

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

METALURJİ

**KÖMÜR ANALİZLERİ
521MMI322**

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. RUTUBET ANALİZİ	3
1.1. Numune Alma	3
1.2. Etüv Cihazının Tanımı	4
1.3. Kömürün Etüvde Kullanılması	4
1.4. Rutubet Tanımı	5
1.5. Rutubet Miktarı	5
UYGULAMA FAALİYETİ	7
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	9
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	11
2. KOK STABİLİTESİ	11
2.1. Stabilitate Tanımı Box	11
2.2. Stabilitate Tamburunun Görevi	11
2.3. Tambur Devir Hızları	12
2.4. Kokun Elenmesi	12
2.5. Kok Oranları	13
2.6. Kok Sertlik Hesabı	14
UYGULAMA FAALİYETİ	15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
ÖĞRENME FAALİYETİ- 3	20
3. KÜKÜRT DENEYİ	20
3.1. Kükürt Tayini	20
3.2. Numune Fırını	20
3.3. Kükürt Dioksit Oluşumu	21
3.4. Kükürt Dedektörü	21
UYGULAMA FAALİYETİ	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	25
MODÜL DEĞERLENDİRME	27
CEVAP ANAHTARLARI	28
KAYNAKÇA	29

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI322
ALAN	Metalurji
DAL/MESLEK	İzabe
MODÜLÜN ADI	Kömür Analizleri
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, numune alma, rutubet tanımı, tambur, kokun elenmesi ve oranlanması, kükürt deneyi konularını kapsayan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	“Fiziksel Testler” modülünü başarmış olmak.
YETERLİK	Kömür analizi yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç: Gerekli ortam sağlandığında, tekniğine uygun olarak kömüre çeşitli analizler yapabileceksiniz. Amaçlar: 1. Tekniğine uygun, kömüre rutubet analizi yapabileceksiniz. 2. Tekniğine uygun, kok kömürüne stabilite testi yapabileceksiniz. 3. Tekniğine uygun, kömüre kükürt tayini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Gerçek çalışma ortamında uygulanmalıdır. Donanım: Numune alma kabı, fırın, kızıl ötesi dedektörü, spektrofotometre, terazi, elektrikli ısıtıcı plaka, termometre, filtre kâğıdı, kronometre, mezur, beher, sodyum hidroksit, azot, ıslatma çözeltisi, kömür numunesi.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	<ul style="list-style-type: none">➤ Her faaliyet sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz.➤ Modülün sonunda kazandığınız yeterlikle ilgili kendinizi değerlendirebileceksiniz.➤ Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Ülkemizdeki kok fabrikası bataryalarında koklaştırılmak üzere, Zonguldak havzasından çıkan taş kömürlerinden ve çeşitli ülkelerden (Amerika, Kanada, Polonya, Güney Afrika, Avustralya gibi) ithal edilen kömürler ile birlikte yaklaşık üç milyon ton kömür sadece bu sahada kullanılmaktadır.

Bu nedenle bu kadar çok kömürün alımına karar vermeden önce yerli ve yabancı firmalardan denenmek üzere gelen kömürleri çeşitli analiz ve testlere tabi tutmak son derece önemlidir. Çünkü alımda yapılabilecek ufak hataların pahalıya mal olacağı unutulmamalıdır. Burada asıl amaç yüksek kalitedeki kömürlerin alımını sağlayarak bataryalarda şarj edilecek kömür karışımlarından, yüksek fırınların ihtiyacına cevap verecek kalitede kokun üretilmesini sağlamaktır.

Yukarıda bahsedilen konular paralelinde kömür analizleri konusunda ülkemizde yetişmiş insan gücüne günden güne daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Bu modülde verilen bilgileri iyi bir şekilde kavramanız hâlinde sizlere bu alanda yeni bir iş imkânı oluşacaktır.

Mesleğinizi severek bu modülleri başarıyla bitirdiğiniz zaman piyasanın aradığı iyi bir teknik eleman olarak yıldızınız parlayacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 1

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda, gerekli ortam sağlandığında tekniğe uygun olarak kömüre rutubet analizi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Piyasadaki kok üretimi ile ilgili deneyler yapan kuruluşları veya kok fabrikalarındaki kömür analizleriyle ilgili yapılan deneyleri araştırarak bir rapor hazırlayınız. Bu raporu sınıfta öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla tartışınız.

1. RUTUBET ANALİZİ

1.1. Numune Alma

Herhangi bir kömürün (fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal) özelliklerini belirlemek üzere yerindeki hâlini (arazi, stok, nakil ünitesi içinde) olabildiğince temsil edebilen bir bölümünün alınması işlemine numune alma denir.

