalışma yaparak doğadan çıkartıldığı gibi kalıplamada kullanılır. Alüminyum alaşımları kalıpçılığında kullanılan sentetik kalıp kumu bileşimi aşağıdaki gibidir.

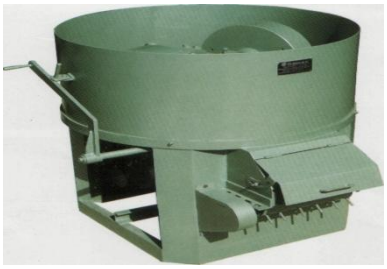
AFS tane incelik nu.:		100-170
Kil	:	% 6-12
Su	:	% 3-5

1.1.2. Alüminyum Alaşımları Kalıp Kumu Hazırlama

Kalıplamada kullanılan doğal kalıp kumlarının hazırlanması, kürek ile karıştırılarak yapılır. Bu tip karıştırmada homojen bir karışım sağlanmaz. Yapay kalıp kumlarının hazırlanması koller adını verdiğimiz karıştırıcılarda yapılır.

Bazı dökümcüler kalıp kumunu eleyerek hem kalıp kumunu havalandırır hem de katkı maddelerini ilave eder. Bu tip kum hazırlama hem yorucu, hem de homojen olmayan bir kum hazırlama yöntemidir.

İdeal kum, koller kullanarak hazırlanabilir (Resim 1.1). Kollerler, tek veya çift silindirli, yükleme kovalı veya kovasız olur. Kollere ilk olarak silis (Resim 1.2) ve (Resim 1.3) kil olmak üzere kuru malzemeler konur. 2-10 dakika arasında kuru karıştırma yapılır. Bu karıştırma işleminden sonra su ilave edilerek 3-5 dakika daha karıştırmaya devam edilir. Karıştırma esnasında kumdan örnek alınır. İstenilen kıvamda olduğu görülünce kum kollerden dışarıya alınır.



Resim 1.1: Koller

Resim 1.2: Silis kumu

Resim 1.3: Kil (bentonit)

UYGULAMA FAALİYETİ

Alüminyum kalıp kumu hazırlayarak modeli kalıplayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Yıkanmış kuru silis kumunu ve kili tartınız. 	➢ İş önlüğünü giyiniz. ➢ Tartıma özen gösteriniz.
➢ Karıştırıcıyı çalıştırınız. 	➢ Karıştırıcıda güvenlik önlemlerini alınız.
➢ Silis kumunu karıştırıcıya yükleyiniz. 	➢ Koller çalışırken elinizi içine sokmayınız.
➢ Karıştırıcı içindeki silis kumuna belli oranda kil (bentonit) ilave ediniz.	

➢ Silis ve kili 2-10 dakika karıştırınız. 	➢ Karıştırma süresine dikkat ediniz.
➢ Suyu belli oranda kuru karışıma ilave ediniz. 	Suyu kontrollü ilave ediniz.
➢ Homojen bir dağılım oluşuncaya kadar karıştırınız. 	➢ Homojen bir dağılım oluştuğundan emin olunuz.

➢ Kumu karıştırıcıdan alınız. 	➢ Kollerin içini temizleyiniz
➢ Hazırladığınız kumla kalıbı yapınız. 	
➢ Kalıbı kapatıp döküme hazır bırakınız. 	➢ Çalışma bölgelerinizi temizleyiniz..

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. Silis kumunu tarttınız mı?		
3. Bentoniti (kil) tarttınız mı?		
4. Kum karıştırıcısını çalıştırdınız mı?		
5. Homojen karışımı hazırladınız mı?		
6. Karıştırıcıya su ilavesi yaptınız mı?		
7. Kumu karıştırıcıdan aldınız mı?		
8. Verilen modeli kalıpladınız mı?		
9. Kalıbı döküme hazır hâle getirdiniz mi?		
10. Çalışma alanını temiz kullandınız mı?		
11. İş güvenliği önlemlerini aldınız 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 alüminyum alaşımlarının dökümünde kullanılan kalıp kumlarının en belirgin özelliklerindendir?
A) İri taneli olmalı
B) İnce taneli olmalı
C) Nemi az olmalı
D) İçerisinde kömür tozu bulunmalı

2. Kum hazırlamada karıştırma süresi neden önemlidir?
A) Homojen karışım sağlanması
B) Seri üretim
C) Ekonomiklik
D) Daha fazla kum hazırlama

3. Kalıp yapımında neden ince taneli kumlar kullanılmaktadır?
A) Gaz geçirgenliği artırmak için
B) Düzgün ve temiz yüzey
C) Ekonomiklik
D) Homojen karışım sağlanması

4. Alüminyum döküm kumlarında kilin uzun süre özelliğini korumasının sebebi nedir?
A) Alüminyumun ergime sıcaklığının yüksek olması
B) Kumun gaz geçirgenliğinin yüksek olması
C) Alüminyumun ergime sıcaklığının düşük olması
D) Kumun gaz geçirgenliğinin düşük 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 bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyet ile uygun atölye ortamı sağlandığında tekniğine uygun alüminyum alaşımları ergitebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki alüminyum alaşımları dökümü yapan işletmelerde ne tür işler yapıldığını inceleyiniz.

2. ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI

2.1. Alaşımlar

Önce alaşım ile element kavramlarını tanıyalım.

2.1.1. Element ve Alaşımın Tanımı

Aynı atom grubuna sahip maddelere element denir. En az biri metal olmak üzere iki ya da daha fazla elementin oluşturduğu yeni özellikteki malzemeye alaşım denir.

2.1.2. Saf Metallerin Sakıncaları

- Saf metallerin elde edilmeleri zor ve pahalıdır.
- Hacimsel çekmeleri fazladır.
- Saf metaller yumuşaktır.
- Özellikleri sınırlıdır.
- Ergime sıcaklıkları yüksektir.
- Akıcılıkları düşüktür.
- Dökülebilmeleri oldukça zordur.

2.1.3. Alaşımların Yararları

- Alaşımların özellikleri katkı maddelerine bağlı olarak sınırsız oranda değiştirilebilir.
- Hacimsel çekmeleri azdır.
- Ergime sıcaklıkları düşüktür.
- Akıcılıkları fazladır.

2.1.4. Dökümcülükte Kullanılan Elementlerin Tanıtılması

- **Alüminyum (Al)**

Özgül ağırlığı 2,7 kg / dm^3, ergime derecesi 658 ^oC, beyaz renkli, ısı ve elektrik iletimi iyi, soğuk hâlde de şekillendirilebilen bir metaldir. Saf alüminyum boksitten elde edilir.

- **Bakır (Cu)**

Özgül ağırlığı 8,94 kg / dm^3, ergime derecesi 1083 ^oC, kırmızı renkli, ısı ve elektrik iletimi iyi, sıcak ve soğuk hâlde şekillendirilebilen bir metaldir.

Tabiatta kalkopirit ($CuFeS_2$), kalkosit (Cu_2), azurit ($Cu(OH)_2\ 2\ CuCO_3$), malahit ($Cu(OH)_2\ CuCO_3$) ve kuprit (Cu_2O) filizleri şeklinde bulunur.

- **Magnezyum (Mg)**

Özgül ağırlığı 1,74 kg / dm^3, ergime derecesi 650 ^oC, gümüş beyazı renkli, sıcak olarak tel ve levha hâline getirilebilen hafif bir metaldir. Magnezyum % 2'lik oranla tabiatta en çok bulunan sekizinci elementtir. 800 ^oC'nin üzerinde parlak yeşil renk çıkararak yanar.

Tabiatta magnezit ($MgCO_3$), dolomit ($CaCO_3\ MgCO_3$) kriyolit ($KCl\ MgCl_2\ 6\ H_2O$) şeklinde bulunduğu gibi, yer altı tuz yatakları ve deniz suyunda bol miktarda magnezyum bulunmaktadır.

- **Çinko (Zn)**

Özgül ağırlığı 7,14 kg / dm^3, ergime derecesi 419,4 ^oC, parlak mavimsi beyaz renkte bir metaldir. Tabiatta çinko blandı (ZnS), kalemin ($ZnCO_3$) ve zinkit (ZnO) filizleri şeklinde bulunur.

- **Kalay (Sn)**

Özgül ağırlığı 7,28 kg / dm^3, ergime derecesi 232 ^oC, parlak gümüş beyaz renkte bir metaldir. İnce levhalar hâline getirilebilir. Tabiatta bulunan en önemli filizi kasiterittir (SnO_2).

- **Kurşun (Pb)**

Özgül ağırlığı 11,34 kg / dm^3, ergime derecesi 327 ^oC, mavimsi gri renkte, çok yumuşak ve ağır bir metaldir. Korozyon direnci yüksektir. Tabiatta bulunan en önemli filizi galendir (PbS).

- **Nikel (Ni)**

Özgül ağırlığı 8,9 kg / dm^3, ergime derecesi 1453 ^oC, sarımsı beyaz renkte, çekme dayanımı yüksek ve mıknatıslanma özelliği olan bir metaldir. Tabiatta bulunan en önemli filizleri garniyerit ($NiO.MgO.SiO_2.H_2O$) ve perrotindir (NiS.2FeS).

- **Silisyum (Si)**

Özgül ağırlığı 2,37 kg / dm^3, ergime derecesi 1413 ^oC, asitlerden etkilenmeyen hafif bir elementtir. Tabiatta silisyum dioksit (SiO_2) şeklinde bulunur. Oksitleri yer kabuğunun % 27'sini oluşturur.

