T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

METALURJİ ALANI

KİMYASAL DENEYLER
521DKM032

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. SICAKLIK ÖLÇME CİHAZLARI (PİROMETRELER) 3
1.1. Daldırmalı Pirometreler 3
1.2. Lambalı (Optik) Pirometreler 6
1.3. Işınmalı Pirometreler (Isı Radyasyonlu) 6
UYGULAMA FAALİYETİ 8
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 11
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 12
2. KİMYASAL DENEYLER 12
2.1. Tanımı 12
2.2. Önemi 12
UYGULAMA FAALİYETİ 19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 22
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 23
3. SPEKTROMETRE İLE ANALİZ 23
3.1. Tanımı 23
3.2. Analiz Prensibi 23
3.3. Spektrometre Optiği 24
3.4. Numune Odasının Yapısı 24
3.5. Analiz Cihazının Hazırlanması 24
UYGULAMA FAALİYETİ 28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 34
MODÜL DEĞERLENDİRME 35
CEVAP ANAHTARLARI 36
KAYNAKÇA 37

AÇIKLAMALAR

KOD	**521DKM032**
ALAN	**Metalurji**
DAL/MESLEK	**Dökümcülük**
MODÜLÜN ADI	**Kimyasal Deneyler**
MODÜLÜN TANIMI	Metal analizi için örnek parça alımının öğretildiği, metalin içerisindeki elementlerin spektrometre ile belirlenmesinin gösterildiği ve sıvı metalin sıcaklığını ölçme tekniklerinin işlendiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Kimyasal deneyler yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında istenilen ölçüye ve tekniğine uygun kimyasal deneyleri yapabileceksiniz. Sıvı metalin sıcaklığını ölçebileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Sıvı metalin sıcaklığını, pirometreyi kullanarak ölçmeyi öğreneceksiniz. **2.** Tekniğine uygun analiz için örnek parça hazırlayabileceksiniz. **3.** Hazırladığınız metal örnek parça içerisindeki elementleri ve oranlarını spektrometre ile belirleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Bu modüldeki çalışmalar döküm atölyesi ile döküm laboratuvarında yapılacaktır. **Donanım:** Kalıp, sıvı metal, taşlama makinası, koruyucu gözlük, baret, eldiven, koruyucu önlük, Spektrometre, örnek parça, eldiven, maske, koruyucu tozluk, baret, Sıvı metal, pirometre, termokopul, şarj cihazı, ergitme ocağı, 9 voltluk şarj edilebilir pil vb.
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 mesleği ağır sanayinin temelidir. Geçmişi ve geleceği ile vazgeçilmesi imkânsız bir meslek dalıdır. Teknolojik gelişmeler her meslekte olduğu gibi dökümcülük mesleğinde de etkilidir ve buna bağlı gelişim ve değişimler kaçınılmazdır.

Kimyasal Deneyler modülünde göreceğiniz spektrometre ve pirometreyi tanıma ve kullanmanın çalışma hayatınızda çok yararlarını göreceksiniz. En basit anlatımıyla, çalışacağımız metal veya alaşımın kimyasal bileşimini bilmek hem zaman hem de kalite standartı açısından bizlere büyük kolaylık ve kazanç sağlayacaktır.

Kimyasal deneyler sayesinde bir kepçedeki birkaç gram sıvı metali analiz ederek hem metal veya alaşımın kimyasal bileşimini öğreneceğiz hem de standartı yakalamış olacağız. Bir ocak sıvı metali kaybetmeden istenilen özellikleri yakalayıp dökümü gerçekleştireceğiz.

Unutmayınız ki önünü gören, adımını bilinçli atan daima öndedir. Sizler de bu modülü alarak bir adım önde olacaksınız. Cihazları kullanmayı öğrenerek ihtiyaç duyulan yetişmiş insan açığını kapatacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Tekniğine uygun termokopulu takıp pirometreyi kullanacak ve ergitme ocaklarındaki sıvı metalin sıcaklığını pirometreyi kullanarak ölçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Pirometrenin düzgün tutulması gerekmektedir. Nedenlerini araştırıp sınıfta tartışınız.

1. SICAKLIK ÖLÇME CİHAZLARI (PİROMETRELER)

Metallerin ve alaşımların ergime ve döküm sıcaklıkları farklıdır. Uygun sıcaklıkta ergitme ve döküm yapabilmek için sıvı metal ve alaşımın sıcaklığının bilinmesi gerekir. Bu sıcaklıkları ölçmede kullandığımız cihaza pirometre denir. Pirometreler genel olarak üç gruba ayrılırlar.Bunlar:

- Daldırmalı pirometreler (Isı elektriksel pirometreler)
- Optik pirometreler (Lambalı pirometreler)
- Işınmalı pirometreler (Isı radyasyonlu pirometreler)

1.1. Daldırmalı Pirometreler

- Kullanım Alanı

Sıvı metal ve alaşımların sıcaklığı hızlı bir şekilde ölçülmektedir. Sınırlı zaman aralığında daldırmalı ölçüm ve sürekli yüzey ısısı ölçümüne uygundur. Her metal için farklı termokopul uçlar kullanılması şartı ile çeliklerin, dökme demirlerin ve demir dışı alaşımların sıcaklık ölçümünde kullanılırlar.



Resim 1.1: Pirometre

➢ **Kullanımı**

İlk kullanım öncesinde cihazda bulunan 9 V'luk NiCd şarj edilebilir pilin adaptöre takılarak en az 12 saat şarj edilmesi gerekir. Ayrıca cihaz, kullanılmadığı durumlarda şarj ünitesine bağlı olmalıdır. Cihaz üzerinde 3 lamba ve 4 dijital gösterge vardır.



Resim 1.2: Gösterge

Cihaz göstergesindeki anahtar "IMM" konumunda daldırmalı ölçüm, "CONT" konumunda ise yüzey ısısı ölçümü yapılabilir anlamındadır. Yanlış ölçüm yapmamak için anahtar konumuna ve uygun termokopul seçimine dikkat edilmelidir.



Resim 1.3: Termokopul

Termokopul takılıp cihaz üzerindeki yeşil lamba yandığında cihaz ölçüme hazır demektir. (Termokopul takılı değilse bu lamba yanmaz.)

Sarı lamba yandığında ise sıvı metalin sıcaklığı ölçülmeye başlanır, sayısal değerler yükselmeye başlar.