Kömür gerek doğal olarak oluştuğu yerde gerek temizleme sonucu sınıflandırmada farklı fiziksel ve kimyasal özellikler arz eder. Bu özellikleri türlü yöntemler uygulayarak tayin edebilmek için TS 2390 standartlarına uygun olarak numune alınması gerekmektedir. Hangi amaçla olursa olsun alınan numune esas kitleyi temsil etmelidir. Temsil yeteneği olmayan numuneler üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilecek sonuçlar yanıltıcı olabileceği gibi önemli anlaşmazlıklara da neden olabilir.

Bu nedenle kömür numunesi almada şu düşünce ve görüşlere yer verilmesi gerekmektedir:

- Numune hangi amaçla alınacaktır.
- Ne tür kömürden alınacaktır (ocaktan çıkan tuvönan, lauvarda yıkanmış ve sınıflandırılmış veya katı-sıvı karışımı kömür gibi)
- Hangi ünitelerden numune alınacaktır (vagondan, banttan, stoktan gibi).
- Alınan numune ile ne gibi analizler yapılacaktır (rutubet, kül, kükürt gibi).
- Alınan numune, taraflar arası satış ile ilgili sözleşme gereği midir?

Özetlenen soruların cevapları belirlendikten sonra numune alma esasları TS 2390' a göre uygulanmalıdır.

Bu bağlamda rutubet analizinde kullanılacak olan kömür numunesi hava sızdırmaz kaplara alınmalıdır. Alınan numunenin kütlesi 300 g'dan az olmamalıdır. Tane büyüklüğü ise 3 mm'yi aşmamalıdır. Oksitlenmeye yatkın olmayan taş kömürleri için en büyük tane büyüklüğü 20 mm'yi geçmemelidir. Numunenin kütlesi kilogram olarak, en büyük tane büyüklüğünün milimetre cinsinden değerinin 0,06 katından daha az olmalıdır.

1.2. Etüv Cihazının Tanımı

Sıcaklık (105–110°C) zaman kontrollü ve hava değişiminin hızlı bir şekilde sağlanabildiği (örneğin, saatte 3–5 defa) ısıtıcılara etüv denir. Bu etüvler, rutubet analizinde numunenin rutubetini almak amacıyla kullanılır. Resim 1.1' de bir adet etüv görülmektedir.



Resim 1.1: Havada dolaşımli etüv

1.3. Kömürün Etüvde Kullanılması

Öncelikle içerisinde kömür tartılacak ısıya ve korozyona karşı dayanıklı malzemeden yapılmış olan boş tava % 0,01 hassasiyetli terazide tartılarak, sonuç bir kenara not edilir. Daha sonra kömür numunesi özel hava sızdırmaz kaptan alınmadan önce iyice karıştırılır. Kapağı açılarak boş tava içerisine takribi 1000 g kömür numunesi konulur. Hassas terazide numune bu ağırlığa eşitlenir.

Tartılan numune, her cm² yüzey alanına yaklaşık 10 g gelecek şekilde tava içerisine dikkatlice aktarılır. Tartım tavasında nemden dolayı meydana gelecek olan kayıpları önlemek için tartım tava'sı bir miktar ısıtılır ve buradaki kömür tanecikleri de kömür kurutma tava'sının içerisine aktarılır.

Bütün bu işlemler bittikten sonra kömür kurutma tava'sı içerisine düzgün bir şekilde yayılır. 105–110 °C sıcaklıkta kontrol edilebilen ve hava değişimi hızlı bir şekilde

sağlanabilen etüv içerisine yerleştirilir. Etüv kapağı kapatılır. Bu sabit sıcaklıkta kömürün tane büyüklüğüne bağlı olarak 3 saat kurutulur.

Kurutma işlemi bittikten sonra kömür numunesi etüvden alınarak soğuması beklenilmeden tartılır. Çıkan sonuç bir kenara not edilir. Böylelikle etüvde kurutma işlemi tamamlanmış olur. Resim 1.2’de hassas terazi görülmektedir.



Resim 1.2: % 0,01 hassasiyetli terazi

1.4. Rutubet Tanımı

Kömür numunesinin oksijensiz bir ortamda 105–110 oC sabit bir sıcaklıkta, sabit bir ağırlığa ulaşmaya kadar kaybetmiş olduğu neme rutubet denir.

1.5. Rutubet Miktarı

Rutubet miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\% \text{ NEM} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

A = Tava + Numunenin etüve girmeden önceki ağırlığı (gram).

B = Tava + Numunenin etüvden çıktıktan sonraki ağırlığı (gram).

C = Alınan numunenin miktarı, (gram).

Örnek: Alınan numunenin etüve girmeden önceki ağırlığı 2100 gramdır. Etüvden çıktıktan sonraki ağırlığı ise 2000 gram olarak ölçülmüştür. Alınan numunenin miktarı 1000 gramdır. Bu kömüre ait rutubet miktarını bulunuz.