- **Manganez (Mn)**

Özgül ağırlığı 7,21 kg / dm^3, ergime derecesi 1247 ^oC, gümüş grisi renkte sert ve kırılgan bir metaldir. Deniz suyuna karşı dirençlidir. Tabiatta piroluzit (MnO_2), bravnit (Mn_2O_3), manganit (Mn_2O_3. H_2O), hosmannit (Mn_2O_4) ve mangan spatı (Mn_2CO_3) filizleri şeklinde bulunur.

- **Berilyum (Be)**

Özgül ağırlığı 1,86 kg / dm^3, ergime derecesi 1285 ^oC, gümüş beyazı renkte, kırılgan havadan ve sudan etkilenmeyen bir metaldir. Tabiatta beril B_2Al_2 (Si_6O_{18}), krizoberil ($BeOAl_2O_3$) ve klas Al ($BeSiO_4$)OH bileşikleri şeklinde bulunur.

- **Fosfor (P)**

Beyaz fosfor ve kırmızı fosfor olarak iki türü vardır. Beyaz fosforun özgül ağırlığı 1,86 kg / dm^3 tür. Zehirlidir elle tutulamaz ve 30 ^oC'de yanar. Kırmızı fosfor ise 2,28 kg / dm^3 özgül ağırlığa sahiptir ve 260 ^oC'de yanar. Tabiatta apatit Ca_5 $(PO_4)_2Cl$, flüor apatit Ca_5 $(PO_2)_3$ F ve fosforit Ca_2 $(PO_2)_2$ bileşikleri şeklinde bulunur.

- **Krom (Cr)**

Özgül ağırlığı 6,92 kg / dm^3, ergime derecesi 1610 ^oC, gümüş beyazı renkte, havadan ve sudan etkilenmeyen çok sert bir metaldir. Tabiatta kromit (Cr_2O_3.FeO), krokit ($Pb.CrO_4$) filizleri şeklinde bulunur.

- **Antimon (An)**

Gümüş parlaklığında çok kırılgan bir elementtir. Havadan ve sülfürik asitten etkilenmez. Tabiatta serbest olarak bulunabildiği gibi bileşikleri hâlinde de bulunabilir. En önemli filizi stibin (Sb_2S_3)dir.

- **Bizmut (Bi)**

Özgül ağırlığı 9,80 kg / dm^3, ergime derecesi 271 ^oC, kırmızıya çalan beyaz renkte, sert ve kırılgan bir metaldir. Alaşımları çok düşük sıcaklıkta ergir. Tabiatta serbest olarak bulunabildiği gibi bileşikleri hâlinde de bulunabilir. En önemli filizleri bizmut trisülfür (Bi_2S_3) ve bizmut trioksit (Bi_2O_3) şeklindedir.

- **Arsenik (As)**

Özgül ağırlığı 5,7 kg / dm^3, ergime derecesi 817 ^oC, parlak gri beyaz renkte, kırılabilen bir yarı metaldir. Tabiatta serbest olarak bulunsa da bunun ekonomik bir değeri

yoktur. Elde edilmesinde filizlerinden yararlanılır. En önemli filizleri mispikel (FeAsS), realger (AsS) ve orpiment (As_2S_3)tir.

2.2. Alüminyum Alaşımları

Öncelikle alüminyum alaşımlarını ve özelliklerini tanıyalım.

2.2.1. Tanıtılması ve Özellikleri

Ana metali alüminyum olan alaşımlara "alüminyum alaşımları" denir. Bunlara hafif alaşımlar da denir. Alüminyum alaşımları bakır, çinko, silisyum, mağnezyum, manganez, demir, nikel, titan vb. elementleri ilave edilerek oluşturulur. Özellikleri; hafif olmaları, ısı ve elektrik iletkenliklerinin olmaları, ısıl işlemlere elverişli olmaları ve bazı kimyasal etkilere karşı dayanıklı olmalarıdır. Alüminyum alaşımları döküme elverişlidir. Aynı zamanda, dövme, çekme ve haddeleme ile biçimlendirilen alüminyum alaşımları da hazırlanmaktadır. Korozyona dayanıklı olduklarından ve zehirlenme tehlikesi yaratmadıklarından ilaç sanayinde ve gıda maddelerinde koruma maddesi olarak kullanılmaktadır.