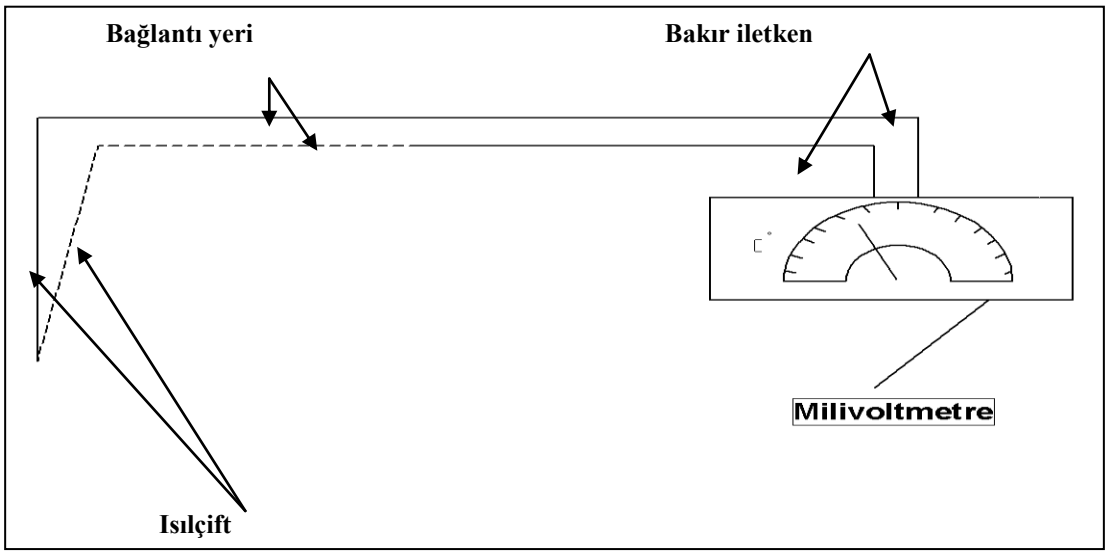
Kırmızı lamba yandığında, sıcaklık ölçüm işlemi sonuçlanmış demektir. Sıvı metal içindeki uç çıkarılır.

Cihaz, açıldıktan 1 dakika sonra sıvı metale daldırılmalıdır. Cihazı düzgün tutmaya ve titretmemeye özen gösteriniz.

Göstergedeki Semboller ve Anlamları

LO: Pil bitmeye yakın demektir. Cihazı kapatıp en az 12 saatlik şarj yapılmalıdır.
HI: Yanlış termokopul kullanımını ve maksimum ölçüm derecesinin çok yüksek olduğunu gösterir. (Max. ölçüm sıcaklığı1800 ^{o}C'dir.)

---- : Hatalı ölçüm; termokopulun düzgün tutulmadığını gösterir.
Termokopulun yanmış olduğunu gösterir.
Kalıcı bir sıcaklığın (sabit) yakalanmadığını gösterir.



Şekil 1.1: Pirometre şeması



Resim 1.4: Termokopul

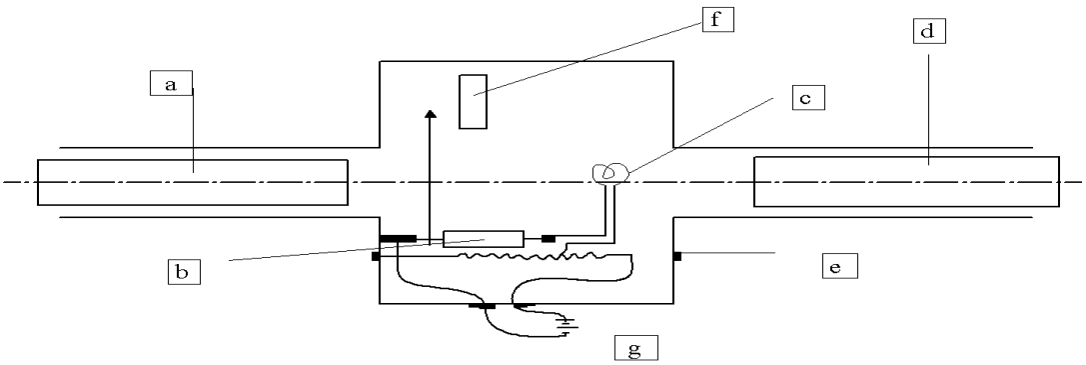
- Termokopul hakkında bilgi sahibi olmamız gerekir.
- Pirometrelerde kullanılan ısıya dayanıklı uçtur.
- Ergime derecesi 1554 ^{o}C'dir.

Ucun yanmasına ya da yuvanın bozulmasına bağlı olmakla beraber, bir termokopulla 2-3 ölçüm yapılabilir.
Cihaz tekrar açıldığında sarı lamba yanmıyorsa termokopul devre dışıdır.

Uygun termokopul seçimi için cihaz katologlarından mutlaka yararlanınız.

1.2. Lambalı (Optik) Pirometreler

Prensip olarak sistem, bir lambanın çıkardığı ışık ile sıvı metalin çıkardığı ışığın karşılaştırılmasıdır. Metallerin yüzeysel sıcaklıkları ölçülür. Lambanın ışığının parlak veya sönük olması, ayar reostasının (devredeki bir direncin) azaltılıp arttırılmasıyla sağlanır. Enerji kaynağı olarak 4,5 V'luk pil kullanılır. Ya da elektrik gerilimi adaptörle ayarlanmalıdır. Cihaz ile sıvı çelik veya sıvı dökme demirin sıcaklıkları ölçülür.700-1600^{o}C arasındaki sıcaklıkların ölçümü yapılabilir. Kullanımında lambanın kırmızı rengi ile ölçümünü yapacağımız sıvı metalin rengi aynı oluncaya kadar reosta ile direnç ayarlaması yapılır. Lamba devresine seri bağlanan miliampermetreden sıcaklık okunur.

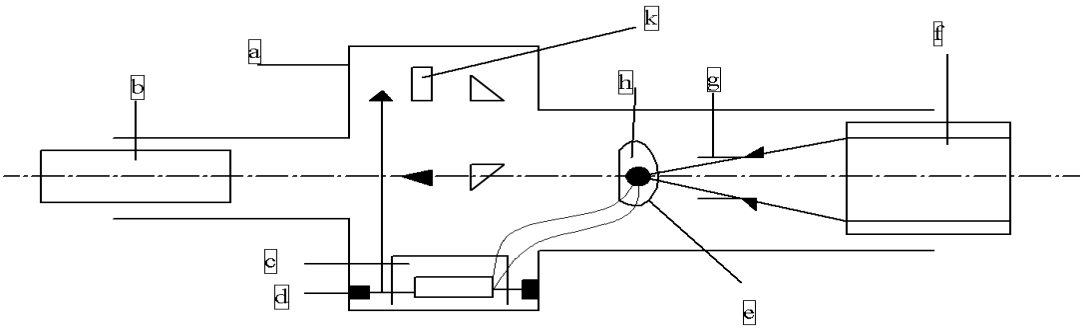


Şekil 1.2:Lambalı pirometre şeması

a-Objektif
b-Milivoltmetre
c-Lamba
d-Gözlem yeri (oküler)
e-Ayar reostası
f-Derecenin yeri
g-Pil

1.3. Işınmalı Pirometreler (Isı Radyasyonlu)

Dış görünüş olarak optik pirometrelere benzerler. Metallerin yüzeysel sıcaklıkları ölçülür. Işınmalı pirometrelerle sıcaklık ölçümü, sıcaklığı ölçülecek metale bakılarak yapılır. Sıvı metale temas olmadığı için çok yüksek sıcaklıkların ölçümleri de yapılabilir. Sıcaklığı ölçülecek metalden yansıyan ışınlar siyahlatılmış küçük platin levha üzerinde toplanır. Milivoltmetreden sıcaklık doğrudan okunur. Sıcaklık ölçümü yapılacak metalin yüzeyi temiz olmalıdır. Curuf, yüzey örtücü vb. bulunmamalıdır.