Verilenler:

$$A = 2100 \text{ g}$$

$$B = 2000 \text{ g}$$

$$C = 1000 \text{ g}$$

$$\% \text{ Nem} = ?$$



$$\% \text{ Nem} = A - B / C \times 100$$

$$= 2100 - 2000 / 1000 \times 100$$

$$= 100 / 1000 \times 100$$

$$\% \text{ Nem} = 10 \text{ olarak bulunur.}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ 1 kg kömür numunesi alınız➤ Kömür numunesini korozyona ve ısıya dayanıklı tava içerisine koyarak % 0,01 hassasiyetteki terazide tartınız.(Resim 1.3)  <p>Resim 1.3:Örnek numunenin tartılması</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Tartımı 1 kg ağırlığa eşitleyiniz.➤ Hassas terazide tartılan numuneyi 105–110 oC sıcaklığa sahip etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutunuz (Yaklaşık 3 saat.) (Resim 1.4).  <p>Resim 1.4: Kömürü etüvde kurutma</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Kömürün öğütülmüş olmasına dikkat ediniz.➤ Numune miktarının istenen miktarda olmasına dikkat ediniz.➤ Eşitleme işleminde hassasiyet gösteriniz.➤ Numuneyi, zamanından önce etüvden almayınız.

- Süre tamamlandıktan sonra numuneyi fırından sıcak olarak alınız.
- Zaman kaybettirilmeden tartarak sonucu bir kâğıda yazınız.
- Kömürü tavadan boşaltınız.
- Boş tavayı tartarak tartım sonucunu not ediniz (Resim 1.5).



Resim 1. 5: Dara için boş tavanın tartımı

- Çıkan sonuçları % NEM formülü ile hesaplayınız.

- Numune alımında eldiven kullanınız.
- T artım işlemini doğru yapınız.
- Tavadan numuneyi boşaltırken çevreyi kirlitemeyiniz.
- Kabın darasını doğru alınız.

- Hesaplama işleminde hata yapmayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı, aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

1. Rutubet analizi için kullanılacak olan terazinin hassasiyet oranı % kaç olmalıdır?

- A) 0,001
B) 1
C) 0,5
D) 0,01

2. Rutubet analizinde kullanılan etüvün çalışma sıcaklığı hangi değerler arasında olmalıdır?

- A) 100–110 °C
B) 95–100 °C
C) 105–110 °C
D) 150–160 °C

3. Kömür numunesini kurutmada kullanılan tavanın özelliği nasıl olmalıdır?

- A) Hafif ve sağlam olmalı.
B) Korozyona ve ısıya karşı dayanıklı.
C) Ucuz olmalı.
D) Darbelere karşı dayanıklı olmalı.

4. Sahadan alınan kömür numunesini azaltmada kullanılan yöntem aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Tartarak bölme
B) Elek ile azaltma
C) Tromel metodu
D) Dörtleme yöntemi

5. Rutubet tayininde kurutulan kömürün etüvdeki bekleme süresi yaklaşık olarak ne kadardır?

- A) 3 Saat
B) 1 Saat
C) 3 ila 6 Saat
D) 6 Saat

DEĞERLENDİRME

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

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlayınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
İşlem Basamakları			
1	İş önlüğünüzü giydiniz mi?		
2	Koruyucu ayakkabı ve eldivenlerinizi giydiniz mi?		
3	Sahadan gelen kömür numunesini temiz bir alana kaydınız mı?		
4	Dörtleme metodunu birkaç kez uygulayarak numuneyi istenilen miktarda azalttınız mı?		
5	Kullanılacak olan hassas teraziyi kalibre ettiniz mi?		
6	İstenilen miktarda numune tarttınız mı?		
7	Kurutma için uygun etüv seçtiniz mi?		
8	Etüvü uygun sıcaklık aralığına getirdiniz mi?		
9	Kurutma işlemi için yeteri kadar beklediniz mi?		
10	Kurutma işlemi bittikten sonra numuneyi etüvden alıp hemen tarttınız mı?		
11	Dara için boş tavayı tarttınız mı?		
12	Hassas terazi tartımda yeterince dikkatli davrandınız mı?		
13	Tartım sonuçlarını bir kenara not ettiniz mi?		
14	Rutubet miktarını uygun formül kullanarak hesapladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda uygun materyal ve atölye ortamı sağlandığında tekniğe uygun, kok stabilite tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kok fabrikalarında stabilite testinin nasıl yapıldığını araştırarak bir rapor hazırlayınız.

2. KOK STABİLİTESİ

2.1. Stabilite Tanımı Box

Metalürjik kokun fiziksel etkilere (kırılma, gazlaşma, aşınma vb.) karşı göstermiş olduğu dayanıma **stabilite** denir.