2.2.2. Katkı Elementlerinin Alüminyuma Etkileri

- Çinko, dökülebilirliği artırır. Yüksek çinkolu alaşımlar sıcak çatlama ve soğuma çekmesi gösterir. % 10'dan yüksek alaşımlar zayıf gerilmeli korozyon direnci gösterir.
- Bakır, alüminyuma; sertlik, dayanım, dökülebilme özelliği ve işlenebilme kolaylıkları sağlar. Bakır % 33 oranında alüminyumla ötektik bileşim verir.
- Silisyum, alüminyumun içinde çok az erir (%1-1.5). Silisyum % 12 oranında alüminyumla ötektik bileşim yapar ve ergime sıcaklığı 577 ^{o}C'ye düşer. Kristalleri inceltir iyi özellikler kazandırır. Mekanik özellikleri ve sıcak dayanımı yükselir, akıcılığı artar. Silisyum miktarı artınca işlenmeye karşı sertlik meydana gelir.
- Manganez, alüminyum içinde çok az (% 0.3) erir. Ergime derecesini yükseltir, dökülebilirliği artırmak için demir ile birlikte kullanılır. Alaşımların tokluk ve süneklik özelliklerini artırır.
- Mağnezyum % 33 oranında alüminyumla ötektik bileşim verir. Özgül ağırlığı az olduğu için girdiği alaşımın özgül ağırlığını düşürür. % 6'dan fazla Mg içeren alaşımlarda çökelme sertleşmesi oluşur.
- Demir, iğneli doku biçiminde kristalleşir. İğneli doku kristallerin oluşması tehlikeli olur. Mekanik dayanımları azaltır.
- Nikel, korozyon dayanımını iyileştirir, parçalara kalıcı parlaklık verir.
- Titanyum, bor ile birlikte alüminyum alaşımlarında tane inceltici olarak kullanılır.

2.2.3. Alüminyum Alaşımlarının Bölümlenmesi

Kullanım yerlerindeki gereksinimlere göre çok değişik alüminyum alaşımları hazırlanmaktadır. Döküm yoluyla hazırlanan alaşımlar bu gruba girer.

➢ **Isıl işlem uygulanamayan alüminyum alaşımları**

Isıl işlem uygulanamayan alüminyum alaşımları şunlardır:

- **Alüminyum – çinko – bakır - silisyum alaşımları**

Dökümde küçük çatlaklar oluşturur. % 10 oranına kadar katılır. İkili alüminyum çinko alaşımları ucuzdur ancak sıcak gevreklik özelliğinden ötürü fazla kullanılmaz.

- **Alüminyum – bakır alaşımları**

Hazırlanmaları ve dökümleri kolaydır. Yeterli bir ısı iletkenliği ve iyi ısı dayanımı vardır. İşlenebilirlik özelliği iyi, akışkanlıkları silisyumlu alaşımlardan daha azdır.

% Değer	Kum döküm		Kokil döküm	
	Çekme mukavemeti kg/mm^2	% Uzama	Çekme mukavemeti kg/mm^2	% uzama
8 Bakır	12-16	1-4	12-18	1-5
12 Bakır	16-18	0.5-1	18-20	0.3-1.5

Birinci alaşım daha çok kuma, ikinci alaşım ise hem kuma hem de kokil kalıba dökülür. Bu alaşımlar piston ve motor parçaları yapımında kullanılır.

- **Alüminyum – silisyum alaşımları**

Bu alaşımlar en önemli alüminyum alaşımlarıdır. Silisyumun özgül ağırlığı alüminyumunkinden düşük olduğu için alüminyum silisyum alaşımlarının özgül ağırlığı düşüktür. % 11,6 silisyumlu alaşım bir ötektik mikro yapı verir. Akıcılığı iyidir. Soğukta dayanımı iyi, sıcakta düşüktür.

Kum döküm		Kokil döküm	
Çekme mukavemeti kg/mm^2	% Uzama	Çekme mukavemeti kg/mm^2	% uzama
16-18	4-6	18-22	6-12

Silisyum, alüminyumun genleşme katsayısını düşürür, sertliğini artırır. Uçak ve otomobil endüstrisinde ve genleşme katsayısının düşük olmasından dolayı pistonların yapımında geniş ölçüde kullanılır.

- **Alüminyum–mağnezyum alaşımları**

Mağnezyum % 3-12 oranında katılır. Isıl işlem uygulanmadan kullanılır. Korozyon dayanımları yüksek olduğundan gemilerde boru bağlantı parçaları olarak kullanılır. Çabuk oksitlendiği için döküm işlemi oldukça zordur.

Kum döküm		Kokil döküm	
Çekme mukavemeti kg/mm^2	% Uzama	Çekme mukavemeti kg/mm^2	% uzama
20-24	2-6	24-28	12-18

- **Isıl işlem uygulanan alüminyum alaşımları**

Alüminyum döküm alaşımlarının dokusu kabadır ve homojen değildir. Homojenliği sağlamak ve dokuyu inceltmek için ısıl işlem uygulanır. Bu alaşımlar temelde Al-Cu-Mg alaşımlarıdır. Ancak bu alaşımlar 150 ºC sıcaklığın üzerinde dayanımlarını yitirir. Bundan dolayı yeni alaşım geliştirilerek % 4 bakır- % 1,5 mağnezyuma ilave olarak % 2 nikel kullanılmıştır. Bu alaşımın özelliği, yüksek sıcaklıklarda dayanımının fazla olmasıdır. Sıcak işlenebildiğinden dövülmüş ve preslenmiş uçak pistonları için kullanılır. Çil dökümlerin yapıları çok incedir.

