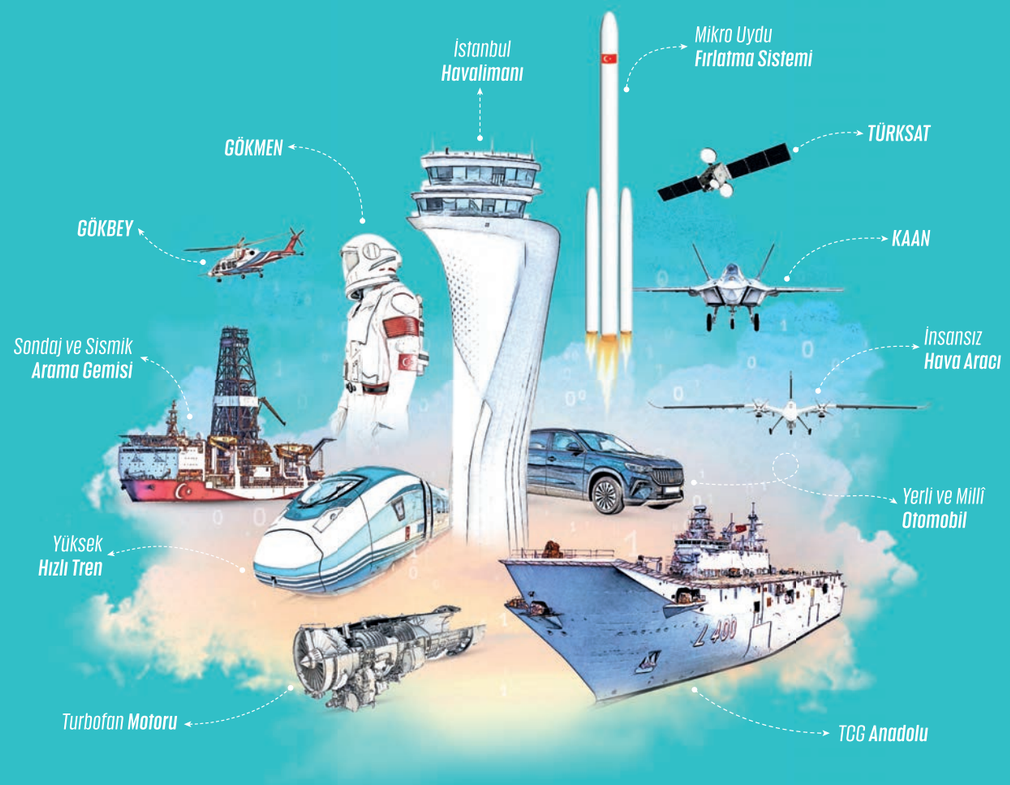
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-6315-8

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

METALURJİ TEKNOLOJİSİ ALANI

MESLEK TEKNOLOJİSİ (İZABE) 10 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

METALÜRJİ TEKNOLOJİSİ ALANI



MESLEK TEKNOLOJİSİ (İZABE)

10 DERS MATERYALİ

MEB__210880__MESLEK TEKNOLOJİSİ İZABE 10 (Metalürji Teknolojisi)__19,3X27,5

MEB__210880__MESLEK TEKNOLOJİSİ İZABE 10 (Metalürji Teknolojisi)__19,3X27,5

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

METALÜRJİ TEKNOLOJİSİ ALANI

MESLEK TEKNOLOJİSİ (İZABE)

10

DERS MATERYALİ

Yazarlar

Bekir COŞAR

Halil SAYAN

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 8004
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 1932

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.
Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayınlanamaz.

Dil Uzmanı
Sergül TEMİR

Grafik Tasarım Uzmanı
Hasan Basri YILMAZ

ISBN: 978-975-11-6315-8

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

BASKI
Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

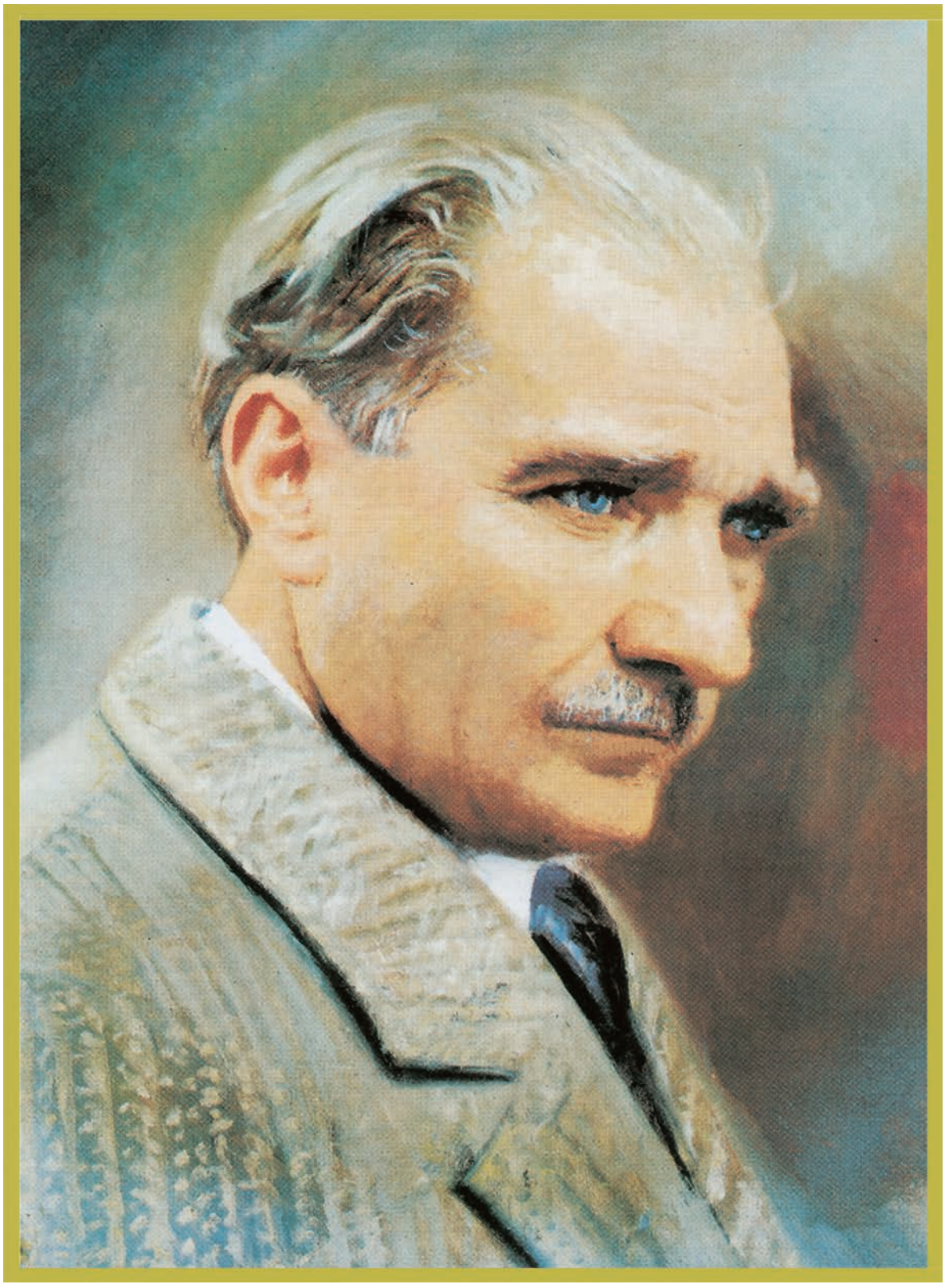
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 14

DERSİN İŞLENİŞİNE DAİR ESASLAR 17

ATÖLYE ÇALIŞMALARINDA UYULMASI GEREKEN 18

İŞ GÜVENLİĞİ VE SAĞLIĞI KURALLARI 18

KONU BAŞLIKLARI 20

1. TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI 24

ARAŞTIRMA 24

1.1. TAŞ KÖMÜRÜ HAZIRLAMA 25

Taş Kömürünün Tanımı 25

Kömürün Hayatımızdaki Yeri ve Önemi 25

KÖMÜR HARMANI 27

Kömürün Depolanmasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar 27

KÖMÜR ÇEŞİTLERİ 28

UÇUCU MADDE (%) ORANI 29

KARBON ORANI 29

KÖMÜRÜ CİNSLERİNE GÖRE AYIRMA 30

KÖMÜRÜ KIRICILARA SEVK ETME 31

Bant Sisteminin Elemanları 31

KÖMÜRÜ SİLOLARA DOLDURMA 32

Silo Patlamalarına Karşı Alınması Gereken Tedbirler 32

KANTAR ÇEŞİTLERİ 33

1.2. ŞARJ KÖMÜRÜNÜ SİLOLARA DOLDURMA 34

ŞARJ KÖMÜRÜ 34

MİKSER 34

BATARYA SİLOLARI 35

ŞARJ KÖMÜRÜNÜ KOK KAMARALARINA DOLDURMA 35

1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ 36

2. KÖMÜRDE FİZİKSEL TESTLER VE ANALİZLERİ 40

ARAŞTIRMA 40

2.1. YIĞIN VE ELEK ANALİZİ 41

ASTM VE US EPA TESTLERİ 41

YIĞIN ANALİZİ 43

Yığın Ağırlığı Hesabı 43

ELEK ANALİZİ 44

2.2. KOK SERTLİĞİ, KÜKÜRT VE RUTUBET TAYİNİ 46

RUTUBET TAYİNİ 46

KOK SERTLİĞİ (STABİLİTE) 47

DENEYE GİRECEK KOKUN ELENMESİ 48

KOK ORANI 48
2. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ 50

3. KAMARALARDA KOKLAŞTIRMA 54
ARAŞTIRMA 54
3.1. KAMARALARIN ÇALIŞTIRILMASI 54
NOZULLAR 56
FIRIN DUVARLARINI OLUŞTURAN TUĞLALAR 57
KOK FIRIN VE BATARYALARININ İLK ÇALIŞTIRILMASINDA VE İŞLETİLMESİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR 58
İLK ISITMA 58
SICAK TAMİR 59
DÜŞÜK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI 59
YÜKSEK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI 59
KÖMÜRÜ KAMARALARA ŞARJ ETME 59
SÜNGÜLEME 60
KAMARALARDA KULLANILAN GAZLAR 60
YANMA ODASI 61
İTME ARABASI 61
KILAVUZ ARABASI 62
SÖNDÜRME ARABASI 62
BACA GAZLARI 62
KOK KAMARALARI 63
KOK KAMARALARININ ÇALIŞMASI 63
KOKLAŞMA ÜRÜNLERİ 65
SÖNDÜRME İSTASYONU 67
3. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ 69

4. DEMİR CEVHERİ VE CEVHERİN SİNTERE HAZIRLANMASI 72
ARAŞTIRMA 72
4.1. DEMİR CEVHERİNİN KIRILMASI 72
DEMİR ELEMENTİ 72
CEVHERİN KIRILMASI 74
DEMİR FİLİZLERİ VE İÇİNDEKİ SAF DEMİR ORANI 76
Mağnetit Demir Filizi 76
Limonit Demir Filizi 76
Siderit Demir Filizi 76
Pirit Demir Filizi 76
STOK SAHALARI 77
ÇUBUK ELEKLER 78
KIRICININ ÇALIŞTIRILMASI VE AYARLANMASI 78
DÜŞÜK TENÖRLÜ CEVHER 79
YÜKSEK TENÖRLÜ CEVHER 80

4.2. DEMİR CEVHERİNİN ÖĞÜTÜLMESİ 81
KONVEYÖR BANT SİSTEMLERİ 81
DEĞİRMEN 81
KONSANTRASYON 81
4.3. PELETLEME 82
PELETLEME İLE CEVHERE KAZANDIRILAN ÖZELLİKLER 82
PELETLEMEDE KULLANILAN BAĞLAYICILAR 82
PELETLEME İŞLEMİ 83
4. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ 85

5. SİNTER İMALATI 88
ARAŞTIRMA 88
5.1. SİNTERLENECEK MALZEMELER 88
TOZ CEVHERLER 89
MİKSERLER 89
CEVHER SİLOLARI 89
ARTIK MADDELER 90
Sinter Yatak Malzemesi 90
Kok Tozu 90
Sinter Tozu 90
Elektro Filtre Tozu 91
DEMİR CEVHERİNİN SİNTERLENMESİ 91
5.2. SİNTER HAM MADDESİ 92
TOZ CEVHERLER 92
KÜKÜRTLÜ CEVHERLER 92
KOK TOZU 92
BACA TOZU 92
TUFAL 92
SİNTER TOZU 92
KİREÇ TAŞI TOZU VE DOLOMİT TOZU 92
HAM MADDENİN TOPAKLANMASI 93
SİNTER BANTLARI (PALETLER) 93
5.3. SİNTER HAM MADDESİ PİŞİRME 93
SİNTER MAKİNESİ 94
Yatak Malzeme Bunkeri 94
Sinterlenecek Malzeme Bunkeri 94
Sinter Ateşleme Fırını 94
Sinter Palet ve Izgaraları 94
Hava Emiş ve Toplama Kasaları 95
Sıcak Sinter Kırıcısı 95
DÖNER BESLEYİCİ (TAMBURLU BESLEYİCİ) 95
SEGREGASYON PLAKASI 96

5.4. SİNTERİN YÜKSEK FIRINA SEVKİ 96
SICAK ELEK 96
SOĞUTUCU FANLAR 97
SOĞUK ELEK 97
TOZ SİLOLARI 97
5. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ 98

6. SIVI MADEN KANALI YAPMA 102
ARAŞTIRMA 102
6.1. YÜKSEK FIRINDA ERGİMİŞ MADEN AKIŞ KANALI YAPMA 102
MADEN KANALI 102
KIRICI TABANCA 103
KANAL HARÇLARI 103
SIKIŞTIRMA TABANCASI 103
KOK GAZI 103
6.2. SİFON YAPMA 104
CÜRUF KANALI 104
SİFONUN GÖREVİ 104
6. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ 106

7. HAM DEMİR ÜRETİMİ 110
ARAŞTIRMA 110
7.1. YÜKSEK FIRININ TANITIMI 110
YÜKSEK FIRIN 110
YÜKSEK FIRININ KISIMLARI 110
KARIN 111
HAZNE 111
ÜST KISIM 111
GÖVDE 112
YÜKSEK FIRIN YARDIMCI BİRİMLERİ 112
İZABENİN TANIMI 113
ŞARJ MALZEMELERİ 113
SKİP KOVALARI 115
YÜKSEK FIRIN SOBALARI ÇALIŞMA SİSTEMİ 116
7.2. YÜKSEK FIRIN ÇEVRE SİSTEMLERİ VE ŞARJ MALZEMELERİNİN ERGİTİLMESİ 116
ERGİME SAHASI 116
KARBON ALMA SAHASI 117
REDÜKSİYON SAHASI 117
ISINMA SAHASI 117
YÜKSEK FIRIN HAVASI 118
TÜYERLER 118

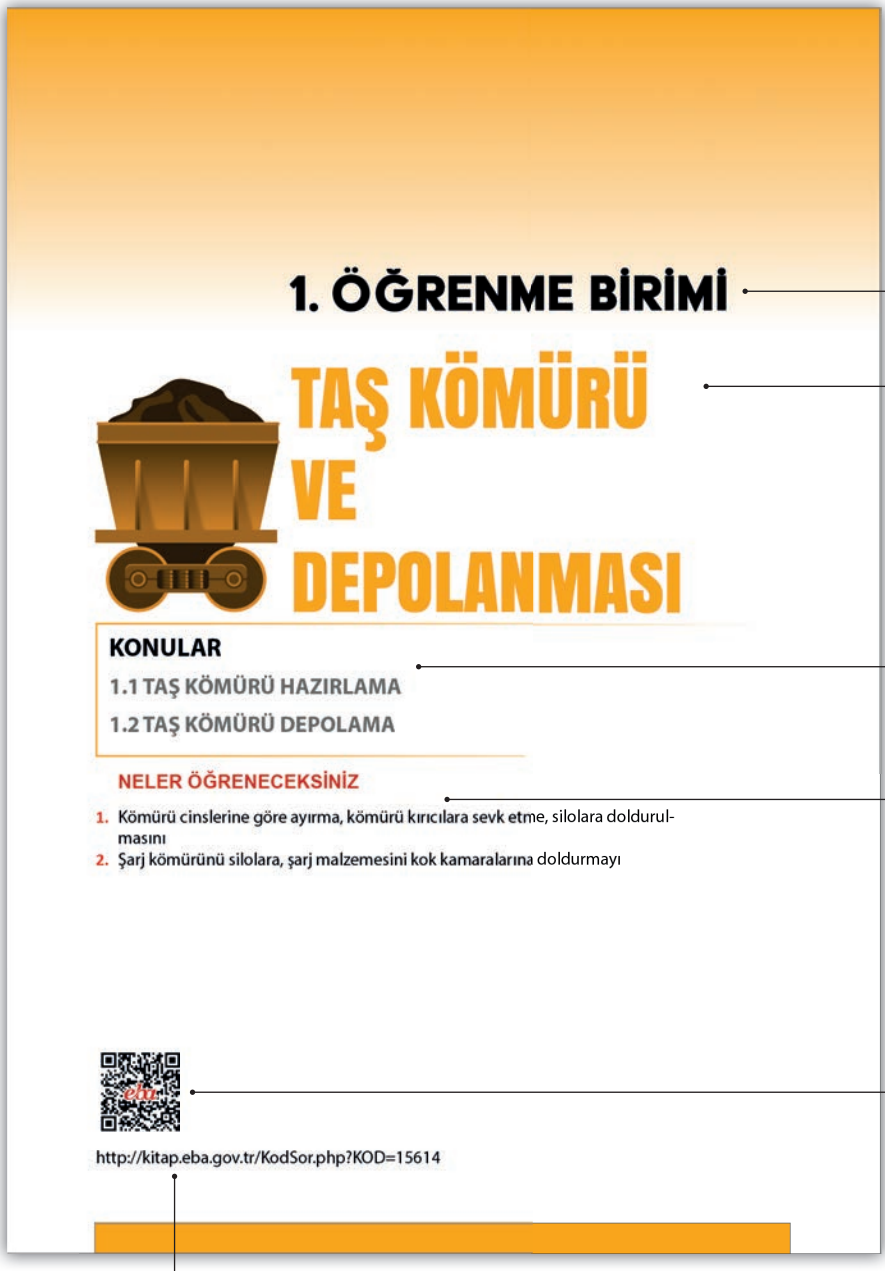
ENJEKSİYON SİSTEMİ 118
YÜKSEK FIRIN GAZOMETRESİ 118
7.3. YÜKSEK FIRIN MADEN ALMA AĞZI AÇMA 118
MATKAP 118
PNÖMATİK SİSTEM 118
MADEN ALMA AĞZI 118
7.4. YÜKSEK FIRIN METAL ALMA AĞZI KAPATILMASI 119
KAPATMA ÇAMURU 119
KAPATMA TOPU 119
MADEN ALMA DELİĞİNİN KAPATILMASI 119
ÇAMUR TOPUNUN TEMİZLİĞİ 119
TORPİDOLAR 119
7.5. PİK ÜRETİMİ 119
PİK MAKİNESİ 119
PİK KALIBI 120
PİK TANIMI 120
DÖNER BANT 120
STOK SAHASI 120
7. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ 121

AĞ KAYNAKÇASI 122

GENEL KAYNAKÇA 122

CEVAP ANAHTARI 123

DERS MATERYALİNİN TANITIMI



Öğrenme birimi numaralarını gösterir.

Öğrenme birimi adını gösterir.

Öğrenme birimi alt başlıklarını gösterir.

Öğrenme biriminde öğreneceğiniz bilgileri gösterir.

Karekod okuyucu ile taranarak resim,video, animasyon, soru ve çözümleri vb. ilave kaynaklara ulaşılabilecek karekodu gösterir.

Öğrenme birimi karekodu adresini gösterir.

Öğrenme birimi bilgi alanını gösterir.

Öğrenme birimi adını gösterir.



TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

1. TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

Enerji kaynakları, insanlığın vazgeçilmez unsurlarındandır. Isınmak, yiyecek ve içeceği tüketilebilir duruma getirmek, suyu ısıtmak ve endüstride ihtiyaç duyulan enerjiyi elde etmek gibi çok çeşitli ihtiyacı karşılamaktadır.

Doğal enerji kaynaklarından biri kömürdür. Kömür, doğal ortamı olan maden ocaklarından çıkarıldığı gibi kullanılabilir. Yüksek ısı enerjisi elde etmek için koklaştırma işlemlerine tabi tutulur. Taş kömürünün içerisinden kok gazı, katran, zift gibi yan ürünler ve ana materyali olan **kok kömürü** elde edilir. Kok kömürünün yanma ısısı çok yüksektir (Yanma ısısı 4500 / 7500 kcal / kg'dır.). Kok kömürü, atık maddeleri az olan kaliteli bir katı yakıttır (Görsel 1.1).

Bu öğrenme biriminde kömürün oluşumundan başlayarak şarj kömürünün, mikserinin, batarya silolarının, bantlarının açıklanmasından; kömürlerin çeşitlerini ve kömürlerin içerisindeki elementleri, kömürlere uygulanan analizleri, kok üretim kamaralarını ve kömüre uygulanan kırma, eleme ve nemlendirme işlemlerini öğreneceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde bulunan doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarının adlarını araştırınız. Bulduğunuz doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarının özelliklerini belirleyiniz.

Görsel 1.1: *Kömürün yanması*

24

Görselin atıfını gösterir

Öğrenme birimi hazırlık çalışmasını gösterir.

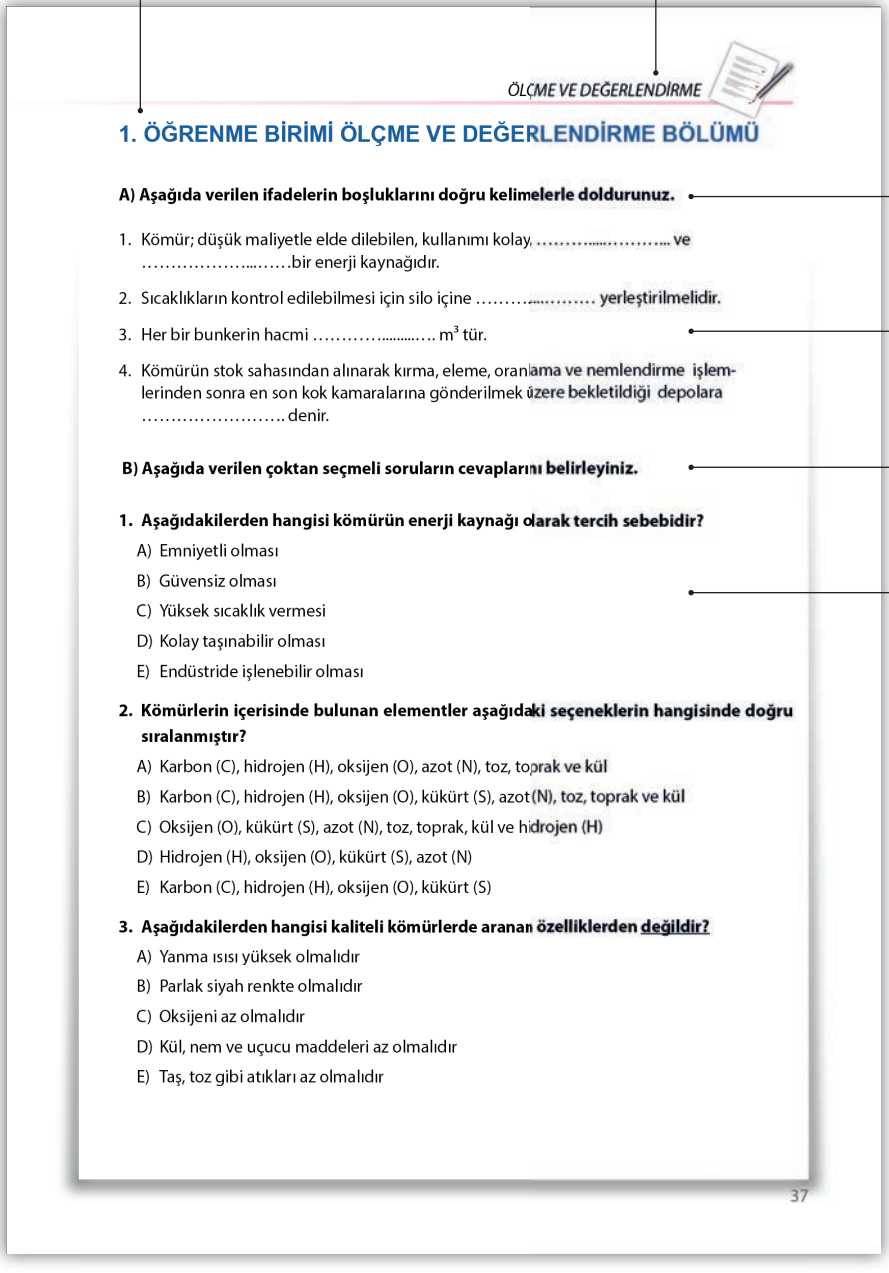
Konu ile ilgili görseli gösterir.

Görsel açıklamaını gösterir.

Görsel numarasını gösterir.

Ölçme ve değerlendirme sayfası olduğu gösterir.

Ölçme ve değerlendirmenin ait olduğu öğrenme birimini gösterir.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ

A) Aşağıda verilen ifadelerin boşluklarını doğru kelimelerle doldurunuz.

1. Kömür; düşük maliyetle elde dilebilen, kullanımı kolay, ……..……..…….. ve ……..……bir enerji kaynağıdır.
2. Sıcaklıkların kontrol edilebilmesi için silo içine ……..…… yerleştirilmelidir.
3. Her bir bunkerin hacmi ……..…… m^3 tür.
4. Kömürün stok sahasından alınarak kırma, eleme, oranlama ve nemlendirme işlemlerinden sonra en son kok kamaralarına gönderilmek üzere bekletildiği depolara …….. denir.

B) Aşağıda verilen çoktan seçmeli soruların cevaplarını belirleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi kömürün enerji kaynağı olarak tercih sebebidir?

A) Emniyetli olması
B) Güvensiz olması
C) Yüksek sıcaklık vermesi
D) Kolay taşınabilir olması
E) Endüstride işlenebilir olması

2. Kömürlerin içerisinde bulunan elementler aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru sıralanmıştır?

A) Karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), toz, toprak ve kül
B) Karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), kükürt (S), azot (N), toz, toprak ve kül
C) Oksijen (O), kükürt (S), azot (N), toz, toprak, kül ve hidrojen (H)
D) Hidrojen (H), oksijen (O), kükürt (S), azot (N)
E) Karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), kükürt (S)

3. Aşağıdakilerden hangisi kaliteli kömürlerde aranan özelliklerden değildir?

A) Yanma ısısı yüksek olmalıdır
B) Parlak siyah renkte olmalıdır
C) Oksijeni az olmalıdır
D) Kül, nem ve uçucu maddeleri az olmalıdır
E) Taş, toz gibi atıkları az olmalıdır

37

Soru yönergesini gösterir.

Boşluk doldurma sorularını gösterir.

Soru yönergesini gösterir.

Çoktan seçmeli-soruları gösterir.

DERSİN İŞLENİŞİNE DAİR ESASLAR

Meslek derslerinin işlenmesi için en uygun ortamlar, meslek dersleri atölyeleri ve laboratuvarların yanıdır. Dersin ilk bir saati teknoloji sınıfında, ikinci saati laboratuvarda işlenebilir.

İş sağlığı ve iş güvenliğinin tanımı, önemi ve amacı açıklanmalıdır. Bununla birlikte 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu incelenmeli ve öğrencilere açıklanmalıdır.

Metalürji Teknolojisi Alanı İzabe Dalında 10. sınıfta okutulacak olan bu ders, haftada 2 saat teorik ve uygulamalı olarak işlenecektir.

Bu derste; verilen görevi yapma, değer, tutum ve davranışları ön plana çıkaran etkinliklere yer verilmelidir.

Bu ders işlenirken birlikte iş yapma, çevre bilinci ve duyarlılık, ölçüye riayet, sorumluluk bilinci, fedakârlık, değer, tutum ve davranışları ön plana çıkaran etkinliklere yer verilerek öğrencilere çalışma ortamının temizliği, düzeni, israf etmeme, kişisel temizliğine dikkat etme, yardımlaşma, empati, saygı, sevgi, ahlaki değerlere dikkat etme, çevre bilinci, duyarlılık, ölçüye riayet alışkanlıklarının kazandırılması hedeflenmektedir.

Taş kömürü ve depolanması, kömürde fiziksel testler ve analizleri, kamaralarda koklaştırma, demir cevheri ve cevherin sintere hazırlanması, sinter imalatı, sıvı maden kanalı yapımı, Ham demir üretimi ile ilgili bilgilerin kazandırılması amaçlanmaktadır.

Öğrencilere çalışma ortamının temizliği, düzeni, israf etmeme, kişisel temizliğine dikkat etme, yardımlaşma, empati, saygı, sevgi, sabır ahlaki değerlere dikkat etme, çevre bilinci, duyarlılık, ölçüye riayet alışkanlıkları kazandırılmalıdır.

Ders sınıf ortamında işlenirken akıllı tahta, projeksiyon, bilgisayar, yazıcı ve tarayıcı bulundurulması ve kullanılması dersin anlaşılırlığını artıracaktır.

Öğrenci performansı belirlemeye yönelik çalışmalarda araştırma, ölçme ve değerlendirme araçları kullanılır. Deney raporları performans değerlendirmesi olarak kullanılabilir.

Derslerde konuların görsellerle desteklenmesi öğrenmeyi etkili kılacaktır. Beyin fırtınası, grup tartışması, düz anlatım, soru-cevap, örnek olay incelemesi gibi yöntem ve teknikler kullanılabilir.

ATÖLYE ÇALIŞMALARINDA UYULMASI GEREKEN İŞ GÜVENLİĞİ VE SAĞLIĞI KURALLARI

İlk derste 6333 Sağlığı ve Güvenliği Kanunu' ndan hareketle atölyede uyulması gereken kurallar anlatılır.

Mesleki ve teknik Anadolu liselerinde atölyelerde öğrencilerin uyması gereken kurallar öğrencilere anlatılmalıdır. Öğrencilerin bu kuralları benimsemesi ve alışkanlık hâline getirmesi zaman alacaktır.

Bu kuralların her atölyede öğrencilerin görebileceği bir yere asılması uygun olur. Burada verilen kurallar genel kurallar olmakla birlikte yeni kurallar da eklenebilir.

Atölyede çalışan öğrenciler kesinlikle iş önlüğü, koruyucu gözlük ve iş eldivenlerini yanlarında bulundurması gerekir (KKD).

ATÖLYEDE UYULMASI GEREKEN KURALLAR

1. İş güvenliği için yasaklayıcı ve uyarıcı tabelalara, işaretlere uyunuz.
2. Ders başlamadan önce atölye önünde hazır olunuz.
3. Ders bitiminde her öğrenci kullandığı araç gereci orta masaya getirip teslim edecektir. Kullanılan araç gerecin zarar görmesi durumunda sorumlu öğretmene anında bilgi veriniz.
4. Çalışmasını bilmediğiniz araçları kullanmayınız ve emin olmadığınız konularda mutlaka sorumlu teknisyen ya da öğretim üyesine danışınız.
5. Araç gereci kullanırken işlem sırasına ve kullanma yönergelerine uyunuz.
6. Dikkatsizlik, bilgisizlik ve şakalaşma sonucunda kaza meydana gelebileceğini ve bu kazaların yaralanma hatta ölümle sonuçlanabileceğini unutmayınız.
7. Çalışan öğrencilerin hareketlerini engellememek için birbirinize fazla yaklaşmayınız ve güvenli bir hareket alanı bırakınız.
8. Kesici, delici, yanıcı vb. tehlikeli araç gereci sorumlu teknisyen ya da öğretim üyesi gözetimi olmadan kendi başınıza kullanmayınız.



Kişisel koruyucu ekipmanları (KKD)

9. Herhangi bir kaza ve yaralanma durumunda hemen sorumlu teknisyen ya da öğretim üyesine bildiriniz. (Bana bir şey olmaz, nasıl olsa geçer gibi düşüncelerle olayı gizlerseniz sonucunda mikrop kapabilir, tetanos hatta kangren olabilirsiniz.).

10. Atölyede çalışırken işe uygun ve üzerinize tam oturan iş elbiseleri giyiniz. Önünüzü ve ceplerinizi düğmeleyiniz. Gevşek veya yırtık giysilerin bir makineye kolay bir şekilde kapılabileceğini veya tehlikeli bir düşüşe sebep olabileceğini unutmayınız.
11. Kolları lastikli iş önlüğü kullanınız. Yakalarınızı ve kollarınızı düğmeleyiniz. Saat ve yüzüklerinizi çıkartınız. Döner parçası bulunan bir makinede çalışıyorsanız ve saçlarınız uzunsa saçlarınızı uygun bir şapka altına (veya saç filesine) sıkıştırınız.
12. Uç tarafı takviyeli (çelik burunlu vb.), kalın, kaymayan tabanlı ve sağlam üst kısma sahip olan ayakkabılar giyiniz. Sıkı ve herhangi bir ucu dışarıya taşmayacak şekilde ayakkabı bağlarınızı bağlayınız.
13. Makine koruma tertibatının (siper) mevcut olmadığı veya uçan parçacıklara karşı yeterli koruma sağlanamadığı durumlarda koruyucu iş güvenliği gözlükleri takınız.
14. Sapsız bir eğeyi kesinlikle kullanmayınız. Eğenin sapının eğeye iyi oturmuş ve hasarsız olmasına daima dikkat ediniz.
15. Yalnız başınıza kullanabilmenizi sağlayacak şekilde eğitim almadığınız müddetçe herhangi bir makineyi kesinlikle kullanmayınız.
16. Makineyi en hızlı biçimde nasıl durduracağınızı bildiğinizden emin olunuz ve makinenin durdurma düğmesinin yerini öğreniniz.
17. Makinenin koruyucu siperlerinin yerinde olup olmadığını makineyi çalıştırmadan kontrol ediniz. Koruyucu siperlerin siperlerin sizin güvenliğiniz için konulduğunu unutmayınız.
18. Makineyi kullanım sonrasında daima temizleyiniz. Asla çalışan makineyi temizlemeye kalkışmayınız.
19. Tezgâhlar üzerindeki metal talaşları kaldırırken bir fırça veya talaş toplama çengeli kullanınız. Aksi hâlde ellerinizi çok kötü kesebilirsiniz.
20. Tezgâhlar veya diğer elektrikli araçlar, ana elektrik şebekesine bağlıdır. Bir arıza olursa makineyi hemen durdurup. sorumlu teknisyen ya da öğretim üyesine haber veriniz.
21. Çalışma alanları ve çevreyi atölyeden çıkarken temiz bırakınız. Kullanılan masa, alet, takım, cihaz ve aksesuarları yerlerine teslim alındığı şekilde temizlenmiş, kapalı durumda bırakınız.
22. Kişisel giysilerinizi, çantalarınızı ve diğer eşyalarınızı atölyede bu amaçla ayrılan yerlere bırakınız. Bu eşyaların çalışma sırasında masaların üzerinde bırakılmamasına özen gösteriniz.
23. Makine ve aletlerde gözlenen bozuklukları, kazalara neden olabilecek aksaklıklar ve her türlü beklenmeyen durumu derhâl atölye teknisyenine bildiriniz.
24. Çalışma ortamını bozan davranışlardan (yüksek sesle konuşmak, şakalaşmak vb.) kaçınınız.
25. Atölye dışına cihaz, takım, alet ve sarf malzemelerinin çıkarılması için atölye teknisyeninden izin alınız.