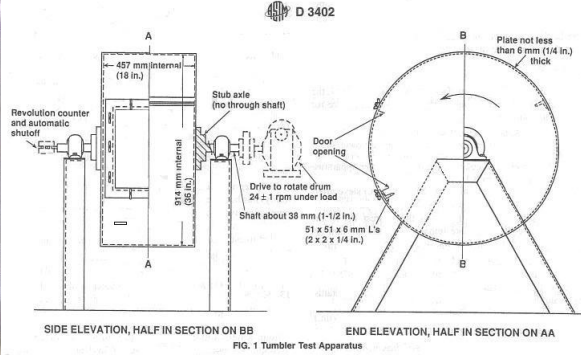
2.2. Stabilite Tamburunun Görevi

Stabilite tamburu, iç çapı 45,7 cm, içten içe yüksekliği 91,4 cm olan 6,35 mm'lik saçtan yapılmış, tam ortadan dikey olarak iki eşit parçaya bölünmüş ve her bölmede simetrik iki kapağı bulunan silindir şeklinde imal edilmiş bir tamburdan oluşmaktadır. Aşağıda resim 2.1' de stabilite tamburu, çizim 2.1' de ise stabilite tamburu kesiti görülmektedir.

Amacı metalürjik kokun fiziksel etkilere karşı dayanımı konusunda bize ön bilgi vererek, çalışmalarımızı daha güvenilir yapmamızı sağlamaktır.



Resim 2.1: Stabilite tamburu



Çizim 2.1: Stabilite tamburu kesiti

2.3. Tambur Devir Hızları

Stabilite tamburunun devri, dakikada 25 devir dönecek şekilde ayarlanmış olup, test süresi boyunca toplam 1400 devir dönebilecek şekilde üzerindeki zaman saatiyle ayarlanmıştır. Bu da yaklaşık 56 dakikaya denk gelmektedir. Bu zaman standart bir uygulama olup (ASTM_D-3402-93) numaralı standartlara uygundur. Stabilite testi için özellikle belirlenmiştir. Bunun dışındaki uygulamaların tercih edilmesi alınacak test sonuçlarının geçerliliği konusunda soru işaretlerini de beraberinde getirecektir.

2.4. Kokun Elenmesi

Stabilite tamburu gerekli olan devri tamamlayıp durduktan sonra, tamburun kapakları sırası ile açılarak bölmelerde bulunan kok numuneleri ayrı ayrı tavalara dikkatli bir şekilde alınır. Daha sonra sarsak elek makinesinde elenmek üzere bu alana sevk edilir.

Kok kömürünün elenmesi işleminde kare gözlü iki elek ve tavadan oluşan düzenek kullanılır. Bunlara ait boyutlandırma ve resim 2.2 ve resim 2.3'te gösterilmiştir.

- 1.Elek: 25,4 mm
- 2.Elek: 6,35 mm
- 3.Elek: Tava

Eleme işlemi her iki numune için yaklaşık üçer dakika süreler ile yapılarak çıkan sonuçlar ayrı ayrı not edilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli unsur, her iki numune tartımında elekler üzerinde kalan kömür miktarlarının ağırlıkları arasında en fazla 200 gram gibi farkın olmasına izin verilebilmesidir. Aksi durumlarda testi yapılan kok kömürü numunesinin geçerli bir numune olmadığı sonucuna varılmalıdır ve işlem alınacak olan yeni numune ile tekrar edilmelidir.



Resim 2.2: Sarsak kok eleği



Resim 2.3: Sarsak elekte kok eleği

2.5. Kok Oranları

Kok Sağlamlığı M40 ve M10 olarak değerlendirilmektedir. Kok mukavemetinin yüksek fırında üretilen birim sıcak maden başına kok sarfiyatında önemli rolü vardır. Yüksek fırına verilen kokun mukavemeti arttıkça üretilen birim sıcak maden için sarf edilen kok miktarı düşmektedir. Buna paralel olarak yüksek fırında üretim kapasitesi artmaktadır.

Kok yüksek sıcaklıklarda ve yüksek basınç altında dayanıklı olmalıdır. Bilhassa çalışma hacimleri büyük fırınlarda kokun bu özelliği büyük önem taşımaktadır. Kok yüksek fırının alt bölgesinde 1000 °C ve daha yüksek sıcaklıklarda CO₂ ile reaksiyonu sonucunda ($C+CO_2 = 2CO$) CO oluşturarak gazlaşır. Kokun kalitesinin yeterli olmaması hâlinde parçalanması ve tozlaşması fırının içerisinde tıkanmaya ve bunun neticesinde de bazı problemlere neden olur.

Kok Mekanik Sağlamlığı (M₄₀): 40 mm'lik elek üzerinde kalan kokun orijinal koka oranı olarak tarif edilir. Kaliteli kok için M40' ın %78 değerinin üzerinde olması gerekmektedir. Verimliliğin artması ve kok tüketiminin azalması için bu değer %80–82 olması arzu edilir. Kok mekanik sağlamlığının ölçüsü olarak M40 indeksi ile yüksek fırındaki kok tüketimi arasında güvenilir bir ilişki bulunmakla beraber bazı kaynaklarda M40'taki bir birimlik düşüşün üretimi %1,3 azaltacağı ifade edilmektedir.