% 1 Cu, % 0,9 Ni, % 0,1 Mg, % 1 Fe, % 0,2 Ti, % 2,5 Si içeren alüminyum alaşımları çözündürme ısıl işlemi gerektirmeden 155 – 170 ºC' de yaşlandırılabilmektedir.

% 10 Cu, % 0,15-0,35 Mg, % 0,7 F.

% 12 Si, % 1 Mg, % 1 Cu, % 2,5 Ni ısıl işlem uygulanabilen alaşımlara örnek gösterilebilir.

- **Modifikasyon**

Alüminyum silisyum alaşımlarında % 0,01 sodyum ilavesi ile modifikasyon bir başka ifadeyle inceltme işlemi yapılır. Aynı amaçla stronsiyum da kullanılmaktadır.

- **Tane inceltme**

Alüminyum titanyum bor ön alaşımları (Al-Ti-B) sıvı alüminyuma ilave edilerek tane inceltme işlemi gerçekleştirilir. Mekanik özelliklerin gelişmesini sağlar.

2.2.4. Alüminyum Alaşımlarının Döküm Özellikleri

Akıcılık ve çekme önemli döküm özelliklerindendir.

- **Akıcılık**

Sıvı metal kalıp boşluğunu tam olarak doldurması akıcılık olarak adlandırılır. Akıcılığı aşağıdaki faktörler etkiler:

- Metalin bileşimi ve sıcaklığı
- Dökülen parçanın şekli
- Kalıbın özellikleri
- Kalıp ile sıvı metalin temas durumu
- Döküm koşulları

Akıcılık özelliği spiral deneyi ile ölçülür. Saf alüminyumun akıcılığı azdır. Alaşımlarda meydana gelen alüminyum oksit, sıvı metalin yüzeyinde zar şeklinde bir kabuk oluşturur. Bu da sıvı metalin akıcılık özelliğini azaltır.

- **Çekme**

Çekme, hacim küçülmesi demektir. Bu özellik alüminyumda fazladır. Alaşım yapılarak çekme azaltılır ama yine de diğer metallere göre alüminyum alaşımlarının çekmesi yüksektir. Çöküntü, çatlama ve çarpıklıklar döküm hatası olarak ortaya çıkar. Özgül ağırlığının düşüklüğünden dolayı besleme zorluğu oluşur. Yüksek sıcaklıklar daha fazla çekmeye neden olur.

2.2.5. Ergitmenin Yönetimi

Alüminyum ve alaşımlarının ergitilmesinde oksitlenme ve gaz emme tehlikesinden sakınılması gereklidir. Bunun için ergitmede aşağıdaki hususlara dikkat etmek gereklidir:

- Kullanılan gereçler çok temiz olmalıdır.
- Aşırı ısıtmadan özellikle kaçınılmalıdır.
- Potaya önce büyük parçalar, ergitmeden sonra da küçük parçalar yüklenmelidir.
- **Ocağı isli kırmızı ortamda çalıştırınız (yakıt fazla hava az).**
- Koruyucu flaks kullanılmalıdır.
- Temizleme flaksı kullanılmalıdır.
- Gaz giderme işlemi yapılmalıdır.
- Sıvı hâldeki metal hemen dökülmelidir.
- Nemden kaçınılmalıdır.
- Sıvı metal fazla karıştırılmamalıdır.
- Metal sıcaklığı pirometre ile ölçülmelidir.
- Cüruf dökümden hemen önce temizlenmelidir.
- Ergitme sırasında ve daha sonraki işlemlerde metalin hava ve gazlarla teması titizlikle önlenmelidir.

2.2.6. Flakslar

Flaksları öncelikle bir tanıyalım.

- **Tanıtılması**

Alüminyum alaşımlarının ergitilmesinde koruma ve temizleme flaksları kullanılır.

- **Çeşitleri**

Flakslar koruma ve temizleme olmak üzere ikiye ayrılır.

  - **Koruma flaksları**

Koruyucu flakslar florür ve klorür içeren tuzlardır. Koruyucu flakslar ocak içerisinde oluşan oksitlerin ve gazların sıvı metal ile temasını keserek gazların emilmesine engel olur.

- **Temizleme flaksları**

Temizleme flaksları sıvı metalin içindeki oksit ve gazları gidermek için kullanılır. Bu flakslar genellikle mağnezyum, sodyum klorür ve florür içerir. Özgül ağırlıkları metale yakındır. Tamamen nemsiz olmaları gerekmektedir.

➢ **Alüminyum alaşımlarında kullanılan flakslar**

Temizleme flaksı bileşimi	Koruyucu flaks bileşimi
% 40 NaCl + % 25 NaF +% 6 CaF_2 + % 6AlF_3 + % 23 Na_2SO_2	% 45KCl + % 35 NaCl + % 20NaF

Döküm kalitesinin iyi olması gaz giderme işleminin yapılmasına bağlıdır. Döküm parçada oluşan gaz boşlukları kullanım esnasında kırılmalara yol açmaktadır. Bu nedenle parçalarda gaz boşlukları istenmemektedir.