(Kaynak: meslekiveteknikegitim.com)

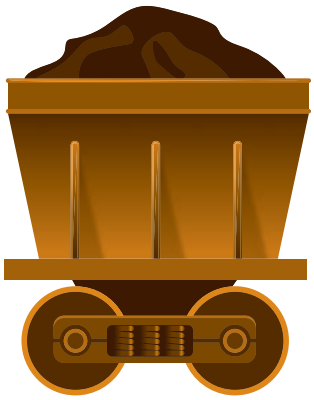
KONU BAŞLIKLARI

EYLÜL	**1. TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI** **1.1. TAŞ KÖMÜRÜ HAZIRLAMA** KÖMÜRÜN HAYATIMIZDAKİ YERİ VE ÖNEMİ KÖMÜR ÇEŞİTLERİ
	UÇUCU MADDE (%) ORANI KARBON ORANI KÖMÜRÜ ÇEŞİTLERİNE AYIRMA
EKİM	KÖMÜR AKTARMA BANTLARI SİLOLAR KANTAR ÇEŞİTLERİ
	1.2. TAŞ KÖMÜRÜ DEPOLAMA KÖMÜRÜN KIRILMASI KÖMÜR HARMANI
	ŞARJ KÖMÜRÜ MİKSER BATARYA SİLOLARI
	2. KÖMÜRDE FİZİKSEL TESTLER VE ANALİZLER **2.1 YIĞIN VE ELEK ANALİZİ** YIĞIN ANALİZİ ELEK ANALİZİ
KASIM	**2.2 RUTUBET, KOK SERTLİĞİ VE KÜKÜRT TAYİNİ** RUTUBET TAYİNİ KOK SERTLİĞİ (STABİLİTE)
	KOK ORANI KÜKÜRT TAYİNİ
	3. KAMARALARDA KOKLAŞTIRMA **3.1. KAMARALARIN ÇALIŞTIRILMASI** NOZULLAR FIRIN DUVARLARINI OLUŞTURAN TUĞLALAR
	KOK FIRIN VE BATARYALARININ İLK ÇALIŞTIRILMASINDA VE İŞLETİLMESİNDE DİKKAT ESİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR İLK ISITMA
	SICAK TAMİR DÜŞÜK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI YÜKSEK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI
ARALIK	KÖMÜRÜ KAMARALARA ŞARJ ETME SÜNGÜLEME
	KAMARALARDA KULLANILAN GAZLAR YANMA ODASI
	İTME ARABASI KILAVUZ ARABASI SÖNDÜRME ARABASI
	BACA GAZLARI **3.2. KOKLAŞMA** KOK KAMARALARI

OCAK	KOK KAMARALARININ ÇALIŞMASI KOKLAŞMA ÜRÜNLERİ SÖNDÜRME İSTASYONU
	4. DEMİR CEVHERİ VE CEVHERİN SİNTERE HAZIRLANMASI **4.1. DEMİR CEVHERİNİN KIRILMASI** DEMİR ELEMENTİ
	CEVHERİN KIRILMASI DEMİR FİLİZLERİ VE İÇİNDEKİ SAF DEMİR ORANI STOK SAHALARI KIRICILAR ÇUBUK ELEKLER
ŞUBAT	KIRICININ ÇALIŞTIRILMASI VE AYARLANMASI DÜŞÜK TENÖRLÜ CEVHER YÜKSEK TENÖRLÜ CEVHER
	4.2. DEMİR CEVHERİNİN ÖĞÜTÜLMESİ KONVEYÖR BANT SİSTEMLERİ DEĞİRMEN
MART	KONSANTRASYON **4.3 PELETLEME** PELETLEME İLE CEVHERE KAZANDIRILAN ÖZELLİKLER PELETLEMEDE KULLANILAN BAĞLAYICILAR PELETLEME İŞLEMİ
	5. SİNTER ÜRETİMİ **5.1. SİNTERLENECEK MALZEMELER** TOZ CEVHERLER MİKSERLER CEVHER SİLOLARI ARTIK MADDELER DEMİR CEVHERİNİN SİNTERLENMESİ
	5.2. SİNTER HAMMADDESİ TOZ CEVHERLER KÜKÜRTLÜ CEVHERLER KOK TOZU BACA TOZU TUFAL
	SİNTER TOZU KİREÇTAŞI TOZU, DOLOMİT TOZU HAM MADDENİN TOPAKLANMASI SİNTER BANTLARI (PALETLER)
	5.3. SİNTER HAMMADDESİ PİŞİRME SİNTER MAKİNESİ DÖNER BESLEYİCİ (TAMBURLU BESLEYİCİ) SEGREGASYON PLAKASI
	5.4. SİNTERİN YÜKSEK FIRINA SEVKİ SICAK ELEK SOĞUTUCU FANLAR SOĞUK ELEK TOZ SİLOLARI

NİSAN	**6. SIVI MADEN KANALI YAPMA** **6.1. YÜKSEK FIRINDA ERGİMİŞ MADEN AKIŞ KANALI YAPMA** MADEN KANALI KIRICI TABANCA
	KANAL HARÇLAR SIKIŞTIRMA TABANCASI KOK GAZI
	6.2. YÜKSEK FIRIN AKIŞ KANALI SİFON YAPIMI CÜRUF KANALI SİFONUN GÖREVİ
	7. HAM DEMİR ÜRETİMİ **7.1. YÜKSEK FIRININ TANITIMI** YÜKSEK FIRIN TANIMI YÜKSEK FIRININ KISIMLARI YÜKSEK FIRIN YARDIMCI BİRİMLERİ
MAYIS	İZABENİN TANIMI ŞARJ MALZEMELERİ SKİP KOVALARI YÜKSEK FIRIN SOBALARI ÇALIŞMA SİSTEMİ
	7.2. YÜKSEK FIRIN ÇEVRE SİSTEMLERİ VE ŞARJ MALZEMELERİNİN ERGİTİLMESİ ERGİME SAHASI KARBON ALMA SAHASI
	REDÜKSİYON SAHASI ISINMA SAHASI
	YÜKSEK FIRIN HAVASI TÜYERLER ENJEKSİYON SİSTEMİ YÜKSEK FIRIN GAZOMETRESİ
	7.3. YÜKSEK FIRIN METAL ALMA AĞZI AÇMA MATKAP PNÖMATİK SİSTEM MADEN ALMA AĞZI
HAZİRAN	**7.4. YÜKSEK FIRIN METAL ALMA AĞZI KAPATMA** KAPATMA ÇAMURU KAPATMA TOPU MADEN ALMA DELİĞİNİN KAPATILMASI ÇAMUR TOPUNUN TEMİZLİĞİ TORPİDOLAR
	7.5. PİK ÜRETİMİ PİK MAKİNESİ PİK KALIBI PİK TANIMI DÖNER BANT STOK SAHASI

1. ÖĞRENME BİRİMİ



TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

KONULAR

1.1 TAŞ KÖMÜRÜ HAZIRLAMA

1.2 TAŞ KÖMÜRÜ DEPOLAMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Kömürü cinslerine göre ayırma, kömürü kırıcılara sevk etme, silolara doldurulmasını
2. Şarj kömürünü silolara, şarj malzemesini kok kamaralarına doldurmayı

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=15614

1. TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

Enerji kaynakları, insanlığın vazgeçilmez unsurlarındandır. Isınmak, yiyecek ve içeceği tüketilebilir duruma getirmek, suyu ısıtmak ve endüstride ihtiyaç duyulan enerjiyi elde etmek gibi çok çeşitli ihtiyacı karşılamaktadır.

Doğal enerji kaynaklarından biri kömürdür. Kömür, doğal ortamı olan maden ocaklarından çıkarıldığı gibi kullanılabilir. Yüksek ısı enerjisi elde etmek için koklaştırma işlemlerine tabi tutulur. Taş kömürünün içerisinden kok gazı, katran, zift gibi yan ürünler ve ana materyali olan **kok kömürü** elde edilir. Kok kömürünün yanma ısısı çok yüksektir (Yanma ısısı 4500 / 7500 kcal / kg'dır.). Kok kömürü, atık maddeleri az olan kaliteli bir katı yakıttır (Görsel 1.1).

Bu öğrenme biriminde kömürün oluşumundan başlayarak şarj kömürünün, mikserinin, batarya silolarının, bantlarının açıklanmasından; kömürlerin çeşitlerini ve kömürlerin içerisindeki elementleri, kömürlere uygulanan analizleri, kok üretim kamaralarını ve kömüre uygulanan kırma, eleme ve nemlendirme işlemlerini öğreneceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde bulunan doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarının adlarını araştırınız. Bulduğunuz doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarının özelliklerini belirleyiniz.



Görsel 1.1: *Kömürün yanması*

1.1. TAŞ KÖMÜRÜ HAZIRLAMA

Taş Kömürünün Tanımı

MÖ 1000 yıllarında yaşamış canlıların ve bitkilerin toprak altında (doğanın ve zamanın etkisiyle) fosile dönüşmesiyle 300 milyon yıl sürecinde oluşan yer kabuğu katmanına **kömür** denir (Görsel 1.2). Uzun yıllar boyunca hayvan ve hayvan atıklarının, ormanların ve bitkilerin bataklıklar altında kalması ile kömürleşme başlar. Yer altında oluşan basınç ve sıcaklık kimyasal değişimi hızlandırır.



Görsel 1.2: *Kaya katmanlarında oluşan kömür*

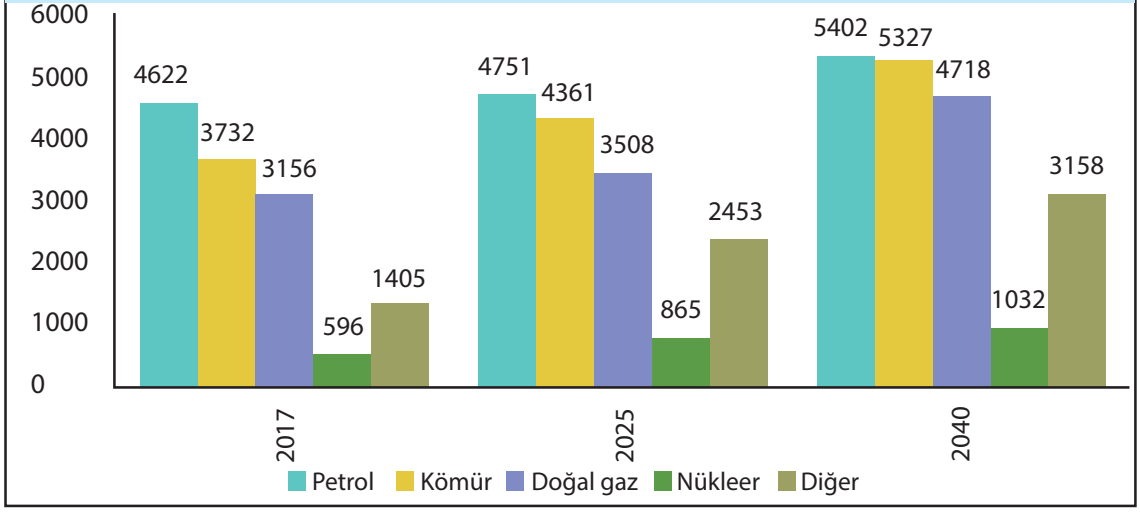
Kömürler, kaya tabakaları arasında uzun zaman boyunca katmanlar hâlinde oluşur.

Dünyanın çeşitli bölgelerinde yer altında bulunan kömür rezervlerinin kendiliğinden yüzeye çıkması sonucunda insanların bu siyah taşların yanıcı olduğunu keşfetmesiyle kullanılmaya başlandığı düşünülüyor.

Kömürün Hayatımızdaki Yeri ve Önemi

Kömürün hayatımızdaki önemi büyüktür. Kömür; düşük maliyetle elde edilebilen kullanımı kolay, temiz ve güvenilir bir enerji kaynağıdır.

Tablo 1.1: *Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Dağılımı 2018*



Kömür, aşağıdaki unsurlardan dolayı enerji kaynağı olarak tercih edilmektedir.

Emniyetli Olması: Kullanımı ve nakliyesi kolay olduğundan önemli bir enerji kaynağıdır.

Yaygın Olması: Dünyanın birçok ülkesinde çok sayıda kömür ocağı mevcuttur.

Güvenilir Olması: Evlerimizde ve endüstrinin değişik alanlarında rahatlıkla kullanılmaktadır.

Ucuz Olması: Üretimi ve taşıması kolay olduğundan elektrik üretiminde de kullanılmaktadır.

Temiz Olması: Koklaştırma yöntemleri ile daha da kaliteli hâle getirilerek temiz enerji kaynağı elde edilebilir.

Kömürün bunca tercih sebeplerine rağmen olumsuz yanları da vardır. Kaliteli bir yanma olayı gerçekleştirilmediği zaman karbonmonoksit zehirlemesi yapabilir. Baca gazları damıtılmadan havaya salındığında hava kirliliğine neden olur.

Kömürler, içinde bulunan karbon ve yanıcı madde oranlarına göre farklı isimler alır. Ayrıca oluşum şekli ve zamanı farklı kömür türlerinin ortaya çıkmasını sağlar. Kömürün bünyesinde bulunan elementler, analiz edilerek belirlenir. Kömürler, karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), kükürt (S), azot (N) ile toz, toprak ve külden oluşur (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: *Madenci heykeli*

Kaliteli kömürlerde aranan özellikler şunlardır:

- Yanma ısısı yüksek olmalıdır.
- Parlak siyah renkte olmalıdır.
- Kül, nem ve uçucu maddeleri az olmalıdır.
- Taş, toz gibi atıkları az olmalıdır.

Fiziksel ve kimyasal farklılıklar gösteren kömürler beş gurupta incelenir.

KÖMÜR HARMANI

Kömür, işletmelerin stok sahalarında çeşitli makinelerle taş kömürü kırıcılarla öğütülerek, eleklerle elenerek, harmanlama makineleri ile karıştırılarak homojen hâle getirilir. Üniversal yükleme ve boşaltma makineleri, karıştırma işlemleri için işletme sahalarında sürekli aktarma yaparlar (Görsel 1.4).



Görsel 1.4: *Kömürü sahadan bantlara alma sistemi*

Kömür, oksitlenmeye uygun bir maddedir. Stok sahalarında yığınlar hâlinde uzun zaman bekletilir ise düşük sıcaklıkta oksitlenme meydana gelir. Oksitlenme meydana geldiği için 70 ^{O}C-125 ^{O}C arasında su buharı oluşur. Yığınların derinliklerinde oluşan ısı, atmosfere atılamaz ise sıcaklık artarak kömürü tutuşturur. 90 gün içerisinde yanma olmamış ise tehlike geçmiş demektir.

Kömürler, işletme sahalarında ve silolarda depolandığı gibi evlerde ve apartmanların kalorifer dairelerinin bulunduğu bodrum katlarında da depolanır. Kömürün kapalı alanda depolanması sonucunda metan gazı birikmesi ve patlaması oluşabilir. İşletme sahalarındaki silolarda depolanması durumunda metan gazı miktarının % 1'i aşmamasına dikkat edilmelidir. Silolardaki metan gazının tahliyesinin soğuk doğal akımlı hava ile gerçekleştirilmesi gerekir.

Kömürün Depolanmasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Yığınlar, düz beton zemin üzerine yapılmalıdır.
- İlk zemine serilen kömür tabakasının iki hafta bekletilmesi oksitlenme açısından önemlidir.
- Yığını oluşturan kömürün tane boyutları aynı olmalıdır.
- Bir silindir yardımı ile katman katman sıkıştırılması çok yararlı olur.
- Yığınların kenarları 14 derece eğimli yapılmalıdır.
- Kömür yığınları; buhar kazanları, sıcak su boruları gibi ısı kaynaklarına yakın olmamalıdır.

Kömür yığınlarında yanma tehlikesi oluşmaması için her gün yığın yüzeylerinden buhar çıkışı ve metan gazı kokusunun olup olmadığı izlenmeli, yığının yüzey sıcaklığının takibi yapılmalıdır. Zeminden 30 cm yükseğe ulaşıncaya kadar ucunda termometre olan çelik çubuklar yığınlara yerleştirilmelidir. Sıcaklığın linyit kömüründe 50 ^{O}C, taş kömüründe 70 ^{O}C'ı geçmemesine özen gösterilmelidir.

Isınan kömür yığınlarına su serpmek çözüm değildir. 90 ^{O}C sıcaklıkta kömürün içindeki suyun buharı yanmayı yavaşlatır. Yapılacak en iyi çözüm, yanan bölümü ayırarak 48 saat içinde kullanılmasını sağlamaktır.

KÖMÜR ÇEŞİTLERİ

a) Antrasit: Karbon yönünden en zengin ve en eski oluşuma sahip kömür çeşididir. Parlak siyah renkli, çok sert bir kömürdür. Yoğunluğu 1,4-1,7 kg / dm^3 tür. Bileşimindeki karbon oranı %90-95'tir. Yanma ısısı 7300-8000 kcal / kg'dır. İçinde fosfor ve kükürt az bulunduğundan demir endüstrisinde kullanıma uygundur. Dünyada çok az bulunur. Oluşumu 300 milyon yıl geçmişe dayanır (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: *Antrasit kömürü*

b) Taş Kömürü: Oluşumu 200-250 milyon yıl geçmişe sahiptir. Doğal katı yakacaklar arasında en önemli yere sahiptir. Parlak siyah ve mat renktedir. Yoğunluğu 1,3 kg / dm^3 tür. Bileşiminde %80-90 karbon bulundurur. Oksijen miktarı %3-5 oranındadır. Uçucu madde miktarı ise %11-34'tür. %15 oranında su içerir. İçinde %5-6 oranında hidrojen vardır. Yanma ısısı 4500 / 7500 kcal / kg'dır. Kok gazı, hava gazı ve katran üretimine elverişlidir. Ateş alma sıcaklığı 325-500 °C'tır (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: *Taş kömürü*

Taş kömürü, kömür yataklarından çıkartıldıktan sonra yıkanarak içindeki toz ve topraktan arındırılır. Yığın sahalarında kurutulur. Daha sonra çeşitli değirmenlerde öğütülerek toz hâline getirilir. Toz hâline getirilen taş kömürü kalıp kumlarında katkı maddesi olarak kullanılır. Dökümcülük sektöründe sabit ve döner ocaklarda yakacak olarak kullanılır.

Yurdumuzun Karadeniz Bölgesi'nde Zonguldak ve Kastamonu'da taş kömürü ocakları mevcuttur.

Taş kömürü, 8 Kasım 1829 tarihinde deniz eri Uzun Mehmet tarafından bulunmuştur. Uzun Mehmet'e 50 altın ödül ve dönemin parası ile 600 Kuruş maaş bağlanmıştır. Aynı gün İstanbul'da kahvesine zehir konularak şehit edilmiştir. Taş kömürü madenciliğinin ilk şehidi Uzun Mehmet olarak tarihe geçmiştir. Zonguldak sınırlarındaki iki adet taş kömürü maden ocağına Uzun Mehmet-1, Uzun Mehmet-2 adı verilmiştir.

200 kilometrekarelik alanda bulunan taş kömürü, yaklaşık 10.000 kilometrekarelik alana yayılmıştır. İşletimine 1848 yılında başlanan Zonguldak Taş Kömürü Havzası'ndan 1923 yılında çıkarılan kömürün miktarı 600 ton civarında iken bu miktar, yıldan yıla artarak 1987 yılında 7 milyon tondan fazla bir rakama ulaşmıştır. Son yıllarda ise taş kömüründe bu oran 3,55 milyon tona kadar düşmüştür.

c) Linyit: Taş kömüründen daha sonra oluşan, kahverengi kömür denilen fakat henüz oluşumunu tamamlamamış bir kömür çeşididir. Yaklaşık 60 milyon yıl önce oluşmaya başlamıştır. İçinde fazla miktarda kükürt bulunur. Kül ve nem miktarı da fazladır. Yanma ısısı çok düşüktür. Bu nedenle dökümcülük sektöründe kullanılmaz. Karbon oranı %65-70' tir. %25' ten fazla oksijen içerir. İçerisinde %5 hidrojen bulundurur.

Türkiye'de önemli miktarda linyit yatağı mevcuttur. Bu yataklar; Elbistan (Kahramanmaraş, Karaisalı (Adana), Merzifon (Amasya), Kükürtlü (Erzurum), Eynez ve Soma (Manisa), Uluçayır ve Divriği (Sivas), Zonguldak, Tavşanlı ve Tunçbilek (Kütahya). Linyit kömürünün tamamı termik santrallerde yakıt olarak kullanılır (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: *Kömür sahası*

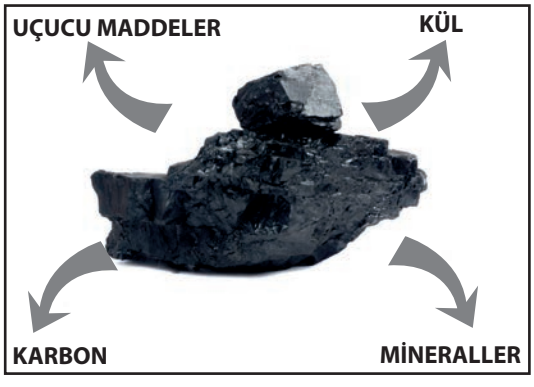
d) Turba: En yakın zaman diliminde oluşmuş bir kömür çeşididir. Yanma ısısı çok düşük olduğu için çıkarıldığı bölgede yakacak olarak değerlendirilir. İçindeki su oranı yüksektir. Karbon %60'ı geçmez. %30 oranında oksijen içerir. Hidrojen oranı ise %6'dır.

e) Bitüm: Ham petrolden elde edilen karbon ve hidrojen karışımı olan bir bileşiktir. İçinde az miktarda karbon, oksijen, azot ve hidrojen vardır.

f) Grafit: Antrasit kömürü şartlar uygun olursa grafite dönüşebilir. Karbonun saf haline grafit denir. Grafit çok yumuşak bir malzeme olduğu için kalem ucu yapımında ve ark lambası kömürlerinin yapımında kullanılır. Ayrıca makine yağında da kullanılır. Grafitli makine yağları sürtünen parçaların ömrünü de uzatır. Bu kömür çeşidi değerli olduğu için ısı kaynağı olarak kullanılmaz.

UÇUCU MADDE (%) ORANI

Uçucu Madde: Kömürün oksijensiz ortamlarda ısıtılmasıyla oluşan karbon buharı,karbondioksit ve su buharı gibi gazların toplamına uçucu madde denir (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: *Kömürün içinde olan maddeler*

Kömür numunesi orijinal hâlde hiçbir işlem görmeden alınmalıdır. Numuneler üzerine tarih, nereden alındığı, cinsi yazılmalıdır. Analiz yapılacak numune orijinal ve kuru bazda olmalıdır. Kömür çeşitlerini incelemek için her çeşit kömürden 1 kg örnek alınır. Bu örnekler çekiç veya kırıcılar ile öğütülür. Sabit tartıma getirilir. Laboratuvar fırınlarında 850 °C'de oksijensiz ortamda ısıtılır. İçindeki karbon buharı, karbondioksit ile su buharı kömür içinden çıkarılmış olur. Bu uçucu maddelerin toplamının, kömürün ilk ağırlığına oranına **kömürün uçucu madde oranı** denir.

Kömürün kalitesi arttıkça uçucu madde oranı artar. Uçucu madde oranının düşük olması, kömürün yanmasını önler; yüksek olması ise havayı kirletir. Antrasit gibi yaşlı kömürlerde uçucu madde %10'dan azdır. Genç linyitlerde uçucu madde %50'dir. Taş kömürlerinde uçucu madde miktarı %10–45 arasındadır.

KARBON ORANI

Yaşam açısından karbon, hayatımızda önemli bir yere sahiptir. Karbon, dökme demir üretimin-

de ve demir-karbon alaşımı yapımında kullanılmaktadır. Nükleer santrallerde kontrol denetim çubuğunun yapımında kullanılan karbon; elmas, mücevher ve cam kesici aletlerinin yapımında da kullanılır. Ayrıca elektroliz kaplarında elektrot, elektrikli motorlarda kolektör, kurşun kalem yapımında kömür, termik santrallerde enerji kaynağı olarak kullanılır.

Karbon, tabiatta hem saf olarak hem de bileşik olarak da bulunabilir.

Grafit saf hâlde is,elmas,kömür gibi malzemelerde; bileşik hâlinde ise bitki ve canlılarda bulunur. Grafitin ve elmasın tamamı karbondan oluşur. Antrasitte karbon oranı %90-95'tir. Taş kömüründe %80-90, linyitte %60-70, turbada %60 oranında saf karbon bulunur.

Karbonun Özellikleri: Karbonun yanma özelliği vardır. Yandığı zaman yüksek sıcaklık meydana gelmektedir. Diğer özellikleri ise Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.2: *Karbon Elementinin Özellikleri*

Elementin sembolü: (C)	Atom numarası: 6
Atom ağırlığı: 12,011 g/mol	Ergime sıcaklığı: 3527 ^{0}C
Kaynama sıcaklığı: 4027 ^{0}C	Element serisi: Ametaller
Görünüm: siyah, grafit	Maddenin hali: Katı
Yoğunluk: 2,267 gr/cm^3	Kristal yapısı: Kübik

KÖMÜRÜ CİNSLERİNE GÖRE AYIRMA

Kömür çeşitlerinden 1 kg numune kömür, doğal şartlar altında alınarak çekiç veya kırıcıyla ayrı ayrı kırılır. Elekten geçirilerek 3 mm'lik kalınlıklardaki kömür tozundan bir hacim ölçek alınarak elekten geçirilip beherlere yerleştirilir. Beherlere konulan kömür tozu, hacim olarak aynı olmalıdır. Beherlerin üzerine etiketler yapıştırılır. Etiketlere numunenin numarası ve özellikleri yazılır. Kömür tozunun nereden geldiği, geliş yöntemi, vb. özellikler de etiketlere yazılır. Porselen krozeler numaralandırılır. Her örnekten 200 gr alınan kömür tozu, porselen krozelere konur ve ıspatula ile dağıtılır. Bu porselen krozeler, etüve yerleştirilir ve fırın çalıştırılır. Sabit tartıma gelinceye kadar kurutulur. Porselen kroze içindeki toz hâlindeki kömür 105-110 ^{o}C sıcaklıkta yaklaşık 3 saat sürede kurutulur.

Kuru kömür tozu tekrar tartılarak ağır olandan hafife doğru sıralanır. Numune ve ağırlık tablosu oluşturulur. Bu numunelerin hangi cins kömür olduğu hakkındaki fikirler yazılır (Tablo 1.3).

Tablo 1.3: *Kömür Çeşitleri*

NUMUNE SIRA	DENEYE GİREN NUMUNE MİKTARI (GR)	NUMUNENİN ÖZELLİKLERİ	KURUTULMUŞ NUMUNE AĞIRLIĞI	AÇIKLAMA
1				
2				
3				
4				
5				

NOT: *Kömür çalışmalarında toz maskesi ve eldiven kullanınız. Kömür tozuna maruz kalmaktan kaynaklı akciğer hastalığı kömür işçilerinde küçük hava yolları dâhil olmak üzere, akciğerlerin farklı bölgelerine zarar verebilir ve bu zarar yüzünden solunum önemli ölçüde zorlaşabilir.*

Kömür sahası çalışmalarında iş elbisesi, iş ayakkabısı, maske, baret ve eldiven kullanılması sağlık açısından oldukça önemlidir (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: *Kişisel koruyucu tedbirleri*

KÖMÜRÜ KIRICILARA SEVK ETME

İşletme sahalarına demir yolu ve deniz yolu kullanılarak vagonlar ile gelen kömürler, altında konveyör bantların bulunduğu silolara dökülür.

Taşıma bant sistemi, kömürü kauçuk bantlar üzerinde gideceği yere nakleder. Kırıcılara nakledilen kömürler, kırcılarda kırılarak eleklere gönderilir.Elekler, kömürü tane boyutuna göre ayırır. İri taneleri kırıcıya tekrar gönderir. Koklaştırma işlemine girecek olan kömürün tane boyutu 3,15 mm ölçüsünde olmalıdır. İşletme içinde değişik amaçlar için kullanılan seyyar tekerlekli bant sistemleri de mevcuttur.

Bantlar, baştaki ve sondaki kasnaklara gerdirilen sonsuz bandın, kasnak üzerine sürtünmesi ile dönen bir yapıya sahip olması prensibine dayanır. Taşınacak malzeme genelde üstteki bandın üzerinde taşınır.

Bant Sisteminin Elemanları

Bantlar: Bu kauçuk malzeme, üzerinde yük taşıdığı için diğer elemanlara göre daha sık arızalanır. Değiştirilmesi ve tamiriyle sıklıkla karşılaşılır.

Şasi Üzerindeki Rulolar: Ruloların eksenleri sabittir. En yüksekte bulunan üçlü ruloya **taşıyıcı rulo** denir.

En alt seviyede bulunan ruloya ise **dönüş rulosu** denir. Ruloların çapları, sistemin uzunluğuna ve taşıyacağı yüke göre 80-150 cm genişlikte olabilir.

Gerdirme Boşaltma Düzenekleri: Kauçuk bantların gerilerek rulolar vasıtası ile dönmesi için gerdirilmesi gerekir. Bu gerdirmenin olması için sisteme ayrı bir ek rulo yerleştirilir. Bantların gerginliği bu sayede ayarlanır.

KÖMÜRÜN KIRILMASI

Kömür Kırıcıları: Kömür ve maden filizlerini öğüterek tane boyutunu küçülten öğütücülere **kırıcılar** denir.

Kırıcılardaki silindirler arası mesafeler ve öğütülen tane boyutu ayarlanabilir. Kırıcılardan çıkan öğütülmüş taneler, numaralı eleklerden geçirilerek tane boyutlarına yine de ayrıştırılabilir. Kırıcıların; çeneli, silindirik, tamburlu, çekiçli ve darbeli çeşitleri vardır.

Kırıcılara gelen kömür, ön kırıcılarda kırılarak tane iriliği 50-80 mm boyutuna getirilir. Ön kırmanın amacı kömürün sahada iyi harmanlanması ve kömürde homojen bir yapı oluşturulmasıdır. Ön kırma işlemlerinden sonra son kırma işlemine geçilir. Bu işlemin amacı ise homojen bir kömür karışımı ve koklaşma sonucu kaliteli bir kok kömürü elde etmektir.

Son kırma işleminde tane iriliğinin 0,3 mm'nin altında olması gerekir. Bu tane büyüklüğü, kok kömürünün fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin iyileşmesini sağlar.

KÖMÜRÜ SİLOLARA DOLDURMA

İşletmelere gelen kömürlerin tamamı birden bir anda kullanılamaz. Gelen kömürlerin işletme sahasında veya depolarda bekletilmesi gerekir.

İşletmelerin kömür sahasında veya uygun yerlerde çelik sacdan veya beton malzemeden yapılmış her biri 12500 kg kömür alan depolara silo denir.

Tesislerin genel üretimlerinin devam etmesi için stoklarda daima hazır malzeme bulundurulmalıdır.

Silo Patlamalarına Karşı Alınması Gereken Tedbirler

- Kömürün yanma sıcaklığı, patlama basıncı gibi özellikler belirlenmeli
- Alınabilecek tedbirler analiz edilmeli
- Siloların bulunduğu bölge tehlikeli bölge ilan edilmeli
- Silo konisinin eğimi akışı sağlayacak derecede olmalı
- Silo içi sıcaklık ile dış ortam sıcaklığı farklı ise izolasyon yapılmalı
- Siloların aşağı kısımları paslanmaz çelikten yapılmalı
- Silo içine sıcaklıkların kontrol edilmesi için termokupl yerleştirilmeli
- Silo içi yangınlarını söndürmek için silo çevresine N2 (azot dioksit) ve CO2 (karbon dioksit) boru hattı döşenmelidir.

Termokupl: Termokupl uçları, bakır ve konstantan tellerinin uçlarının birbirine kaynatılmasıyla oluşur. Bu ısıl çift pirometrelere elektriksel gerilim gönderir. Elektriksel gerilim, dijital göstergeye çevrilir. Silolardaki sıcaklıkları takip etmek hayati önem taşımaktadır. Silolar yapılırken iç kısımlarına sıcaklık ölçmek için ısıl çiftler yerleştirilir. Silo içindeki 12500 kg kömürün sıcaklığı siloların farklı

iç yüzeylerine yerleştirilen ısıl çiftler sayesinde takip edilebilir (Görsel 1.10).



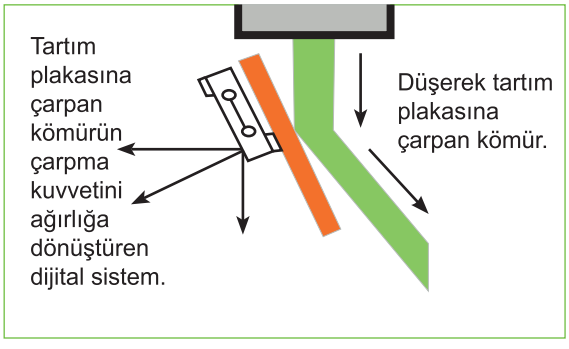
Görsel 1.10: *Ucu seramik kaplı termokupl (Isıl çift)*

Kantar: İşletmelere gelen kömürlerin daha kaliteli olması için standart hâle getirilmesi kömürün ekonomik olmasını sağlar. Tartım, harmanlama ve karıştırma işlemleri kömürün standart olmasında oldukça önemlidir.

Büyük tonajlı kömür miktarlarının ağırlığını tespit etmek amacı ile kullanılan tartı makinesine **kantar** denir.