Şekil 1.3:Işınmalı pirometre şeması

a-Aydınlatma yeri
b-Gözlem yeri (oküler)
c-Mıknatıs
d-Milivoltmetre
e-Küresel yüzey
f-Objektif
g-Silindirik ekran
h-Siyahlatılmış platin levha
k-Dereceleme

UYGULAMA FAALİYETİ

Tekniğine uygun termokopulu takıp pirometreyi kullanınız ve ergitme ocaklarındaki sıvı metalin sıcaklığını pirometreyi kullanarak ölçünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Cihazı kullanmadan önce 12 saat şarj ediniz.	
➢ Boğumlu kısmı aşağıda olacak şekilde termokopulu pirometrenin ucuna yerleştiriniz.	
	➢ Termokopulu kontrol ediniz.
➢ Cihaz üzerindeki anahtarı "IMM" konumuna getiriniz	➢ Ölçüm şeklini belirleyiniz
➢ Cihazı açmak için soldaki anahtarı "ON" konumuna getiriniz. Göstergelere dikkat etmeliyiz.	➢ Termokopul takılı değilse lamba yanmaz.
➢ Yeşil gösterge lambası yandı ise cihaz kullanıma hazır demektir.	
➢ Cihaz açık olarak 1 dakika bekleyiniz.	
➢ Termokopulun ucundaki boğumu geçmeden 5cm kadar sıvı metale daldırınız.	

	➢ Pirometreyi düzgün tutunuz, sallamayınız.
➢ Sarı lamba yandı ise sıcaklık ölçümü başlamıştır.	➢ Sayısal değerler yükselmeye başlamıştır.
➢ Ölçüm süresi 3-6 saniyedir. En fazla 7 sn. olmalıdır.	. ➢ Zamana dikkat ediniz.
➢ Kırmızı lamba yandığında ölçüm sonuçlanmış demektir.	➢ Göstergedeki rakamlar 1 dakika sonra silinir. ➢
➢ Termokopulu sıvı metalin içinden çıkarınız. ➢ Dijital göstergeden sıvı metalin sıcaklığını okuyunuz. 	➢ Şarj ünitesine bağlamayı unutmayınız.
➢ Anahtarı "OFF" konumuna getirip cihazı kapatınız.	

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. Cihazı en az 12 saat şarj ettiniz mi?		
2. Uygun termokopulu seçtiniz mi?		
3. Boğumlu kısmı aşağıda olacak şekilde termokopulu pirometrenin ucuna taktınız mı?		
4. Cihaz üzerindeki anahtarı "IMM" konumuna getirdiniz mi?		
5. "ON" konumuna getirerek cihazı açtınız mı?		
6. Yeşil gösterge lambası yandı mı?		
7. Cihaz açık olarak 1 dakika beklediniz mi?		
8. Termokopulun ucundaki boğumu geçmeden 5cm kadar sıvı metale daldırdınız mı?		
9. Sarı lamba yandı mı?		
10. Sayısal değerler yükseliyor mu?		
11. Kırmızı lamba yandığında termokopulu sıvı metalin içinden çıkardınız mı?		
12. Dijital göstergeden sıvı metalin sıcaklığını1dakika içinde okudunuz mu?		
13. Anahtarı "OFF" konumuna getirip cihazı kapattınız mı?		
14. Cihazı şarj ünitesine bağladınız 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. Pirometrenin görevi nedir?

A) Sıvı metalin sıcaklığını yükseltmek
B) Sıvı metalin sıcaklığını düşürmek
C) Örnek parçayı ölçmek
D) Sıvı metalin sıcaklığını ölçmek

2. Daldırma pirometrelerde ilk şarj kaç saat olmalıdır?

A) 4 saat
B) 8 saat
C) 12 saat
D) 16 saat

3. Ölçme işleminin bittiğini gösteren ışığın rengi nedir?

A) Kırmızı
B) Sarı
C) Mavi
D) Yeşil

4. "**HI"** işaretinin anlamı nedir?

A) Yanmış termokopul kullanıldığını gösterir.
B) Yanlış termokopul kullanıldığını gösterir.
C) Termokopulun düzgün tutulmadığını gösterir.
D) Pil bitmeye yakın olduğunu gösterir.

5. Termokopulun devre dışı olduğunu nasıl anlarız?

A) Kırmızı ışık yanınca
B) Sarı ışık yanınca
C) Mavi ışık yanınca
D) Yeşil ışık yanınca

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 Faaliyeti"ne geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Döküm atölyesi ve laboratuvarlarında tekniğine uygun örnek parça hazırlayıp analize hazır hâle getirebileceksiniz.

Bu çalışma sonucunda teknolojik bilgileri alacak ve yapacağınız uygulama sonrasında örnek parça almada dikkat etmeniz gereken noktaları kavrayacaksınız.

ARAŞTIRMA

- Alınacak örnek parçanın homojen bir yapı göstermesi gerekmektedir. Bunun nedenlerini araştırıp rapor hâline getiriz. Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

2. KİMYASAL DENEYLER

2.1. Tanımı

Döküm endüstrisinde kullanılan metal ve alaşımların kimyasal bileşimlerini bilmek için yapılan uygulamalara kimyasal analiz denir. Kimyasal analiz uygulamaları üç yöntemle olmaktadır.

Birincisi; katı hâlde iken her türlü metal ve alaşımın analizleri spektrometre (Spektrometer) ile yapılmaktadır. 1 dakika içerisinde, %0,1 hassasiyetle 100'e yakın elementi aynı anda gösterebilirler. En çok kullanılan yöntem olmakla beraber cihazları pahalıdır.

İkincisi; karbon-silis analiz cihazı ile yapılmaktadır. Metallerin sıvı hâlden katı hâle geçerken oluşturdukları soğuma eğrilerinden yararlanılır.

Üçüncüsü; demirli alaşımlardan alınan talaşın yakıldığı karbon-kükürt tayin cihazı ile yapılmaktadır. İki elementin analizi dışında kullanılamaz. Sonuçları 1 dakika içinde verir.

2.2. Önemi

Saf metallerin dökümü zordur. Döküm özellikleri sınırlıdır. Metal ve ametaller belli oranlarda karıştırılarak alaşımlar elde edilir. Özelliklerini iyileştirmekle beraber dökümü kolaylaşır. Fakat standartları yakalamak kolay geğildir. Standartlara uygun ve istenilen yapıdaki malzemenin oluşumu için ergitmeden önce, ergitme sırasında ve döküm sonrasında ara numunelerle kimyasal analizleri yapılır. Bunlar da kimyasal analiz cihazları (spektrometre) ile yapılabilir.