Alüminyumdaki gaz boşluklarının asıl sebebi hidrojendir. Hidrojenin sıvı alüminyumdaki çözünülürlüğü yüksektir fakat katı metalde çözünürlük çok azdır. Bundan dolayı ergimiş metalde çözünmüş gazın tamamı katılaşma esnasında açığa çıkar ve ergiyikten kaçamazsa gaz boşlukları oluşturur.

Koruma ve temizleme flakslarının kullanılmasına rağmen sıvı metalde yine de gaz bulunabilir. Bunun için sıvı maden içine çeşitli gazlar (azot, argon, helyum, klor) verilerek temizleme yapılabilir.

2.2.7. Metal Ergitilirken Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları

- Yakıt ocaktan uzak yerde depolanmalıdır.
- Ocak çalıştırma talimatına uyulmalıdır.
- Ocak çevresi temiz ve düzenli olmalıdır.
- Koruyucu kıyafetler (gözlük, tozluk, eldiven, baret, önlük vb.) ocakta çalışma ve döküm esnasında kesinlikle kullanılmalıdır.
- Ocak gereçleri sıvı metale soğuk olarak daldırılmamalıdır.
- Ergitme işlemi tamamlandıktan sonra yakıt ve elektrik kesilmelidir.
- Pota ocaktan çıkarılmadan kavramanın potayı sıkıca tutması sağlanmalıdır.
- Pota ocaktan sarsılmadan ve ocak duvarına çarptırılmadan çıkartılmalıdır.
- Dökümden sonra pota ocak içerisine konularak kendi hâlinde soğuması sağlanmalıdır.

Resim 2.1: Koruyucu kıyafetler **Resim 2.2: Örnek dökümcü kıyafeti**

2.2.8. Alüminyum Alaşımlarının Hazırlanması

Alüminyum alaşımlarına giren elementlerin ergime dereceleri alüminyumunkinden yüksektir. Direkt olarak alüminyuma katılması zordur. Ergime derecesi yüksek olan elementlerin katılabilmesi için ön alaşım yapmak gereklidir.

Ergime derecesi alüminyumunkine yakın olan elementler (Mg, Zn gibi) sıvıyı flakslarla koruyarak katılabilir.

Bakır, titanyum, silisyum, krom, manganez vb. elementlerin katılmasında ön alaşım hazırlanırken özel döküm yöntemleri kullanılır. Önce ergime derecesi yüksek elementler ergitilir, alüminyum buna karıştırılır. İlave azar azar yapılır, aynı zamanda sıvı metal karıştırılır.

2.2.9. Karışık Alüminyum Alaşımları Hazırlanmasına Ait Örnekler

Bileşimi %92.5 Al - %4 Cu - %2 Ni - %1.5 Mg olan bir alaşım hazırlayalım.

Ergitmede grafit pota kullanılır. Ayrı ayrı Al-Ni, Al-Cu ön alaşımları hazırlanır. Alüminyum ergitilir. Önce bakırlı ön alaşım sonra nikelli ön alaşım sıvı alüminyuma katılır. Metalin sıcaklığı 750 ºC'nin altında tutulur. Mağnezyum en sonra katılır. Döküm sıcaklığı 690 – 730 ºC arasında olur.

2.2.10. Türk Standartlarında Alüminyum Alaşımları Çizelgesi

Alaşım	Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti	Cr	Al
Al-Cu4,Ni2 Mg2 min max	 3.5 4.5	 1.2 1.8	 ----- 0.7	 ----- 0.7	 ----- 0.6	 1.7 2.3	 ----- 0.1	 ----- 0.05	 ----- 0.05	 ----- 0.2	 ----- 0.2	Geriye kalan
Al-Cu4 Mg Ti min max	 4.0 5.0	 0.15 0.35	 ----- 0.35	 ----- 0.40	 ----- 0.10	 ----- 0.05	 ----- 0.20	 ----- 0.05	 ----- 0.05	 0.05 0.35		
Al-Si5, min max	 ----- 0.10	 ----- 0.1	 4.0 6.0	 ----- 0.8	 ----- 0.5	 ----- 0.1	 ----- 0.1	 ----- 0.1	 ----- 0.1	 ----- 0.20		
Al-Si5,Cu1 min max	 1.0 1.5	 0.3 0.6	 4.5 6.5	 ----- 0.8	 ----- 0.5	 ----- 0.3	 ----- 0.5	 ----- 0.2	 ----- 0.1	 ----- 0.2		
Al- Si5 Fe min max	 ----- 0.10	 ----- 0.1	 4.0 6.0	 ----- 1.3	 ----- 0.5	 ----- 0.1	 ----- 0.1	 ---- 0.1	 ---- 0.1	 ----- 0.2		
Al-Si7, Mg min max	 0.20	 0.2 0.4	 6.5 7.5	 0.5	 0.6	 0.05	 0.3	 0.05	 0.05	 0.2		
Al-Si12 min max	 ----- 0.10	 ----- 0.10	 11.0 13.5	 ----- 0.7	 ----- 0.5	 ----- 0.1	 ----- 0.1	 ----- 0.1	 ----- 0.05	 ----- 0.15		
Al-Si12 Cu min max	 ----- 1.2	 ----- 0.3	 11.0 13.5	 ----- 0.8	 ----- 0.5	 ----- 0.2	 ----- 0.5	 ----- 0.1	 ----- 0.1	 ----- 0.2		
Al-Si12Cu Fe min max	 ----- 1.2	 ----- 0.3	 11.0 13.5	 ----- 1.3	 ----- 0.5	 ----- 0.2	 ----- 0.5	 ----- 0.1	 ----- 0.1	 ----- 0.2		