KANTAR ÇEŞİTLERİ

a) Bant Kantarı: Bant üzerinde taşınmakta olan kömürün, taşıma bandının altına yerleştirilen kantarın banttan geçen kömür miktarını tartması sistemi ile çalışır.



Görsel 1.11: *Çarpmalı kantarın yapısı*

b) Çarpmalı Kantar: Nesnelerin ağırlığının serbest düşme sistemiyle belirlenmesi sistemidir. Besleme borusundan gelen kömür, yük hücresine bağlı bulunan plakaya çarparak bir kuvvet uygular bu kuvvet bileşkesi elektronik üniteler sayesinde debi olarak okunur (Görsel 1.11). Malzeme debi miktarı ton ağırlık birimine çevrilir.

c) Besleyici Kantarı: Sürekli üretim yapılan tesislerde, istenilen debi değerinde ve sürekli ürün beslemek için kullanılan kantar çeşidine denir. Besleyici kantarı, gerdirme tamburuna monte edilmiş enkoder sayesinde ürünü alır. Sistemden geçen anlık debi miktarı analog ve dijital olarak kontrol edilebilir. Gerdirme tamburunu döndüren motorun devri artırılarak veya düşürülerek anlık kömür geçişi azaltılır veya artırılır.

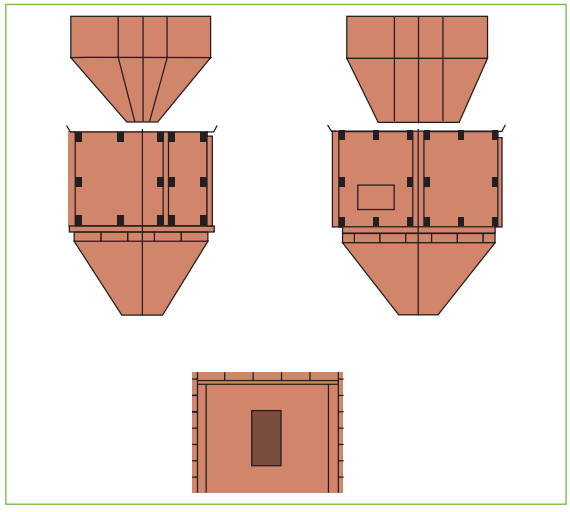
d) Torbalama Kantarı (Big-Bag): Toz ve granül kömürlerin nakliye, torbalama ve stoklama işlemlerinde oldukça ekonomiktir. Malzemeyi 500 kg, 1 ton, 2 ton gibi yüksek miktarlarda torbaladığı için işlemi sayesinde uygun stoklama imkânı sağlar (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: *Kömür torbalama sistemi*

e) Tank Tartı Kantarı: Kömür sahasındaki tank, kömür siloları, burker ve mikserlerde bulunan kömürleri sürekli tonajını belirleyen kantar tipleridir. 1-200 ton arasında tartım gerektiren yerlerde kullanılır. Sistem; tank altına yerleştirilen yük hücreleri, yük hücresi montaj ayakları ve buna bağlı dijital tartı göstergelerinden oluşur.

f) Tumba Kantarı: Liman ve depolama tesislerine gelen kömür ve maden cevherinin hassas tartımı için sürekli kullanılır. Saatte 50-1000 ton malzeme ölçümü yapabilen sistemlerdir. Gelen malzeme tartım kafesine doldurulur. Tartım yapılır. Sonuç, merkezi sistem bilgisayarına kaydedilir. Tartım kafesinin boşaltım kapağı açılarak kantar boşaltılır (Görsel 1.13).



Görsel 1.13: *Tumba kantar kesit resmi*

1.2. ŞARJ KÖMÜRÜNÜ SİLOLARA DOLDURMA

Kömür ocaktan çıkarıldığı gibi kullanılmaz. Bazı işlemlerden geçirilmesi gerekir. Bu işlemlerden biri de tane iriliğidir. Bu işlem için kömürün kırıcılarda kırılması gerekir. Büyük kayaların kırılarak ufalanması gerekir. Ayrıca kok kömürü yapımı için kullanılacak olan kömür, 3 mm tane iriliğine getirilerek işlenmelidir. Kömürdeki oksijen, yağ, kuruluk oranları ve uçuculuk farklılık gösterebilir. Koklaştırılacak kömürlerin sahalarda homojen bir karışıma sahip olması sağlanır. Daha sonra da kömür, nemini kaybetmemesi için silolarda muhafaza edilir. Koklaştırma işlemi uygulanacak olan kömür, silolardan alınarak şarj arabalarına ve kok bataryalarına en son da kok kamaralarına yüklenir.

ŞARJ KÖMÜRÜ

Taş kömürü öğütülür ve kömürün %85'inin kalınlığı 3 mm altına düşünceye kadar kırıcılarda kırılır. Bu işlem, kok kömürü üretimi için önemli bir özelliktir.

Uçucu madde miktarı az olan kömürler yüksek oranda kok kömürü oluşturacaktır. Ton kömür başına düşen karbon oranı yüksek olacaktır. Kuru mineral madde miktarı %14'ten az olan kömürlerden de kok kömürü üretilmez. Bununla birlikte yüksek uçucu maddeli kömürlerden de kok kömürü üretilmez. Metalürjik kok kömürü üretiminde kullanılacak taş kömürünün uçuculuk oranının %18-35 olması istenir. Uçucu madde oranı % 24-25olan taş kömürlerinden sağlamlığı en yüksek kok kömürü üretilir.

Kok Kömürünün Mekanik Sağlamlığı: M40 endeksi ile gösterilir. M40 endeksinin %78'in üzerinde olması gerekir. Verimliliğin artması için bu değerin %80-82 oranına yükselmesi istenir.

Yüksek fırında demir ergitimi için kullanılan kok kömürü arasında güvenilir bir ilişki vardır. M40 değerinde %1'lik bir değişim, üretimi arttıracağı ya da azaltacağı anlamına gelir. Kok kameralarına şarj edilecek kömürün yukarıda saydığımız özelliklere sahip olması gerekir.

MİKSER

Mikser, 850 mm çapında 1600 mm uzunluğunda iki silindir ile 90 kV motor gücünde 1500 devir/dakika hız ile dönen motorlardan oluşan mekanik bir makinedir. Silindir (V) kayış ile birbirine hareket iletir, karıştırma işlemi gerçekleştirir. Karıştırıcılar aşınmaya karşı dayanıklı olmalıdır.

Laboratuvarda analiz edilen kömürler, değişik silo ya da depolarda muhafaza edilir. Kömür çeşitlerinden analiz durumlarına göre belirli miktarlar alınarak standart kömür karışımını elde edebilmek için karıştırıcıya yüklenir. Bu işlemler, kumanda odalarındaki konveyör bant sistemlerine

kumanda edilerek yapılır. İstenilen oranları oluşturacak miktarlarda kömürler, mikserlere (karıştırıcı) kantar tartımlı bant sistemlerinden aktarılır.

Kömür sahasının değişik yerlerinden, hatta dünyanın değişik ülkelerinden gelen farklı kömürler, mikserler aracılığı ile karıştırılarak homojen hale getirilir. Homojen hâle getirilen kömürler nemini kaybetmemesi için batarya silolarına aktarılır.

BATARYA SİLOLARI

Kömürün stok sahasından alınarak kırma, eleme, oranlama ve nemlendirme işlemlerinden sonra en son kok kamaralarına göndermek üzere bekletildiği depolara **batarya siloları** denir.

Her bataryada 2500 tona kadar öğütülmüş, harmanlanmış ve nemlendirilmiş kömür depolanır. İşletme kapasitesine göre 2 veya 3 adet batarya silosu yapılabilir.

ŞARJ KÖMÜRÜNÜ KOK KAMARALARINA DOLDURMA

Kırılma, eleme ve nemlendirme işlemlerinden sonra taş kömürünün homojen olması için kömürde karıştırma işlemleri yapılır. Silolarda ve kömür sahasında yığınlar hâlinde bulunan kömürler hakkında bu işlemler sonrasında detaylı analiz sonuçları elde edilir. Hangi yığından veya silodan kaç kilogram alınacağı, bu analiz sonuçları üzerinden hesaplanır. Hesaplanan miktar kadar kömür, kantarlar aracılığı ile tartılır ve harmanlama mikserine konveyör bantlarla gönderilir. Karıştırma ve nemlendirme işlemi mikserde yapılır. Homojen karışıma sahip olan öğütülmüş kömür, kok kamaralarının üzerinde raylı sistem ile gezebilen şarj arabasının silolarına konveyör bantlar yardımıyla doldurulur. Bu araba, boşalan kamaraların üzerine ilerleyerek kamaraların kapaklarını açar. Öğütülmüş ve homojen hâle gelmiş kömür, kamaraların içine açılan üst kapaklardan doldurulur.

Kok kamaraları içinde bulunan ve havasız bir ortamda ısıtılan kömür, içindeki uçucu maddeleri buharlaştırarak bacadan atar. Bu baca gazlarının damıtma işlemleri sonucunda elde edilen gazlar, ekonomiye kazandırılır. Havasız ortamda ısınan taş kömürü tozu sinterlenerek elastik hâle geçer, böylece kömür tanecikleri birbirine yapışır. Kömür,vakit kaybetmeden söndürme ünitesine alınarak söndürme ve soğutma işlemlerine devam edilir. Su ile soğutma işlemine söndürme işlemi sonrasında da devam edilir. Soğutulan kok kömürü eleklerden geçirilerek boyut ayırması yapılır. İri taneli kok kömürü, yüksek fırında maden ergitme işlemi için yakıt kaynağı olarak kullanılır; küçük taneler ise piyasaya satılır.

1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ

A) Aşağıda verilen ifadelerin boşluklarını doğru kelimelerle doldurunuz.

1. Kömür; düşük maliyetle elde dilebilen, kullanımı kolay, ……..…….... ve ……...……bir enerji kaynağıdır.
2. Sıcaklıkların kontrol edilebilmesi için silo içine ……..…… yerleştirilmelidir.
3. Her bir bunkerin hacmi …….....…. m^3 tür.
4. Kömürün stok sahasından alınarak kırma, eleme, oranlama ve nemlendirme işlemlerinden sonra en son kok kamaralarına gönderilmek üzere bekletildiği depolara ……. denir.

B) Aşağıda verilen çoktan seçmeli soruların cevaplarını belirleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi kömürün enerji kaynağı olarak tercih sebebidir?

A) Emniyetli olması
B) Güvensiz olması
C) Yüksek sıcaklık vermesi
D) Kolay taşınabilir olması
E) Endüstride işlenebilir olması

2. Kömürlerin içerisinde bulunan elementler aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru sıralanmıştır?

A) Karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), toz, toprak ve kül
B) Karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), kükürt (S), azot (N), toz, toprak ve kül
C) Oksijen (O), kükürt (S), azot (N), toz, toprak, kül ve hidrojen (H)
D) Hidrojen (H), oksijen (O), kükürt (S), azot (N)
E) Karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), kükürt (S)

3. Aşağıdakilerden hangisi kaliteli kömürlerde aranan özelliklerden <u>değildir?</u>

A) Yanma ısısı yüksek olmalıdır
B) Parlak siyah renkte olmalıdır
C) Oksijeni az olmalıdır
D) Kül, nem ve uçucu maddeleri az olmalıdır
E) Taş, toz gibi atıkları az olmalıdır

4. Aşağıdakilerden hangi seçenekte taş kömürünün oluşum yüz yılı doğru olarak verilmiştir?

A) 300-350 milyon yıl

B) 200-250 milyon yıl

C) 100-150 milyon yıl

D) 100-125 milyon yıl

E) 50-100 milyon yıl

5. Yakıt olarak kullanılmayan kömür aşağıdakilerden hangisidir?

A) Antrasit

B) Linyit

C) Taş kömürü

D) Turba

E) Grafit

6. Kömürün içinde bulunan uçucu maddelerin laboratuvar fırınlarında uzaklaştırılması işleminin kaç °C olduğu aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) 950°C'de

B) 900°C'de

C) 850°C'de

D) 800°C'de

E) 750°C'de

7. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi karbonun özelliklerinden değildir?

A) Atom numarası 6'dır.

B) Görünüm: siyah, grafit

C) Maddenin hali: Katı

D) Kristal yapısı: Kübik

E) Elementin sembolü: (K)

8. Kömür işleme ve stok sahalarında çalışan kişilerin vücudunda en çok etkilenen organı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kalp

B) Akciğerler

C) Böbrekler

D) Mide

E) Gözler

9. Büyük tonajlı kömür miktarlarının ağırlığını tespit etmek amacı ile kullanılan tartı makinesine verilen ad aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Terazi

B) Baskül

C) Mezür

D) Kantar

E) Kırıcı

10. Toz ve granül kömürlerin nakliye, torbalama ve stoklama işlemlerinde oldukça ekonomik olan, malzemeyi 500 Kg, 1 Ton, 2 Ton gibi yüksek miktarlarda torbalama işlemi sayesinde uygun stoklama imkânı sağlayan kömür tartım kantarının adı aşağıdakilerden hangisidir.

A) Torbalama kantarı (Big-Bag)

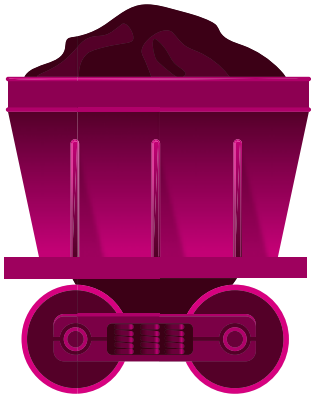
B) Tank tartı kantarı

C) Tumba kantarı

D) Bant kantarı

E) Besleyici kantarı

2. ÖĞRENME BİRİMİ



KÖMÜRDE FİZİKSEL TESTLER VE ANALİZLERİ

KONULAR

2.1. YIĞIN VE ELEK ANALİZİ

2.2. RUTUBET, KOK SERTLİĞİ VE KÜKÜRT TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yığın ağırlık cihazını ve elek analiz cihazını
2. Rutubet tayini, kok sertlik hesabı ve kükürt tayin deneylerinin aşamalarını

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=15615

2. KÖMÜRDE FİZİKSEL TESTLER VE ANALİZLERİ

Kömürleri tanımak ve kalitesini belirlemek için bir dizi analizler uygulanır. Kömürler, bu analizler sayesinde tanınır. İçindeki elementlerin oranları sayesinde kalitesi ve çeşidi belirlenir.

Kömürlerin yanma odalarında iyi bir yanma ile yakılması gereklidir. Aksi durumda hava kirliliği ve sağlık problemleri oluşur. Günümüz teknolojileri ve baca gazlarının filtre edilmesi oldukça önemlidir.

Yanma; kömürün temel yanıcı elemanları ((H,C,S) ile havanın yakıcı elemanı O_2) nin, yüksek sıcaklıkta ısı ve emisyon oluşturmasıyla, karmaşık bir oksitlenme sürecidir. Kömürün yanması, temel olarak üç aşamada gerçekleşmektedir.

- İlk olarak kömürden yarı kok oluşumu ve uçucu madde çıkışı olur.
- Sonrasında uçucu madde yansır.
- Son olarak da yarı kok, yanmaya başlar.

Kaliteli bir yanmanın oluşması için yanma odasına oksijen girişi olmalı, ilave gaz ve alev ile ilk yanma desteklenmeli, içeride oluşan baca gazlarının dışarıya atılması gerekmektedir.

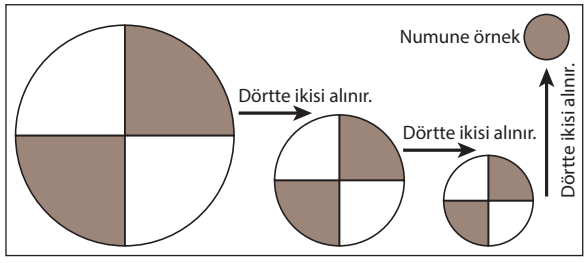
Kömürün içindeki elementlerin oranlarının %0,1' lik değişimi yüksek fırında demir cevherinin ergitilmesinde verimi etkiler.

ARAŞTIRMA

Kömür işleyen işyerlerine giderek kömür kalitesi hakkında araştırma yapınız. Bulduğunuz verileri sınıfta arkadaşlarınız ile paylaşınız.

2.1. YIĞIN VE ELEK ANALİZİ

Yığın ağırlığı analizi; 3 mm tane iriliğinde olan kömürün ağırlığının, hacmine oranlanmasıdır. Kömür, hacmi ve ağırlığı belli olan bir kap içine konularak tartılır. Kömürün ağırlığı, hacmine bölünerek yığın ağırlığı tespit edilir.



Görsel 2.1: *Numune alımında dörtleme tekniği*

Yığın analizi için numune alımında numune olarak alım işlemi kömürün tamamını temsil etmelidir. Bunun için sahada kömür yığınının çeşitli yerlerinden alınan kömürden yuvarlak bir yığın yapılır (Görsel 2.1). 10 cm yükseklikte ve dairesel bir şekilde dağıtılır. Yuvarlak yığın, artı şeklinde dört eşit parçaya bölünür. Karşılıklı olarak iki parçası alınır. Bu işleme dörtleme metodu denir. Dörtleme metodu üç kez uygulanır. Bu yöntem ile alınan numune kömürün genelini temsil eder. Kömüre uygulanan testlerin standart numaraları aşağıda sıralanmıştır (Tablo 2.1).

ASTM VE US EPA TESTLERİ

Tablo 2.1: *Kömürlere Uygulanan Standart Testler ve Numaraları*

Test	Numarası
İyileştirilmiş Gaz Analizi	ASTM D19446-90 (2006)
Zahiri Özgül Ağırlık	ASTM D167
Kül Analizi	ASTM D3174, ASTM D5142
Kül Kimyasal Bileşimi	ASTM D2795, ASTM 3682
Karbon Analizi	ASTM D5373
Kömürdeki Klorun Belirlenmesi (Oksijen Bombasıyla Yakma Yöntemiyle)	ASTM D4208
Kok Tepkenliği CRI / CSR	ASTM D5341-99
Fut Küp Ağırlık Testi	ASTM D291
Fosfor İçeriğinin Belirlenmesi Kül Bazı veya Kömür Bazı	ASTM D2795
Düşürerek Kırma	ASTM D440
Nem Dengesi Analizi	ASTM D1412
Ekstraksiyon Prosedürü (EP) Toksisite Testi	US EPA 1310
Sabit Karbon	ASTM D5142
Flor Analizi	ASTM D3761
Kükürt Formları	ASTM D2492
Serbest Şişme Endeksi (FSI)	ASTM D720
Köpüklü Yüzdürme (Toplu)	ASTM D5114
Kömürün ve Kok Külünün Eriyebilirliği Azalma Sıcaklığı Oksitlenme Sıcaklığı	ASTM D1857
Gieseler Akışkanlığı	ASTM D2639

Sınıflandırma	ASTM C33.10 (#57)
Brüt Isıl Değer (GCV)	ASTM D5865
Hardgrove Öğütülebilirlik İndeksi (HGI)	ASTM D409
Nemlilik Hücre Testi	ASTM D5744-07e1
Hidrojen Analizi	ASTM D5373
Los Angeles Aşınma Testi	ASTM C131, ASTM C535
Kömürdeki Majör / Minör Elementler (ICP)	ASTM D6349
Civa Analizi	ASTM D3684
Mikum Testi Endeksleri	ASTM D3402-93
Nem İçeriği	ASTM D2216, ASTM D3173
Çoklu Çıkarma Prosedürü	US EPA 1320
Net Kalorifik Değer Analizi	ASTM D5865
Azot Analizi	ASTM D5373
Organik Sülfür Analizi	ASTM D2492
Oksidasyon Endeksi	ASTM D5263
Fosfor analizi	ASTM D2795
Porozite (Kok)	ASTM D167-93
Potansiyel Reaktivite	ASTM C289
Kısmi Analiz	ASTM D3172, ASTM 3173, ASTM 3174, ASTM 3175
Piritik Kükürt Belirlemesi	ASTM D2492
Yağmurla Yıkama	ASTM D3987
Numune Hazırlama	ASTM D2013
Elek Analizi	ASTM C136
Elek Testi	ASTM D4749
Büyüklük Analizi	ASTM D293
Sağlamlık (NaSO4)	ASTM C88
Özgül Ağırlık ve Absorbsiyon	ASTM D2216
Özgül Ağırlık (Kok)	ASTM D167-93
Stabilite / Sertlik (Kok)	ASTM D3402
Standart Test Yöntemi Çalkalamayla Sudan Katı Atık Çıkarma	ASTM D3987
Sülfürle Sülfat Analizi	ASTM D2492
Bombalı Yıkamayla Kömürdeki Kükürtün Belirlenmesi	ASTM D3177
Küldeki Kükürt (SO3)	ASTM D5016
Yüzeysel Nem Analizi	ASTM D3302
Sentetik Çöktürme Süzme İşlemi	US EPA 1312

Toplam Nem	ASTM D2961, ASTM 3302, ASTM D5142
Toplam Kükürt Tespiti	ASTM D4239
Toksisite Karakteristik Süzme İşlemi (TCLP)	US EPA 1311
İz Element Analizi (ICP)	ASTM D6357
Gerçek Özgül Ağırlık	ASTM D167
Tamburla Karıştırma (Islak ya da Kuru)	ASTM D441
Nihai Analiz	ASTM D3176
Volatil Madde Analizi	ASTM D3175, ASTM D5142, ASTM D4239
Yıkanabilirlik / Yüzdürme-Batırma	ASTM D4371
Suda Çözünür Alkaliler	ASTM D3682

KAYNAK:https://www.sgs.com.tr/tr-tr/mining/analytical-services/astm-and-us-epa-tests *Erişim tarihi ve saati: 16.02.2021 - 15.19*

Elek analizinde numune alırken kullanılacak kömürün TS 2390 standartlarına uygun olmasına dikkat edilmesi gerekir. Kömür, 9,51 mm elek aralıklı standart elekten geçecek şekilde kırıcılarda kırılmış olmalıdır.

YIĞIN ANALİZİ

Yığın ağırlığı cihazı, 60,96 x 45,72 x 20,32 cm ölçülerinde **ölçme kutusu** ile 71,12 x 45,72 x 38,10 cm d**üşürme cihazı (bunker)** ve **düzeltme çubuğundan** ibarettir. Kaldırma ve düşürme işlemleri için hidrolik kollarla desteklenmiştir. Her yükseklikte yere paralel şekilde duran düşürme cihazı sağ ve soldan iki kol ile hidrolik kollara bağlıdır. Test numunesinin serbest düşmesinden dolayı etrafa dağılmaması için üç yanı çevrili sac çerçeve vardır.

Kömür düşürme bunkeri, yerden 0-183 cm yüksekliğe kadar hidrolik kollar ile kolaylıkla kaldırılır. Bu yükseklikten içinde 70 kg elenmiş kömür bulunan düşürme cihazı, alt kısmında iki kapak açılarak yüksekten kömür ölçme kutusuna düşürülür.

Dikdörtgen prizma şeklindeki iki yanal yüzeyinde tutma sapları olan metal sacdan yapılmış ölçüm kutusu, yüksekten düşen kum taneleri ile sıkışarak dolar.

Ölçüm kutusunun boş olarak ağırlığı 10,2 kg'dır. Kömür dolu iken darası ile birlikte 55-60 kg ağırlığa sahiptir. Ölçüm kutusu, bunker kömür doldurularak 183 cm yükseğe kaldırılır. Bu yükseklikte bunkerin alt kapakları açılarak kömür düşürülür. Bu işleme ölçüm cihazı dolana kadar devam edilir. Dolduğu zaman düzeltme çubuğu yardımı ile ölçüm kabının üst yüzeyine taşan kumlar sıyırılır. Üstü bastırılmadan düz olması sağlanır.

Üst yüzeyi düzeltilmiş olan ölçüm kutusu hassas terazide tartılır (Görsel 2.2).

Yığın Ağırlığı Hesabı

A: Ölçme kutusunun kömür dolu ağırlığı (kg)

B: Ölçme kutusunun boş ağırlığı (kg) (sabit)

C: Ölçme kutusunun hacmi (m^3) (sabit)

$$\text{Yığın ağırlığı} = \frac{A - B}{C} \text{ kg / m}^3$$

Elde edilen değerler, yandaki formülde yerlerine konarak işlem yapıldığında sonuç kg / m3 olarak yığın ağırlığı bulunur.

Yığın ağırlığı hesabında hacmin bulunması işlemi yukarıdaki ölçüm kutusunun kenar ölçülerinden yararlanılarak bulunur.

60,96x45,72x20,32 cm. Bunlar metreye çevrildiğinde 0,6096 x 0,4572 x 0,2032 m olur.

0,6096 x 0,4572 x 0,2032 =0,566 m3 olur.

ÖRNEK PROBLEM: Yapılan yığın ağırlığı testinde elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

A= 55 kg

B= 10,2 kg

C= 0,566 m^3 tür.

$$\text{Yığın ağırlığı} = \frac{A-B}{C} \text{ kg / m}^3$$

$$\text{Yığın ağırlığı} = \frac{55-10,2}{0,566} \text{ kg/m}^3$$

Yığın ağırlığı= 79 kg / m^3 olur.



Görsel 2.2: *Hassas terazi*

ELEK ANALİZİ

Elek analizi için alınacak numune TS 2390'a göre, 9,51 mm olan elek aralığından geçecek tane iriliğine sahip olmalıdır.

Standartlara uygun bir şekilde alınan numuneler 105-1100C sıcaklıkta 3 saat süreyle kurutulur. Kömüre elek analizi testi ASTM D–4749–87 standartlarına göre yapılır.

Elek analizi için kullanılacak elekler ASTM standartlarına göre seçilmelidir.

Kurumuş olan kömür, cihazın üst kapağı açılarak en üst eleğe dökülür. Cihazın kapağı kapatılarak kilitlenir. Elektrik fişi prize takılarak START düğmesine basılır. Cihaz sarsıntılı şekilde 2 dakika çalıştırılır. Bu zaman içinde kömür taneleri cihazdaki eleklerin gözeneklerinden aşağılardaki eleklere düşer. Elek üstünde kalan her bir kömür tanesi hassas terazide dikkatlice, ayrı ayrı tartılarak aşağıdaki tabloya işlenir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2: *Taş Kömürü Elek Aralıkları*

Elek No:	Gözenek Genişliği	Elek Üstü Tane (g)
1. Elek	9,51 mm	
2. Elek	6,35 mm	
3. Elek	3,15 mm	
4. Elek	1,60 mm	
5. Elek	0,80 mm	
6. Elek	0,40 mm	
7. Elek	0,20 mm	
8. Elek	100 Mesh	
9. Elek	200 Mesh	
10. Elek	Tava	

Mesh = 1 cm^2 alana düşen gözenek sayısı

Kömürlerin %100' ünün 3,15 mm elek aralığının altında olması istenir. Bu oranda taş kömürü, en kaliteli kok kömürü üretim özelliğindedir. Taş kömürünün istenilen tane dağılım oranında;

- %33' ünün 0,5 mm altında
- %59' unun 1 mm altında
- %86' sının 2 mm altında
- %100' ünün 3,15 mm altında olması gerekir.

İnce tanelerin oranının artması kok kömürünün sağlamlığını artırır. Kömürün tane dağılımı, ısı transferine ve koklaşma süresine etki eder. Elek analizi testi sonunda kok üretimine gelen kömürün tane dağılımını öğrenmek asıl amaçtır. Kırıcılarda yapılan kırma işlemi ve tane iriliği, eleme ünitelerine gerekli talimatların bu verilere göre verilmesiyle ayarlanabilir.

Bir elek analizi sonuçları aşağıdaki gibi çıktığı kabul edildiğinde elek üzerinde kalan kömür miktarını (g) toplam kömür miktarına bölüp 100 ile çarparak % miktarları hesaplanır. Yukarıdan aşağıya genel toplamları bulunur (Tablo 2.3).

Tablo 2.3: *Taş Kömürü Elek Analizi Test Sonuçları*

Sıra	Elek (mm)	Elek Üzerinde Kalan Miktarı (g)	% Miktar
1.	9,51	14	1.07
2.	6,35	35	2.67
3.	3,15	140	10.71
4.	1,06	198	15.14
5.	0,80	200	15.30
6.	0,40	240	18.36
7.	0,20	194	14.84
8.	100 Mesh	98	7.79
9.	200 Mesh	108	8.26
10.	Tabla	80	6.12
Toplam		1307	100

$$\text{Elek Üzerinde Kalan \%} = \frac{\text{Kömür Miktarı (gram)}}{\text{Toplam Kömür Miktarı (gram)}} \times 100$$

Aşağıdaki grafiği kömür analiz verilerine göre çiziniz (Tablo 2.4).

Tablo 2.4: *TAŞ kömürü Elek Analizi Grafiği*

Yığın İçindeki % Miktar	20										
	18						18,36				
	16				15,14	15,30		14,84			
	14										
	12										
	10									8,26	
	8								7,79		6,12
	6										
	4										
	2										
	0										
		9,51	6,35	3,15	1,06	0,8	0,4	0,2	100	200	TAVA
		Elek Aralığı (mm)	Mesh	Mesh							

Analiz yapılan kömürün %50'den fazlası 1 mm elek kalınlığının altına düşmüş ve kaliteli bir kok kömürü üretimi için uygun hâle gelmiştir.

2.2. KOK SERTLİĞİ, KÜKÜRT VE RUTUBET TAYİNİ

İncelemesi yapılacak kömürün özelliklerini doğru olarak tespit etmek için arazi, stok ve nakil durumu göz önünde bulundurularak numune alınmalıdır. Numune, kömürün genelini temsil etmelidir. Kömürün özelliklerin belirmek amacı ile kömürün genelini temsil edecek şekilde bir bölümünün alınmasına **numune alma** denir.

Kömür ocaklarından çıkarılan kömürler gerek oluşum farklılıklarından gerekse stoklama ve nakliyeden dolayı farklı karışımlara sahiptir. Numune almak, kimyasal ve fiziksel özellikleri incelemede doğru sonuçlara varabilmek için bu nedenle önemlidir. Numune alınırken **TS 2390** standardına uygun hareket etmeye özen gösterilmelidir.

Numune alma işleminde dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Numunenin ne amaçla alınacağı önceden kararlaştırılmalıdır. Numunenin ne tür bir kömürden (ocaktan çıkan kömür, yıkanmış kömür, katı-sıvı karışımı yapılmış kömür) ve hangi üniteden (vagon, bant, stok sahası) alınacağı bilinmelidir

RUTUBET TAYİNİ

Numunenin rutubet analizi için hava sızdırmaz kaplara alınması gerekir. 300 g' dan az olmamasına dikkat edilmelidir. Tane iriliği, 3 mm' den büyük olmamalıdır.

Etüv Cihazı: Hava değişim hızı, saatte 3-5 kez olmak üzere hızlı ısınıp hızlı soğuyabilen ısıtıcılara **etüv** denir.

Kömürün rutubet analizinde kullanılan etüvler 105-110 ^{O}C ayarlanabilen ısıtıcılardır.

Isıya dayanıklı tava %0,01 hassaslıktaki terazide tartılır. Boş tavanın ağırlığı deney raporuna kaydedilir. Hava sızdırmaz kap açılmadan karıştırılır. Kömür kabının kapağı açılarak tava içine 1000 gram kömür konur. Bu kömür, her 1 cm^2 alana 10 gram kömür gelecek şekilde dikkatlice serilir.

105-110 ^{O}C sıcaklıkta kontrol edilebilen ve hava değişimi hızlı bir şekilde sağlanan etüv içine yerleştirilir. Etüv içinde yaklaşık üç saat kurutulur. Bu süre sonunda tava alınarak soğuması beklemeden tartılır. Elde edilen sonuç deney raporuna kaydedilir.

Numunenin oksijensiz bir ortamda 105-110 ^{O}C sabit sıcaklıkta, belirli bir zaman içinde atmış olduğu su buharı ve diğer gazlara **rutubet** denir.

Kömürün rutubet miktarı, elde edilen veriler doğrultusunda aşağıdaki formül ile bulunur.

A= Tava ile birlikte numunenin ilk ağırlığı (gram)

B= Tava ile birlikte numunenin etüvden çıktıktan sonraki ağırlığı (gram)

C= Deneye giren kömür numunesinin net ağırlığı (gram)

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

Örnek Problem: Etüv tavası 1200 gr'dır. Tava ile birlikte deneye giren numunenin ağırlığı 2200 gram tartılmıştır. Tava ile birlikte 105-110 ^{O}C etüvde ısıtılan numune üç saat sonunda tava ile birlikte numune çıkarılarak tartılır. 2100 gram olduğu görülüyor. Rutubet deneyi sonucunda alınan kömür numunesinin **% nem oranı** nedir? Hesaplayınız.

Çözüm: Öncelikle deneye giren net kömür numune miktarı bulunur.

2200-1200 =1000 gram deneye giren net kömür miktarı

$$\% \text{ NEM} = \frac{2200 - 2100}{1000} \text{ x } 100$$

% NEM =10 olarak bulunur

KOK SERTLİĞİ (STABİLİTE)

Kömürün fiziksel etkilere karşı göstermiş olduğu dayanıma **stabilite** denir.

Stabilite testi; iç çapı 45,7 cm, içten içe yüksekliği 91,4 cm, 6,35 mm'lik sacdan yapılmış; ortadan iki eşit parçaya bölünmüş ve her bölümde simetrik iki kapağı bulunan silindirik tambur ile yapılmaktadır.

Metalürjik kok kömürünün fiziksel etkilere karşı dayanıklılığı hakkında bilgi sahibi olunması için stabilite deneyinin yapılması gerekir. Yüksek fırının içinde yanan kok kömürü, yüksek sıcaklık ve yüksek basınca maruz kalmaktadır. Bu etkilere dayanamayan kok, kül olarak ergitme ocağının deliklerini tıkar ve arızalara sebep olur. Kok kömürünün sert olması istenir. Tambur, kok kömürünü kırmaya çalışır. Sarsak elek ile kömür elenir. Kömürdeki kırılma miktarı bu işlemle ortaya çıkarılır. Ne kadarının kırıldığı araştırılır.

Metalürjik kok kömürünün sertliği için (**ASTM-D-3402-93**) standart vardır. Bu standarda göre;

DENEYE GİRECEK KOKUN ELENMESİ

Deney için sahadaki kok yığınlarının çeşitli yerlerinden toplam10 kg örnek kok kömürü alınır. Tamburun her bölmesine 5 kg kok kömürü konur. Kapakları kapatılır. Tambur dakikada 25 devir yapar. Test zamanı içinde tambur 1400 defa döner. Tamburun dönmesi 56 dakika sürer. Tamburun bu hareketleri (**ASTM-D-3402-93**) standardına göre ayarlanmıştır. Tamburum kapakları belirli bir süre sonra açılır. Her bölmeden çıkan kömürler, dikkatlice ayrı ayrı tavalara alınır.