- **Metal analizi için örnek parçanın taşıması gereken özellikler (iyi ve güvenilir analiz için)**

Analiz sonuçlarının doğru ve sağlıklı olabilmesi için örnek parça alma ve hazırlama çok önemlidir. Doğru ve tüm örnek parçayı temsil edecek sonuçların alınabilinmesi için de bu gereklidir. Örnek parça alımında şu konulara dikkat edilmelidir:

- Örnek parçada çatlak ve kalıntı olmamalıdır.
- Alınan örnek parça sıvı metalin tamamını temsil etmelidir.
- Örnek parçanın yapısı homojen olmalıdır.
- Örnek parça ölçüleri yeterli yakım alınabilecek büyüklükte olmalıdır.

Örnek parça alımında iki yöntem uygulanır. I. yöntemde analiz, ocaktan küçük miktarda alınan sıvının önceden hazırlanmış maçalara ya da kokil kalıplara dökülmesiyle olur.

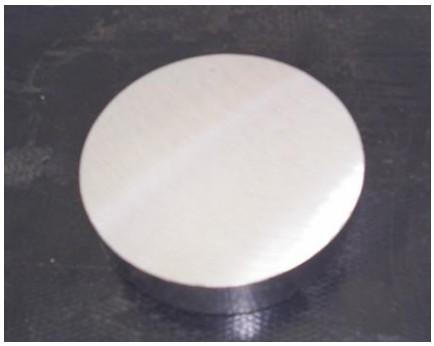


Resim 2.1:Numune kalıbı

Sıvı metal istenilen standartlara sahip değilse ilaveler ya da eksiltmeler yapılır. İstenen bileşim elde edilinceye kadar ara numune almaya devam edilir. İstenilen standartlara ulaşılınca ocaktan sıvı metal alınarak kalıplara dökülür. Endüksiyon ocağı ile ergitmelerde müdahale olanağı olduğu için bu yöntem çok uygundur. Aynı uygunluk kupol ocaklarında bulunmamaktadır.

II. yöntemde analizi yapılacak demir alaşımlı parçanın yolluğundan ya da uygun herhangi bir yerinden kesilerek alınan örnek parçaya analiz uygulanır. Kesme işlemi kesme makinesinde veya spiralle yapılabilir. Metal parça yüzeyinin yanmamasına dikkat etmeliyiz. Polisaj makinesinde kesilen parçanın yüzeyi zımparalanır.

Spektrometre numunesinin analiz edilecek alaşıma bağlı olarak doğru sıcaklıkta dökülmüş gaz vs. boşluklardan arındırılmış ve yüzeylerinin nemsiz, yağsız, düzgün, temiz olması gerekir.



Resim 2.2: Numune

Ancak bu şekilde hatasız sonuç alabiliriz. Ölçümlerden sonra örnek parçaları numaralandırıp naylon torbaya koymalı, paslanmamaları için desikatör (hava geçirmeyen cam kap) içerisinde saklanmalıdır.

Aşağıda çeşitli materyaller için uygun numune alma yöntemleri verilmiştir:

- **Dökme demir:** Kitap şeklindeki kokil kalıplar grafit, bakır veya düşük fosforlu gri dökme demirden yapılabilir. Ergimiş metal, yüzeyleri temiz ve kuru olan açılır kapanır şekildeki kalıba besleyici gözünden dökülür. İki kalıp yüzeyi birbirine sıkıca kapatılmalıdır. Ergimiş metal mümkün olduğu kadar yüksek sıcaklıkta dökülmelidir.



Resim 2.3: Kokil kalıp

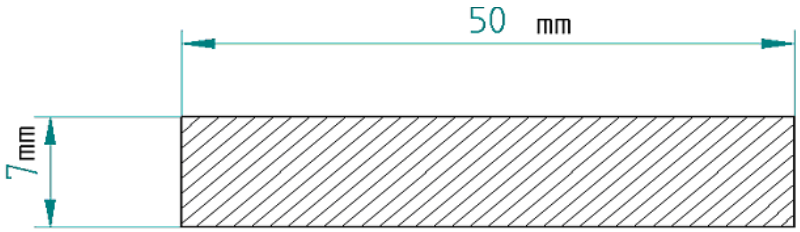


Resim 2.4: Kokil kalıp

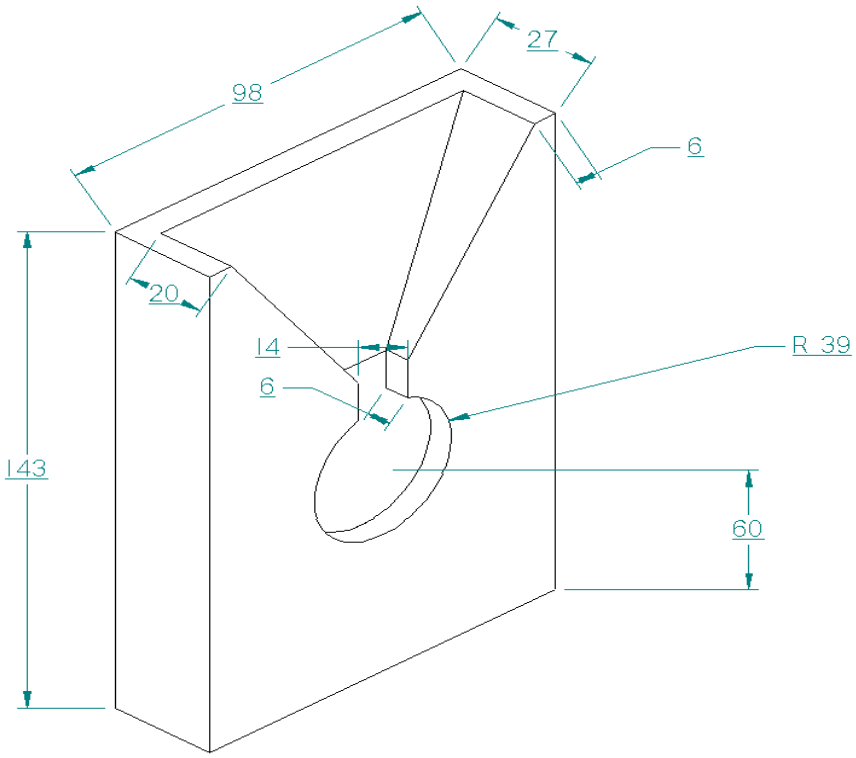
Sıvı metal katılaşır katılaşmaz kalıp kolları açılarak numune dışarı alınmalıdır Bu şekilde fazla ısınma nedeni ile kalıbın bozulması ve numuneye zarar vermesi önlenmiş olur.

Aşılamadan önce örnek alınması uygundur. Aşılamadan sonra örnek alınacak ise ani etkileşimin geçmesini bekleyip sonra örneği almak gerekir.