Kok Aşındırması (M₁₀): 10 mm'lik elek altında kalan kokun orijinal koka oranı olarak ifade edilir. %8 değerinin altında olması gerekir. M10 değerindeki %1'lik bir artışın, yüksek fırında kok tüketimini artırıp, %3 civarında üretim düşüşüne neden olabileceği yine aynı kaynaklarda dile getirilmektedir.

Yapılan stabilite testleri bu oranlar konusunda fikir sahibi olmamızı sağlarken; yapılabilecek iyileştirmeler hakkında da bize yardım edecektir.

2.6. Kok Sertlik Hesabı

Kok sertlik hesabı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\frac{X}{XX} = \frac{\text{25.4 mm elek üzerinde kalan kok tartımı (kg)}}{\text{Teste tabi tutulan kok tartımı (kg)}} \times 100$$

$$XX = \frac{\text{6.35 mm elek üzerinde kalan kok tartımı (kg)}}{\text{Teste tabi tutulan kok tartımı (kg)}} \times 100$$

$$\text{Stabilite faktörü} = X$$



$$\text{Sertlik faktörü} = X + XX$$



Örnek: 10 kg numune teste tabi tutuluyor. 25,4 mm elek üzerinde kalan numune 6,15 Kg geliyor. 6,35 mm elek üzerinde kalan numune ise 1,2 Kg geliyor. Bu teste ait stabilite ve sertlik faktörünü bulunuz.

$$X = \frac{6,15 \text{ Kg}}{10 \text{ Kg}} \times 100 = 61,5 \quad \Rightarrow \quad \text{Stabilite faktörü} = 61,5$$

$$XX = \frac{1,2 \text{ Kg}}{10 \text{ Kg}} \times 100 = 12 \quad \Rightarrow \quad \text{Sertlik faktörü} = 61,5 + 12 = 73,5$$

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Stabilite testi yapılacak olan yaklaşık 25 kg kok kömürü numunesi tartınız.➤ Alınan numuneyi 105–110 °C sabit sıcaklıktaki etüvde 3 saat kurutunuz.  <p>Resim 2. 4: Kokun etüvde kurutulması</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Kurutulmuş olan kok numunesini hassas terazide 10 Kg 'lık iki eşit parça hâlinde tartınız➤ Stabilite tamburunun 1. ve 2. bölmelerinin kapaklarını açarak 1. tartımı 1. bölmeye 2.tartımı 2. bölmeye doldurunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş önlüğünüzü, koruyucu ayakkabınızı, eldiveninizi ve maskenizi takınız.
 <p>Resim 2. 5: Kokun tambura doldurulması</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma süresinin bitmesini bekleyiniz. Süre sonunda tambur otomatik olarak duracaktır.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kapakları kapatarak somunları iyice sıkıştırınız. ➤ ➤ Tamburun otomatik ayarlı olan saatini çalıştırınız. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Süre tamamlandıktan sonra bölme kapaklarını sırası ile açınız. ➤ Bölmelerde bulunan numuneleri boş tavalar içerisine ayrı ayrı alınız.  <p>Resim 2. 6: Kokun tavaya alınması</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Numuneleri eleme bölümüne sevk ediniz. ➤ Sarsak elek makinesine deney için ön görülen elekleri sırası ile yerleştiriniz.  <p>Resim 2. 7: Eleklerin sırası ile yerleştirilmesi</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tamburun boşaltılması esnasında dikkatli olunuz. ➤ İş güvenliği kurallarına uyunuz

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tavalara alınmış numuneleri elekler üzerine boşaltınız. ➤ Yaklaşık üç dakika süre ile eleyiniz. ➤ Elek numaralarının deney için uygun olup olmadığını standart numaraları ile karşılaştırınız 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elek numaralarının deney için uygun olup olmadığını standart numaraları ile karşılaştırınız
<div data-bbox="293 607 645 996" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="308 1023 630 1052">Resim 2. 8: Kokun elenmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Elekler üzerinde kalan kok kömürlerini hassas terazide ayrı ayrı tartarak sonuçları bir kenara not ediniz. <div data-bbox="344 1232 605 1696" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="258 1715 684 1744">Resim 2. 9: Elenmiş kokun tartılması</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Stabilite ve sertlik faktörü formülünü kullanarak sonuçları değerlendiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eleme esnasında toz maskenizi kullanınız. <div data-bbox="819 716 1224 1054" data-label="Image"> </div>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı, aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

1. Stabilité tamburun test süresince toplam kaç devir dönmelidir?

- A) 1000 C) 1100
B) 1200 D) 1400

2. Tamburun her iki bölümüne konulan test numunelerinin, tartımları sonucu elekler üzerinde kalan ağırlıklar arasında en fazla kaç gram fark olabilir?