UYGULAMA FAALİYETİ

Alüminyum alaşımlarını ergitiniz.

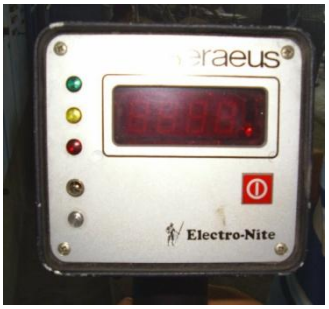
İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Ergitilecek metali potaya uygun parçalar hâline getiriniz. 	➢ Yanmaz eldiven giyiniz.
➢ Hazırlanan metali ve koruma flaksını grafit potaya uygun bir şekilde yerleştiriniz. 	➢ Genleşmeyi düşünerek sık olmayacak şekilde yerleştiriniz.

➢ Mazotlu üstübüyü bara demirine sarınız. ➢ Mazotlu üstübüyü ateşleyiniz. ➢ Ocak brülör giriş ağzına yakın tutunuz. ➢ Yakıt vanasını açınız.	➢ Üstübüyü mazotlamayı unutmayınız. ➢ Özellikle yakın olmasına özen gösteriniz. ➢ Brülör yardımıyla mazot giriş ayarını yapınız.

 ➢ Vantilatörü (hava) çalıştırınız. ➢ Kavrama yardımıyla potayı yanan ocağa yerleştiriniz. ➢ Ocak kapağını kapatınız. ➢ Davlumbazı aşağıya indiriniz.	➢ Potayı çarpmayınız. ➢ Tam kapanmasına dikkat ediniz. ➢ Yanmaz eldiven kullanınız. ➢ Ocak çalışma ortamına uygun çalışınız. ➢ Mazotu kapayıp 2 sn. sonra havayı kapatınız. ➢ Yanmaz eldiven kullanınız.

- Ocağı isli kırmızı ortamda çalıştırınız.

- Pota içindeki metali ergitiniz.
- Ergimiş metal sıcaklığını kontrol ediniz.

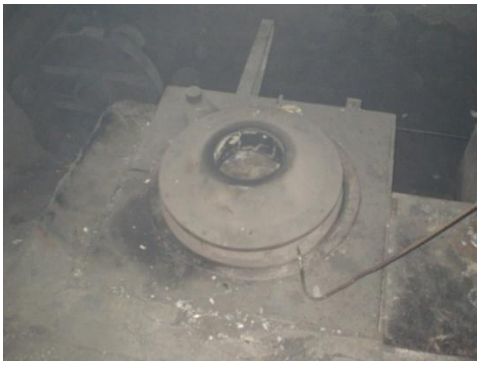


- Metal sıcaklığı uygun ise önce mazot sonra havayı kapatınız.
- Davlumbazı kaldırınız, ocak kapağını açınız.

- Ergitilmiş metal içine temizleme flaksı kullanarak

- Kepçenin sıcak olmasına dikkat ediniz.
- Potayı düzgün kavrayınız.
- Taşıma yollarının temiz olmasına dikkat ediniz.

curuf oksit ve gazlarını temizleyiniz. ➢ Kavrama yardımıyla potayı ocaktan çıkarınız. ➢ Potayı çalkalamadan çarpmadan taşıma koluna götürünüz. ➢ Pota altına gelecek şekilde kuru kumu yerleştiriniz. 	➢ Potayı taşıma kolunda garantiye almadan bırakmayınız. ➢ Havşayı ortalamadan döküme başlamayınız.

➢ Potayı pota koluna yerleştiriniz. ➢ Ergimiş metali kalıba dökünüz. ➢ Döküm sonrası potayı yan yatırarak temizleyiniz. ➢ Potayı ocak içine yerleştirip kapağı kapatıp kendi hâlinde soğumaya bırakınız. 	➢ Pota ağzının ters tarafından temizleyiniz. ➢ Yanmanın tam olarak bittiğinden emin olmadan ocak yanından ayrılmayınız.

➢ Ocak çevresini temizleyip ocak takımlarını yerlerine kaldırınız.	