Tipik dökme demir örnek parça (numune) ölçüleri;

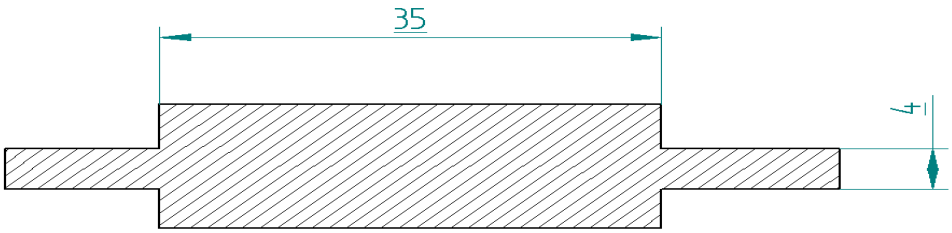


Şekil 2.1: Dökme demir numune kesiti

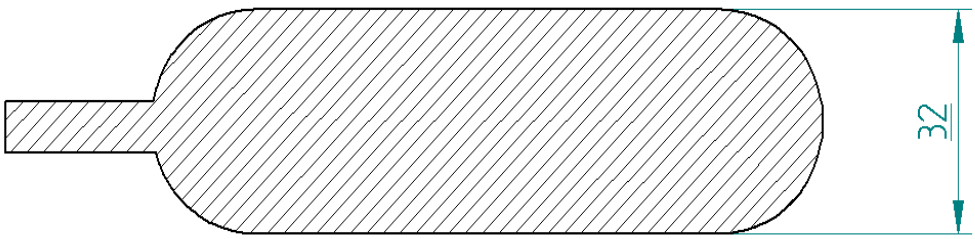


Şekil 2.2: Numune kalıp ölçüleri

Çelik: Konik kalıba veya "lolipop" şeklindeki kalıplara dökülerek örnek parça elde edilir. Konik çelik örnek parçası (numune) ortadan kesilir. Alt kısmı taşlanarak veya zımparalanarak analizde kullanılır.

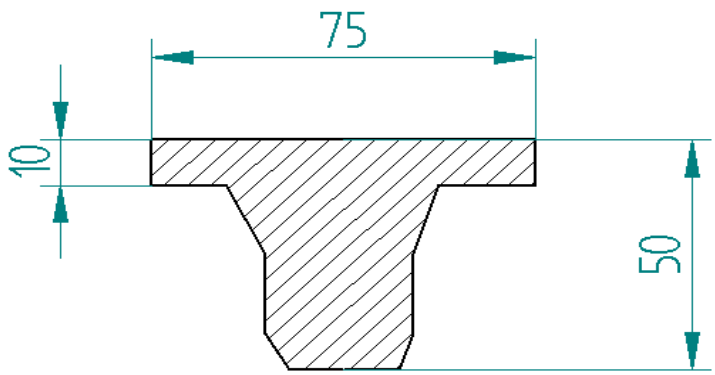


Şekil 2.3: Çelik Numune ölçüleri



Şekil 2.4: Çelik numune ölçüleri

- **Alüminyum ve çinko:** Her ikisinde de örnek parça mantar biçiminde olmalıdır. Bu örnek parça homojen, düzgün dağılımlı bir yapı sağlar, tornaya kolaylıkla bağlanır. İstenirse ince kısmı kesilerek üst düz yüzey analizi yapılır.



Şekil 2.5: Alüminyum-çinko numune ölçüleri

- **Bakır ve nikel:** Her ikisinde de örnek parça, çelik için hazırlanan örnek parça gibidir.
  - **Örnek Parça Hazırlama**

Dikkat edilmesi gereken önemli noktalar şunlardır:

- Örnek parça yüzeyi çok düzgün olmalıdır.
- İşlemlerden kaynaklanan kalıntıların önüne geçilmelidir.
- Yüzey hazırlanırken yapı değişimine izin verilmemelidir.
- Örnek parça hazırlamada kullanılan zımparalama ekipmanları başka hiçbir amaç için kullanılmamalıdır.



Resim 2.5:Örnek parça hazırlama

Alaşımlara bağlı olarak örnek parça hazırlamada farklı yöntemler geliştirilmiştir.

- **Dökme demir, takım çeliği, otomat çeliği:**

Çok sert yapıya sahip olduklarından yüzeylerin düzgün hazırlanması zordur. Örnek parça hazırlamada en çok kullanılan döner kafalı veya döner tablalı taşlama cihazlarıdır. Gri dökme demirler ve düşük alaşımlı çelikler kuru olarak taşlanabilir. Yapıları çok sert olan çelikler, takım ve otomat çelikleri ile beyaz dökme demirlerin örnek parçaları taşlama sırasında ısınırlar. Isınıp yanmanın önüne geçmek için uygun soğutucu sıvılar kullanılmalıdır. Yüzey, taşlama ile uygun ölçüsüne geldiğinde soğutma sıvısı kapatılmalıdır. Sıvıyı tamamen uzaklaştırmak için son işlemler kuru olarak yapılmalıdır. Kullanılacak taşların da malzemeye uygun olması gerekir. Buradaki genel kural ise sert malzemeler için yumuşak, yumuşak malzemeler için ise sert taş kullanmaktır.

- **Çelik:**

Zımpara kağıdı olarak 40-80 numaralı alumina (kırmızı renkli) zımparalar kullanılır. Silikon karpitli olanlar, silis yüzdesini etkiledikleri için pek uygun değildir.

Çelikten bronza, nikelden çeliğe vs. geçerken materyal bulaşmasının önüne geçmek için kesinlikle zımpara kağıdını değiştirmek gerekir.

Zımpara kağıdı inceldiği için örnek parçanın yüzeyini parlatmaya başladıysa değiştirilmelidir.

Krom-nikelli, paslanmaz çelik örnek parçalar da zımparalama yaparken örnek parça yüzeyinin aşırı ısınması mutlaka önlenmelidir.

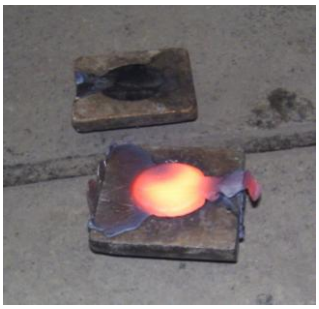
- **Alüminyum, çinko, bakır, kurşun, kalay:**

Yüksek devirli torna ile numune hazırlama en iyi tekniktir. Saf alüminyum ve saf bakır gibi çok yumuşak numunelerde sağlıklı sonuç alabilmek için tornalama iyi yapılmalıdır. Pirinç örnek parçalarında çinko oranı yüksektir. Analiz sırasında ölçüm yapılan noktada çinko buharlaşmaya uğrar. Aynı noktadan tekrar spark (ark) yapılırsa çinkoyu az, bakırı yüksek gösterecektir. Aynı şekilde bu durum magnezyum, kükürt gibi elementler için de geçerlidir. Bu yüzden ölçüm noktasındaki izler kaybolmadan bir sonraki ölçüme geçilmemelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Döküm atölyesi ve laboratuvarlarında tekniğine uygun örnek parça hazırlayıp analize hazır hâle getiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Endüksiyon ocağında ergitimi yapılan dökme demirin örnek parçasını hazırlayınız. ➢ Metalimize uygun örnek parça alma materyalini seçiniz.	
	