İki bölümden çıkan elek üstü kömür miktarı farkı 200 g 'dan fazla ise o kömür numunesinin geçerli bir numune olmadığı kanısına varılır. Bu şartlarda deney tekrarlanır.

Birinci elek= 25,4 mm

İkinci elek= 6,35 mm

Üçüncü elek= tavadır.

Her bir numune için eleme 3 dakikada tamamlanır.

NOT: Her iki numune için elek üstünde kalan kömür miktarlarının farkı 200 g' dan fazla olmamalıdır.

Tavalarda bulunan kömürler, sarsak elek ile ayrı ayrı elenir. Sarsak elekte iki elek ve bir tava bulunur.

Özenle tartılır. Deney raporuna elek numaraları ile birlikte kaydedilir. (Görsel 2.6).

KOK ORANI

Kok kömürü sağlamlığı **M40** ve **M10** sembolleri ile incelenmektedir. Kok kömürü sağlamlığının, yüksek fırında üretilen birim sıvı maden başına kok sarfiyatında önem arz eder. Kok kömürü sağlamlığı arttıkça birim sıvı maden başına harcanan kok miktarı azalacak böylece maliyet düşecektir.

Kok kömürü yüksek fırının alt bölümlerinde 1500 ^{0}C sıcaklıklarda CO_2 ile reaksiyona girerek gaz hâline geçer **($C + CO_2 = 2CO$).**

Kok Kömürünün Mekanik Sağlamlığı (M40): 40 mm gözenek aralığı olan elek üstünde kalan kok miktarının deneye giren kok miktarına oranına denir. M40 endeksinin %78'den fazla olması kok kömürünün kaliteli olduğunu gösterir.

Kok Aşındırması (M10): 10 mm gözenek aralığı olan elek altında kalan kok miktarının deneye giren kok miktarına oranına denir. M10 değerinin %8'den aşağı düşmemesi istenir. M10 değerinin %1'lik artışı, yüksek fırında kok tüketimini artırarak çelik üretiminde %3 oranında üretim düşüşüne neden olur.

Kok kömürünün sertlik hesabı şu şekilde hesaplanır:

$$X = \frac{\text{25,4 mm elek üzerinde kalan kok kömürü miktarının (kg)}}{\text{Teste tabii tutulan kok kömürü miktarına (kg)}} \text{ x } 100$$

$$XX = \frac{\text{6,34 mm elek üzerinde kalan kok kömürü miktarının (kg)}}{\text{Teste tabii tutulan kok kömürü miktarına (kg)}} \text{ x } 100$$

Stabilite faktörü= X

Sertlik faktörü= X + XX

Örnek Problem: 10 kg kok kömürü teste tabi tutuluyor. 25,4 mm elek üstünde kalan kok kömürü miktarı 7,20 kg geliyor. Aynı kömürün 6,35 mm elek üzerinde kalan miktarı 1,5 kg geliyor. Bu numunenin **stabilite faktörü** ve **sertlik faktörünü** hesaplayınız.

Çözüm: $X = \frac{7{,}20\ kg}{10\ kg} \times 100 \longrightarrow$ X= 72 **Stabilite faktörü**

(M40 % 78'den fazla çıkar ise kalitelidir.)

$XX = \frac{1{,}5\ kg}{10\ kg} \times 100 \longrightarrow$ XX= 15 (M10 %8'den aşağı düşmemelidir.)

Sertlik faktörü= 72 + 15 = 87

KÜKÜRT TAYİNİ

Kükürt, fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkar. Havaya karıştığında havayı kirletir.

Kükürt oksitler havaya salındığında bir dizi reaksiyona uğrar.

$SO_2 + OH \longrightarrow HOSO_2$

$HOSO_2 + O_2 \longrightarrow SO_3 + H_2O$

Havadaki su buharı ile reaksiyona girince asit yağmurlarının temel sebebi olan sülfürik aside dönüşür. $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$ oluşur. Kükürt havada; kükürt dioksit (SO_2), hidrojen sülfit (H_2S) ve farklı sülfatlar şeklinde bulunur. Kükürt dioksit renksiz, boğucu ve kokulu bir gazdır. Suda hemen çözülebilen ve su damlacıkları ile okside olan bir maddedir.

Kömürlerdeki kükürt oranının fazla olması hava ve doğal yaşam kirliliğine neden olur. Bu sebeple endüstride ve evlerde kullanılacak kömürlerin düşük kükürt oranlarına sahip olması önemlidir.

ASTM-4239-94 standartlarına uygun ölçüm yapılmaktadır. Bu amaç için özel olarak üretilmiş cihazlar kullanılmaktadır.

Kükürt analizi için alınan kömür numunesi katkı maddeleri ile birlikte yüksek oksijen altında ve yüksek sıcaklıkta (1350 ^{O}C) numunenin fırında yakılması ile kükürdün açığa çıkması sağlanır. Kükürt, sülfür dioksit olarak ortaya çıkar. SO_2 gazı yoğunluğunun kızıl ötesi IR spektroskopi ile ölçülür.

Yanma odasının ön tarafındaki numune portuna yaklaşık 60 L / saat'lik oksijen akışı sağlanır. Bu oksijenin, 30 L / saat' lik kısmı akış (taşıyıcı gaz akışı) yanma tüpünden çekilir. Oksijenin geri kalanı numune giriş portundan dışarı kaçar ve böylece yanma tüpüne ortam havasının girişini engelleyen bir gaz perdesi oluşturur. Gaz akışı, kurutma tüpünden geçer ve daha sonra detektöre akar.

Elektronik detektör ünitesi gaz akışını ölçer ve kontrol eder, IR kaynağını düzenler, detektör sinyalini dijitalleştirir. Otomatik kazanç kontrolü (AGC) sabit hassasiyet sağlar. Bir USB portu üzerinden elektronik bilgisayar ile iletişim kurar.

Bir yazılım enstrümanı kontrol eder, ham verileri değerlendirir, gerekli hesaplamaları yapar ve analiz verilerinin arşivlenmesini sağlar.

2. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ

1. Aşağıdakilerden hangisi dörtleme metodu işlemlerinden biri değildir?

A) Çeşitli yerlerden alınan kömürden yuvarlak bir yığın yapılır.

B) Kömür yığını, köşeli bir kalıpta ısıtılır.

C) Yığın dört eşit parçaya bölünür

D) Bu metot üç kez uygulanır.

E) Alınan numune kömürün genelini kapsar.

2. Yığın ağırlığı testinde kullanılan eleğin elek aralığı kaç mm olmalıdır?

A) 21,5 B) 10,01 C) 9,51 D) 5,86 E) 3,8

3. Elek analizinde alınan numuneler kaç derece ve kaç saatte kurutulur?

A) 200-300 °C 3 saat

B) 120-130 °C 3 saat

C) 110-150 °C 3 saat

D) 105-110 °C 3 saat

E) 90-100 °C 1 saat

4. Elek analizi ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Elek analizi testi sonunda kok üretimine gelen kömürün tane dağılımı öğrenilir.

B) İnce tanelerin oranının artması kok kömürünün sağlamlığını azaltır.

C) Elek analizi, elek üstünde kalan kömür miktarının toplam kömür miktarına bölünmesiyle bulunur.

D) Kırıcılarda yapılan kırma ve eleme ünitelerine tane iriliği ile ilgili ayarlama yapılamaz.

E) Kırıcıların verimli çalışıp çalışmadığı anlaşılır.

5. Elek analizi formülünde boş alana aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

$$\text{Elek Üzerinde Kalan \%} = \frac{\text{Elek üzerine kalan kömür miktarı (gram)}}{?} \times 100$$

A) Kömür miktarının yarısı (kg)

B) Kömür miktarının dörtte biri

C) Toplam kömür miktarı (gram)

D) Kömürün ısıtıldığı derece (°C)

E) Kömürün miktarı-elek altında kalan kömür miktarı (g)

6. İnceleme yapmak için alınan kömür numunelerinde aşağıdakilerden hangisi göz önünde bulundurulmalıdır?

A) Arazi, stok ve nakil durumu

B) Maliyet

C) Renk

D) Şekil

E) Alıcı

7. Aşağıdakilerden hangisi numune alma işleminde dikkat edilmesi gereken noktalarda biri <u>değildir?</u>

A) Numunenin ne amaçla alınacağı önceden kararlaştırılmalıdır.

B) Ne tür bir kömürden (ocaktan çıkan kömür, yıkanmış kömür) numune alınacağı bilinmelidir.

C) Hangi üniteden (vagon, bant, stok sahası) numune alınacağı bilinmelidir.

D) Alınan numunelere hangi analizlerin yapılacağı bilinmelidir. (rutubet, kül)

E) Numunelerin alınma saatine dikkat edilmelidir.

8. Kimyasal ve fiziksel özellikleri incelemede doğru sonuçlara varabilmek için aşağıdakilerden hangisi dikkate alınmalıdır?

A) Bütün malzemeler tek tek test edilmelidir.

B) Bütün malzemeler farklı farklı testlerden geçirilmelidir.

C) Çeşitli kömür kullanılmamalıdır.

D) Numune almaya özen gösterilmelidir.

E) Alınan kömürler önce ısıtılmalıdır.

9. Rutubet analizi için tane iriliği nasıl olmalıdır?

A) 3 mm'den büyük olmalıdır.

B) 3 mm'den büyük olmamalıdır.

C) 2 mm'den küçük olmalıdır.

D) 2 mm olmalıdır.

E) 4 mm olmalıdır.

10. Hava değişim hızı saatte 3-5 kez olmak üzere hızlı ısınıp soğuyabilen ısıtıcılar aşağıdakilerden hangisidir?

A) Bunker B) Etüv C) Kırıcı D) Sarsak E) Tava

11. Kömürün fiziksel etkilere karşı göstermiş olduğu dayanıma ne denir?

A) Elek analizi B) Kükürt tayini C) Rutubet D) Stabilite E) Yalıtım

12. Stabilite deney için sahadaki kok yığınlarının çeşitli yerlerinden toplam kaç kg örnek alınır?

A) 20 kg B) 25 kg C) 5 kg D) 10 kg E) 15 kg

13. İki bölümden çıkan elek üstü kömür miktarı kaç gramdan fazla ise geçerli sayılmaz ve deney tekrarlanır?

A) 200 g B) 500 g C) 450 g D) 100 g E) 150 g

14. Kok oranı ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Kok kömürü sağlamlığı M40 ve M10 sembolleri ile incelenir.

B) Kömürün sağlamlığı arttıkça birim sıcak maden başına harcanan kok miktarı azalıp maliyeti düşecektir.

C) M10: Kok aşındırmasıdır.

D) M40: Kok kömürünün mekanik sağlamlığıdır.

E) M10 değerinin %10'dan aşağı düşmemesi gerekir.

15. Kükürtle ile verilen aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Havaya karışan kükürdün havayı kirletici etkisi vardır.

B) Kükürt; kükürt dioksit, hidrojen sülfit, farklı sülfatlar olarak havada bulunur.

C) Fosil yakıtların yanması sonucu kükürt ortaya çıkar.

D) Kükürt, havada su buharı ile reaksiyona girerek asit yağmurlarının temel sebebi olan sülfürik aside döner.

E) Endüstride ve evlerde yüksek oranlı kükürt kullanımında zarar yoktur.

16. Kükürt tayininin hangi standartlara uygun olması gerekmektedir?

A) ASTM D-293-93

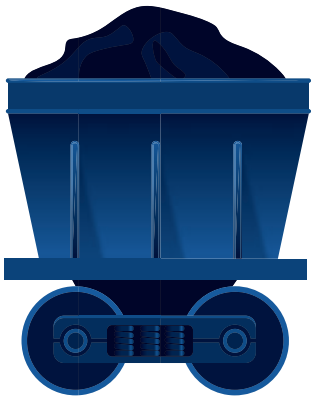
B) ASTM-4239-94

C) Alman

D) Özel

E) TS 2390

3. ÖĞRENME BİRİMİ



KAMARALARDA KOKLAŞTIRMA

KONULAR

3.1. KAMARALARIN ÇALIŞTIRILMASI

3.2. KOKLAŞMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Kamaraların çalışma şeklini
2. Kamaralarda koklaşma sürecini

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=15616

3. KAMARALARDA KOKLAŞTIRMA

Kömürler, ocaklardan çıkarıldıktan sonra bir dizi işleme tabi tutulur. Kırma, eleme, kurutma, kok kömürüne dönüştürme gibi işlemlere tabi tutulan kömürün enerji verimliliği artırılır. Kitabın bu kısmında taş kömürünün kok kömürüne dönüştürülmesi işlemlerini öğreneceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizdeki kömür işleyen yerlerde kömürün kullanılabilir hâle gelinceye kadar ne gibi işlemlerden geçtiğini araştırınız. Bu bilgileri sınıfta arkadaşlarınız ile paylaşınız.

3.1. KAMARALARIN ÇALIŞTIRILMASI

Karbonizasyon işlemi yapılarak taş kömürünün damıtılması sonucunda elde edilen kaliteli kömüre **kok kömürü** denir.

Taş kömürü; nem, tane büyüklüğü, homojen karışım gibi özelliklerine göre ayrılır (Görsel 3.1). Yüksek sıcaklıklarda kömür tanelerinin kapalı ve havasız bir ortamda ısıtılması ile kömür moleküllerine ayrılır. Kömürün bünyesindeki uçucu maddeler çıkarak baca gazları ile bacadan atılır. Bu gazların içindeki elementler, diğer gaz ünitelerinde ayrıştırılır.

Demir cevherini ergiten yüksek fırınların, cevheri ergitmek için ihtiyaç duyduğu enerji kaynağı, taş kömüründen elde edilen kok kömürü ile sağlanır. Taş kömürü bir dizi işleme tabi tutularak kok kömürüne dönüştürülür. Kok kömürü, taş kömüründen daha yüksek ısı enerjisi verir. Taş kömürünün içindeki uçucu maddeler uzaklaştırıldığı için yanma sadece karbon ile oluşur. Bunun sonucunda ise demir cevherinin ergimesi için gerekli olan yüksek sıcaklık meydana gelir.

Demir üretimi için bazı ham maddelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bir ton demir üretmek için yedi ton ham maddeye ihtiyaç vardır. Bu yedi tonluk ham maddenin dağılımı; 2 ton demir, 1 ton kok, 500 kg kireç taşı, 3,5 ton gaz yakacak şeklindedir.



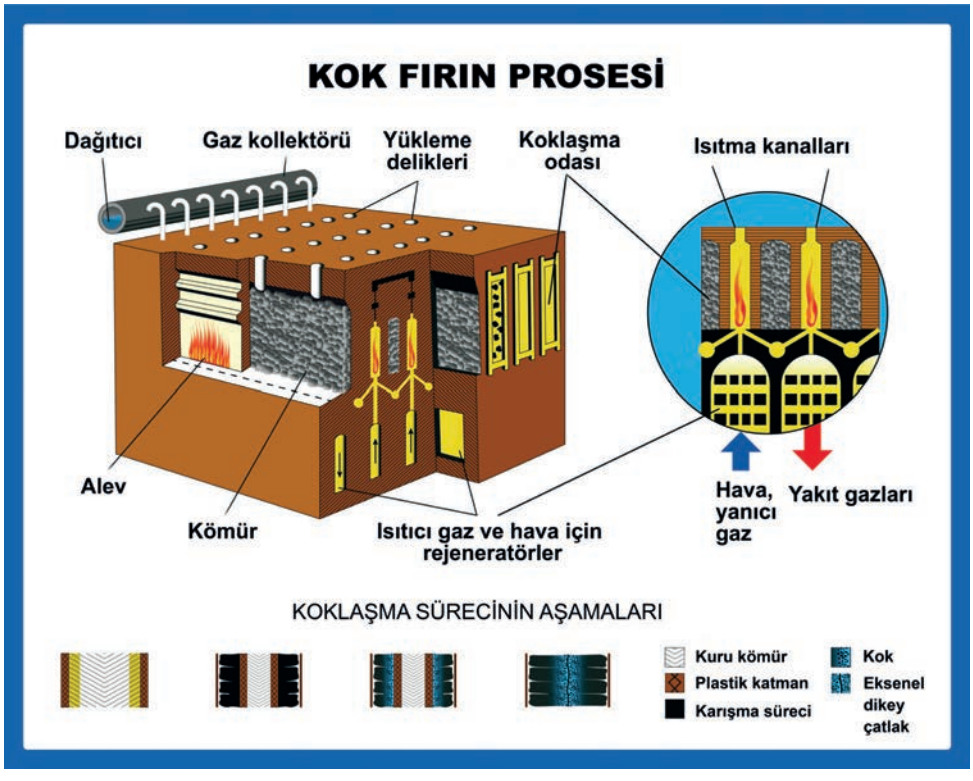
Görsel 3.1: *Kömürün öğütülmüş hâli*

Taş kömürü, kok fabrikaları adı verilen ünitelerde işlenir. Kok fabrikalarında kuru bazda kok kömürü üretimi, 2.000.000 ton / yıl bazında değişiklik gösterir ve fabrikalarda her biri altmış dokuz fırından oluşan dört batarya bulunur. Bataryalardan elde edilen kok kömürü, yaş söndürme istasyonunda basınçlı su ile söndürülür.

Kömürün içindeki uçucu maddeler yüksek sıcaklık ile çıkardıktan sonra geriye kalan sert, gözenekli sünger yapılı, karbon oranı yüksek kömüre **kok kömürü**, yapılan işleme ise **koklaşma** denir.

Kok kömürü; öğütülmüş taş kömürünün havasız ortamda, 1200 ^{O}C'ta yaklaşık 20 saat karbonizasyon işleminden geçmesiyle elde edilir. Kok fırınları, bu amaç için imal edilmiştir.

Kok fırınları 12-17 m uzunluğundadır. 400-500 mm eninde ve 4-7 m yüksekliğinde her iki tarafı da kapaklıdır. Kamaraların taş kömürü şarjı üst kısımdan, sürgüleme işlemi de üstteki deliklerden yapılır. Kamaralar, bir yanma odası+ kok kamarası+ yanma odası+ kok kamarası şeklindedir ve başı ile sonu, yanma odaları ile başlayan ve biten çok sayıda fırın ve yan yana dizilen bataryalardan oluşur. (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: *Kok kamaralarının kesit görünümü*

Silika tuğlalarla dar ve uzun örülen, önü ve arkası kapaklı, üstü ise delik kapaklı olan, yan yana dizilmiş çok sayıda fırının oluşturduğu bloklara **batarya** denir.

Fırınların ve bataryaların üzerine raylı sistem kurulur. Raylı sistemde şarj arabası ileri geri hareket ederek fırınlara öğütülmüş taş kömürü doldurulmasını sağlar.

Fırınlara şarj edilen koklaşabilir kömür karışımının havasız ortamda ısı ile koklaştırılması işlemi; yan odada yakıt gazları yanma kamarasında yakılarak elde edilen ısının fırın duvarlarına iletilmesiyle koklaşma başlar. Kömürden çıkan uçucu maddeler ile ısıtma gazının yanmasından meydana gelen baca gazı birbirine karışmaz.

Bataryalar, her fırının iki yanındaki ve batarya başlarındaki putrellerle 2-3" (İNÇ) kalınlığındaki demir çubuklarla (tie-rod) karşıdan karşıya ve boydan boya hem batarya altından hem de batarya üstünden bağlanmıştır. Bu çubukların görevi; genleşme ve büzülmelerde, tuğla yapılarında meydana gelebilecek bozulmaları önlemektir. Bu çubuklar, ön taraflardaki yaylarla batarya refrakter yapıyı, belli basınçta sarabilecek şekilde sıkıştırır. Yan odalarda meydana gelen ısı, kömürün bulunduğu odayı yan duvarlardan başlayarak ısıtmaya devam eder. Böylece kömürün ilk yanma işlemi dıştan içe doğru olur. Havasız ortamda koklaşan kömür, içindeki uçucu maddeleri dışarı atar ve yumuşar.



Görsel 3.3: *Kapağı açık kok kamarası*

Koklaşma sırasında fırının içi 400 OC olduğunda kömür plastik hale geçer (Görsel 3.3).

Aralarda bulunan uçucu gazlar, yumuşak plâstik haldeki kömürü aşarak bacadan dışarı çıkmaya çalışır.

Fırın içi 500 ^{0}C olduğunda plastiklik kaybolur. Hacim genişlemesi, fırını dik olarak etkiler. Fırın içinde koklaşmanın ilerlemesi ile ortada buluşur ve **birleşme zonu** meydana gelir. Koklaşma belirli zaman ve sıcaklıkta tamamlanır. Fırın kapakları yanlardan açılır. Bir taraftan itilir ve diğer taraftan raylı arabalara sıcak iken yüklenir (Görsel 3.4). Fırından sıcak olarak çıkan kok, taşıma arabası ile kok söndürme ünitesine taşınır. Bu ünitede basınçlı su ile söndürülür (Görsel 3.5).



Görsel 3.4: *Yanmış kok kömürünün söndürme arabasına alınması*



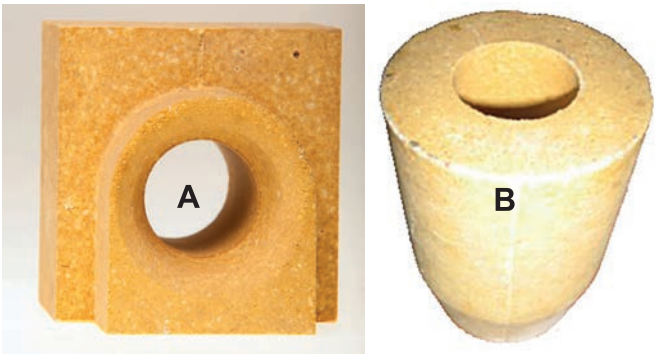
Görsel 3.5: *Basınçlı su ile söndürme ünitesi*

NOZULLAR

Kok fabrikalarında kullanılan sıvıların ve gazların püskürtülmesinde kullanılan memelere **nozul** denir. Nozullar vasıtası ile fırından çıkan yanmakta olan kok kömürüne, basınçlı su püskürtülerek sönmesi sağlanır. Diğer yandan yanma odasına gönderilen gazların ve sıvı yakıtların pülverize edilerek .kaliteli bir yanma sağlayan nozullar da vardır.

• Gazların Püskürtülmesinde Kullanılan Nozullar

Bu nozullar, ısıtma odalarında bulunur. Kok gazının yanma odasına püskürtülmesinde kullanılır. Kaliteli yanma oluşması için gazın, yanma odasına dağıtılarak püskürtülmesi gerekir. Püskürtme işlemi nozullar sayesinde olur. Isıtma odasının nozulu iki parçadan oluşur. Silika tuğladan yapılır. Bir ısıtma fırınında otuz takım nozul kullanılır. Nozulların çanak kısmına **dişi nozul** ayarlanabilir olan kısmına ise **erkek nozul** denir (Görsel 3.6). Çanak kısma oturan B nozulu, püskürtme boyunu ayarlar. Ayarlanabilir olan B kısmı, yanma odasında alevin yüksekliğini ayarlar. A nozulun ölçüleri 15x15x15 cm olarak üretilir.



Görsel 3.6: *Gazların püskürtülmesinde kullanılan dişi (A) ve erkek (B) nozullar*

A nozulun üzerine B nozulunun oturmasını sağlayan ortadaki deliğin üst çapı 12, alt çap 8 cm'dir. İç kısımda kalan deliğin çapı her tarafta aynı olup 5 cm' dir. Eğimli kısmın yüksekliği 10, kalan düz kısım 5 cm' dir. B nozulun dış çapı 13, yüksekliği 25 cm' dir. B nozulu A nozuldaki yerine yerleştirildiğinde nozulların ara birleşim yerleri özel çamur ile kapatılır.

• Sıvıların Püskürtülmesinde Kullanılan Nozullar

Fırından yanar hâlde çıkan kok kömürünün zaman kaybetmeden söndürülmesi ve soğutulması gerekir. Fırından çıkarılan akkor hâldeki kok, raylı taşıma arabasına alınır. Bu araba hâlen yanmakta olan kok kömürünü zaman kaybetmeden söndürme odasına taşır. Kömüre söndürme odasındaki nozullar yardımıyla su püskürtülerek kömürün soğuması ve sönmesi sağlanır.

FIRIN DUVARLARINI OLUŞTURAN TUĞLALAR

Kömürlerin koklaşması için yan odalarda yanan gazların vereceği ısıya fırınların ihtiyacı vardır. Yan odalar ısıya ve genleşmelere dayanıklı refrakter tuğlalar ile örülmelidir.

• Şamot Tuğla

Bu tuğlalar, yüksek sıcaklığı olan ancak yüksek basıncı olmayan ve ani sıcaklık değişimi bulunan yerlerde kullanılır.

Şamot tuğla; jeneratör ızgara tuğlaları, jeneratör alt kanalları, yanma kamaraları üst kanallarından hemen sonra gelen fırın kapılarında kullanılır. Şamot tuğlalarının yapımında ateş toprağı %33-45 oranında (Al_2O_3) ve %55-62 oranında (SiO_2) (silika) kullanılır.

Ayrıca şamot tuğla, saatte 300 ^{O}C' lik ısı değişimine dayanabilir. Ayrıca şamot tuğla cinsine göre 4,3 kg/cm^2 lik basınç altında 1150 ^{O}C' ta bozulmaya başlar.

Silika Tuğla

Bu tuğlalarda %93-98 gibi yüksek oranda SiO_2 bulunur. Bu tuğlalar; içinde bulunan kuvarsın 870 ^{O}C tridimit, sonra da 1470 ^{O}C kristobalit hâline allotropik dönüşüm yapmasından dolayı yüksek sıcaklıkta %1,5 oranında genleşme gösterir.

Renkleri; lekeli fildişi beyaz, kahverengi ve beyaz arasında değişir. Yüksek sıcaklık ve yüksek basınca dayanıklı olması nedeniyle fırın ile ısıtma odasını birbirinden ayıran duvarların yapımında bu tuğladan yararlanılır.

- **İzolasyon Tuğlaları**

Yüksek gözenekli izolasyon tuğlaları, fırınlarda ve her türlü izolasyonun yapıldığı yerlerde kullanılır. Tuğlanın gözenek oranı %40-70 arasındadır. Bu tuğlalar; yüksek sıcaklıklara dayanıklı değildir. Bu nedenle alt kanalların tabanında iki veya üç sıra olarak jeneratörün itme tarafında, kok tarafında iki sıra olarak kullanılır. Ayrıca kok fırınları üstünde jeneratör yüksekliği boyunca kullanılır.

KOK FIRIN VE BATARYALARININ İLK ÇALIŞTIRILMASINDA VE İŞLETİLMESİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Kok fırın ve bataryalarının ekonomik kullanılması ve verimli çalışması ilk çalıştırma kurallarına uyulmasına bağlıdır. Ankraj kolonları ve gerdirme bağlantıları sık sık kontrol edilir. Ana gaz boruları ve dikey çıkış boruları tıkanmalara, krom bağlamalara karşı uygun periyotlarda temizlenir. Tespit edilen arızaların giderilmesi fırın ve bataryaların uzun ömürlü olmasını sağlar. Kok fırın ve bataryalarının örülmesinde kullanılan tuğlaların ilk yanmalarda kontrollü bir şekilde tavlanması da çok önemlidir.

- **Tuğla örme işleminde dikkat edilmesi gereken hususlar**

Tuğlalar, gerçek örüme başlanmadan uygun bir zeminde denenmelidir. Böylece tuğla ölçüleri kontrol edilir. Fırın ve bataryaların yapımında kullanılan tuğlaların aynı fabrikadan mümkün ise aynı yığından üretilen tuğlalardan olmasına özen gösterilir.

Örüm için gelen tuğlalar, ambarda ve kapalı yerde bekletilir. Nemden uzak tutulur. Yağmur yemiş, nemlenmiş tuğlalar ile örülen fırın ve bataryalar kısa zamanda çatlar, patlar ve bozulur.

Tuğlalar örülürken aralarında genleşme boşlukları bırakılır. Bu boşluklar genleşme sırasında kapanır.

Fırın ve batarya duvarları; çatlama, karıncalanma, deformasyon, kopma ve parçalanmalara karşı kontrol edilmelidir. Ayrıca kamaralardan ham kok gazı ve ısıtma gazı sızıntısının olup olmadığının kontrol edilmesi de oldukça önemlidir. Dikey ve yatay gaz çıkış boruları periyodik olarak temizlenir. Batarya devreye alındıktan sonra ortaya çıkabilecek gaz ve toz kaçağı çevre kirliliği ve ekonomik kayıplar oluşturur. Bataryanın da ömrünü kısaltır.

İLK ISITMA

Fırın ve bataryaların ilk ısıtma işlemi, 110-120 ^{O}C'ta kurutma işlemi ve su buharı çıkışı ile başlar. Oluşan buharın fırının alt kısmında tekrar yoğuşmaması için verilen hava miktarı artırılır. Alt kanalda sıcaklık 100 ^{O}C'a ulaştığında kurutma işlemi biter ve ısıtma işlemi başlar. Tuğlaların genleşmesi 120-300 ^{O}C olduğundan 300 ^{O}C'a kadar ısıtma işlemi çok yavaş olmalıdır. Tuğlaların genleşmesi oranının %0,035 oranını geçmemesine dikkat edilir. Isının düzenli olarak artması kontrol edilerek herhangi bir ısı düşüşüne izin verilmemelidir.

Fırın içi sıcaklığının 300-500 ^{O}C' larda olmasına ve günlük ısı artışının 20 ^{O}C 'ı geçmemesine özen göstrilir. Sıcaklık 500-800 ^{O}C'larda olduğunda ise ısı yaklaşık olarak 30 ^{O}C artırılır. Fırın içi sıcaklığın 800 ^{O}C'a ulaşması 65 gün sürecek şekilde ayarlanmalıdır.

Gaz, alev alma ısısına ulaştığında alttan gaz verilerek ısıtmaya devam edilir. Batarya, homojen şekilde bir bütün olarak ısıtılmalıdır. Genleşmelerin tierodlar vasıtası ile kontrol edilmesi gerekir. Bu kontroller sayesinde düzenli tavlama ve kontrollü genleşme sağlanır.

SICAK TAMİR

Kullanım sırasında küçük bölgesel göçükler fırınlarda olabilir. Bu hasarlar tamir edilir. Bu çalışma diğer birimlerde üretim devam ederken zor şartlar altında yapılmaktadır. Bir fırının tamiri için sağlı sollu ikişer fırının üretiminin durdurulması ve yirmi gün gibi bir sürede fırının soğuması gerekir. Bir fırının sıcak tamiri yaklaşık kırk beş gün sürer. Bu kırk beş günlük zaman diliminde beş fırından üretim alınmaz. Kırk beş günlük zaman dilimindeki kayıplara dikkat çekildiğinde; koklaşma süresi 18 saat, fırın başına günlük üretim 19,94 ton, 19,94x5 fırın= 99,7 tondur. Kırk beş gün için 9,7x45= 4 486,5 ton olarak kırk beş günlük kayıp ortaya çıkar. Bunun yanında iş gücü, zaman ve oldukça fazla ekonomik kayıplarda meydana gelir.

DÜŞÜK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI

450-700 ^{O}C' ta gerçekleştirilen koklaşmaya **düşük sıcaklık koklaşması** denir. Düşük sıcaklık koklaşmasının zararları şunlardır:

- Fırın duvarlarına kok yapışması olur.
- Kokun itilmesi zorlaşır.
- Yan duvarlarda aşınma tehlikesi vardır.
- Refrakter yüzeyi hasar görür.

YÜKSEK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI

900-1000 ^{O}C' ta gerçekleşen koklaşmaya **yüksek sıcaklık koklaşması** denir. Yüksek sıcaklık koklaşmasının zararları şunlardır:

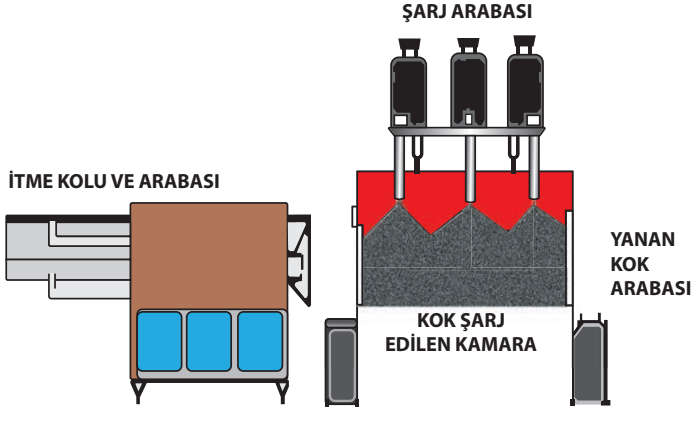
- Tuğlalarda yumuşama başlar.
- Kömür külü eriyerek tuğlalara yapışır.
- Kömür külü içindeki demir oksitler tuğla ile reaksiyona girer ve aşınmaya sebep olur.
- İtmede zorluklar olur ve itme sırasında duvarlar zarar görür.

KÖMÜRÜ KAMARALARA ŞARJ ETME

Fırın şarj miktarı, kömürün yığın ağırlığı ve kamara hacmi dikkate alınarak belirlenir. Kömürün şarj ağırlığı hesaplanırken genleşme özelliği ve nemi dikkate alınır.

Yükleme ve çalışma rejimi, bataryalarda yan yana bulunan fırınların çalışmasıyla oluşacak sıcaklık düşmesine fırsat vermeyecek şekilde ayarlanır (Görsel 3.7).

Taş kömürü, kamaralara yüklenmeden önce kırıcılarda kırılır. Kırılan kömür tanelerinin %85'i 3 mm'den küçük olmalıdır. Geriye kalan %15 ise 8 mm'den küçük olmalıdır. Kırıcılarda kırılan kömür, karıştırıcılarda karıştırılır. Silolarda depolanarak nemlendirilir. Kok fırınları boşaldıkça silolardan konveyör bant sistemleri ile şarj arabasına yüklenir. Şarj arabası, batarya fırınlarının üzerindeki raylı sistem ile ileri geri hareket ederek hangi fırın boş ise onun üzerinde durur.



Görsel 3.7: *Kok ünitesi kesit resmi*

Şarj arabalarına yaklaşık yirmi ton koklaştırılacak hazırlanmış kömür yüklenir. Fırın kapakları her fırın başına üç adettir. Şarj arabasının her şarj işleminde bu üç kapak açılır. Şarj arabasında bulunan ve drop-slover denen kapaklar, fırının üstünde bulunan ve açılmış olan kapakların üzerine yerleşir. Drop-sloverdaki boşaltma kapakları açılır. Şarj arabasında bulunan taş kömürü karışımından yaklaşık yedi ton öğütülmüş kömür fırına şarj edilir.