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. Güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
3. Tozluk, gözlük, eldiven, baret kullandınız mı?		
4. Potayı hazırlayıp yüklediniz mi?		
5. Koruyucu flaks kullandınız mı?		
6. Ocağı çalıştırdınız mı?		
7. Alüminyumu ergittiniz mi?		
8. Sıvı metal sıcaklığını ölçtünüz mü?		
9. Temizleme flaksı kullandınız mı?		
10.Gaz giderme işlemi yaptınız mı ?		
11.Sıvı metali kalıba döktünüz mü?		
12.Pota ve ocağı temizlediniz mi?		
13.Çalışma alanını temizlediniz mi?		

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. İlaç kutularının alüminyum malzemeden yapılmasının sebebi ne olabilir?
A) Hafif oluşu
B) Kimyasal maddelerden etkilenmemesi
C) Ucuz olması
D) Kolay işlenebilmesi

2. Piston alaşımlarının Al-Si alaşımlarından seçilme nedeni nedir?
A) Ucuz olması
B) Yüksek sıcaklık dayanımı olması
C) Elektrik iletkenliğinin olması
D) Kolay işlenebilmesi

3. Alüminyum alaşımlarının endüstride yaygın olarak kullanılmalarının sebepleri neler olabilir?
A) Ekonomik olması
B) Hafif olması
C) Akıcılığının iyi olması
D) Hepsi

4. Al-Mg esaslı bir alaşım hazırlanmış ve kalıplara dökülmüştür. Yapılan analiz sonucunda magnezyum miktarının ilave edilenden çok az olduğu belirlenmiştir. Bu durum için çözüm öneriniz nedir?
A) Ocak sıcaklığı artırılmalı
B) Döküm süresi uzun tutulmalı
C) Koruma flaksı kullanılmalı
D) Mağnezyum toz hâlde ilave edilmeli

5. Ocakta metal ergitilmesinde sıvı metalin gaz emmesini engellemek için nelere dikkat edersiniz?
A) Metali hızlı ergitiriz.
B) Ocak kapağını açık tutarız.
C) Hava miktarını artırırız.
D) Koruma flaksı kullanırız.

6. Ocakta pota içerisindeki sıvı metalin gazını nasıl atarsınız?
A) Gaz giderme flaksı kullanırız.
B) Alaşım yaparız.
C) Ocak kapağını kapatırız.
D) Yakıt miktarını azaltırız.

DEĞERLENDİRME

MODÜL 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.

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. Atölye çalışmalarına başlamadan önlüğünüzü giydiniz mi?		
2. Kum katkı maddelerini istenilen oranda tarttınız mı?		
3. Homojen karışımı hazırladınız mı?		
4. Modeli kalıpladınız mı?		
5. Pota ocağıyla ilgili araç ve gereçleri hazırladınız mı?		
6. Ocakta çalışmaya başlamadan gözlük, baret, eldiven ve tozluk gibi kişisel güvenlik malzemelerini kullandınız mı?		
7. Ocak çalışma talimatını uyguladınız mı?		
8. Metal ergitimini yaptınız mı?		
9. Koruma, gaz giderme ve temizleme flakslarını kullandınız mı?		
10. Sıvı metal sıcaklığını ölçtünüz mü?		
11. Ocakta çalışmaya başlamadan gözlük, baret, eldiven ve tozluk gibi kişisel güvenlik malzemelerini kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ -1'İN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ -2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- BAYDUR Galip, **Malzeme**, MEB Yayınları, Ankara, 1989.
- ÇELİK S., H. DOĞMUŞ, A.D. DURAN, S. FİDANER, C. SÜZEN, **Genel Dökümcülük Bilgisi**, Cilt III, MEB Yayınları, İstanbul, 1981.
- ÇELİK S., H. DOĞMUŞ, A.D. DURAN, S. FİDANER, C. SÜZEN, **Genel Dökümcülük Bilgisi,** Cilt II, MEB Yayınları, İstanbul, 1979.
- ÇELİK S., H. DOĞMUŞ, A.D. DURAN, S. FİDANER, C. SÜZEN, **Genel Dökümcülük Bilgisi**, Cilt I, MEB Yayınları, İstanbul, 1979.
- KOŞAN Zülkifli, **Alüminyum Dökümcülüğümde Kullanılan Döküm Kumları ve Deney Raporları,** GÜ TEF, Ankara, 2004.
- TEKİN Erdoğan, **Demirdışı Metaller ve Alaşımlarının Uygulamalı Optik Metalografisi**, Ankara, 1982.
- ÜNAL Tufan, **Alüminyum Dökümü İçin Kum Kalıp Hazırlama Tekniği**, Bilgi Profili Nu.: 4, TBTAK.
- ÜNAL Tufan, **Alüminyum Ergitilmesi Bilgi Profili**, Nu.: 46, TBTAK.
- WEBSTER P.D., **Fundamentals Of Foundry Technology**, Norwich, 1980.