➢ Kokil kalıbı sıkıca birleştiriniz. 	➢ Çapak olmamasına dikkat ediniz.
	➢ Metalin sıcaklığı yüksek olsun.

➢ Sıvı metalin sıcaklığını pirometre ile ölçünüz.	
➢ Metali kepçe ile kokil kalıba dökünüz. 	➢ Güvenlik önlemlerini alınız.
➢ Metal katılaşınca kalıbı açınız. 	➢ Fazla bekletirseniz kalıp zarar görebilir.
➢ Örnek parçayı çıkarınız. 	➢ Örnek parçanın soğumasını bekleyiniz.
➢ Taşlama cihazında taşlayınız. ➢ Örnek parçanın yüzeyini çok düzgün hazırlayınız.	➢ Örnek parça ısınmamalıdır.
➢ Örnek parça ölçüm için hazırdır. Spektrometrede analiz yapabilirsiniz.	

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.	Sıvı metale uygun kokil kalıbı seçtiniz mi?		
2.	Kokil kalıbı kapattınız mı?		
3.	Pirometre ile sıvı metalin sıcaklığını ölçtünüz mü?		
4.	Ocaktan kepçe ile sıvı metali aldınız mı?		
5.	Kokil kalıba sıvı metali döktünüz mü?		
6.	Kokil kalıbı açtınız mı?		
7.	Örnek parçayı kokil kalıptan çıkardınız mı?		
8.	Örnek parçanın soğumasını beklediniz mi?		
9.	Örnek parçayı taşladınız mı?		
10.	Örnek parçanın ölçülerine dikkat ettiniz mi?		
11.	Kokil kalıbınızı sonraki ölçüm için kaldırdınız mı?		
12.	Pirometreyi kaldırdınız mı?		
13.	Kokil kalıbı temizleyip kaldırdınız mı?		
14.	Çevre temizliğinizi yaptınız 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. Analizi yapılacak sıvı metal numunesi alınırken homojen olması neden önemlidir.

   A) Çatlak olmaması için
   B) Taşlamanın kolay olması için
   C) Sağlıklı sonuçlar alabilmesi için
   D) Kalıntı olmaması için

2. Örnek parça niçin hava geçirmeyen cam kaba (desikatör) konur?

   A) Paslanmaması için
   B) Ölçülerin bozulmaması için
   C) Metalin soğumaması için
   D) Saklamak için

3. Örnek numune hazırlamak için kullanılan zımparalama ekipmanlarının başka işte kullanılmamasının amacı ne olabilir?

   A) Laboratuvara yakın olması için
   B) Yapı değişimine izin vermemek için
   C) Düzgün yüzey elde edilmeyeceği için
   D) Atölyede yer olmadığı için

4. Ara numune almaya ne zaman son verilmelidir?

   A) Mesai bitiminde
   B) Standart numune elde edildiğinde
   C) Dökülecek kalıp kalmadığında
   D) Sıvı metal ergidiğinde

5. Örnek parçaların ısınmasını nasıl önleriz?

   A) Sıvı metalin ısısını düşürerek
   B) Yüzeyi fırça ile temizleyerek
   C) Dış ortamda soğukta çalışarak
   D) Soğutucu sıvılar kullanarak

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-3

AMAÇ

Spektrometre ile tekniğine uygun sıvı metal analizini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sabit ve taşınabilir spektrometrelerin karşılaştırmasını yapıp tartışınız.

3. SPEKTROMETRE İLE ANALİZ

3.1. Tanımı

Spektrometreler belirli bir referansa göre ölçüm yapan cihazlardır. Analiz anında örnek parça yüzeyinden sadece birkaç miligram buharlaşma ile materyallerin içerisindeki demir, karbon, silisyum, manganez, fosfor, kükürt ve diğer katkı maddelerin analizleri yapılmaktadır. Kısa zamanda ve oldukça hassas yapılan ölçümleri ekranda gösterir, yazıcıda analiz raporunu yazar.



Resim 3.1: Spektrometre

3.2. Analiz Prensibi

Spektrometrenin ark odasında elektrik arkı ile elementler atomlara ayrıştırılır. Bu arada oda argon gazı ile doldurulur. Her element farklı şiddette ışın oluşturur. Optik sistemle oluşan ışınlar dalga boylarına ayrılır.

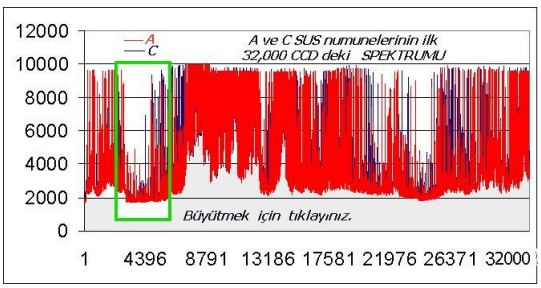


Diagram 3.1: Sinyal şiddeti

Foto tüplerde sinyallerin şiddeti ölçülür. Ölçülen sinyallerin şiddeti numunenin içindeki elementlerin miktarını verir.

3.3. Spektrometre Optiği

Işığın bir ortamdan diğer bir ortama geçerken kırıldığını biliyoruz. Kırılmanın veya yansımanın boyu ışığın geçtiği maddelere bağlı olarak değişmektedir. Yansıyan ışın birkaç dalga boyundan oluştuğu takdirde farklı olarak kırılır.

3.4. Numune Odasının Yapısı

Oluşan ışınları iletebilmek amacıyla pirinç bloktan yapılmıştır. Argon gazı sayesinde numune odasında oksijenden arındırılmış atmosfer elde edilir. Numune odasını argon gazı ile doldurarak odanın kirlenmesini ve tozlanmasını önlemiş oluruz. Argon sarfiyatı genelde 3 litre/örnek şeklindedir. Numune odasındaki delikli plaka üzerine numune yerleştirilir. Alt plakada elektrot bulunur. Üst plakada ise numune tutucu vardır. Numune tutucu sayesinde numunenin sabit durması sağlanır.

3.5. Analiz Cihazının Hazırlanması

Dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

Kullanılan argonun istenilen saflıkta olması gerekir. Her şeyin normal olmasına rağmen yanma beyaz ise argon içindeki oksijen oranı yüksek demektir. Yanma grimsi ise nem oranı yüksek demektir.

Argon tüpünün giriş ve çıkış basıncının istenen değerde olması (ürün katoloğunda belirtilen) gerekir.

Küçük bir sızıntı bile argonun saflığını bozar. Sızıntı olmamasına dikkat edilmelidir.

Ark bölgesi (spark) ile elektrot temiz olmalıdır.



Resim 3.2 Ark Odası

- Egsoz çıkışı kapalı olmamalıdır. Analiz sonrasında poflama ve kurum geliyorsa egsoz çıkışı kapalı demektir. Örnek parça yanma holünün üzerine konduktan sonra, egsoz hortumu suya daldırıldığında kabarcıklar oluşmalıdır.



Resim 3.3 Hortumun Suya Daldırılması

Elektrot ucu standartlara uygun olmalı ve örnek parça ile olan uzaklığı doğru ayarlanmalıdır.