SÜNGÜLEME

Fırına şarj edilen kömür, üç yükleme kapağından yüklendiği için fırın içinde üç öbek hâlinde düzensiz duracaktır. Fırına şarj edilen kömür gevşek (sıkıştırılmamış) vaziyette dolar. İlk dolumda doldurulan kömürün üst düzeyi düz değildir. Kömürün hem sıkıştırılması hem de düz hâle gelmesi için süngüleme yapılır. Koklaşmanın düzenli olması ve oluşan kok gazlarının dışarı atılması için fırın içine şarj edilen kömürün üst yüzeyinin düzgün olması gerekir. Bu düzgünlüğü sağlamak için uzun çelik çubuk kullanılarak kapaklardan içeriye baralama işlemi yapılır. Fırınlar üzerinde çalışan elemanlar tarafından çelik çubuk baralar ile üst kapaklardan içeriye ve kömürün içine 5-6 defa girip çıkması ile kömürün üst yüzeyi düzgün hale gelir.

Fırın üzerine dökülen kömür parçacıkları bir kenarda toplanarak bir elevatör bant sistemi sayesinde tekrar şarj arabasına yüklenir. Süngü boyu 21.774 m, süngü normal hareketi 14.230 m, azami süngü hareketi 14.545 m' dir.

Şarj etme ve sürgüleme sırasında etrafa dökülen kum hâlindeki kömürlerin toplanarak ilgili yerlere gönderilmesi gerekir. Etrafa dökülen kömürlerin toplanması hem temizlik hem de ekonomik kayıpların önlenmesi açısından önemlidir.

KAMARALARDA KULLANILAN GAZLAR

Taş kömürünün havasız ortamda, 450-1000 0C sıcaklıklarda yakılması ile kok kömürüne dönüşmesi için ısı kaynağı olarak yanıcı ve yakıcı gazlar kullanılır. Kok bataryaları;kok gazı,yüksek fırın gazı ve basınçlı hava ile birlikte yanma odalarında yakılır. Kok gazı incelendiğinde içinde hem yanıcı hem de yakıcı gazların olduğu görülür.



Görsel 3.8: *Kok bataryası üzerindeki gaz dağıtım kanalındaki baca gazı kutusu*

Kok gazının bileşimi aşağıdaki gibidir.

- Karbondioksit %1-5
- Alkan %1-2
- Oksijen %0-0,5
- Karbon monoksit %6-7
- Hidrojen %55-60
- Metan %25-28
- Azot %5-7

Kok fırınları 3000 kcal / m^3 ten yüksek olan zengin gazlar ile ısıtılır. Kok fırınları genellikle kendi ürettikleri kok gazları ile ısıtılır. Duruma göre propan, bütan, tabi gaz ve karbonca zenginleştirilmiş su gazları da enerji kaynağı olarak kullanılabilir.

3000 kcal / m^3 ten düşük enerjili gazlara zayıf gazlar denir. Zengin gazlar ile karışık olarak da kullanılabilir. Ayrıca fırınların ilk ısıtmalarında zayıf gazlardan yararlanılır (Görsel 3.8).

YANMA ODASI

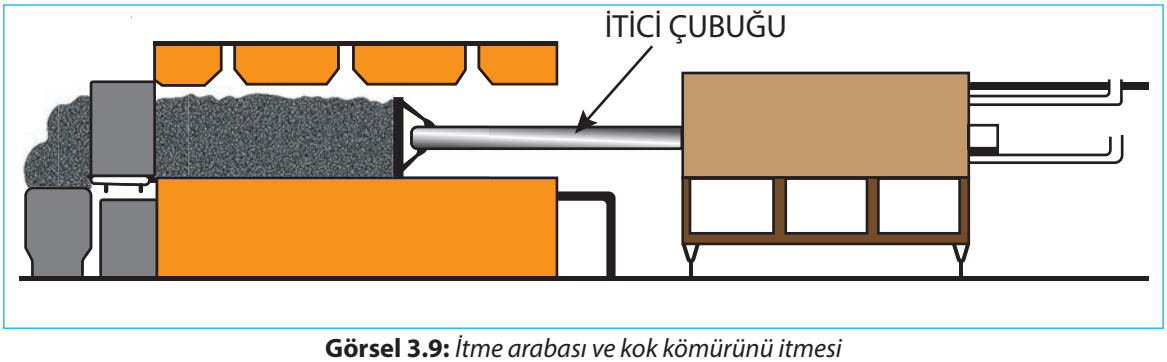
Gaz karışımı yakıtın yanma işlemi, fırın içindeki nozullar ile gerçekleşir. Oluşan alevler kömüre direk temas etmemelidir. Bunu da yan duvarlar engeller. Duvar kalınlıklarının artması ısı aktarımını azaltır. Kok fırınlarında yanma odaları otuz adettir. Bunların on dört tanesi kok, on altı tanesi de itme bölümünde bulunur. İki yanma odası kok fırınının üzerinden 20 cm çaplı bir delik ile birbirine baca bağlantısı ile bağlanır. Bu delik, yanma odasında egzoz görevi yapar. Bataryaların üzerine yazılan numaralar kok kamarasına yazılır. Yanma odaları numarasızdır. Bir kok kamarası on beş soldan, on beş sağdan olmak üzere otuz çift yanma odası ile ısıtılmaktadır.

İTME ARABASI

İtme arabası, komple bir makinedir. Kamaraların içinde koklaşan kömürü çıkarır. Değişken yüklere ve termal ısıl şoklara karşı dayanıklıdır. Özellikle kok fırınlarında yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdır. Bu makinelerin kullanımında dikkatli olunmalıdır. Hatalı ayarlamalar tüm bataryaları yıkar.

Fırınların bir tarafında itici araba, diğer tarafında ise kılavuz arabası bulunur. İtici araba fırının kapağını açar. Tampon yaparak fırın içinde koklaşmış olan kok kömürünü iter. Karşı tarafta bulunan kılavuz arabasına çıkmasını sağlar. Diğer bir görevi ise boşalan fırının kapısını sızdırmaz bir şekilde kapatmaktır.

İtici arabaları, iyi yetişmiş kalifiye elemanlar kullanmalıdır. Tampon, kapı alma, süngü gibi işlemler dikkatli ve düzenli yapılmalıdır. İtici arabanın mekanik sistemi periyodik olarak her gün kontrol edilmeli ve bakımları eksiksiz yapılmalıdır.



Görsel 3.9: *İtme arabası ve kok kömürünü itmesi*

Koklaşması tamamlanan kömürün fırından çıkarılması itici arabada bulunan tampon yardımı ile yapılır. Tampon, 4,35 metre yüksekliğinde ve 35 cm enindedir; kolu dişlidir. Kok kömürünü fırın boyunca iter ve işlem sonunda çekilir (Görsel 3.9). Tampon kolu, dökme demirden yapılmıştır. Yüksek sıcaklıklara ve ısıl şoklara dayanıklıdır.

Boşaltma işlemi yapılacak fırının numarası telsiz kanalıyla itici araba, söndürme arabası ve kılavuz arabası operatörüne bildirilir. Kaç numaralı fırın açılacaksa karşılıklı anlaşılarak o fırına müdahale edilir. Aynı fırının karşılıklı kapakları açılır. Kılavuz arabası operatörü söz konusu fırın kapağını alır ve fırına köprü almayı araba ile tamamlar. Boşaltım yönünde önüne kılavuz arabası getirilir. İtme arabası operatörüne hazır olunduğunda bildirilir.İtme arabası kapı alma özel aparatı ile ilgili fırının kapısını alır. İtme arabası operatörü itici kolu hareket ettirerek fırın içindeki kok kömürünün söndürme arabasına dolmasını sağlar.

KILAVUZ ARABASI

Fırın kapağı ile söndürme arabası arasında 150 cm boşluk vardır. Bu boşluğu kılavuz arabası fırının içine 20 cm kadar girerek kapatır. Kömür, bu 150 cm'lik boşluğa düşmeden kılavuz arabasına ilerler. Bu boşluğun kapatılmasına **köprü alma** denir.

Arabanın itme kolu ısıl şoklara maruz kaldığı için çarpılma ve yamulmalar olabilir. Kolların her gün bakım ve kontrolleri yapılır. Zamanla tampon kollarında çarpılma ve bozulmalar oluşur. Önemli olan fırın ve bataryalara zarar vermeden fark etmek ve gerekli tedbirleri almaktır.

SÖNDÜRME ARABASI

Söndürme arabası, bataryalar boyunca raylar üzerinde hareket eden çelik ve kalın sacdan yapılmış özel vagondur. Elektrikli lokomotif şeklinde çalışır.

Fırın içinde yaklaşık 20 saat havasız ve oksijensiz ortamda yanan taş kömürü, artık kok kömürüne dönüşmüştür. Sıcaklığı 1250 ^{0}C'tadır. Bu sıcaklıkta zaman kaybetmeden söndürme arabası ile söndürme ünitesine alınması ve sulu ya da kuru yöntem ile söndürülmesi ve soğutulması gerekir. Zaman kaybedilmesi durumunda kömür yanacak ve küle dönecektir.

Yanan kömürün söndürülme işlemi, sulu söndürme ünitesinde basınçlı su püskürtülmesiyle yapılır. Kuru söndürme işlemi ise kapalı, havasız ortamda gaz kullanılarak yapılır.

Söndürme arabasının görevi; 1250 ^{0}C sıcaklıktaki yanan kok kömürünü 30-40 saniye gibi kısa bir süre içinde söndürme ünitesine ulaştırmak ve söndürmektir. Sönmüş olan kömürü soğutma çalışmalarından sonra kömürü kok rampasına boşaltmaktır.

BACA GAZLARI

Kok fabrikasında yanma ve karbonizasyon reaksiyonları sonucunda oluşan gazlara **baca gazları** denir. Baca gazlarının içinde nadiren yanmamış kömür taneleri, su ve is bulunur. Baca gazları analiz edilerek içindeki maddeler belirlenir. Baca gazları analizleri sonucunda kamaralardaki yanma hakkında bilgi sahibi olunur. Bu yapılan analize göre yanma odalarına gönderilen hava / yakıt oranları ayarlanır. Baca gazları damıtma ünitelerine alınarak içinde bulunan yanıcı ve yakıcı elementler ayrıştırılır. Böylece hava kirliliği en aza indirilir (Görsel 3.10). Elde edilen gazlar ve elementler de ekonomiye kazandırılır.



Görsel 3.10: *Temizlenmiş baca gazlarının dışarıya salımı*

KOKLAŞMA

Taş kömürünün sıcaklık etkisi ile havasız ortamda 800-1100 ^{0}C yakılmasına **karbonizasyon** denir.

Kömür, şarj arabası helezon besleyicileri vasıtasıyla fırın üzerindeki şarj deliklerinden doldurulur. Kömürlerin koklaşabilmesi için gerekli ısı yanma kamaralarından geldiğinden koklaşma yan duvarlarda başlar, kömürün ortasına doğru yürür. Havasız ortamda koklaşmaya başlayan kömür yumuşamaya başlar.

Taş kömürünün fırında yanması sırasında bacalardan çıkan gazdan elde edilen kok gazı, yan ürün olarak değerlendirilir. Kok gazı; çevre yerleşim alanlarında yakacak, fabrikada yüksek fırına gönderilen havanın ve kok kamaralarının ısıtılmasında enerji kaynağı olarak kullanılır.

KOK KAMARALARI

Şarj Arabası, batarya silolarında hazır bekleyen taş kömürü karışımını bunkerler aracılığı ile kok bataryalarına şarj edilmek üzere taşıyan arabalara **şarj arabası** denir. Şarj arabası ile kamaraların doldurulmasına **şarj etme** denir. Bu arabalar bataryaların üzerinde ileri geri hareket ederek bütün kok kamaralarının dolumunu sağlar. Şarj arabasının alt kısmında kok kamaralarının üst kapaklarına denk gelen boşaltım kapakları vardır. Bu boşaltım kapakları sayesinde bütün kok kamaraları doldurulur.



Görsel 3.11: *Kapağı açılan fırın*

Şarj işleminin, drop slever adı verilen ve aşağı yukarı hareket edebilen, 60-70 saniye içinde boşaltım yapabilen kısmı vardır. Şarj arabasında kömürü depolamaya yarayan dört adet bunker bulunur. Her birinin hacmi 28 m^3 tür. Karbon ve deveboynu temizleme işleminde şarj arabası kilitlenir.

Kok fırınlarında koklaşma anında 200 ^{O}C' ın altında su buharı, karbondioksit (CO_2) ve metan (CH_4) gazları açığa çıkar. 200 ^{O}C sıcaklıkta kömür molekülleri parçalanmaya başlar. Uçucu madde miktarındaki ani artış 350-450 ^{O}C arasında başlar. 350-450 ^{O}C sıcaklığa **birinci kritik sıcaklık** adı verilir. Kok gazının hacimce %50-60'ını oluşturan hidrojen (H_2), 350 ^{O}C'ta ayrışmaya başlar.

Koklaşmaya müsait kömürler 400 ^{O}C'ta yumuşar. Plastik kitle içinde de sıkışan gaz zerrecikleri, sıcaklığın etkisi ile genişleyerek kömürü şişirir, patlatır ve kömürün içinden dışarı çıkar. Plastikliğin kaybolması 500 ^{O}C'ta olur. Hacim genişlemesi fırın duvar yüzeyine dik gelir (Görsel 3.11).

Parafinlerin düşük karbon oranlı olanları 700 ^{O}C' tan sonra çözülür. Fırının her iki duvarında başlayan plastik bölge oluşumu, fırının içine doğru hareket ederek ortada birleşir. Bu birleşme noktası, koklaşmanın sonunda itilen fırında bir çizgi şeklinde görülür. Şarj işleminden sonra 20 saatlik zaman süresinde sıcaklık 1200 ^{O}C'ta koklaşma tamamlanır.

KOK KAMARALARININ ÇALIŞMASI

Bataryalar, fırın olarak da ifade edilmektedir. Hücreler ve her iki tarafında bulunan yanma kamaralarından oluşmaktadır. Bataryalar, yan yana dizilmiş fırın gruplarından oluşmaktadır. Örneğin demir çelik fabrikalarında yer alan kok fırınlarındaki kok üretimi, kuru bazda 2.000.000 ton / yıldır. Kok fabrikaları, her biri altmış dokuz fırına sahip dört adet bataryadan oluşmaktadır. Her bir bataryada yirmi veya daha fazla sayıda fırın bulunmaktadır. Birinci batarya, ikinci batarya gibi isimlendirilir. Fırın ve yanma kamaraları sırasıyla bir yanma kamarası, bir fırın şeklinde yan yana dizilmesiyle oluşur (Görsel 3.18). Bunların başlangıç ve bitiminde yanma kamarası vardır.

Her bataryanın her iki ucunda "Pinyon Wall" (pinyon val) adı verilen, ısıl yalıtkanlık sağlayan, ısıya dayanıklı tuğla örülü kalın duvarlar vardır. Fırın iç duvarları silikatlı tuğlalarla yapılmıştır. Bu tuğlaların 700 ^{O}C'ta faz değişimi vardır. Bu nedenle duvar sıcaklığı 700 ^{O}C' ın altına düşmemelidir. Fırın ölçüleri (Tablo 3.1) de gösterildiği gibidir.

Tablo 3.1: *Fırın Ebatları*

Boy	12,332 m	Genişlik İtme	0,4 m
Yükseklik	4,572 m	Kok Genişliği	0,476 m

Fırınların doğu ve batı yönlerinde olmak üzere iki kapağı vardır. Üst kısımlarında ise 50 cm çapında dört adet şarj kapağı bulunmaktadır. Fırınlara kömür yüklemesi bu kapaklardan yapılır. Şarj arabası kapakların üzerine gelerek kapakları açar. Bunkerleri indirir ve bunkerler aracılığı ile koklaştırılacak kömür, kamaralara şarj edilir. Kapakların açıldığı yere yakın bölgedeki tuğlalar ısıl şoka maruz kalır, bu nedenle o bölgenin tuğlaları ısıl şoka dayanıklı şamot tuğladan yapılır. Koklaştırma işlemi anında kömürün hacmi genişleyeceği için bataryalar esneyebilir özellikte olmalıdır.

Kırıcılarda kırılmış hâldeki taş kömürü, kapalı ve havasız bir ortamda ısıtılırsa kömür molekülü parçalanır. Kok kamaralarında 1100 ^{0}C sıcaklıkta oksijensiz ortamda kömürün içindeki uçucu maddeler ve su buharı uzaklaşır, süngerimsi şekilde sade karbon kalır. Uçucu maddelerin içinden kok gazı, katran, saf benzol, saf ksilol, saf toluol, solvent nafta, amonyum sülfat ve elektrot zifti çıkarılarak değerlendirilir.

Yanma, kok kamaralarında yeterli zaman içinde gerçekleşir. Kok kömürü oluşumu tamamlandıktan sonra numaralı fırın bataryaları boşaltılacağı zaman kapak açma ünitelerindeki operatörler haberleşerek birlikte hareket ederler. Operatörler, aralarında telsiz ile anlaşarak karşılıklı kaç numaralı fırını boşaltacaklarına karar verirler. Örneğin 120 numaralı fırın koklaşmasını tamamlamış ise kok alma arabasını 120 numaralı fırının önüne getirir. Bu sırada itici operatör ise 120 numaralı fırının önüne gelmiştir. Fırının her iki kapağı da operatörler aracılığı ile karşılıklı açılır. İtme tarafındaki operatör itme kolunu hareket ettirerek fırının içinde hâlen yanmakta olan kömürü iter. Diğer tarafta bulunan raylı sistemli arabanın içine hâlen yanan kömür dolar (Görsel 3.12). Zaman kaybetmeden söndürme ünitesine alınır (Görsel 3.13). Bu ünitede yanan kömürün üzerine basınçlı su püskürtülerek sönmesi sağlanır (Görsel 3.14).



Görsel 3.12: *Koklaşan kömür zaman kaybetmeden söndürme arabası*



Görsel 3.13: *Koklaşan kömür zaman kaybetmeden söndürme ünitesine taşınır*



Görsel 3.14: *Kok kamarasından çıkan kömürün basınçlı su ile söndürülmesi*

Kömürün sönüp sönmediği takip edilir. Kömüre hortumlarla su püskürtülerek gerekli müdahale yapılır (Görsel 3.15). Elekten geçirilen kok kömürü, yüksek fırında demir filizini ergitmek için artık kullanıma hazırdır.



Görsel 3.15: *Sönmüş kok kömürü*

KOKLAŞMA ÜRÜNLERİ

Kok kömürü üretim sırasında taş kömürü kamaralarda ısı etkisi ile reaksiyona girdiğinde baca gazları bacadan çıkar. Baca gazlarının içinde bulunan; hidrojen, parafinler, oletin ve dioletinler, naftenler, aromatikler, oksijenli bileşikler, azotlu bileşikler, amonyak, kükürtlü bileşikler, fosfor, asetilenli bileşikler çeşitli damıtma yöntem ve teknikleri ile damıtılır. Damıtma işlemi sonucunda bu gaz ve elementler ekonomiye kazandırılır.

• Hidrojen

Hidrojen, düşük sıcaklıklarda (800 ^{O}C) yapılan karbonizasyon işleminde baca gazının %15' ini oluşturur. Yüksek sıcaklıklarda (1100 ^{O}C) yapılan karbonizasyon işleminde ise baca gazının %60'ını oluşturur. Koklaşmanın ilk ürünlerinden biri hidrojendir. Baca gazında sıcaklığa bağlı olarak hidrojen gazı artar. Metan gazı (CH_4) miktarı da azalır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: *Hidrojen kimyasal reaksiyonları*

CH_4----------$C + 2H_2$
C_6H_{12}----------$C_6H_6 + 3H_2$
$2C_6H_6$----------$C_6H_5\text{-}C_6H_5 + H_2$
$2CH_4$----------$C_2H_6 + H_2$

• Parafinler

Hidrojenden sonra kok gazı içinde hacim olarak en fazla bulunan bileşik, metan gazıdır. Kok gazının %25-30'unu metan gazı oluşturur. Metan gazı çıkışı koklaşma başlangıcından koklaşan kömür söndürülünceye kadar devam eder (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: *Metan gazı kimyasal reaksiyonları*

C_3H_8----------$CH_4+CH_2 = CH_2$
C_4H_{10}----------$CH_4+CH_2 = CH\text{-}CH_3$

Olefin ve diolefinler

Yapılarında bir çift bağ vardır. Büyük parafin moleküllerinin parçalanması ile oluşur. Genel formülleri CnH2n, diolefinlerin genel formülü CH2n'dir ve iki çift bağ vardır. Fakat olefin ve diolefinler çoğunlukla büyük moleküllü doymuş hidrokarbonların parçalanmasıyla oluşur.

C_3H_8 $CH_4 + CH_2{=}CH_2$ $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ $H_2 + 2CH_2{=}CH_2$ $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ $C H_4 + CH_2{=}CH\text{-}CH_3$
Bunların en fazla bulunanı %2,5 ile etilen (C_2H_4), etilenden başka gazda propilen

(C_3H_6) %0,3, bütilen (C_4H_8) %0,2 vardır.

- **Naftenler**

Ham benzol içerisinde bulunur. 5-6 karbonlu bileşiklerdir. En önemlileri, siklo-pentadien (C_5H_6) siklohegzen (C_6H_{10}), disiklopentadien ($C_{10}H_{12}$)'dir. Benzoldeki miktarları ayrı ayrı %0,5 civarındadır.

Aromatikler

Ham benzolün ve katranın içinde bulunur. Aromatik hidrokarbonlar ya da benzen halkalarının kendi aralarında veya diğer hidrokarbonlarla çeşitli şekillerde birleşmelerinden oluşur. Benzen en önemlisidir (benzen=benzol). Ham benzolün %50-80'nini oluşturur. Kömür molekülünün parçalanma anında oluştuğu gibi ara reaksiyonlarla da oluşur (Görsel 3.17).

Ara reaksiyonların en önemlileri şunlardır.

C_6H_{12} $C_6H_6 + 3H_2$ C_6H_5OH

$C_6H_6 + H_2O$ $C_6H_5CH_2CH_3$

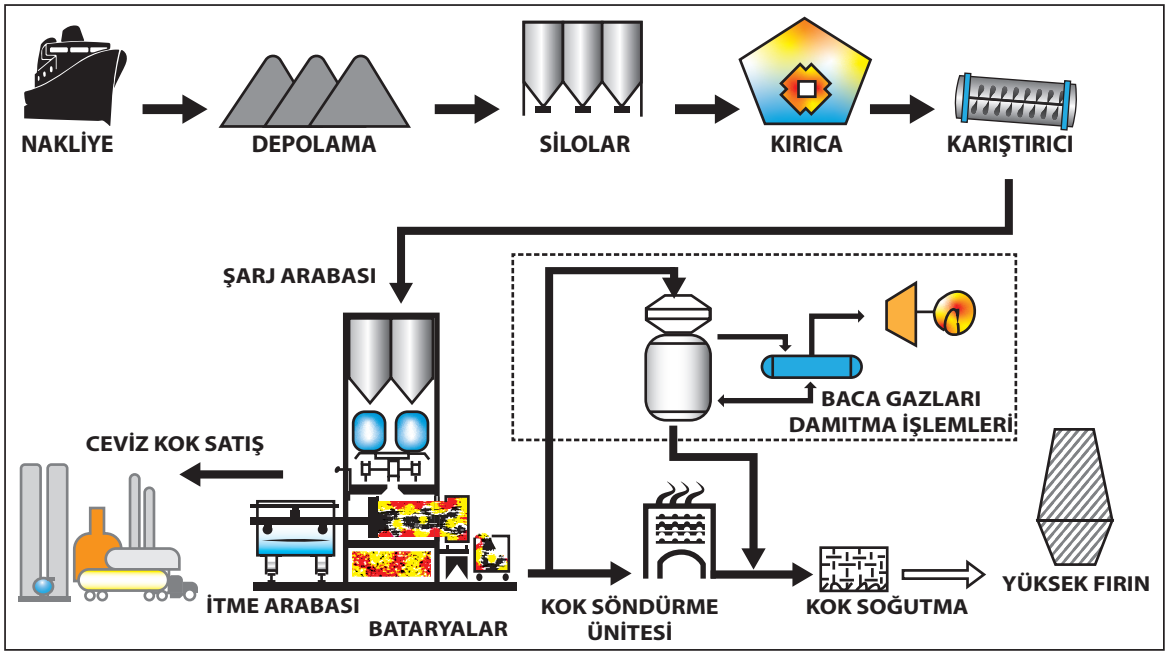
$C_6H_6 + CH_2=CH_2$

İkinci derecede önemli olan tuluoldür. Ham benzolün %5-20, katranın %0,2'sini oluşturur. Oluşumu benzol gibidir.

Ara reaksiyonlara örnek aşağıdadır.

$C_6H_4(CH_3)_2 + H_2$ $C_6H_4\text{-}CH_3 + CH_4$ $C_6H_5(CH_2)_2CH_3 + H_2$ $C_6H_4\text{-}CH_3 + C_2H_4$

Ksilollerin oluşumu toluole benzer ancak daha sonra parçalandığı için miktarı daha azdır. Ham benzolde %2-5, katranda %1 .oranındadır. Az miktarda diğer aromatik hidrokarbonlar da bulunur. Bunlar, ham benzolün %1-2, katranın %0,5'ini oluşturur. İki veya daha fazla halkalı aromatikler, 700 ^{o}C üzerinde benzen halkalarının birleşmesinden oluşur.



Görsel 3.16: *Baca gazların işlenmesi prosesi*

SÖNDÜRME İSTASYONU

• Sulu Söndürme

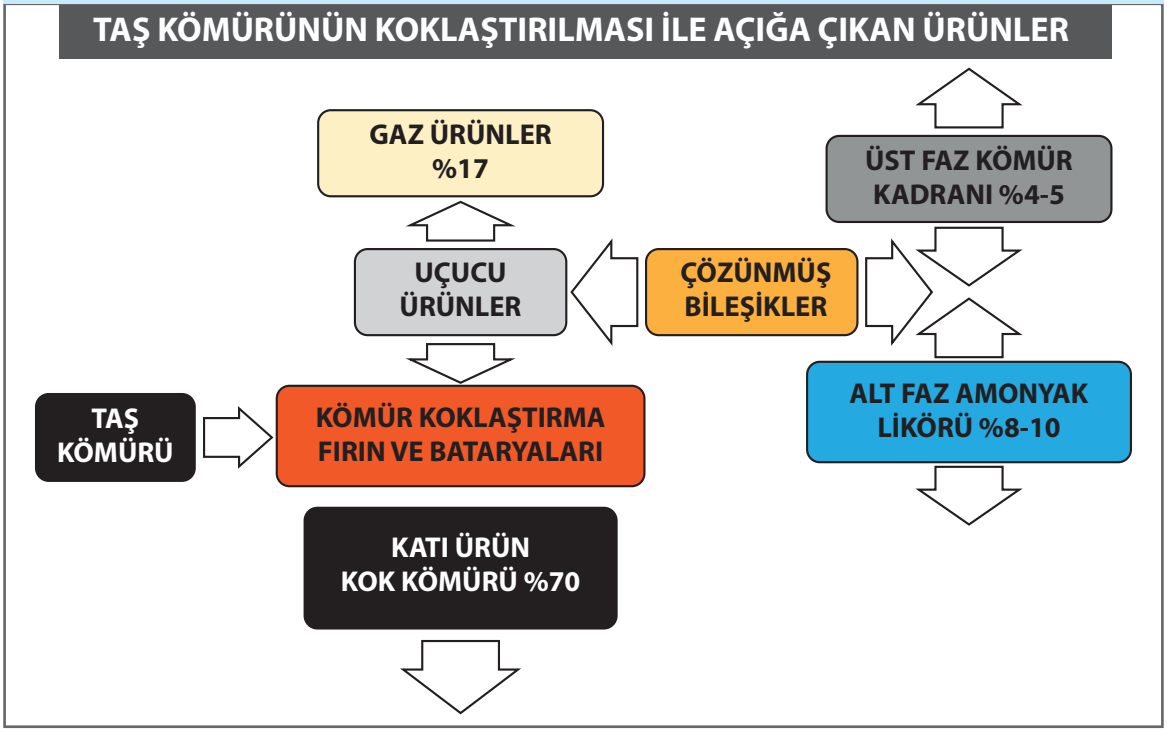
Fırından çıktığı hâlde yanmaya devam eden kömür, zaman kaybetmeden söndürme arabaları ile söndürme istasyonuna götürülür. Söndürmede kullanılacak su, memeler aracılığı ile yanan kömürün üzerine püskürtülerek yanan kömür söndürülür. Söndürme istasyonunun üstünde saatte 1980 m^3 su basan su pompaları vardır. Bu elektrikli pompalar, suya basınç vererek söndürme istasyonunun üst kısmında bulunan 18 adet nozul aracılığı ile yanan kömürün her bölgesine aynı anda ulaşarak kömürün sönmesini sağlar. Bu işlem sırasında beyaz bir su buharı bulutu yükselir. Sulu söndürmede kullanılan su yaklaşık 40 ^{O}C' tır. Genellikle 105 saniyede 20 m^3 su püskürtülür. Lokomotif içindeki suyun süzülmesi için 2 dakika kadar beklenir. Kullanılan suyun 4-5 m^3'ü buharlaşır. Söndürme işleminden sonra dönen su tekrar kullanılmak üzere havuzlara alınır ve dinlendirilir. Bu işlemle su ile taşınan kömür tanecikleri dibe çöker. Su dinlenir, berraklaşır ve tekrar kullanılır. Bu suya ihtiyaç duyulduğunda fenollü su ilave edilir. Söndürülmüş ve soğutulmuş olan kok kömürü, kok rampasına boşaltılır. Buradan da kırma ve eleme tesislerine gönderilir.

• Kuru Söndürme

Yanmakta olan kok kömürü söndürme arabası ile kok söndürme ünitesine gelir. Bir vinç yardımı ile yanan kok söndürme kamarasına üst kısımdan şarj edilir. Kamaranın alt kısmından soğuk sirkülasyon gazı verilir. Bu gaz, sıcağın etkisi ile yukarı doğru yükselerek kok kömürünün sönmesini sağlar. 700-800 ^{O}C' lara yükselen sirkülasyon gazı, buhar kazanına giderek oradaki borulardan geçen suyun ısınmasını sağlar. Bu gaz, tekrar soğuyunca ana fan yardımı ile yönlendirilir ve söndürme işleminde tekrar kullanılır.

Taş kömürünün karbonizasyon işlemi sonrası elde edilen ürünler, genel olarak katı,sıvı,gaz hâlindeki ürünlerdir (Tablo 3.4). Bataryalardan elde edilen katı ürünlerden kok kömürü; metalürjik kok, ceviz kok, kok tozu olmak üzere üç çeşittir.

Tablo 3.4: *Koklaşma Sonunda Açığa Çıkan Ürünlerin Genel Tablosu*



Metalürjik kok, yüksek fırında cevher ergitmek için kullanılır. Kok kömürünün 1 kilogramı 28.000 kJ [(kilojuoles) kilo juul] enerji vermektedir.

Ceviz kok, evlerde yakacak olarak kullanılır.

Kok tozu, yağ, mazot ve kok gazı ile karıştırılarak yüksek fırına sıcak hava ile püskürtülür. İlave enerji verir.



Görsel 3.17: *İri taneli kok kömürü*

Kok fabrikalarında baca gazlarından benzol, ham katran, saf ksilol, saf toluol, solvent nafta, amonyum sülfat ve elektrot zifti gibiyan ürünler elde edilir (Tablo 3.4).

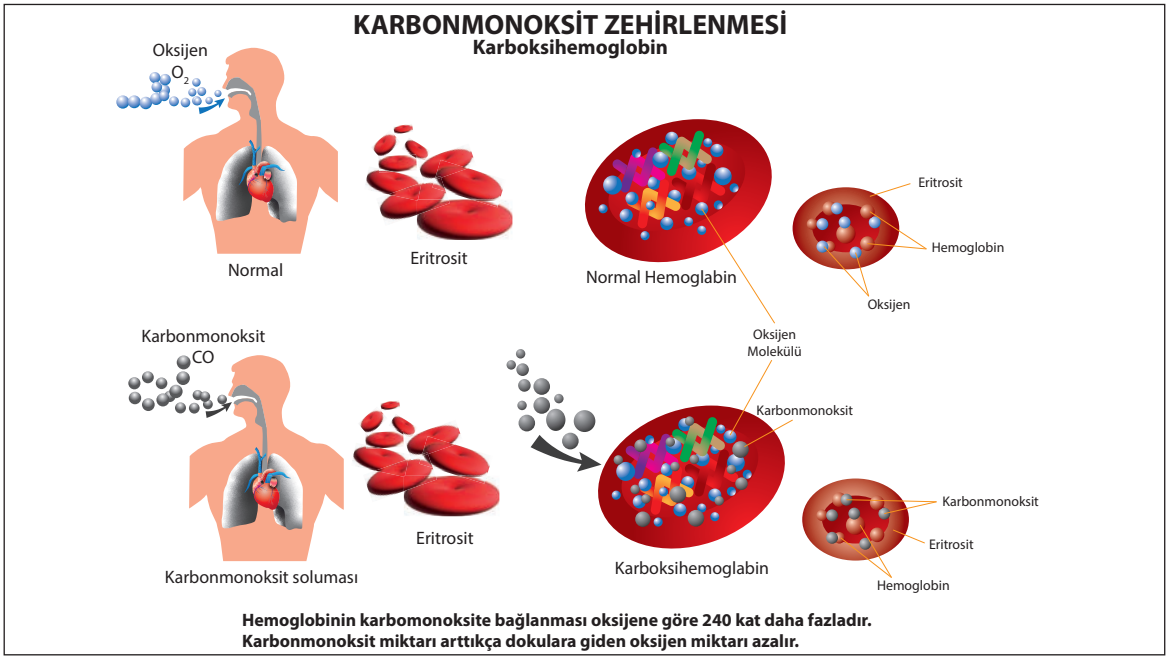
DİKKAT

Kok fabrikalarında karbonizasyon reaksiyonları sırasında etrafa sızan karbonmonoksit ve metan gazının olumsuz etkilerine karşı çok dikkat edilmelidir. Bu gazların oluştuğu, tehlike arz eden alanlarda çalışanlar gaz detektörleri ile çalışmalılar.

Karbonmonoksit Zehirlenmesi Nasıl Olur?

Karbonmonoksit, solunum yolu ile akciğere ve oradan da kana karışır. Kırmızı kan hücrelerinin içerisinde bulunan ve dokulara oksijen taşıyan hemoglobine oksijenden ortalama iki yüz kat daha hızlı bağlanır. Bu bağlanma ile karboksihemoglobin (COHb) oluşur. Vücuttaki oksijen oranı azalır, karbonmonoksit oranı artar. Kan, dokulara yeterince oksijen taşıyamaz. Kalp, beyin ve diğer organlar çalışamaz hâle gelir (Görsel 3.18).