- A) 200 C) 100
B) 150 D) 50

3. Kok kömürünün elenmesinde kullanılan elek aralıkları aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 1.Elek: 20,0 mm, 2.Elek: 5,0 mm C) 1.Elek: 25,4 mm, 2.Elek: 6,35 mm
B) 1.Elek: 15,4 mm, 2.Elek: 10,35 mm D) 1.Elek: 30,4 mm, 2.Elek: 12,35 mm

4. Metalürjik kokun fiziksel etkilere (kırılma, gazlaşma, aşınma vb.) karşı göstermiş olduğu dayanıma ne denir?

- A) Sertlik C) Dayanım
B) Stabilité D) Direnç

5. Kok kömürü etüvde ne kadar süre ile kurutulur?

- A) 3 Saat C) 4 Saat
B) 1 Saat D) 6 Saat

DEĞERLENDİRME

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

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlayınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
İşlem Basamakları			
1	İş önlüğünüzü, koruyucu eldiveninizi ve ayakkabınızı giydiniz mi?		
2	Sahadan gelen kok numunesini gereği kadar kuruttunuz mu?		
3	Numuneyi 10 Kg'lık iki eşit parça hâlinde tarttınız mı?		
4	Tartılan numuneleri sırası ile tambura doldurdunuz mu?		
5	Tamburun kapaklarını dikkat ederek sıkıca kapattınız mı?		
6	Çalışma süresini başlattınız mı?		
7	Gerekli sürenin dolmasını beklediniz mi?		
8	Numuneleri ayrı tavalara aldınız mı?		
9	Eleme için uygun elekleri kullandınız mı?		
10	Tartın sonuçlarını bir kenara not ettiniz mi?		
11	Her iki numune için elekler üzerinde kalan kok kömürü miktarlarını karşılaştırdınız mı?		
12	Sonuçlar arasında 200 gramdan daha az fark var mı?		
13	Stabilite ve sertlik faktörü formülünü kullanarak sonuçları buldunuz mu?		
14	Zamanı verimli kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 3

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda uygun ortam sağlandığında tekniğe uygun kükürt analizi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki kok fabrikaları, MTA veya üniversitelerde bu konu ile ilgili bir araştırma yaparak bir rapor hazırlayınız. Konuyu sınıfta arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

3. KÜKÜRT DENEYİ

3.1. Kükürt Tayini

Kükürt tayini, kömür, kok ve yağ içeren değişik aralıklardaki organik maddelerle birlikte kireç taşı, toprak ve çimento içeren inorganik maddelere uygulanmaktadır.

Kullanılan bu sistemde numune 1350 °C sıcaklıkta saf oksijen ortamında yakılarak tüm kükürt formlarının (serbest, organik, sülfat ve piritik) SO₂'e dönüşmesi sağlanır. SO₂ gazı yoğunluğunun kızılötesi detektörler tarafından ölçülmesi sureti ile sonuç en hızlı ve kararlı bir şekilde tespit edilir..

3.2. Numune Fırını

Kükürt tayininde kullanılan numune fırınları özel olarak üretilmiş olup ASTM–4239–94 standartlarına uygun olarak ölçüm yapmaktadır. Tamamen bilgisayar kontrollü sistemlere sahiptirler. İşlemleri bu sayede son derece kolay, hızlı ve kararlı bir şekilde yaparak doğru sonuçlar üretmektedir. Kullandığı metot son derece basittir. Yüksek sıcaklıklarda kömür veya kokun oksijen ile birlikte yakılması suretiyle oluşan SO₂ gazının kızılötesi detektörler tarafından okunması mantığına dayalıdır (Resim 3.1) .

Kükürt analizinde kullanılan Kükürt Tayin Cihazının karakteristikleri aşağıda Tablo 3.1 verilmiştir.

Ölçme Aralığı	0–4 % Kükürt
Doğruluk	+– 0,005 ya da Kükürt yüzdesinin +– % 1' i
Analiz Süresi	60-120 Saniye
Numune Ağırlığı	Kömür için 350 mg, kok için 250 mg
Ölçüm Metodu	Infrared Absorbsiyon
Kimyasal Reaktifler	Susuz Magnezyum Peroksit
Gazlar	Oksijen %99,5 saflıkta ve 40PSI (2,1Kg/cm ³) basınçta
Gaz Akışı	3,5 l/dk +1 l/dk
Sıcaklık Aralığı	600–1450 °C
Ayar Doğruluğu	Ayarlanan sıcaklığının +– % 1 i
Isıtma Süresi	Yaklaşık 30 dk. içinde oda sıcaklığından istenilen sıcaklığa.