Örnek parça yanma holünü tamamen kapatmalıdır. Jet akışlı bazı spektrometrelerde bu koşul gerekmeyebilir.

Daire yüzeyli örnek parçalarda en uygun analiz bölgesi örnek parçanın kenarlarından merkeze doğru 1/3 uzaklıkta olan bölgedir.



Resim 3.4 :Numune

Cihaz ilk açıldığında veya 30 dakikayı geçen ara verildiğinde herhangi bir numune ile birkaç kez yanma yapılarak spark ark bölgesi hazır hâle getirilmelidir.



Resim 3.5:Spektro

Her örnek parça en az iki noktasından, gerekirse üçüncü bir noktasından analiz edilmelidir.

Analiz başlangıcında önce uygun monitör veya anahtar numunesi ile test edilmelidir.

Her analiz arasında elektrot fırçası ile elektrot ucu temizlenmelidir.

Örnek parça yüzeyi hazırlandıktan sonra yüzeye kesinlikle el teması olmamalıdır. Numune tozdan, nemden vs. uzak tutulmalı ve hemen analizi yapılmalıdır.

3.6. Analiz Sonucu Hesapları

Analiz neticelerinin % olarak elde edilebilmesi için cihazın yapımı sırasında, kullanıcının belirlemiş olduğu malzeme gruplarına göre programlanması (kalibre edilmesi) gerekmektedir. Kullanıcının isteğine göre kalibre edilmiş (programlanmış) spektrometre kullanım için hazır demektir. Bundan sonra yapılacak işlem, hazırlanan örnek parçayı numune odasına yerleştirmek ve start düğmesine basmaktır. Bundan sonraki bütün işlemler tamamen otomatiktir. Analiz neticeleri 15 sn. içinde yüzde oranlarıyla birlikte ekranda görülür. Yazıcıdan çıktı alınarak analiz raporu hazırlanmış olur.



Resim 3.6: Spektro analiz sonuçları

Örnek bir analiz sonucu
ORTALAMA
CR- Nİ ÇELİĞİ
28- 07- 2005
DÖKÜM SONU 10:03

C	Sİ	MN	P	S	CR2	NI2	MO	NB
0.085	0.688	1.10	0.019	0.0010	19.19	9.44	0.598	0.0006

V	FE
0.87	68.80

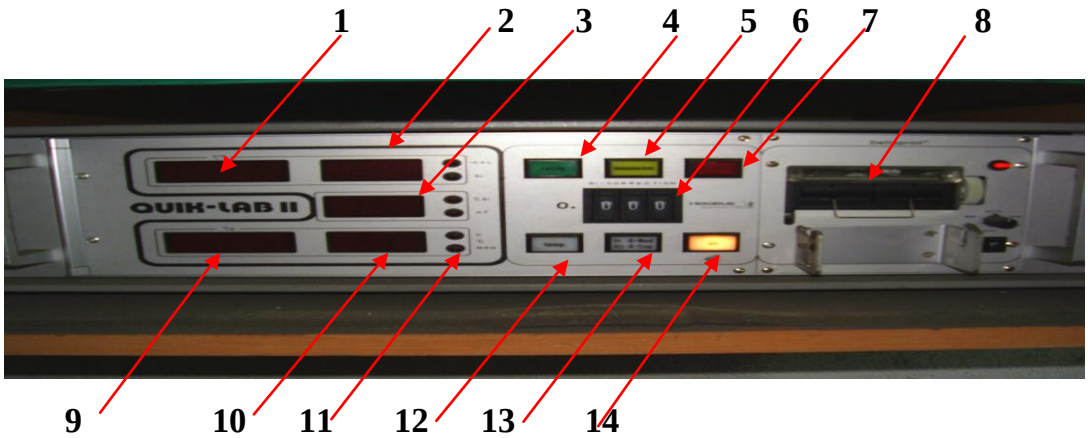
Her iki ölçüm sonucunun ortalaması

Bu sonuçlar iki ölçümün ortalamasıdır. İki ölçüm sonu değerleri de analiz raporunda aşağıdaki şekilde yer alır.

C	Sİ	MN	P	S	CR2	NI2	MO	NB
0.076	0.688	1.10	0.019	0.0008	19.24	9.48	0.593	0.0006
0.093	0.688	1.10	0.020	0.0013	19.13	9.40	0.602	0.0006

V	FE	
0.087	68.71	Birinci ölçümde alınan değerler
0.087	68.89	İkinci ölçümde alınan değerler

- **Karbon – silis analiz cihazı (quik- labı) kullanma uygulaması (Gri dökme demir analizi)**



Resim 3.7: Karbon – Silis analiz cihazı

1- Sıvı metal sıcaklığı / Sıvılaşma sıcaklığı **2-** Karbon eşdeğerliği / Doymuşluk derecesi
3- % Silisyum / Aşırı soğuma **4-** Ölçüme hazır
5- Ölçüm yapılıyor **6-** % Silisyum ayarlama faktörü
7- Ölçüm tamam **8-** Yazıcı
9- Katılaşma sıcaklığı **10-** Toplam karbon / % Küresellik
11- Program göstergesi **12-** Daldırma termokopulla ölçüm sıcaklığı
13- Analiz seçme **14-** Açma- Kapama anahtarı

UYGULAMA FAALİYETİ

Spektrometre ile tekniğine uygun sıvı metal analizini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Cihazın fişini topraklı prize takınız.	➢ Sağ elinizi kullanınız.
➢ Cihazı“On“ düğmesi ile açıp, 12 saat şarj yapınız.	➢ Saati not ediniz.
➢ Quik-Cup potası ile cihaz arasındaki bağlantıyı sağlamak için kablo fişini “input” girişine takınız	➢ **Sarı uç (+)** ➢ **Kırmızı uç (-) dir.**
➢ Karbon eşdeğerini (CEL) ya da doymuşluk derecesinden (Sc) birini seçiniz.	➢ C-305 devre kartını çıkarmadan elektrik fişini çekiniz.
➢ Rulo halindeki termal kâğıdı yazıcıya takınız.	➢ 60 mm’lik olmalıdır.
➢ Pik veya hurdanın fosfor miktarını öğreniniz.	➢ Spektrometrede analiz yapılmalıdır.
➢ Sonucu cihaz panosundaki silisyum düzenleme (Si-Correction) kısmına giriniz.	➢ Örn. 050 rakamı, %0,050 fosfor demektir.
➢ Siyah anahtarla gün çizgisine giriniz.	