Tatsız,kokusuz,renksiz oluşundan ve varlığını belli etmemesinden dolayı son derece tehlikelidir. Bunun için bu gazın sızma ihtimalinin olduğu alanlarda çalışanlar, yanlarında gaz detektörleri bulundurmalı, gideceği yerleri iş arkadaşları ile paylaşmalıdır.



Görsel 3.18: *Karbonmonoksit zehirlemesi*

3. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ

1. Taş kömürünün karbonizasyon işlemi ile damıtılması sonucu elde edilen kaliteli kömüre ne ad verilir?

A) Linyit
B) Turba
C) Kok kömürü
D) Taş kömürü
E) Bitüm

2. Bir ton demir üretimi için kullanılan ham maddelerden demir cevheri ihtiyacı kaç tondur?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

3. Bir ton demir üretimi için kullanılan ham maddelerden kok kömürü ihtiyacı kaç tondur?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

4. Kömürün içindeki uçucu maddelerin yüksek sıcaklık ile çıkarılması ile geriye kalan sert, gözenekli sünger yapılı, karbon oranı yüksek kömür üretme işlemine ne ad verilir?

A) Antrasit B) Koklaşma C) Linyit D) Şarj E) Turba

5. Kömürün içindeki uçucu maddelerin çıkarılması ve kok kömürü üretimi kaç ^{0}C'de gerçekleşmektedir?

A) 650 ^{0}C B) 750 ^{0}C C) 900 ^{0}C D) 1000 ^{0}C E) 1200 ^{0}C

6. Silika tuğlalarla dar ve uzun, önü ve arkası kapaklı, üstü delik kapaklı, yan yana dizilmiş çok sayıda fırının oluşturduğu bloklara ne ad verilir?

A) Batarya B) Bitüm C) Cevher D) Kamara E) Şarj

7. Öğütülmüş taş kömürünü koklaşma sırasında plastik hâle geçiren en düşük sıcaklık kaç °C'dir?

A) 100 ^{0}C B) 200 ^{0}C C) 300 ^{0}C D) 400 ^{0}C E) 500 ^{0}C

8. Fırın içinde koklaşma dış kenarlardan başlayarak ortada bir çizgide buluşur. Bu çizginin adı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Birleşme zonu
B) Kamara
C) Nozul
D) Ray çizgisi
E) Sıcaklık birleşmesi

9. Sıvı ve gazların kok fabrikalarında püskürtülmesinde kullanılan memelere ne ad verilir?

A) Batarya B) Birleşme C) Nozul D) Püskürtme E) Zon

10. Kırılan taş kömürünün tanelerinin %85'i kaç mm'den küçük olmalıdır?

A) 1 mm B) 2 mm C) 3 mm D) 4 mm E) 5 mm

11. Koklaştırılmak için şarj arabalarına yaklaşık kaç ton hazırlanmış kömür yüklenir?

A) 10 ton B) 15 ton C) 20 ton D) 25 ton E) 30 ton

12. Kok gazı incelendiğinde içinde hem yanıcı hem de yakıcı gazların olduğu görülür. Uçucu gazların içinde bulunan hidrojenin yüzde oranı ne kadardır?

A) Hidrojen %25-30

B) Hidrojen %35-40

C) Hidrojen %45-50

D) Hidrojen %55-60

E) Hidrojen %65-70

13. Taş kömürünün sıcaklık etkisi ile havasız ortamda 800-1100 ^{0}C yakılmasına ne ad verilir?

A) Baca gazları

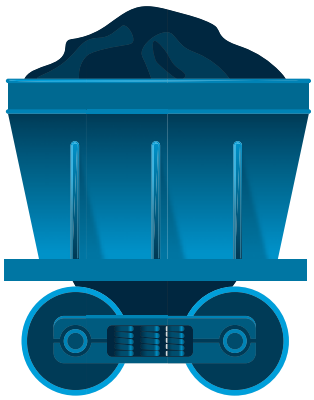
B) Damıtma

C) İzolasyon

D) Karbonizasyon

E) Zayıf gazlar

4. ÖĞRENME BİRİMİ



DEMİR CEVHERİ VE CEVHERİN SİNTERE HAZIRLANMASI

KONULAR

4.1. DEMİR CEVHERİNİN KIRILMASI

4.2. DEMİR CEVHERİNİN ÖĞÜTÜLMESİ

4.3. PELETLEME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Demir cevherinin kırılmasını
2. Demir cevherinin öğütülmesini
3. Peletleme yapmayı

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=15617

4. DEMİR CEVHERİ VE CEVHERİN SİNTERE HAZIRLANMASI

Bu öğrenme biriminde demir cevherinin nasıl işlendiğini, yüksek fırında ergitilmek için nasıl hazırlandığını öğreneceksiniz.

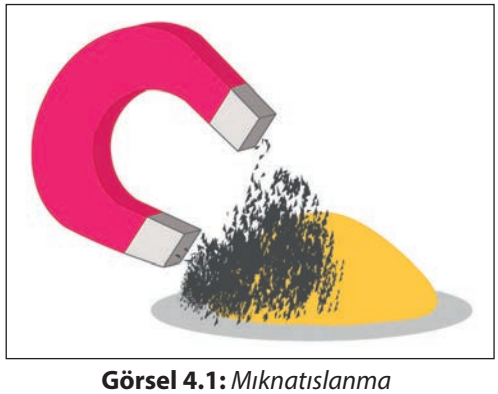
MÖ 1200 ile MÖ 1600 yıllarına gelindiğinde demirin Orta Doğu'da kullanımının arttığı gözlenmektedir. MÖ 1200 ile 1000 yıllarında araç gereç ve silah yapımında bronzdan demire hızlı bir geçiş olmuştur.

Çin'de Zhou hanedanının son yıllarına doğru (MÖ 550) oldukça gelişmiş endüstriyel ocak teknolojisi nedeniyle yeni bir demir üretim yöntemi ortaya çıktı. 1300 K sıcaklıkları aşan yüksek fırının üretime dâhil edilmesi yeni alaşımlar yapılmasını sağladı. Çinlilerin dökme demir üretmeleri de bu yıllara rastlar.

Delhi'deki Kutup Kompleksinde bulunan ünlü demir direk, bu dönemde saf demirden (%98) yapılmış olup bozulmadan günümüze kadar gelebilmiş ve paslanmamıştır.

Yer kabuğunda %5,6 oranında demir elementi bulunur. Çeşitli oranlarda demir içeren demir madenleri mevcuttur. Bu madenlere genel olarak cevher adı verilir. İçinde farklı oranlarda demir içeren demir madenlerine filiz adı verilir. Bu demir filizlerinden en çok beş tanesi işlenmektedir. Diğerleri ekonomik olmadığı için işlenmemektedir.

Günümüzde demir ve demir alaşımlarından uçak sanayisinden savunma sanayine, demir yolu, otomobil, bilgisayar, uzay teknolojisine kadar yararlanılmaktadır.



Görsel 4.1: *Mıknatıslanma*

ARAŞTIRMA

Metaller ile üretilmiş malzemelerin listesini yapınız. Mıknatıs deneyi ile demir ve demir olmayan alaşımlarından yapılanları listenizde ayırt ediniz (Görsel 4.1).

4.1. DEMİR CEVHERİNİN KIRILMASI

DEMİR ELEMENTİ

Demir; simgesi Fe, atom numarası 26 olan kimyasal bir elementtir.

Tablo 4.1: *Demir Elementinin Özellikleri*

GRUBU	8
PERİYOT	4
ATOMİK YARIÇAPI	1,72 A
ATOMİK HACİM	7,1cm^3 /mol
KRİSTAL YAPISI	KÜBİK MERKEZLİ YÜZEY
ELEKTRON SAYILARI	26
NÖTRON SAYILARI	30
PROTON SAYILARI	26

Saf demir; özgül ağırlığı 7,88 g/cm^3, ergime sıcaklığı 1535 ^{O}C, sertliği 67 BSD (brinell sertlik derecesi), uzaması %40 olan ayrıca mıknatıslanabilen, elektrik ve ısıyı iyi iletebilen gri renkli bir metaldir (Tablo 4.1). Demir metalinin işlenmesi ve alaşım yapılması oldukça kolay olduğundan araç gereç, inşaat, konstrüksiyon ve makine yapımına elverişlidir. Demir, eşya ve makine yapımında en çok kullanılan elementlerden birisidir. Endüstrinin gelişmesi ile önemi daha da artmıştır.

Mıknatıslanma özelliği olan demir, dünyada ve yer kabuğunda en çok bulunan bir metaldir. Yeryüzünde ise en yaygın dördüncü mineral olarak bilinir. Yerkürenin merkezindeki çekirdeğin, demir kristali olduğu tahmin edilmektedir.

Ülkemizde demir madeni en çok Doğu Anadolu Bölgesi'nde çıkarılır.

- Sivas: Divriği-Gürün
- Malatya: Hekimhan-Hasan Çelebi
- Balıkesir: Edremit-Havran-
- Eymir-Ayvalık-Ayazmant
- İzmir: Torbalı
- Kütahya: Simav
- Hatay: Kırıkhan-Payas
- Sakarya: Çam Dağı
- Bingöl
- Kahramanmaraş
- Düzce
- Kayseri

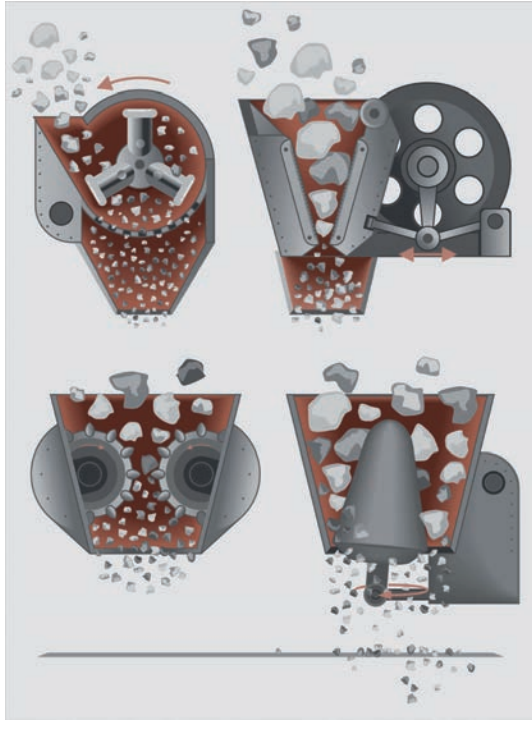
Demir, bu illerde çok miktarda çıkarılmaktadır (Görsel 4.2). Çıkarıldıktan sonra ise İskenderun ve Karabük Demir Çelik Fabrikalarında işlenmektedir.



Görsel 4.2: *Yurdumuzda madenlerin çıkarıldığı yerler*

CEVHERİN KIRILMASI

Açık ve kapalı maden ocaklarındaki zemin, patlayıcılarla patlatılır. Ufalanan maden, kepçe ve kamyonlarla kırıcılara nakledilir. Kırıcılarda en fazla 170 mm tane iriliğinde kırılır (Görsel 4.3).



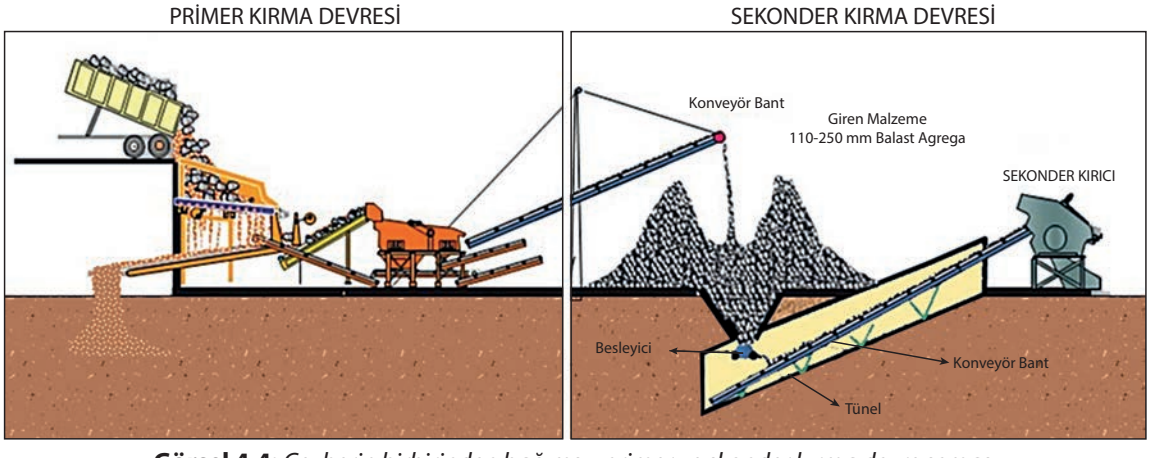
Görsel 4.3: *Demir cevheri kırma şekilleri*

Kırılan cevherler, bant konveyörler ile sekonder (ikinci kırma kademesi) kırma tesisine sevk edilir (Görsel 4.4).

Sekonder kırma işleminden sonra cevher, titreşimli elekten geçer ve iki guruba ayrılır.

50 mm altı, doğrudan tersiyer (üçüncü kademe) kırıcılarına aktarılır. Tersiyer kırıcı tesislerinde 10 mm ebatlarında kırılarak elenir. Elek altı cevher; direk harmanlama sahasına, elek üstü cevher ise tekrar kırılmak üzere tersiyer kırıcılara gider. Cevher, tane boyutu 10 mm altına düşene kadar sistemde bu şekilde devridaim yapar.

Stok sahasındaki cevher, aktarma makineleri ile aktarılır. Beton burkerlerde istenilen oranlarda tartılarak konsantrasyon tesisine sevk edilir. Konsantrasyon tesisine gelen 10 mm altı taneli cevher, çift katlı elek vasıtası ile üç farklı boyuta ayrılır. Elenen cevherin 2 mm'den büyük olanları kuru manyetik speratörlerde ön zenginleştirme işlemine tabi tutulur. 2 mm'den küçük olanlar ise yaş manyetik seperatörlerde ön konsantre hâline getirilir. Daha sonra bilyeli değirmenlerde 75 mikrondan daha küçük boyuta öğütülür (Görsel 4.5). Gang elementlerinden bu şekilde arınarak demir oranı %67'lerin üzerine çıkar.



Görsel 4.4: *Cevherin birbirinden bağımsız primer ve skonder kırma devre şeması*

Cevher, buradan depolama tanklarına alınır. Tanklarda koyulaştırılmış manyetik çamur hâlindeki cevher, vakumlu disk fitrelerde nem oranı azaltılarak kek kıvamına getirilir. Bantlar vasıtası ile karıştırma ünitesi silosuna gönderilir. İstenmeyen (75 mikron üzeri) malzemeler kamyonlarla atık sahasına, istenmeyen (75 mikron altı) mineraller ise pompalar vasıtası ile atık barajına gönderilir.

Filtre keki, manyetit konsantresi ve doğal kil (bentonit) karıştırıcı tesislerinde karıştırılıp homojen hâle getirilerek pelet keki elde edilir (Görsel 4.6).



Görsel 4.5: *Cevher değirmeni*

Peletme ünitesinde topaklama tamburunun dönmesi sayesinde küresel formda (iri halde) ham peletler elde edilir. Ham peletlerin küresel formlarının düzeltilmesi ve elenmesi için rulolu besleyiciden geçirilir. Rulolu besleyicilerden alınan ham peletler, kademeli olarak kurutma ve ön ısıtma için hareketli ızgaralara serilir. Daha sonra döner fırında pişirme işlemine tabi tutulur. Döner fırında 1250 ^{0}C sıcaklıkta pişirilir.



Görsel 4.6: *Döner karıştırıcı*

Akkor hale gelen peletler, döner soğutuculara alınır. Atmosfer sıcaklığına gelene kadar soğutucu fanlar ile soğutulur. Soğuyan peletler, konveyörler sayesinde kapalı stok sahasında stoklanır. Stok sahalarından yine konveyörler ile sevk edilerek yüksek fırına şarj edilir.

Demir, metali cevher adı verilen demir madeninin ergitilmesi ile elde edlir. Demir elde etmek için cevherin içinde bulunan demirin özelliklerini olumsuz etkileyen yabancı maddelerin çıkarılması gerekmektedir. Çeşitli alaşımlar yapmak için ihtiyaç duyulan elementlerden içine sıvı hâlde kontrollü bir şekilde katılması gerekir. Saf hâlde yumuşak olan demirin içine karbon karıştırılması ile çekme, basma, eğme, ısı iletkenlik vb. özellikleri değiştirilir. Diğer uygun metal ve ametallerden (Cr, Ni; W,Mo, Si, O, Zr, Ti ve başka kimyasal elementler) belirli oranlarda katılarak istenilen kalitede demir alaşımı yapılır.

DEMİR FİLİZLERİ VE İÇİNDEKİ SAF DEMİR ORANI

Demir filizlerinin içinde bulunan demir oranı, tercih edilebilirliği belirler. İçinde en yüksek oranda demir bulunduran mağnetit (%72,4 oranında demir içerir.) en çok tercih edilen demir filizidir. Demir filizlerinin içindeki demir oranı düştükçe kükürt, fosfor, mangan, vb. diğer istenmeyen element oranları yükselmektedir. Bu durum demir üretimini olumsuz etkiler. İstenmeyen bu elementler, demir içinden çıkartılmaya çalışılır. Bu durumda maliyet artar. Ayrıca demir filizlerinin içinde taş, toprak, kum ve kil gibi yabancı maddeler de bulunur. Bu yabancı maddelere **gang** denir.

Mağnetit Demir Filizi

Rengi siyah ile kurşuni arasında değişen bir demir filizidir. Yoğunluğu 5 kg / dm^3 tür. İçindeki demir oranının diğer filizlere göre yüksek oluşu tercih sebebidir. Dünya demir üretiminin %5'i bu filiz kullanılarak yapılır (Görsel 4.7).



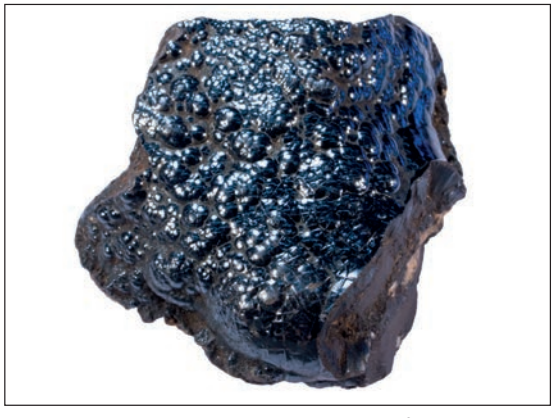
Görsel 4.7: *Mağnetit demir filizi*

Hematit Demir Filizi

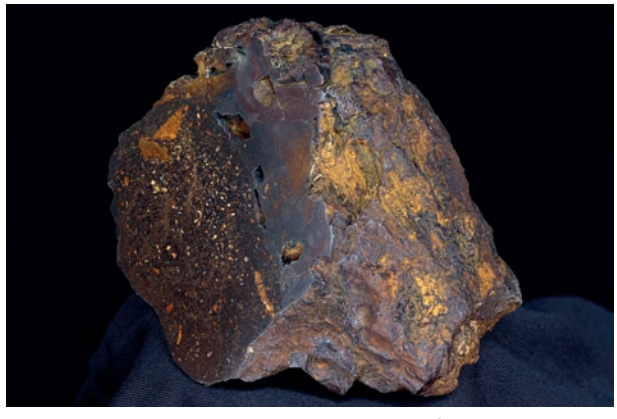
Demir üretimi için en fazla kullanılan demir filizidir. Yoğunluğu 5,3 kg / dm^3 tür. İçinde taş, toprak, kum ve kil gibi yabancı maddeler bulunur (Görsel 4.8).

Limonit Demir Filizi

İçinde su barındıran bir demir filizidir. Yer kabuğunun geniş alanlarına yayılmıştır. İçinde %50-60 oranında saf demir bulunur (Görsel 4.9).



Görsel 4.8: *Hematit demir filizi*



Görsel 4.9: *Limonit demir filizi*

Siderit Demir Filizi

Karbonatlı demir filizidir. Bu demir filizinde kalsiyum ve magnezyum bileşik hâlde bulunduğu için yüksek fırında ergitilmesinde kireç taşı kullanmaya gerek yoktur. Çünkü kireç taşının görevini bu elementler yapar (Görsel 4.11).

Pirit Demir Filizi

Kükürtlü demir filizidir ama çok kıymetli değildir. Bu filiz yüksek fırına şarj edilmeden filizin kükürdü yakılmalıdır. Demir oranı %46,6'dır (Görsel 4.10).

Tablo 4.2: *Demir Elementinin Bileşikleri*

Fe_3S_4	$Fe_3(PO_4)_2$	FeO	FeO(OH)	$FeO(OH)_2$	$FePO4_4$
FeS	$FeSO_4$	Fe_2O_3	$Fe_2(SO_4)_3$	Fe_3O_4	$FeBr_2$
$FeBr_3$	$FeCl_2$	$FeCl_3$	FeF_2	FeF_3	$Fe(NO_3)_3$
$Fe_2(CrO_4)_3$					



Görsel 4.10: *Pirit demir filizi*

Demir metali diğer metal ve ametaller ile atomik bağ kurar. Yeni alaşımlar oluşturur (Tablo 4.2).

Demirin diğer elementlerle bileşmesi, cevherin özelliklerini oluşturur. Cevherin yapısı ve bileşimi özelliklerine bakılarak belirlenir. İçindeki demir elementinin oranına göre isim alır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: *Demirin İçindeki Elementler*

CEVHERİN ADI	Mağnetit	Hematit	Limonit	Siderit	Pirit
KİMYASAL SEMBOLÜ	Fe_3O_4	Fe_2O_3	$2Fe_2O_3.H_2O$	$FeCO_3$	$Fe\ S_2$
İÇERDİĞİ DEMİR ORANI %	%72,4	%70	%50-60	%48,2	%46,6

STOK SAHALARI

Demir çelik fabrikalarına deniz yolu, demir yolu ve kara yolu ile ulaştırılan demir filizleri fabrika sahasında stoklanır (Görsel 4.11). Düzenli olarak yığınlar hâlinde açık sahalara alınır. Demir filizleri kırıcılar vasıtası ile kırılmak üzere kırıcılara konveyör bant sistemi ile sevk edilir.



Görsel 4.11: *Cevherin stok sahasına yığınlar halinde stoklanması*

Fabrikanın kapasitesine ve üretim tonajına göre yeterli miktarda cevheri stok yapabilecek sahalara ihtiyaç vardır. Stok sahası mümkün olduğu kadar geniş olmalıdır.

Demir cevheri, cins ve özelliklerine göre farklı yığınlar hâlinde stoklanır. Yüksek fırına direkt sevk edilecek kömürler; kırılıp elenecek cevher; hematit, siderit gibi farklı farklı yığınlar hâlinde stok sahasına stoklanır. Cevherin sevk edilmesi ve aktarılması için konveyör bant sistemlerinden yararlanılır (Görsel 4.12).



Görsel 4.12: *Cevherin konveyör bant sistemi ile yığınlar halinde stoklanması*

Stok sahasında köprülü vinçler, gelen ve gidecek malzemeyi hareketlendirir. Ayrıca gelen cevherin düzgün stoklanması, yüksek fırın ham madde bunkerinin doldurulması, kırılıp elenecek cevherlerin bunkerlere doldurulma-

sı köprülü vinçler ile yapılır.

KIRICILAR

Demir cevheri kırıcılarına **konkasör** adı verilir. Konkasörler; kaba, orta ve ince kırma işlemi için kullanılır (Görsel 4.13).



Görsel 4.13: *Cevher kırıcı*

Konkasörler, bir sabit çene ve karşısındaki hareketli çeneden oluşmaktadır. Hareketli çene, hareketini elektrik motoru ile dönen mil ve konik kavramadan alır. Cevher, bu iki çene arasında sıkıştırılarak parçalanır. Araya kırılmayacak sertlikte malzeme girdiğinde yaylar vasıtası ile çıkış ağzı genişler, sert malzeme dışarı atılır. Kırıcının çıkış ağzı aralığı ayarlanabilir niteliktedir. Döner konik kırıcılar, birincil ve ikincil kırma işlemi için kullanılır. Döner konik kırıcıların çıkış boyutları ayarlanabilir. Merkezi döner mil üzerine konik silindirik yapıda biri sabit, diğeri hareketli kırma silindirleri monte edilmiştir.

ÇUBUK ELEKLER

Kırılan cevher, homojen tane iriliğinde olması için elenir. Cevher elemek amacı ile üretilmiş olan çubuk elekler; geniş aralıkları üstte 25 mm, altta ise kademeli olarak küçülen aralıklara sahip çelik çubuklar ile yapılmıştır.

0-40 mm altında kırılan malzemenin tozlarının elenmesi gerekir. Çelik gövdeye tel elek monte edilerek oluşturulmuş ve bir elektrik motoru ile sarsıntı verilmesi ile çalışan tel elekler kullanılır. Sarsıntı çelik yaylar üzerinde gerçekleşir. Eleme işlemi sonunda elek üstünde kalan malzeme bir oluk aracılığı ile bunkere alınır.

Eleme işlemi ile demir cevheri; 0-10 mm, 10-25 mm, 25 mm ve üzeri olmak üzere üç gruba ayrılır.

Kükürtsüz olan demir cevherinin 10-25 mm ve 25 mm üzeri tane iriliğinde olanlar yüksek fırına, 0-10 mm tane iriliğinde olanlar ise sinterlemek üzere sinter tesislerine gönderilir.

Demir cevherinin tamamı kükürtlü ise 0-10 mm arasında tane iriliğine sahip olanlar sinter tesislerine gönderilir. 10 mm üzeri irilikte olanlar tekrar kırılarak 0-10 mm ebadına indirilip sinterlemeye gönderilir. Kükürtlü cevherler, sinterlenmeden ve bazı ayırma işlemine tabi tutulmadan yüksek fırına gönderilmez.

KIRICININ ÇALIŞTIRILMASI VE AYARLANMASI



Görsel 4.14: *Cevherin kırılması ve tane boyutlarına ayrılması*

Kırıcıların ayarlamaları ilk çalıştırıldığında yapılır. Küresel mihver yatağı, eksantrik konik ayarı, hidrolik toz tutucuların ayarı yapılır. Dişli montajının ve yağlama sisteminin çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Kırıcı, içinde malzeme olmadan boşta çalıştırılır. Kırıcı koniği kendi etrafında 15 dev / dakikadan daha hızlı olmamalıdır. Oluşan tozların indirilmesi için su fiskiye sistemi gerekli-

dir. Su fıskiye sisteminin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.

Kırıcılarda kırılan tanelerdeki boyut çıkış aralıkları; orta kırıcılarda 25, ince kırıcılarda ise 8 mm olarak ayarlanır. Çıkış aralığı ayar ringi kamalarla sıkıştırılırken çıkış ölçüsünün kontrolü ve ayarı yapılır. Ölçme yapılırken 2-3 mm çaplı çelik tel ile bağlı kurşun bilyelerden yararlanılır. Kurşun bilyeler; doksanar derece aralıklarla, dört noktadan ve paralel sarkar. Ayarlama yapılırken vinçten yararlanılır. Vinç, kırıcıyı döndürürken ayarlama yapılır.

Kırıcı, boş olarak 10-15 dakika çalıştırıldıktan sonra kırıcıya azar azar yükleme yapılır.

İyi ayarlanmış bir kırıcıda mekanik ünitelerin tamamı sarsıntısız ve vuruntusuz çalışmalıdır. Cevher, ayarlanan ölçüde kırılmalı ve yağ çıkış sıcaklığı değişmemeli; yağ basınç göstergelerinde anormal bir düşüş ve yükseliş olmamalıdır.

Çalışma sırasında hidrolik toz tutucular sık sık kontrol edilir. Yağ, hidrolik ve su hortumları kontrol edilerek eskimiş ve çatlamış olanlar yenilenir. Kırıcıların yağlama sistemi basıncı, ana motorun çalışmasını sağlar. Sistemde yağ azaldığı takdirde kendini durdurarak korumaya alır. Motor sisteminde yağ azaldığı anda yedek pompalar devreye girer. Kırıcı motorunun gereksiz yere durması engellenir. Sistemdeki yağ basıncı barometreler ile sürekli kontrol edilir. Böylece kırıcı motorunun gereksiz yere durması engellenir. Kırıcılarda kullanılan yağın sıcaklığı 35-55 ^{0}C aralığında olması sistemin normal çalıştığına işaret eder. Çökeltme tankı, yağa karışan partiküllerin tabana inmesine ve sisteme tekrar gitmesini engellemek içindir.

Kırıcıya şarj edilen cevherin besleme yönü doğru yapılmalıdır. Aksi durumda verim düşer, iri parça miktarı ve enerji sarfiyatı artar. Dişlilerde aşınmalar olur.

Demir cevherinin ocaklarından çıkarıldığı gibi yüksek fırına şarj edilerek ham demir üretmek ekonomik değildir.

Örneğin %35 Fe (demir) içeren cevherden ham demir üretmek hiçbir zaman ekonomik değildir. Zenginleştirme işlemlerini uygulayarak, cevherin içindeki yabancı elementleri uzaklaştırarak, cevherin içindeki demir oranının (tenör) %65 üzerine çıkararak yüksek fırına şarj etmek üretimin ekonomik olmasını sağlar.

Demirin yüksek fırında ergitilmek amacıyla sinter malzemesi hâline gelmesi için yüksek ve düşük tenörlü cevher olmak üzere iki grupta işleme yapılır.

DÜŞÜK TENÖRLÜ CEVHER

Gravite ayırma, manyetik ayırma, flotasyon, elektrostatik ayırma, yıkama, kalsinasyon, liç, seçimli salkımlaştırma vb. yöntemlerden uygun olanlar kullanılarak hazırlanır.

• Düşük Tenörlü Cevher Hazırlama

Sinterleme işlemine gönderilmeden içindeki demir oranının yükseltilmesi gereken cevherlerdir. Düşük tenörlü cevherlerin sinterleme işlemine gitmeden önce kimyasal yapıları kontrol edilir. Cevherin içindeki demir elementinden farklı olan elementlerin tamamına **gang minarelleri** denir. Düşük tenörlü demir filizlerinde bulunan gangları ayrıştırılabilecek en küçük tane boyutu araştırılır. Cevher, bu tane boyutuna kadar kırıcılar vasıtası ile öğütülür. Boyut küçültmeden sonra demir filizinin özelliğine göre aşağıdaki zenginleştirme yöntemlerinden bir ya da birkaçı kullanılarak zenginleştirme yapılır.

• Gravite Ayırma

Gravite, kelime anlamı itibarı ile petrol yoğunluğunun su yoğunluğuna oranı anlamına gelir.

Cevher içinde bulunan elementlerin yoğunlukları farklıdır. Elementlerin ayrışacağı tane boyutuna kırılması ile gravite işlemine tabi tutulan cevher gang minerallerinden ayrıştırılır.

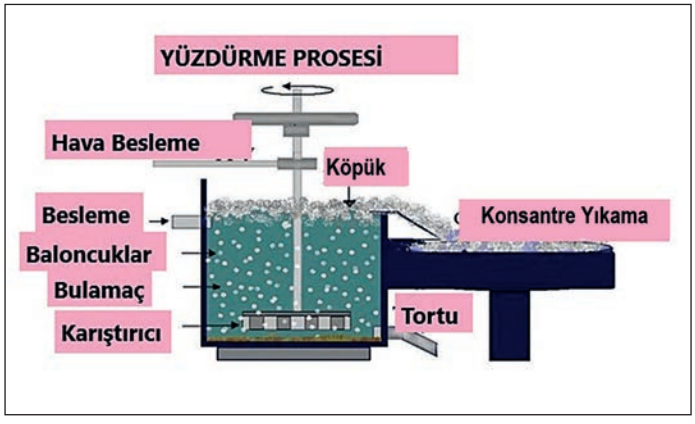
Hareket hâlindeki su, hafif olan gang elementlerini daha hızlı sürükler; böylece ağır olan demir cevher taneleri dipte kalır ve yavaş ilerler.

- **Manyetik Ayırma**

Mağnetit demir filizinin gang minerallerini ayırmak için uygulanan işlemdir. 6 mm'den iri taneler, kuru manyetik ayırma işlemine tabi tutulur. 150 mes'ten (100 mikron) küçük tanelere yaş manyetik ayırma işlemi uygulanır.

- **Flotasyon**

Kimyasal maddelerle minerallerin su ve havaya karşı seçimli yaklaşımlarından yararlanılarak mineralleri ayrıştırır. Fizikokimyasal zenginleştirme yöntemidir. Metal cevherlerinin gang minerallerini ayrıştırmak için yaygın olarak kullanılır (Görsel 4.15).



Görsel 4.15: *Flotasyon (yüzdürme) prosesi*

- **Elektrostatik Ayırma**

Bu yöntemde elektrik geçirgenliği farkından yararlanılır. Gang minerallerinin elektrik geçirgenliği yoktur. Demir minarelerinin elektrik geçirgenlik farklılıklarından yararlanılır.

- **Yıkama**

Kırılan cevherin su fıskiyeleri altında karıştırılarak yıkanması ile kil, toprak gibi demir dışı bazı elementlerin suya karışıp ayrışması sağlanır.

- **Kalsinasyon**

Malzemeyi ısıtmak yolu ile karbondioksit ve öz suyu gibi uçucu maddelerin dışarıya atılması işlemidir. Sinterleme işlemi bu yöntemin işlevini ortadan kaldırmıştır.

- **Liç**

%35 demir içeren bir cevher, bir saat sıcak NaOH ile liç edilerek %65 demir içeren bir konsantreye dönüştürülür. Bu yöntemle silis, alümina ve fosforun büyük bir kısmı cevher içinden çıkar.

- **Seçimli Salkımlaştırma**

Salkımlaştırma maddesi olarak pişmiş mısır nişastası ve kireç kullanılmaktadır. Kademeli olarak 500 mes gözenekli elekten %80'i geçecek şekilde öğütülür. Çöktürme tanklarında çöktürülür. Böylece gang malzemesi yaklaşık %20 oranında ayrıştırılır. Çöken malzeme %80 köpüklü yüzdürmeye tabi tutulur. Bu yöntem ile %35 tenörlü hematit cevherinden yılda 4 milyon ton %65 demir içeren konsantre üretilir.

YÜKSEK TENÖRLÜ CEVHER

Bu cevherin demir elementi oranı yüksek olduğu için sadece boyut küçültme (kırma) işlemi uygulanır.