Tablo 3.1: Kükürt cihazı karakteristikleri



Resim 3. 1: Kükürt tayin cihazı


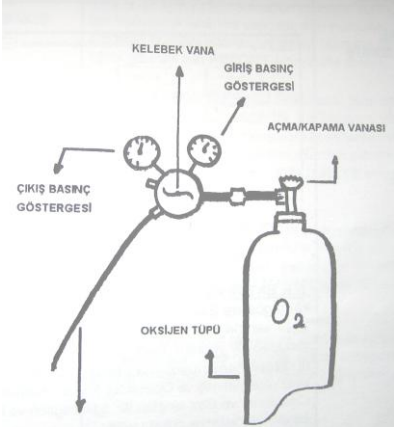
3.3. Kükürt Dioksit Oluşumu



Fırına saf oksijen iki farklı yolla gönderilir; bunlardan birincisi fırının açık ucundan fırının tamamına üflenirken diğeri doğrudan içerideki kömür veya kok numunesinin üzerine gönderilir. Bu sayede kroze (bot) içerisindeki numunenin tamamının yanması sağlanır. Bu sayede kükürt oksijenle birleşerek SO₂ gazını oluşturur.

3.4. Kükürt Dedektörü

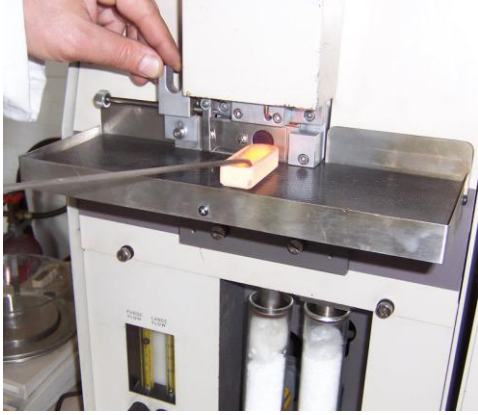
Cihazda kullanılan infrared dedektörler çalışma aralıklarına göre özel olarak üretilmiş olup hassas bir yapıya sahiptir. Bu dedektörler cihazda optik bir pencerenin arkasında bulunur. Bu sayede içeride oluşmuş olan gaz hacmini ölçerek sonucu tayin etmede kullanılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kükürt tayini için 0,20 mm elek ile elenmiş kömür veya kok numunesini hazırlayınız.➤ Analiz edilecek numuneleri, analize başlamadan önce 105–110 °C sıcaklıkta etüvde 1 saat kurutunuz.➤ Hazırlanmış olan numunelerden kömür için 0,350 gram; kok için 0,250 gram hassas terazide tartınız (Resim 3.2).	<ul style="list-style-type: none">➤ İş önlüğünüzü giyiniz.➤ Analize başlamadan önce cihazın tüm ayar ve kontrollerini yapınız.
	
<p>Resim 3. 2: Numunenin tartılması</p>	
<ul style="list-style-type: none">➤ Fırına bağlı oksijen vanasını açınız.	
	<ul style="list-style-type: none">➤ Oksijen tüplerinin ısı kaynağından uzak tutunuz.➤ Tüp çıkış basıncının 40 PSI' dan fazla olması durumunda, fazla basıncı Emniyet Valf inden boşaltınız.
<p>Resim 3. 3: Oksijen vanası</p>	

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Numune fırınına çalıştırınız. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fırın sıcaklığının 1350 C° ye gelmesini bekleyiniz (Yaklaşık 30 dakika) ➤ Fırının kapağını sola doğru kaydırarak açınız. ➤ Isıtılmış fırın içerisine hazırlanmış olan kömür veya kok numunesini kroze (bot) ile birlikte, kroze durdurucuya temas edinceye kadar itiniz.  <p>Resim 3. 4: Numunenin kroze ile verilmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fırının kapağını sağa doğru çekerek kapatınız. ➤ Analiz otomatik olarak başlayacaktır. ➤ Analize devam etmek için Continue Analyze tuşuna dokununuz. ➤ 60–120 saniye arasında numuneyi fırın içerisinde bekletiniz. ➤ Sonuç analiz penceresinde görünecektir.  <p>Resim 3. 5: Analiz sonucunun ekranda görünmesi</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Krozenin yuvarlak kısmının daha önce fırına girmesine dikkat ediniz. ➤ Analiz otomatik olarak 5 saniye içerisinde başlamaz ise Start Integration tuşuna basınız. ➤ Analiz sırasında sonuç penceresinin altında ve sağ yanında çift çizgili bir çerçeve oluşur. Analiz tamamlandığında bu, kalın bir çizgiye dönüşür. Sonuç penceresinin kenarları kalın bir çizgi hâlini aldığı anda analiz tamamlanmış olur.

- Fırının kapağını sola doğru kaydırarak açınız.
- Krozeyi (botu) , kroze itme çubuğundaki çengel yardımıyla çekerek plaka üzerine alınız.



Resim 3. 6: Numunenin fırın içerisinden çengel ile çıkarılması

- Sonucu yazıcıdan alınız.