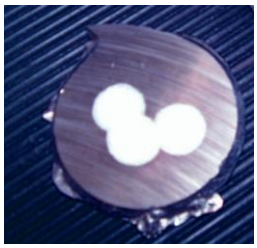
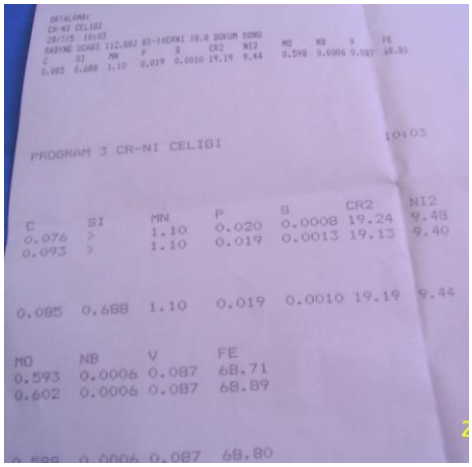
➢ Haftanın hangi günüyse yazınız. (örn.02-Salı gibi).	➢ Kırmızı düğmeye basarak hafızaya alınız.
➢ Siyah anahtarı aya çeviriniz. Hangi ayda isek yazınız(örn.07-Temmuz gibi).	➢ Kırmızı düğme ile hafızaya alınız.
➢ Siyah anahtarı yıla çeviriniz. Yılı (örn.2006) giriniz.	➢ Kırmızı düğme ile hafızaya alınız.
➢ Siyah anahtar ile saat kısmına çevirip saat kaç ise yazınız(Örn. 12 gibi).	➢ Kırmızı düğme ile hafızaya alınız.
➢ Siyah anahtarı dakika konumuna çevirip, dakikayı yazınız(Örn. 52 gibi).	➢ Kırmızı düğme ile hafızaya alınız.
➢ Siyah anahtarı yazım "print"konumuna getiriniz.	
➢ "Quick-Cup" potacığını stantdaki yuvasına oturtunuz.	
	➢ Hazır sinyali(yeşil ışık) yandı mı ?
➢ Ocaktaki sıvı metalin sıcaklığını pirometre ile ölçünüz.	➢ Ölçüm sıcaklığının 1370 –1200 ^{o}C arasında olmasına dikkat adiniz.
➢ Sıvı metali kepçe ile potacığa dökünüz. 	

➢ Potacığı doldurunuz.  	➢ Kablo demir boru içine alınabilir.
➢ Kabloya özen gösteriniz.	
➢ Cihaz analize geçer sarı ölçüm sinyali yanar.	➢ Paneldeki diğer göstergeler de çalışmaya başladı mı?
➢ Kırmızı düğme, analiz tamamlama sinyali yanınca işlem bitmiş demektir.	
➢ Sıvı metalin analiz çıktısını alabilirsiniz.	

UYGULAMA FAALİYETİ

Spektrometre ile tekniğine uygun sıvı metal analizini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Argon gazının saflığını kontrol ediniz. ➢ Argon gazının giriş çıkış basıncını kontrol ediniz.	➢ Doğru analiz için yapmalısınız.
	➢ Sızıntı olmamasına dikkat ediniz.
➢ Ark bölgesini ve elektrodu temizleyiniz. ➢ Birkaç kez ölçme yaparak ark bölgesini hazır hâle getiriniz.	➢ Kabarcık varsa hortum açıktır.
➢ Egsoz hortumunu kontrol ediniz	
➢ Örnek parçayı yerleştiriniz. 	➢ Yanma holünü tamamen kapatmalıdır.
➢ Örnek parçayı sabitleyiniz. ➢ Start düğmesine basınız.	➢ Ölçüm başlamıştır.

➢ En az iki noktadan ölçüm yapınız.  	➢ Gerekirse üç noktadan yapabilirsiniz.
	➢ Bir örneğini saklayınız.
➢ Elektrot ucunu 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. Argon gazının saflığını kontrol ettiniz mi?		
2. Argon gazının giriş çıkış basıncını kontrol ettiniz mi?		
3. Sızıntıya dikkat ettiniz mi?		
4. Ark bölgesini ve elektrodu temizlediniz mi?		
5. Bir kaç ölçüm yaparak ark bölgesini denediniz mi?		
6. Egsoz hortumunu kontrol ettiniz mi?		
7. Meydana gelen hava kabarcıklarını gördünüz mü?		
8. Örnek parçayı yerleştirdiniz mi?		
9. Örnek parça yanma holünü tamamen kapattınız mı?		
10. Örnek parçayı sabitlediniz mi?		
11. Start düğmesine bastınız mı?		
12. En az iki noktadan ölçüm yaptınız mı?		
13. Analiz çıktısını aldınız mı?		
14. Bir örneğini saklamak için aldınız mı?		
15. Elektrodun ucunu 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. Argon gazını niçin kullanırız?
A) Örnek parçanın sabit durması için
B) Yazıcıdan analiz çıktısını almak için
C) Oksijenden arındırılmış atmosfer için
D) Elektrot uçlarını temizlemek için

2. Numune odasının yapısı nasıl olmalıdır?
A) Alüminyum bloktan olmalıdır.
B) Kalay bloktan olmalıdır.
C) Prinç bloktan olmalıdır.
D) Bronz bloktan olmalıdır.

3. Spektrometrede örnek parçayı yerleştirdikten sonra ki işlem
A) Yarı otomatiktir.
B) Tamamen otomatiktir.
C) Manueldir.
D) Hiçbiri

4. Egsoz hortumunun suya konulmasıyla görülen kabarcıkların anlamı;
A) Örnek parça uygundur.
B) Örnek parça uygun değil
C) Egzoz çıkışı kapalıdır.
D) Egzoz çıkışı açıktır.

5. Yanma grimsi ise ne demektir?
A) Nem oranı yüksek demektir.
B) Nem oranı düşük demektir.
C) Oksijen oranı yüksek demektir.
D) Oksijen oranı düşük demektir.

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

- **Gerekli ortam ve ekipman ile Öğretmeninizin verdiği kimyasal deneyleri istenilen ölçüye ve tekniğine uygun yapınız**

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. Sıvı metale uygun kokil kalıbı seçtiniz mi?		
2. Kokil kalıbı kapattınız mı?		
3. Pirometre ile sıvı metalin sıcaklığını ölçtünüz mü?		
4. Ocaktan kepçe ile sıvı metali aldınız mı?		
5. Kokil kalıba sıvı metali döktünüz mü?		
6. Kokil kalıbı açtınız mı?		
7. Örnek parçayı kokil kalıptan çıkardınız mı?		
8. Örnek parçanın soğumasını beklediniz mi?		
9. Örnek parçayı taşladınız mı?		
10. Analiz cihazını hazırladınız mı?		
11. Örnek parçayı yerleştirdiniz mi?		
12. Örnek parça yanma holünü tamamen kapattınız mı?		
13. Örnek parçayı sabitlediniz mi?		
14. Start düğmesine bastınız mı?		
15. En az iki noktadan ölçüm yaptınız mı?		
16. Analiz çıktısını aldınız mı?		
17. Elektrodun ucunu temizlediniz mi?		

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- KORÇAK Halil, **Döküm Laboratuarı**, Ankara, 2000.
- **KOSGEB Yayınları**, Eskişehir, 2002.
- FİDANER Sabri, Süleyman ÇELİK, Halil DOĞMUŞ, Cumhur SÜZEN, Ali Duray DURAN, **Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt III**, Gazi Ünv. Teknik Eğitim Fak. Yayınları, Ankara, 1979.
- **Metal Dünyası Dergisi**, Bilgi Föyü, Şubat, Avusturya, 2003.