- **Yüksek Tenörlü Cevher Hazırlama**

Genellikle kimyasal yapıları uygun olduğu için yapısında değişiklik yapılmasına gerek yoktur. Cevherin içindeki demir oranı yüksek olduğundan tane boyutunu ayarlamak yeterli olacaktır.

Sinterleme işlemine tabi tutulacak demir cevherinin tane boyutu alt sınırı 10 mm'dir. Üst sınır ise 25 mm'den 125 mm'ye kadar olabilir. Sert yapılı cevherlerde ince taneli boyutlara ihtiyaç vardır. Gözenekli cevherlerde daha iri tane boyutlarına çıkılabilir. Bazı cevherler maden ocağından çıkarıldığı gibi kullanılabilir.

4.2. DEMİR CEVHERİNİN ÖĞÜTÜLMESİ

Demir cevherlerinin ikinci kırma işlemleri değirmenler aracılığı ile yapılır. Bu işlemdeki amaç cevheri 0-10 mm tane boyutuna indirmektir.

KONVEYÖR BANT SİSTEMLERİ

Fabrikaya gelen malzemeyi bir yerden bir yere yatay veya eğimli olarak nakletmeye yarayan taşıma sistemleridir (Görsel 4.16). Malzeme taşıyan sağlam kauçuk bant şasi üzerine tahrik ve tamburlar yerleştirilerek sonsuz hareketli konveyör oluşturur. Kaymaları önlemek için bir gergi tertibatı vardır. Konveyör bandı hareket ettirmek için elektrik motoru gücüne ihtiyaç vardır. Bantlara yapışan partikülleri temizleyen tertibatı vardır.



Görsel 4.16: *Konveyör bant sistemi ile cevher nakli*

DEĞİRMEN

Demir cevherlerine zenginleştirme işlemleri uygulanabilmesi ve cevherin sinterlemeye hazır hâle getirilebilmesi için 0-10 mm tane iriliğinde öğütülmesi gerekir. Bu işlem için silindirlerden oluşan cevher değirmenleri kullanılır. 10 mm'den büyük olan cevher taneleri, değirmenlerde öğütülerek 10 mm'den küçük tane boyutuna getirilir. Değirmenlerin yapısı kırıcıların yapısına benzer. Öğütülen demir cevheri; demir oranı düşük ise zenginleştirme işlemlerine, demir oranı yüksek ise direk sinterleme işlemine gönderilir.

KONSANTRASYON

10 mm'den küçük kırılmış olarak gelen cevher, kuru seperatörlerde ön zenginleştirme işlemine tabi tutulur. Zenginleşmiş olan cevher daha sonra değirmenlerde 75 mikron altı tane boyutunda öğütülür. Öğütme sonucunda son kez yaş manyetik seperasyon işlemine tabi tutulur (Görsel 4.17). Konsantre elde edilir. Buradan yoğunluk tanklarına alınarak filtrasyon işlemine tabi tutulur. Nem oranı %10'a düşürülür. Konsantre artık peletleme tesisine gönderilir.



Görsel 4.17: *10 mm den küçük demir cevheri seperatörleri*

4.3. PELETLEME

Demir cevherinin 0-10 mm tane iriliğindeyken katkı maddeleri ilave edilerek ısıl işlem sonucunda yuvarlak formda ve 16-17 mm çaplı, sert demir madeni topaklarına **pelet** denir. Demir madenini bu forma getirme işlemlerine ise **peletleme** denir.



Görsel 4.18: *Demir cevheri rulolu besleyici ile peletleme*

II. Dünya Savaşı'ndan sonra peletleme teknolojisi, demir çelik endüstrisine paralel olarak büyük bir gelişme göstermiştir. Toz ve düşük tenörlü cevherlerin değerlendirilmesi amacı ile kurulmuş pelet tesisleri, demir ve çelik üreten tesislerin verimliliğini büyük oranda artırmıştır (Görsel 4.18).

Peletlemenin amacı; aglomerasyon ve sertleştirme yoluyla, demir cevherinin demir yönünden zengin, ince taneli minerallerini pelet olarak tanımlanan yuvarlak sert yapılı şekle getirerek yüksek fırın şarj malzemesi olarak kullanılmasını sağlamaktır.

PELETLEME İLE CEVHERE KAZANDIRILAN ÖZELLİKLER

Zenginleştirme işlemeleri için öğütülen cevher tane inceliği 10 mm' lere düşmüştür. Bu hâli ile yüksek fırına şarj edilmesi, yüksek fırının sönmesine ve yanmanın durmasına neden olur. Bu işlem, yanmakta olan bir sobanın içine kum dökmeye benzer. Yüksek fırında verimli yanmanın devam etmesi için şarj edilen malzeme, yanmayı durdurmamalı; aksine hızlandırmalıdır. Yüksek fırının verimi, yanmanın artırılması ile sağlanır. Bu nedenle şarj edilecek malzemelerde bazı özelliklerin oluşturulması gerekir (Görsel 4.19). Bu özellikler; şarj edilecek malzeme toz ve kırıntılardan arındırılmış olmalıdır. Fiziksel dayanımı yüksek olmalıdır. Taşıma ve yüklemelerde kırılıp ufalanmamalıdır. Yüksek fırında ısıtılırken tepkimelere dayanmalı, hemen ufalanmamalıdır.



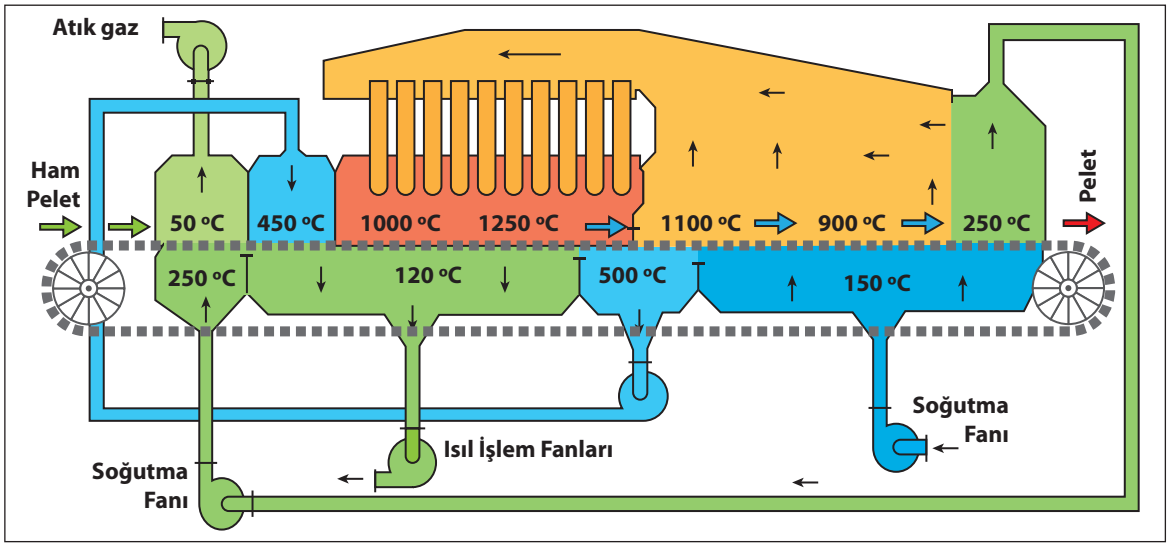
Görsel 4.19: *Cevherin taş, öğütülmüş ve peletlenmiş hâlleri*

PELETLEMEDE KULLANILAN BAĞLAYICILAR

Ham peletlerin hazırlık aşamasında bağlayıcı kullanımı gerekir. Bu bağlayıcılar; organik kimyasal maddeler, organik maddeler ve bentonittir.

PELETLEME İŞLEMİ

Rulo besleyiciden çıkan ham peletler, çelik bantlar vasıtası ile ön ısıtma ve ısıtma işlemleri için döner fırına gönderilir. Döner fırında kademeli olarak ısıtılan ham pelet; yüzey yapısı yumuşayarak atomları birbirine kaynaşarak, sert yapıda, yuvarlak formda ve 16-17 mm çapında bilyeler şeklinde kaynaşır. Çelik konveyör bant ilerledikçe ortam sıcaklığı 1250 ^{O}C'a kadar çıkar. Bu sıcaklıkta demir tozlarından oluşan ham pelet süngerleşir ve tanecikler birbirine yapışır. Akkor hâle gelen ham peletler artık pelet olmuştur. Önce 1100 ^{O}C sonra 900 ^{O}C kademeli olarak soğur. En son atmosfer sıcaklığına kadar soğutulan peletler, artık yüksek fırına şarj edilecek duruma gelmiştir (Görsel 4.20).



Görsel 4.20: *Peletleme sıcaklıkları*

Pelet, yüksek fırında demir üretimi için kullanıldığı gibi ark ocaklarında da kullanılmaktadır.

Demir cevheri düşük tenörlü olduğu zaman tenörünün yükseltilmesi, cevher içindeki demir oranının %65'lerin üzerine çıkarılıp zenginleştirilmesi zorunludur. Bu amaçla düşük tenörlü demir cevheri 75 mikron tane boyutuna öğütülür. Öğütülen bu kum formundaki demir cevheri, pelet veya briket haline getirilerek yüksek fırına şarj edilebilir. Aksi durumda yüksek fırında yanma söner ve verim düşer.

Metal ve ametallerin birbirleri ile atom bağı oluşturmaları, yeni alaşımlar elde edilebilmesi elementlerin özelliklerinin bilinmesi ile gerçekleşir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: *Elementlerin Periyodik Cetvelde Gurupları ve Özellikleri*

Alkali metaller
Alkalin
Ametaller
Halojenler
Aktinitler
Soygazlar
Geçiş metalleri
Metaller
Lantanitler

Atom numarası
Elementin simgesi
Ortalama atom kütlesi

1 H 1.008																	2 He 4.0026
3 Li 6.941	4 Be 9.0121											5 B 10.811	6 C 12.010	7 N 14.008	8 O 15.999	9 F 18.996	10 Ne 20.179
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.981	14 Si 28.085	15 P 30.973	16 S 32.085	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 22.99	20 Ca 24.31	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.70	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc 98	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.42	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 Ln 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3		72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.9	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Ti 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr 223	88 Ra 226.03		104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 263	107 Bh 262	108 Hs 265	109 Mt 266	110 Ds 271	111 Rg 272	112 Cn 277	113 Nh 284	114 Fl 284	115 Mc 288	116 Lv 292	117 Ts 294	118 Og 294

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm 145	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 197.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.3	71 Lu 174.9
89 Ac 227	90 Th 232.0	91 Pa 231	92 U 238.0	93 Np 244	94 Pu 242	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 262

4. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ

A) Aşağıdaki boş alanları doğru bilgi ile doldurunuz.

1. Demir cevheri kırıcılarına ……. adı verilir.
2. Cevher elemek amacı ile üretilmiş olan çubuk elekler; ……..…mm geniş aralıkları üstte, altta ise kademeli olarak küçülen aralıklara sahip çelik çubuklar ile yapılmıştır.
3. Eleme işlemi ile demir cevheri; …….mm, ……mm, ……..... olarak üç guruba ayrılır.
4. Kırıcılarda kullanılan yağın sıcaklığının ……..°C aralığında olması sistemin ……. işaret eder.
5. Demir cevherinin yüksek fırında ergitilecek sinter malzemesi hâline gelmesi için; …… tenörlü cevher ve ……. tenörlü cevher olmak üzere iki grupta işlenir.
6. Genellikle kimyasal yapıları uygun olduğundan yapısında değişikliğe gerek olmayan, cevherin içindeki demir oranı yüksek olduğundan da tane boyutunu ayarlamak yeterli olacak şekilde işlenen ve yüksek fırına sevk edilen cevhere …… …….denir.
7. Demir cevherinin 0-10 mm tane iriliğinden sonra cevhere katkı maddeleri ilave edilerek ısıl işlem sonucunda yuvarlak formda ve 16-17 mm çaplı, sert demir madeni topaklarına ……denir.
8. Yüksek fırına şarj edilecek malzemelerde bazı özelliklerin oluşturulması gerekir. Bu özellikler;
   1. ……..
   2. ……
   3. ……
9. Ham peletlerin hazırlık aşamasında bağlayıcı kullanımı gerekir. Bu bağlayıcılar; …….. , …… , ...……..…'dir.
10. Demir cevheri düşük tenörlü olduğu zaman cevherin tenörünün yükseltilmesi, cevher içindeki demir oranının……'lerin üzerine çıkarılması gereken durumlarda cevherin zenginleştirilmesi zorunludur.

B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

11. Yer kabuğunda % kaç oranında demir bulunur?

A) %4,25 B) %4,5 C) %5 D) %5,2 E) %5,6

12. Mıknatısın tuttuğu element aşağıdakilerden hangisidir?

A) Altın B) Alüminyum C) Bakır D) Demir E) Çinko

13. Demir metalinin ergime derecesi kaçtır?

A) 1350 B) 1450 C) 1535 D) 1650 E) 1850

14. Delhi'deki Kutup Kompleksi'nde bulunan ve saf demirden yapılan ünlü, demir direk günümüze kadar gelebilmiş ve paslanmamıştır. Bu direğin demir oranı % kaçtır?

A) %68 B) %78 C) %85 D) %88 E) %98

15. Demir metalinin özgül ağırlığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 6,88 g/cm^3 B) 7,88 g/cm^3 8,88 g/cm^3 9,88 g/cm^3 E) 7,25 g/cm^3

16. Maden ocaklarından çıkarılan cevherin içinde taş, toprak, kum ve kil gibi yabancı maddeler bulunur. Bu yabancı maddelere ne ad verilir?

A) Cevher B) Gang C) Primer D) Siderit E) Skonder

17. Endüstride en çok tercih edilen demir filizinin adı nedir?

A) Hematit B) Limonit C) Mağnetit D) Pirit E) Siderit

18. Pirit demir filizinin içinde bulunan demir oranı % kaçtır?

A) %36 B) %40 C) %46,6 D) %56,6 E) %66,6

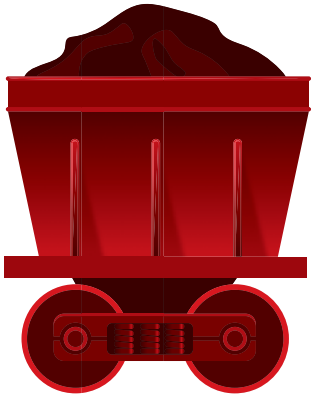
9. Hematit demir filizinin yoğunluğu kaç kg/dm^3'tür?

A) 4,3 kg/dm^3 B) 5,3 kg/dm^3 C) 6,3 kg/dm^3 D) 7,3 kg/dm^3 E) 8,3 kg/dm^3

10. Stok sahasında işlenen cevher hangi taşıyıcı ile taşınır?

A) El arabası
B) Gemi
C) Kamyon
D) Konveyör bant sistemi
E) Uçak

5. ÖĞRENME BİRİMİ



SİNTER İMALATI

KONULAR

5.1. SİNTERLENECEK MALZEMELER

5.2. SİNTER HAMMADDESİ

5.3. SİNTER HAMMADDESİ PİŞİRME

5.4. SİNTERİN YÜKSEK FIRINA SEVKİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Sinterlenecek malzemeleri
2. Sinter ham maddesini
3. Sinter ham maddesi pişirme yöntemini
4. Sinterin yüksek fırına sevkini

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=15618

5. SİNTER İMALATI

İzabecilik, bir ülkenin demir çelik gibi ağır sanayisine ham madde hazırlayan ve demir çelik üretiminde etkin rol oynayan bir meslek dalıdır. İzabecilik, ülkemizin sanayisinin gelişiminde oldukça önemli bir yere sahiptir. İzabeciliğin çalışma alanlarından sinter üretimi, ham demir üretiminin önemli aşamalarından biridir.

Bu öğrenme biriminde sinter üretim aşamalarını öğreneceksiniz.

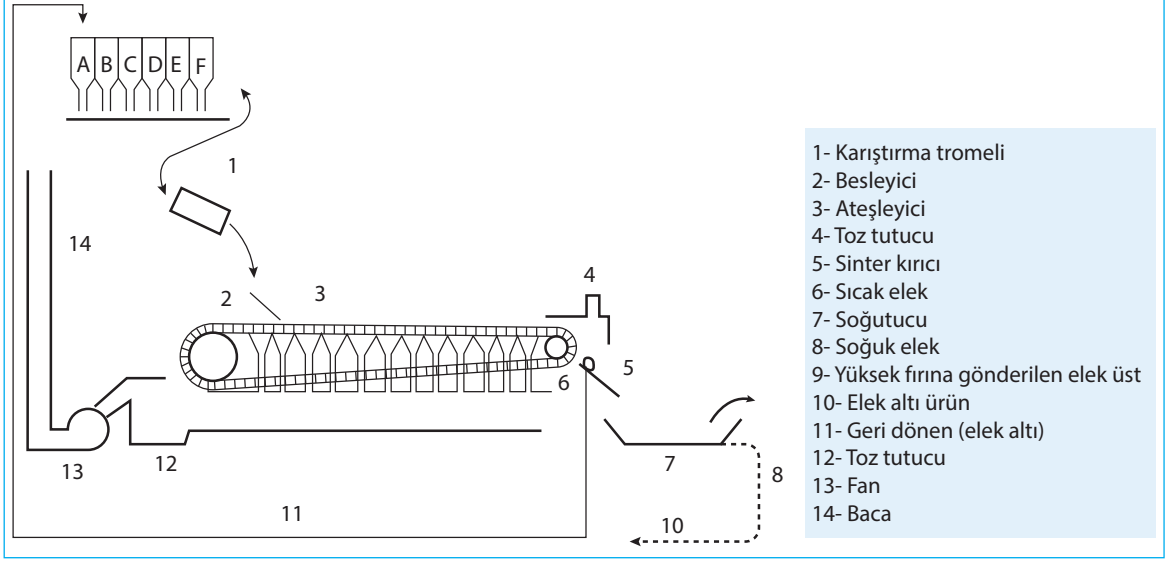
ARAŞTIRMA

Yüksek fırın verimini artırmak için yapılacak çalışmaları araştırınız. Sınıfta arkadaşlarınız ile paylaşınız.

5.1. SİNTERLENECEK MALZEMELER

Toz cevherlerin aglomerasyon yolu ile yüksek fırın için istenen parça iriliğine, mukavemete ve gaz geçirgenliğine sahip duruma getirilmesi işlemidir. Sinterlemenin amaçlarından biri; sinterleme esnasında cevherin kimyasal yapısında bulunan zararlı elementleri (empürite, safsızlıklar) uzaklaştırmaktır (Görsel 5.1).

Sinterlenme sonucunda elde edilen ürünün yüksek fırına şarj edilmesi ile yüksek fırında ham demir üretim kapasitesinde artış olur.



Görsel 5.1: *Sinterleme akış şeması*

Sinterleme işlemi ile demir cevherine iyi özellikler kazandırmak amaçlanmaktadır. Doğrudan kullanılmayan demir cevheri tozlarının, tufal ve baca tozu gibi atık duruma gelmiş diğer demirli maddelerin, günümüzün sıvı ham demir üretim prosesi olan yüksek fırınlarda kullanılabilmesi sağlanmaktadır.

Yüksek fırın prosesi için girdilerin fiziksel ve metalürjik kompozisyonunun uygun olması, fırın geçirgenliğini ve indirgeme kapasitesini artırmaktadır.

Sinter; demir cevheri, kok ve kireç ile birlikte yüksek fırına beslenen girdiler arasındadır. Sinterleme prosesinin amacı; belirli bir tane boyutunun altındaki cevher veya kireç taşı, MgO içerikli

dolomit, dünit, manyezit, olivin gibi yardımcı ham maddeler ile geri kazanılmış sinter tozu, tufal gibi toz hâlindeki taneciklerin, tutuşmayı sağlayan kok tozu ve antrasit ile birlikte yüksek sıcaklıkta dış yüzeylerinin ergitilerek birbirine yapışmasının sağlanması ile yüksek fırına beslenebilecek büyüklüğe getirilmesidir.

25 µm altı girdiler, yüksek fırında tıkanıklıklara ve hava akışının engellenmesine neden olmaktadır.

Sinterlemede üç amaç öne çıkmaktadır.

1. Çok küçük boyuttaki; yani toz halindeki cevheri yüksek fırına şarj edilebilir hâle getirmek.
2. Cevherde mevcut kükürdü oksit haline dönüştürmek ve kükürt miktarını azaltmak.
3. Yüksek fırın çalışma şartlarında kullanılabilecek ve indirgenme kabiliyeti yüksek, mukavemetli, ufalanmaya karşı dayanıklı şarj malzemesi elde etmek ve bu sayede üretim verimini arttırıp işletme arızalarını en aza indirmek.

Sinterin getirdiği bu yararlar, sinter ünitesinin demir çelik üreten bütünleşmiş tesislerde yer almasını zorunlu kılmıştır.

TOZ CEVHERLER

Eleme ve kırma tesislerinde işlem görerek 0-10 mm boyutlarına gelen cevherlerdir.

Toz hâlindeki cevher, bünyesinde önemli miktarda demir içermektedir, bu yüzden de mevcut hâliyle yüksek fırınlarda kullanılmamaktadır.

Toz cevherlerin aglomerasyon yolu ile yüksek fırın için istenen parça iriliğine, mukavemete ve gaz geçirgenliğine sahip duruma getirilmesi gerekir. Bu işlem sinter tesislerinde yapılır.

MİKSERLER

Sinter harmanı için ham madde hazırlama işlemi, sinter tesislerinde iki aşamada gerçekleştirilir. İlk işlem kuru karıştırma tamburlarında gerçekleştirilir.

Harmana normal şartlarda su verilmemek şartıyla mecbur kalındığı durumlarda çok az su verilebilir.

Kuru karıştırma tamburları ile sulu karıştırma tamburları yapısal olarak çok benzerdir.

CEVHER SİLOLARI

Kırılıp, elenecek cevherler çelik bunkerlere doldurulur. Bu işlem, köprü vinç veya doğrudan doğruya cevher taşıyan araçlarının bunkerlere aktarılmasıyla gerçekleşir. Çelikten imal edilmiş sayıları 10-20 arasında olan bunkerlerin malzeme giriş ağzı geniş, çıkış ağzı ise dardır. Bunkerlerin üst kısımları, üzerinde çalışan personelin iş sağlığı ve güvenliğini sağlamaktadır. 25x25 ölçülerinde ızgara ile kapatılarak kırıcının kıramayacağı boyutlardaki cevherin bunker içine girmesi önlenir.

Cevher, çelik bant üzerine oturur; bunkerlerin ağzı açıktır.

Cevherler, alt bölümdeki ana nakil bandına, elektrik motoru tarafından çelik bandın hareket ettirilmesiyle boşaltılır.

Kırıcılara cevher aktarılmasında kullanılan ana nakil bandı kauçuktur. Cevher alma ağzı bant üzerinde olan bütün bunkelerin biri boşalınca diğeri devreye girer.

ARTIK MADDELER

Aşağıda sinter prosesinde kullanılan malzeme çeşitleri verilmiştir.

Sinter Yatak Malzemesi

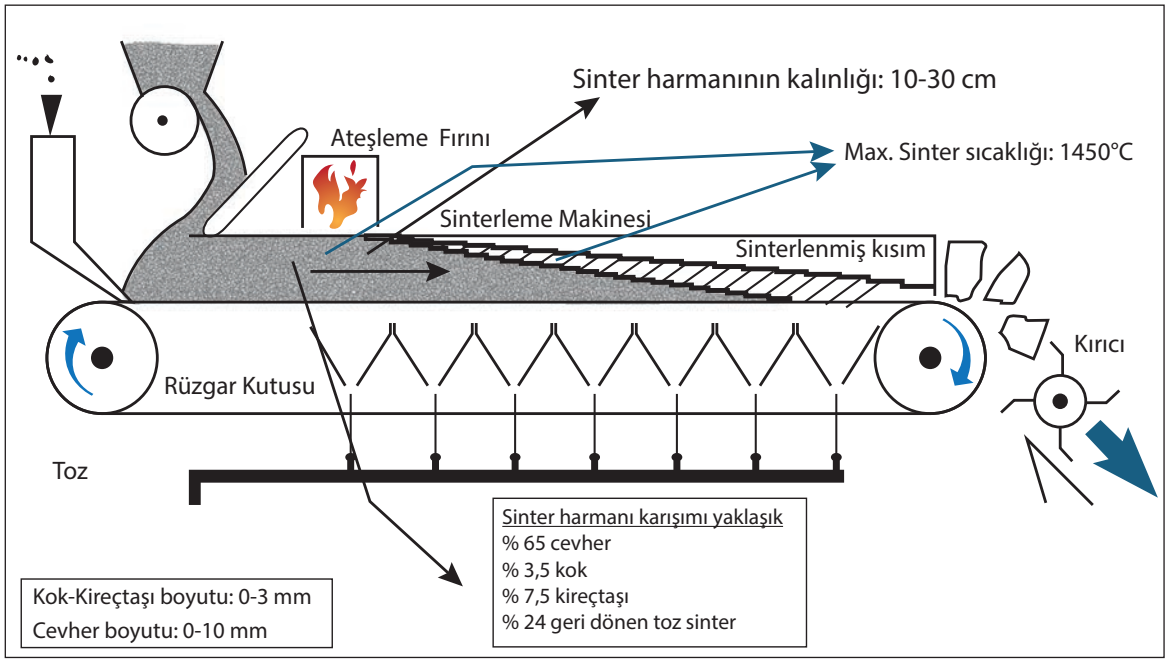
Düz soğutuculardan sonra soğuk elekte eleme gerçekleştirilir. Yüksek fırına elek üstü sinter doğrudan gönderilir. Elek altı ise sinter tozu ve yatak malzemesi olarak ayrılır. Konveyör bantları vasıtasıyla elek altı sinter tekrardan yatak malzeme eleğine alınır. Yatak malzeme eleği 6 mm'dir. 12 mm'lik soğuk elekten yatak malzemesi eleğine (6 mm) gelen malzeme burada elenir (Görsel5.2).

Eleme sonucunda 6 mm altı, sinter tozu olarak sinter tozu bunkerlerine gönderilir. 12-16 mm arası ise konveyör bantlarla yatak malzemesi bunkerine alınır.

Izgarayı yüksek sıcaklıktan korumak, sinter külçesinin ızgara ve paletlere yapışmasını önlemek için sinter yatak altı malzemesi kullanır.

Kok Tozu

Sinterleşme sırasında katı yakıt olarak kullanılır. Genel olarak 0-3 mm arasında istenir. Kok çok



Görsel 5.2: *Demir cevherinin sinterlenmesi*

büyük olursa yanma iyi olamayacağından sinter bozuk çıkar. Kok, fiziksel olarak sinterleşmeye etki eder.

Sinter Tozu

Sinterin kimyasal ve yapısal özelliklerini taşıyan, küçük toz hâlindeki sinter parçalarıdır. Sinterin yapısındaki kırılmalar sebebiyle oluşur.

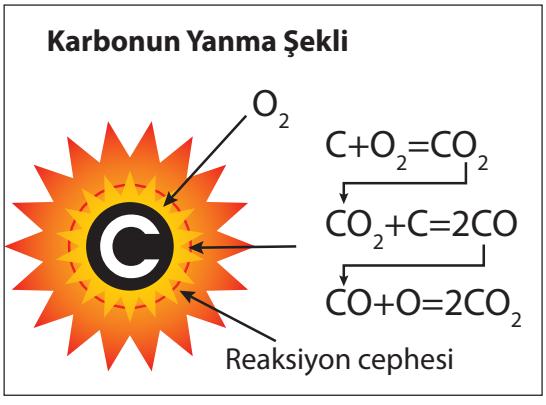
Sinter tozları; sıcak ve soğuk elek altından, elektro filtre tozlarından meydana gelir. Yüksek fırınlardan bunker altında yapılan elemelerde elek altı da diğer tozlara bunun yanında katılır.

Elektro Filtre Tozu

Sinterleme esnasında ortamda bulunan tozlu hava, elektro filtre yardımıyla çekilir. Kirli hava içinde bulunan demir tozları mıknatısla çekilir ve bunkerlere alınır. Sinter tozu ile birlikte sinter tozu bunkerlerine alınır.

DEMİR CEVHERİNİN SİNTERLENMESİ

Aglomere edilmiş malzeme, paketlenmiş bir yatak içinde tabakalanır. Yatak, sinterleme işleminin başlaması için ateşlenir. Ateşleme esnasında kok sobası gazının yanmasıyla üretilen sıcak gazlar, tabakanın üst kısmındaki sıcaklığı yükselterek yatağın iç kısmına doğru çekilir. Ateşleme bitirilinceye kadar yatağın üst kısmındaki kok partikülleri yanma sıcaklığına erişir (Görsel 5.3).



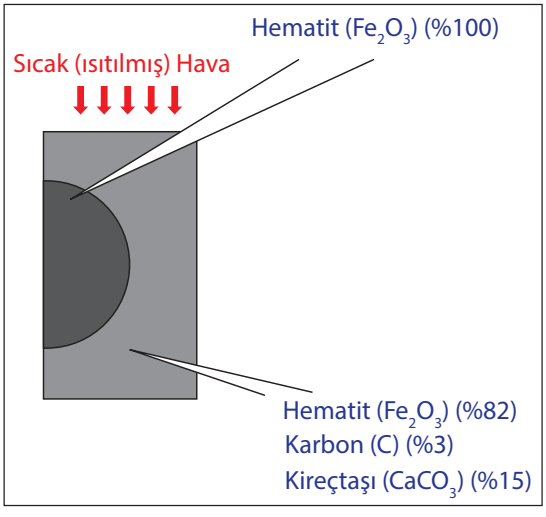
Görsel 5.3: *Karbonun yanma reaksiyonu*

Hava, sinterleme işlemi için gerekli ısı enerjisini sağlayan kokun yanmasının devam etmesi için yatağın içinden aşağı doğru emilir.

Yatağın içine çekilen hava, ilk olarak yatağın daha üst kısımlarının içinden geçmesiyle ön ısıtmaya uğrar.

Daha sonra sıcak kok tozu partikülleri yanmaya devam eder.

Su, yanma bölgesinin hemen altındaki yataktan buharlaştırılarak son olarak soğutulur. Gazlar yatağı terk eder ve atık gaz olarak çıkar. Yanma bölgesi, sinterlemenin ilerlemesiyle yatağın aşağı kısımlarına hareket eder. İşlem sonunda yakıtın tamamı tüketilir ve yatağın üzerindeki tüm kütle sinterlenmiş olur.



Görsel 5.4: *Sinterleyici kavurma*

Not: Toz halindeki cevherin yüksek sıcaklık ve basınç altında kısmi ergimeler yardımı ile sinter bandında topaklaştırılması sırasında kavurma reaksiyonları da meydana geldiği için sinterleme işlemine **sinterleyici kavurma** da denilmektedir (Görsel 5.4).

Harmanın kalınlığı: 10-30 cm

Azami Sinter sıcaklığı: 1450 ^{0}C

Cevher boyutu 0-10 mm

Kok-kireçtaşı boyutu: 0-3 mm

Sinter harmanı karışımı yaklaşık

%65 cevher

%3,5 kok

%7,5 kireçtaşı

%24 geri dönen toz sinter

5.2. SİNTER HAM MADDESİ

Aşağıda sinterlenecek ve sinter harmanına katılacak malzemeler verilmiştir.

TOZ CEVHERLER

Kırma, eleme tesislerinde eleme neticesinde elde edilmiş olan 0-10 mm ebadındaki cevherlerdir. Önemli miktarda demir ihtiva etmesine rağmen toz hâlinde kullanılmaz. Toz cevherler, sinter tesislerinde irileştirilerek kullanılır.

KÜKÜRTLÜ CEVHERLER

Kükürt, demir cevheri içinde istenmeyen elemanlardan biridir. Bu tip cevherler, direkt olarak yüksek fırınlara şarj edilmemektedir. Cevher içindeki kükürt asgariye indirildikten sonra kullanılmaktadır. Bu işlem için kükürtlü cevherler 0-10 mm kırılır ve sinterlenir.

KOK TOZU

Kok tozu, sinter harmanında homojen bir şekilde bulunur. Bu karışım, ateşleme fırının altından geçerken tutuşur. Alttan yapılan hava emişi ile tutuşan kok tozları yanarak sinterleşecek malzemelerin süngerleşmesi için gerekli ısıyı sağlar. Kok tozu, sinter harmanına karışacağı için kok tozunun boyutu 0-30 mm ebatlarında olmalıdır.

BACA TOZU

Tüyerlerden yüksek fırınlara üflenen sıcak hava bir kısım reaksiyonlara girip gaz hâlinde ivedilikle yükselir. Birtakım tozlar da kendisi ile sürüklenir. Baca tozu denen bu malzeme, gaz temizleme tesislerinde gazdan ayrılır. Demir ihtiva eden baca tozu, sinter harmanı içinde karıştırılarak değerlendirilir.

TUFAL

Demir tozlarının bazı işlemler sonucunda biriktirilmesiyle oluşur. Önemli miktarda demir içerdiği için sinter tesislerinde irileştirilerek kullanılır.

SİNTER TOZU

Sinterlenmiş olan malzemeler, kaba olarak kırıldıktan sonra elenir. Eleme işlemi sıcakken ve soğutulduktan sonra iki aşamada yapılır. 8 mm'lik tozlar, eleme neticesinde ayrılır. Bu tozlar, sinter harmanına tekrar katılarak değerlendirilir.

KİREÇ TAŞI TOZU VE DOLOMİT TOZU

Dolomit tozu ve kireç taşı tozu, bazik diye tabir edilen sinter türü imal edilirken kullanılır. Kireç taşı ve dolomit 0-30 mm ebadında öğütülür. Her ikisi de aynı amaç için kullanılır.

Sinterleşen malzemeler ile önce 3 cm yüksekliğinde yatak malzemesi döşenir. Bu işlemin yapılmasının amaçları; ızgaraların ömrünü uzatmak, hava emişini sinter ızgaraları altından kolay yapmak ve ızgara altına toz cevherlerin geçişini engellemektir.

Yatak malzemesi üstüne 25-50 cm arasında sinterlenecek malzeme döşenir. Üzerine malzeme yüklenen palet, zincir-dişli sistemiyle hareket ettirilir. Hareket hâlindeki palet ateşleme fırınının altından geçerken malzeme içindeki kok tozları tutuşur. Tutuşan kısım, bandın hareketiyle ilerlemeye devam eder. Aynı zamanda alttan yapılan hava emişi ile de yanmanın tabana inmesi sağlanır. Hava, emişi son emiş kasasına kadar devam eder.