Resim 3. 7: Sonucun yazıcıdan alınması

- Fırının kapağını sağa doğru ittirerek kapatınız.

- Kroze (bot) çok sıcak olduğu için elle temas etmekten kaçınınız.
- Krozenin (bot) kullanım ömrünün 4 kez olduğunu unutmayınız.
- Fırın akkor halde olduğundan (1350C°) çıplak gözle bakmaktan kaçınınız.
- Kroze(bot) itme çubuğu arkasındaki renkli camdan bakmaya özen gösteriniz.



Resim 3. 8: Kroze (bot) çubuğu

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı, aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

1.Kükürt tayininde kullanılan krozelerin (bot) kullanım sınırı kaç kezdir?

- A) 1
B) 3
C) 2
D) 4

2.Kükürt tayininde kullanılan kömür veya kok numunesi kaç mm'lik elek ile elenmiş olmalı?

- A) 0,20 mm
B) 0,40 mm
C) 0,30 mm
D) 0,50 mm

3.Kükürt tayininde kullanılan kömür ve kok numune ağırlıkları aşağıdaki seçeneklerin hangisinde birlikte doğru olarak verilmiştir?

- A) Kömür: 0,200 gram, Kok: 0,175 gram
B) Kömür: 0,350 gram, Kok: 0,250 gram
C) Kömür: 0,300 gram, Kok: 0,400 gram
D) Kömür: 0,200 gram, Kok: 0,250 gram

4.Kükürt tayininde numunenin fırın içerisinde kaldığı süre aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 50-100 Saniye
B) 40- 50 Saniye
C) 60–120 Saniye
D) 150–200 Saniye

5.Kükürt tayininde kullanılan oksijenin basıncı en fazla ne olmalıdır?

- A) 10 PSI
B) 40 PSI
C) 20 PSI
D) 30 PSI

DEĞERLENDİRME

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

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlayınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
İşlem Basamakları			
1	İş önlüğünü giydiniz mi?		
2	Çalışmaya başlamadan yeterli güvenlik önlemi aldınız mı?		
3	Analize başlamadan önce numuneyi etüvde kuruttunuz mu?		
4	Hazırlanmış olan numuneden tayin için gerekli miktarda tarttınız mı?		
5	Fırının gerekli sıcaklığa ulaşması için 30 dakika beklediniz mi?		
6	Analize, başlamadan önce cihazın tüm kontrollerini yaptınız mı?		
7	Oksijen tüplerini ısı kaynağından uzaklaştırdınız mı?		
8	Krozeyi yuvarlak kısmı öne gelecek şekilde fırına yerleştirdiniz mi?		
9	Analizi otomatik olarak veya başlama tuşu ile başlattınız mı?		
10	Tayin için gerekli süreyi beklediniz mi?		
11	Analiz sonucunu dijital ekrandan okudunuz mu?		
12	Sonucu yazıcıdan aldınız mı?		
13	İtme çubuğunun çengelini kullanarak krozeyi fırından çıkardınız mı?		
14	Krozenin soğumasını beklediniz mi?		
15	Krozenin gerekli temizliğini yaparak yerine kaldırdınız mı?		
16	Krozenin kullanım koşullarına uydunuz mu?		
17	Zamanı verimli kullandınız mı?		
18	Çalışma alanını temizlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki ölçütlere göre değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
İşlem Basamakları			
1	İş önlüğü giydiniz mi?		
2	Koruyucu eldiven ve toz maskesi kullandınız mı?		
3	Analizler ile ilgili standartlara uydunuz mu?		
4	Çalışmalarınızda gerekli dikkat ve özeni gösterdiniz mi?		
5	Analizler için doğru araç ve gereçleri seçtiniz mi?		
6	Analizler için gerekli işlem sırasını takip edebildiniz mi?		
7	İstenilen analizleri yapabildiniz mi?		
8	Bulduğunuz sonuçların istenilen değerlerde olup olmadığını araştırdınız mı?		
9	İstenilen sonuçları bulabildiniz mi?		
10	Çalışmalar sırasında iş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		
11	Çalıştığınız yeri ve makineleri temizlediniz mi?		
12	Zamanı verimli kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonucunda eksikleriniz varsa öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız. Modülü tamamladınız, tebrik ederiz.

Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	C
3.	B
4.	D
5.	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- Eređli Demir ve elik Fab. T.A.Ş.Kok Fabrikası İşletme M¼d¼rl¼đ¼, **Yayımlanmamış Eğitim Notları**, 2006.
- KALAFAT S¼leyman, **Yayımlanmamış Ders Notları**
- Kardemir A.S.Kok Fabrikası İşletme M¼d¼rl¼đ¼, **Yayımlanmamış Eğitim Notları**, 2006.
- KURAL Orhan, **K¼m¼r ¼zellikleri, Teknolojisi ve evre İlişkileri**, İstanbul, 1998.