HAM MADDENİN TOPAKLANMASI

Harman malzemesi, sinter makineleri üzerinde yer alan stok bunkerlerine birinci karıştırma işleminden sonra alınır. Her makine için bunker mevcuttur. Bunkerlerden malzeme, kantarlı besleyicilerle alınarak ikinci miksere beslenir. Malzemenin rutubetlenmesi ve topaklanması ikinci miksерlerde sağlanır. Bu işlem sırasında harman içindeki küçük taneler, birleşerek iri topaklar hâlini alır, böylece makine üzerine harmanın geçirgenliği artırılır.

Sinter harmanının rutubet miktarı %6-8 arasında değişmektedir. Rutubetin ayarlanabilmesi için harman malzemesinin sinter makinesine beslenmesi sırasında numune alınarak nem ölçer cihazı ile rutubet değeri kontrol edilmelidir. Harmana verilecek su miktarı bu rutubet değerine göre ayarlanır. Harman rutubetinin iyi ayarlanmaması durumunda sinter makinesinin kapasitesi düşer ve sinter kalitesi (mukavemeti) bozulur.

SİNTER BANTLARI (PALETLER)

Sinter paleti, üzerinden sinter harmanının taşındığı sistemin hareket hâlinde olduğu kısmıdır. Sinter bandı içine ızgaraların yerleştirildiği gövdeye dört adet tekerlek yerleştirerek yapılmıştır. Gövde içine yerleştirilen ızgaralar üzerinde mahmuzlar mevcuttur. Sinter paleti içinde yaklaşık 260-290 ızgara bulunur.

Tekerlekler, sinter paletlerinin raylar üzerinde hareket etmesi için konulmuştur. Tekerlekler sürtünmesiz rulmanlarla mile takılır. Tekerleklerin dış tarafı preste basılmış kapaklar ile kapatılmıştır. Kapaklarda grasörlükler mevcuttur. Bu gresörlükten tekerleklere katı yağ basılır. Yağın dışarı çıkmaması için sızdırmazlık bilezikleri konmuştur.

Sinter bantları (paletler), raylar üzerinde hareket eder. Raylar; baş, orta ve boşaltım kısımlarında farklılıklar gösterir.

Sinter makinesinde 80 adet sinter paleti mevcuttur. Sinter harmanı paletler üzerine serilen 25-30 mm yatak malzemesi üzerine 300-400 mm kalınlığında serilir. Palet ızgaraların sağlam durumda olması, seyrek ızgaraların sıkıştırılması, düşen ve yanan ızgaraların yenileriyle değiştirilmesi ve eğilmiş ızgaraların düzeltilmesi sinterin kaliteli çıkmasına büyük katkı sağlar.

Ayrıca sinter bandının kontrolü; bant hızı, yatak derinliği ve hava değişimlerle sınırlandırılmıştır. Yatak derinliği ve fanın çalışmasının iyi ayarlanması gerekir.

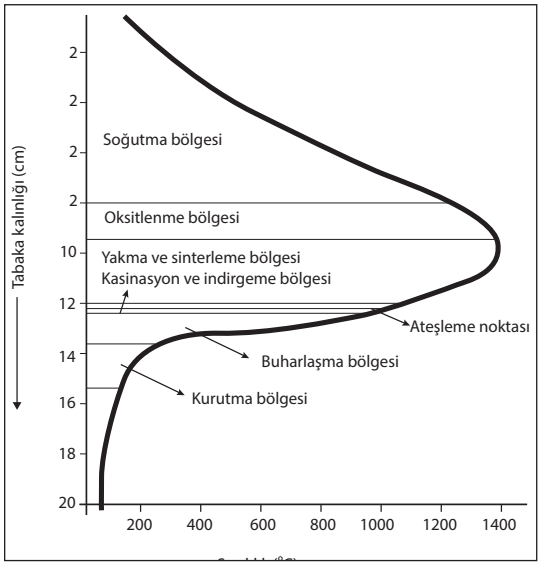
5.3. SİNTER HAM MADDESİ PİŞİRME

Sinterleme sürecinde birtakım kimyasal ve metalürjik reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bu reaksiyonlar, hem sinterin kendisini hem de toz ve gaz emisyonlarını üretmektedir. Sinterleme bölgesinde mevcut olan eriyik, katı ve gaz fazları arasında katı hâl ve heterojen olarak meydana gelen reaksiyonlar birbirleri ile örtüşmekte ve birbirlerini etkilemektedir. Prosesler ve reaksiyonlar aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir.

- Yüksek sıcaklık bölgesinde demir oksitlerin metalik demirlere indirgenmesi
- Silikat eriyiği üretmek ve erimiş fazların oranını arttırmak için silikat fazı ile kalsiyum oksit ve demir oksit fazları arasındaki reaksiyonlar
- Nem buharlaşması
- Temel bileşimlerin ön ısıtması ve kalsinasyonu (kireçleştirme), kok tozunun tutuşması ve karbon, pirit (demir sülfür), klorür ve florür bileşimleri ve havadaki oksijen arasındaki reaksiyonlar
- Kalsiyum oksit ve hematit (kan taşı) arasındaki reaksiyonlar

- Alkali klorürler ve metal klorürlerle birlikte florür içeren bileşimlerin ve kalsiyum-sülfür bileşimlerin oluşumu
- Sinter soğuması sırasındaki termal gerilmeler ve sinter mikro yapısında bulunan hatalar nedeniyle çatlak oluşumu
- Kok kömürünün yanması ve nem buharlaşması ile girinti ve kanal oluşturma etkileri sinter soğutması sırasında büzülme, ayarlama ve sertleştirme etkileriyle yeniden oksitlenme ve yeniden kristalleştirme prosesleridir.

Bir sinter tabakasının ateşlemeden altı dakika sonraki sıcaklık ve reaksiyon bölgeleri (Görsel 5.5.)' de gösterilmektedir.



Görsel 5.5: *Sinterleme prosesinde ateşlemeden 6 dakika sonraki sıcaklık ve reaksiyon bölgelerinin şematik diyagramı*

Sinter ham maddesi pişirme yapılırken sinter makinesi, döner besleyici, segragasyon plakasından geçer.

SİNTER MAKİNESİ

Sinter makinesi başlıca aşağıdaki kısımlardan meydana gelir.

Yatak Malzeme Bunkeri

Sinter makinesi, üzerine montaj edilen çelik konstrüksiyondan imal edilmiştir.

Bu bunkere sinterlenmiş malzemeden elenip ayrılan ve yatak malzemesi adı verilir.10-15 mm ebadındaki sinter depolanır.

Sinterlenecek Malzeme Bunkeri

Çelik konstrüksiyondan imal edilir. Yatak malzeme bunkerinin önüne montajı yapılır. Bunun içine sinterlenmeye hazır hâle gelmiş malzeme depolanır. Bu malzemeler sinter bandının üzerine bir silindir yardımıyla serilir.

Sinter Ateşleme Fırını

Fırının dışı çelik saclarla yapılmış, içi ateşe dayanıklı tuğlalarla örülmüştür. Fırının ebatları sinter makinesi kapasitesine göre değişmektedir. İçinde yüksek fırın ve kok gazı yakılır. 1100-1300 °C sıcaklık elde edilerek sinter harmanı içindeki kok tozlarının tutuşması sağlanır.

Sinter Palet ve Izgaraları

Sinterlenmek üzere serilen malzemeyi taşıyan kısımdır. Palet diye isimlendirilen çok sayıda kasanın yan yana dizilmesinden meydana gelir. Paletler tekerlekli olup aynı zamanda kızak üzerinde hareket eder.

Krom-nikel alaşımlı çelikten yapılmış ızgaralar paletin alt kısmına yerleştirilmiştir. Izgaraların palete verilen malzemenin tabana geçmesinin önlenmesi ve hava emişini kolaylaştırması gibi işlevleri vardır.

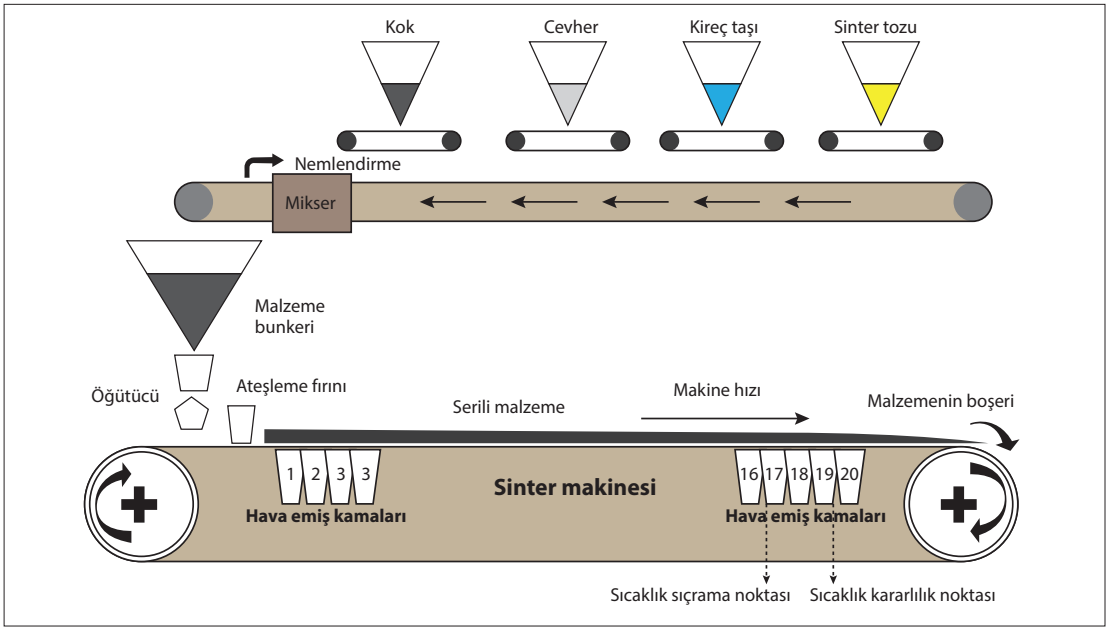
Zincir dişli yardımıyla elektrik motorundan alınan harekete paletler tatbik edilerek bantların belirli bir hızda hareketini sağlar. Sinter bandının hareketini sağlayan sistemdir. Bant hızı sinterleşme durumuna göre ayarlanır.

Hava Emiş ve Toplama Kasaları

Emiş kasaları, çelik sacdan konik olarak yapılır. Paletlerin hemen altına yerleştirilmiş hava emiş kasaları silonlar ve ana toplama borusu ile aspiratöre bağlanmıştır .

Paletlerden hava emişi aspiratör ile sağlanır. Ayrıca ortamdaki gazın sinter bacasından atmosfere gönderilmesi de aspiratör ile sağlanır.

Toz toplama kasaları ise paletlerin geri dönüşü sırasında dökülen sinter tanelerinin toplanabileceği şekilde monte edilmiştir (Görsel 5.6).



Görsel 5.6: *Sinter makinesi*

Sıcak Sinter Kırıcısı

Kütle hâlindeki sinterlenen malzemelerin, eleme ve nakil işlemleri için parçalanması gerekir. Parçalama işlemi; çelik konstrüksiyondan imal edilmiş, elektrik motoruyla dönen kırıcılarda yapılır. Kırıcı çarklar arasına paletlerden düşen sinterlenmiş malzeme, kırıcı çarklar arasında kırılır.

DÖNER BESLEYİCİ (TAMBURLU BESLEYİCİ)

Sinter harmanının sinter paletinin yatak malzemesi üzerine serilmesi için tamburlu besleyiciler kullanılır.

Tamburlu (döner) besleyiciler iki bölüme ayrılır.

- Yatak malzemesinin beslenmesinde kullanılan bölüm
- Sinter harmanının beslenmesinde kullanılan bölüm

Yatak malzemesi, öncelikle sinter makinesinin paletleri üzerine serilir. Yatak malzemesi, yatak malzemesi bunkerinden tamburlu besleyici tamburuna akar. Helezoni redaktör ile açılıp kapanan bir bunker kapağı, yatak malzemesi miktarını ayarlamak için bunkerden akıtılır. Redaktör simidini çevirerek kapağın açılıp kapanması sağlanır. Kapak kapandıktan sonra yatak malzemesinin sinter paleti üzerine serilmesini sağlayan tambur mevcuttur. Sinter harmanı besleme tamburu üzerinden tambur hareketini zincirli kavrama ile alır.

Sinter harmanı, sinter paleti üzerinde beslemek için yapılan kısımdır. Sinter harmanının bulunduğu bunker, gönderilen malzeme miktarını ayarlamak için bir kapak ile kapatılır. Kapağın açılması ve kapatılması redaktör ve kramyer dişli ile sağlanır.

Tambur altındaki mafsallar üzerine yükleme plakası yerleştirilmiştir. Yükleme plakasından sonra harmanı düzelten ve bastıran baskı plakası konulmuştur. Baskı plakası üzerine ağırlık konulmuştur ve harman içinde iri parçalar olursa baskı plakası kalkar ve cisimlerin plakadan geçmesi sağlanır.

SEGREGASYON PLAKASI

Topaklama işlemi yapılan ve rutubetlendirilen harman serici konveyör vasıtasıyla 15 m^3 sinter makinesi besleme hoperine alınır. Sinter makinesi paletleri üzerine yatak malzemesi olan 8-14 mm boyutundaki sinter malzemesi 30-40 mm kalınlığında serilir. Daha sonra sinter makinesi besleme hoperine alınan harman, tambur besleyici yardımıyla sinter makinesi paletleri üzerine 350-400 mm kalınlığında serilir. İri taneler, bu işlem esnasında palet tabanına yakın noktalarda; ince olanlar ise malzemenin üst kısımlarında bulunmaktadır. Yuvarlanan bu harman malzemesi iri tanelerden oluştuğu için yatak, malzeme üzerine gelerek sinterlenme esnasında boşluklar oluşturarak yanma esnasında gaz emmeyi hızlandırır. Harmanın boşaltılması esnasında iri tanelerin altta kalması amacıyla segregasyon plakası kullanılır.

5.4. SİNTERİN YÜKSEK FIRINA SEVKİ

Sinter makinesinde pişirilen sinter, kırıcılara sevk edilir.

SICAK ELEK

Malzemelerin boyut tasnifini yapmak için kullanılan araçlara **elek** denir. Titreşim hareketi yapılmak suretiyle üzerindeki malzemelerin elenmesi sağlanır.

Sinter kısmında bulunan sıcak elekler ile sıcak sinter, kırıcıdan çıktıktan sonra kırıcı ızgaralarına düşer ve daha sonra eleme işlemi yapılır.

İki adet şanzımanın eleğe karşılıklı hareket verdirmesi sonucu sıcak elek çalışır. 700-800 devir / dakika dönme hareketi, elektrik motoru milinden alınan kayışlarla şanzımana verilir. Şanzıman eksantrik mili ile meydana getirilen titreşim hareketi, helisel yaylar üzerine oturtulmuş olan eleğin sallanmasını sağlar ve böylece eleme gerçekleşir. Elek geriye doğru bir miktar eğik yapılarak elek üzerindeki sinterin kolay hareketi sağlanır.

Yataklar, merkezi yağlama sistemi ile yağlanıp, elekler su ile soğutulur.

Elenecek malzeme cinsine ve istenilen şekle göre eleklerde gövde üzerine perdeler konulur. İsteğe göre değiştirilebilen sıcak elek perdesi 0,8 mm'dir.

Sıcak elek üzeri sinter, soğutucuya geçer. Sıcak elek altı ise sinter tozu olarak bunkerlere alınır.

Sıcak elekler çalışırken şunlara dikkat edilmelidir.

- Motordaki elekelerin hareketini alınmasını sağlayan kayışlarının kopması halinde değiştirilmelidir.
- Kayışların kasnaklar üzerinde aşırı kaymasına müsaade edilmemelidir.
- Eleklerin karşılıklı şanzımanlar tarafından dengeli salınım yapması sağlanmalıdır. Dengeli salınım yapılmazsa eleme gerçekleşmez.
- Eleklerin yağlama sisteminin çalışması sağlanmalıdır.
- Tahrik sisteminin çalışması normal olmalıdır.

- Elek perdelerinin yırtılma ve aşınmaları devamlı kontrol edilmelidir.
- Eleklerin soğutulmasını sağlayan su tesisatının sağlamlığı ve suyun devamlılığı kontrol edilmelidir.

SOĞUTUCU FANLAR

Sinter sıcaklığının 70-120 ^{O}C'ta olması, bantların yanmaması için gereklidir. Sıcak olarak elenen sinterler, gideceği yere sevkini sağlayan kauçuk bantlara zarar vermemesi için ikinci bir eleme işlemine tutulmadan önce soğutulmalıdır.

Soğutma işlem düzeneği, daire şeklinde ızgaralı tavalardan meydana gelmiştir. Tavalar üzerine yüklenen sıcak sinterle birlikte, belli bir hızda hareket eder. Bu arada tavaların üzerine monte edilen üç adet aspiratörle hava emişi yapılır. Tava üzerine yüklenen sinter bir tur sonunda soğumuş olur. Eleklere sevk edilmek üzere kauçuk bantlara aktarılır.

SOĞUK ELEK

Soğutma sisteminde soğutulan sinterler, kauçuk bantlarla eleklere sevk edilir. Elek, çelik konstrüksiyondan eğimli olarak yapılmıştır. Elektrik motoruyla titreşim yapılarak çalışır.

Eleme yapılarak sinter üç gruba ayırılır. Sinter, tane boyutuna göre farklı şekillerde sınıflandırılır.

a) Mamul sinter (22 mm üzeri)

b) Toz sinter (0-8 mm)

c) Sinter ızgaraları üzerine döşenmek amacıyla yatak malzemesi bunkerlerine depo edilir.

d) Yatak malzemesi (10-25 mm)

e) Sıcak olarak elenen 0-8 mm'lik tozlarla tekrar sinter harmanına karıştırılır.

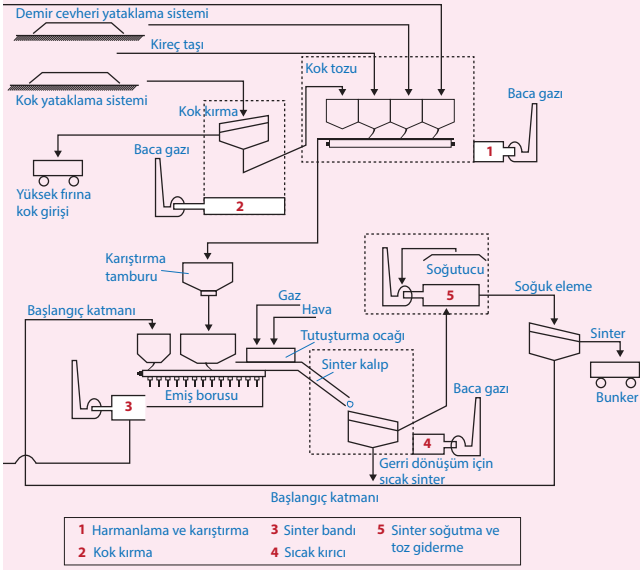
Yüksek fırına şarj edilmek üzere yüksek fırın ham madde bunkerlerine depolanır. Üretilen sinter, bunker kapasitesinden fazla olursa stok sahasında stoklanır. Gerektiği zaman buradan alınarak bunkerlere doldurulur.

TOZ SİLOLARI

Elektro filtreler ile sinter sahasının değişik kısımlarındaki kirli hava temizlenir ve havada asılı kalan demir tozları tutulur. Tutulan tozlar, tekrar harmana eklenir (Görsel 5.7).

Tozlu hava emiş boruları vasıtasıyla emiş fanlarının emmesi sonucu kolektör bunkerlerine gelir. Ağır tozlar, kolektör girişinde ani hacim genişlemesi ile bunkere düşer. Fanlar yardımıyla hava ve havadaki hafif tozlar çekilir. Ana toz bunkerinde mevcut olan elektro filtreler, kolektöre düşmeyen tozları tutar. Atmosfere demir özelliği olmayan tozlar verilir.

Ana toz bunkerlerindeki demirli tozlar, bunker altındaki toz besleyiciler ile konveyör bantlara beslenir ve sinter tozu ile birlikte sinter bunkerlerine taşınır.



Görsel 5.7: *Sinter tesisleri şematik diyagramı*

5. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ

A) Aşağıdaki sorularda verilen boşluklara doğru cevabı yazınız.

1. Sinter harmanı ham madde hazırlama işlemi, sunter tesislerinde iki aşamada gerçekleştirilir. İlk işlem,…… gerçekleştirilir.
2. Kuru karıştırma tamburları ile ……..yapısal olarak çok benzerdir.
3. Eleme sonucunda ……mm altı sinter tozu olarak sinter tozu bunkerlerine gönderilir.
4. Eleme sonucunda ……. arası kalınlıkta olan sinter tozu ise konveyör bantlarla yatak malzemesi bunkerine alınır.
5. Sinterleşmede katı yakıt olarak kullanılan, kok tozunun kalınlığı genel olarak …….. arasında olmalıdır.
6. Sinter harmanı, paletlerin üzerine serilen 25-30 mm yatak malzemesinin üzerine …….. kalınlığında serilir.

B) Aşağıda verilen soruları okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Sinterleme işlemine başlandığında bant üzerine serilen harmanın kalınlığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 10-30 cm B) 25 –35 cm C) 30–40 cm D) 35–45 cm E) 40–50 cm

2. Sinterleme işlemi sırasında sinter malzemesine uygulanan azami sıcaklık aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1450 ° B) 1500 °C C) 1550 °C D) 1600 °C E) 1650 °C

3. Sinterleme işleminde demir cevherinin boyutu kaç mm olmalıdır?

A) 0 – 5 B) 0 – 10 C) 5 – 15 D) 10 – 20 E) 15 – 25

4. Sinterleme işlemi için sinter harmanına katılan kok, kireç taşı boyutu kaç mm olmalıdır?

A) 0 – 1 B) 0 – 2 C) 0 – 3 D) 0 – 4 E) 0 – 5

5. Sinter harmanı karışımında demir cevheri oranı aşağıdakilerden hangisidir?

A) % 50 B) % 55 C) % 60 D) % 65 E)% 70

6. Sinter harmanı karışımında kok kömürü oranı aşağıdakilerden hangisidir?

A) % 1 B) % 2 C) % 2,5 D) % 3 E) %3,5

7. Sinter harmanı karışımında kireç taşı oranı aşağıdakilerden hangisidir?

A) % 7,5 B) % 8 C) % 8,5 D) % 9 E) % 9,5

8. Sinter harmanı karışımında geri dönen toz sinter oranı aşağıdakilerden hangisidir?

A) % 12 B) % 16 C) % 20 D) % 24 E) % 28

9. Aşağıdakilerden hangisi sinter makinesinin kısımlarından değildir?

A) Yatak malzeme bunkeri
B) Sinterlenecek malzeme bunkeri
C) Sinter ateşleme fırını
D) Mikser
E) Sinter palet ve ızgaraları

10. Aşağıdakilerden hangisi malzemelerin boyut tasnifini yapmak için kullanılan araçlara verilen addır?

A) Elek B) Kürek C) El arabası D) Tambur E) Mikser

11. Sinterleme işleminde sinter bantların yanmaması için sinter sıcaklığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 45–90 °C B) 55–100 °C C) 65–110 °C D) 70-120 °C E) 75–130

12. Sinter tane boyutuna göre farklı şekillerde sınıflandırılır. Buna göre mamül sinter kaç mm gözenek aralıklı elekten geçmemelidir?

A) 12 B) 22 C) 32 D) 42 E) 52

13. Sinterlemede yatak malzemesi olarak kullanılan sinter, kaç mm gözenek aralıklı elekten geçmemelidir?

A) 4 - 10 B) 5 - 15 C) 7 - 20 D) 10-25 E) 15 -25

14. Ana toz bunkerindeki kolektöre düşmeyen tozlar, elektro filtrelerle atmosfere atılırken hangi özelliği göz önünde bulundurulmalıdır?

A) Demir özelliği olmaması
B) Ağır olmaması
C) Cevher olması
D) Demir özelliği olması
E) Hafif olması

C) Aşağıdaki sorulara uygun cevapları veriniz.

15. Öğütülerek toz haline getirilmiş demir cevherinin sinterlemesinin amacı nedir? Yazınız.

……

……

……

……

……

……

16. Sinter yatak malzemesi nasıl hazırlanır. Açıklayınız?

……

……

……

……

……

……

17. Kükürtlü cevher, sinter harmanında nasıl ve niçin kullanılır? Açıklayınız.

……

……

……

……

……

……

18. Sinter harmanına katılan baca tozunu açıklayınız.

……

……

……

……

……

……

6. ÖĞRENME BİRİMİ



SIVI MADEN KANALI YAPMA

KONULAR

6.1. YÜKSEK FIRINDA ERGİMİŞ MADEN AKIŞ KANALI

6.2. YÜKSEK FIRIN AKIŞ KANALI SİFON YAPIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Ergimiş maden akış kanalı yapımını
2. Yüksek fırın akış kanalı sifon yapımın

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=15619

6. SIVI MADEN KANALI YAPMA

Bu öğrenme biriminde ham demirin potalara alınmasını sağlayan maden akış kanalının yapılmasını, sıvı ham demir içinde bulunan cürufun sıvı metalden ayrılmasını, cüruf ve sıvı metalin pota veya torpidolara alınarak gerekli yerlere sevkinin yapılmasını öğreneceksiniz (Görsel 6.1).

ARAŞTIRMA

Yüksek fırın tesislerini gezip tesisin akış kanalını araştırarak bir rapor hazırlayınız. Yüksek fırın verimini artırmak için yapılacak çalışmaları araştırınız.



Görsel 6.1: *Maden alma deliğinden maden alınması*

6.1. YÜKSEK FIRINDA ERGİMİŞ MADEN AKIŞ KANALI YAPMA

MADEN KANALI

Yüksek fırının en alt kısmı olan hazne kısmında yanan kok kömürünün arasından süzülerek biriken sıvı demir, belli aralıklarla maden alma ağzı açılarak alınır. Sıvı maden alma ağzından seviye olarak daha yüksekte bulunan cüruf alma ağzı vardır. Maden alma ağzı açıldığı anda cüruf alma ağzı, çamur topu ile kapatılır. Matkap ile açılan sıvı maden alma ağzından çıkan sıvı maden ve az miktarda cüruf sıvı, maden kanalı aracılığı ile taşıma potalarına aktarılır (Görsel 6.2). Maden alma ağzından sıvı maden yerine cüruf gelmeye başladığı anda çamur topu makinesi ile maden alma ağzı kapatılır.



Görsel 6.2: *Maden kanalı*

Maden kanalı, yüksek fırın maden alma kanalı ile sifon arasında kalan ve sıvı madenle cürufun bir arada bulunduğu kanaldır.

Maden kanalının boyu işletmenin fiziki durumuna göre değişir. Maden kanalının boyu 15-20, üst genişliği 140 ve taban genişliği 140 cm'dir.

Derinliği 100, üstgenişliği 140 ve taban genişliği 90 cm' lik kanal açılır. Zemin, refrakter tuğla ile bir sıra örülür. Sac iskelet bunun üzerine yerleştirilir. İskelet, madenin yüksek ısısından beton püskürtmek veya bir sıra daha refrakter tuğla örmek suretiyle korunur. Genellikle beton yöntemi uygulanır (Görsel 6.3).



Görsel 6.3: *Sifon*

KIRICI TABANCA

Maden alma deliğinin açılması ile alınan sıcak sıvı maden, bir müddet sonra maden kanalının aşınmasına neden olur. Kanal, madenin ısısı ile sertleşir ve yıpranır. Kırıcı tabanca ile kanalın yıpranan ve kırılan kısımları tamir edilir.

Turbo körüklerin ürettiği hava, işletmenin ihtiyaç duyulan birimlerine basınca dayanıklı borularla taşınır. Kırıcı tabancalar turbo körüklerde üretilen hava ile çalışır.

KANAL HARÇLARI

Yüksek ısıya dayanıklı refrakter malzemeler, maden kanalının yeniden yapılmasında ve zamanla yıpranan yerlerinin tamirinde kullanılır. Bu refrakter malzemeler ile kanal iskeleti, madenin yüksek ısısının zararlarından korunur. Ayrıca madenin akışını kolaylaştıran düzgün bir yüzey elde edilir (Görsel 6.4).



Görsel 6.4: *Kanal harcı ve refrakter malzeme ile kanal yapımı*

Kanal harçları yüksek ısıya dayanıklı silisyum karbür / alümina refrakter malzemelerdir. Kanal harçları, püskürtme ve dövme yöntemiyle kullanılabilir.

SIKIŞTIRMA TABANCASI

Kanal çamuru, maden kanalının yıpranan bölümlerine sıkıştırılmasında kullanılır. Sıkıştırma tabancası değişik ebatlarda ve güçtedir. Genellikle hava ile çalışır.

Yüksek basınca dayanıklı hortumlar tarafından enerji tesislerinden elde edilen havanın tabancaya verilmesiyle çalışır. Tabancaya havanın kontrollü bir şekilde verilmesi için mandal bulunmaktadır. Bu sayede tabancanın çalışması kontrol altında tutulur. Sıkıştırma tabancasının uçları değiştirilebilir (Görsel 6.5).



Görsel 6.5: *Hava tabancası kullanan işçi*

KOK GAZI

Kanal çamuru, bünyesinde bir miktar nem bulundurur. Bu durum sıvı hâldeki madenin kanal üzerinde ilerlerken ısı kaybetmesine ve patlama tehlikesi barındırmasına neden olur.

Maden kanalı gerek iş güvenliği gerekse enerji tasarrufu için tamir edilirken kullanılan malze-

melerdeki nem kurutulmalıdır. Bu amaçla kok kamaralarında, kok üretiminde oluşan kok gazı, ısı kaynağı olarak değerlendirilir. Kok üretimi yapılırken oluşan kok gazı, gaz temizleme tesisine gönderilir. Gaz temizleme tesislerinde temizlenen kok gazı, gaz tanklarında depo edilir. Depolanan gaz, borular vasıtasıyla yüksek fırın ünitelerine gönderilir.

Maden kanalının kurutulma işlemi şu şekilde yapılmaktadır.

Kanal boyunca kanalın üstü, sac plaklar ile kapatılır. Kok gazı, az miktarda açılarak hortum ucundaki ısıya dayanıklı borunun çıkış ağzına gönderilir. Kibrit, çakmak gibi alev çıkaran araçlarla borunun ucundan dışarıya çıkan az basınçlı kok gazı yakılarak alevlendirilir. Gaz yanması, borunun ucunda sağlandıktan sonra gazı boruya gönderen vana sonuna kadar açılarak maden kanalının içine gönderilir. Kanalın üzeri saclarla kapalı olduğu için alev şeklindeki gaz, yanarak kanal boyu yayılır. Bu şekilde oluşan ısı ile maden kanalı kurutulur. Yanmayı kolaylaştırmak için kanal içine kağıt parçaları doldurulur. Kurutma işlemi bitince kanalın üzerinde bulunan saclar kaldırılır, kanal içindeki yanan kâğıt külleri temizlenir ve kanal kullanıma hazır hâle getirilir.

6.2. SİFON YAPMA

CÜRUF KANALI

Yüksek fırına şarj edilen malzemeler ergiyerek yüksek fırının haznesinde toplanır. Yoğunluk farkından dolayı madenin üst kısmında devamlı cüruf toplanır. Yüksek fırının haznesinin üstünde bulunan cüruf deliğinden cüruf alınır. Altta bulunan maden alma deliğinin ağzı açılmak suretiyle de maden alınır (Görsel 6.6).



Görsel 6.6: *Maden akış kanalı*

Alınan bu maden,maden kanalına verilir. Maden kanalına alınan madenin üst kısmında yine cüruf oluşur. Cüruf, sıvı madenden sifon vasıtasıyla ayrılır. Madenden ayrılan cüruf, cüruf kanalı ile taşıma potasına alınır. Cüruf kanalı, maden akış kanalının sonuna ve sifon kalıbının bir tarafına açılır. Cüruf kanalının inşası maden kanalınınki gibidir. Cüruf kanalının boyu, cüruf alma potası ile ana maden kanalı mesafesi kadardır. Yoğunluğu sıvı madenin yoğunluğundan daha hafif olan cüruf, sifon vasıtasıyla sıvı madenden ayrılarak cüruf kanalına alınır. Cüruf, kanalın bitimindeki taşıma potalarına alınır. Granülasyon sistemine gönderilmek üzere cüruf potalara alınır.

SİFONUN GÖREVİ

- **Sifonun Yapımı**

Sıvı maden ve cüruf, maden kanalında birlikte bulunur. Cürufun yoğunluğu az olduğu için sıvı madenin üstünde toplanır. Sıvı madenden cürufun ayrılarak cüruf kanalından taşıma potasına alınması gerekir. Bunun için maden kanalının sonuna sifon modeli konulur. Sifon, sıvı maden kütlesinin cüruftan ayrışmasını sağlar.

Sifon modelinin boyutları sabit değildir. Sifon modelinin ölçüleri genellikle yüksekliği 70, üst kenarı 60x120, alt yüzeyi ise 40x100 cm'dir. Sifon inşası şu şekildedir.

Model, maden kanalının seviyesinde olacak şekilde sifon modelinin üst yüzeyine yerleştirilir. Kanal çamuru ile üzerindeki boşluk doldurulur ve sıkıştırma işlemi sıkıştırma tabancası ile yapılır. Sıkıştırma işleminin ardından modelin takalanıp yerinden çıkarılması sonucunda sifon boşluğu oluşur. Model çıkarılırken kalıptaki kırıklar onarılır ve kurutularak hazır hâle getirilir.

Sifon kalıbına cüruf kanalı ve cüruftan ayrılmış sıvı madenin bulunduğu maden kanalı açılır. Bu işlemdeki önemli nokta, cüruf kanalı seviyesinin maden kanalınkinden yüksekte tutulmasıdır. Sifon boşluğunu cüruf ve sıvı maden karışımı doldurur. Sıvı madenin yoğunluğu cürufunkinden fazla olduğu için maden altta kalır, cüruf üstten toplanır. Maden kanalına açılan delikten alttaki sıvı maden alınır. Cüruf ise üstte kaldığından cüruf kanalına geçer. Cüruf kanalındaki cüruf, cüruf taşıma potalarına alınır. Maden kanalı yoluyla sıvı maden, torpidolara ve taşıma potalarına alınır. Taşıma potalarında bulunan sıvı maden çelikhaneye gönderilir. Özetle, sıvı madenden cürufun ayrılmasını sağlamak sifonun görevidir (Görsel 6.7).



Görsel 6.7: *Torpidolara sıvı maden alımı*

- **Sifon Deliğinin Açılması ve Kapanması**

Kanal değişimi, uzun süreli duruşlar, beşik oluk yapımları, ana kanal yapımı ve kontrollerinde sifon deliği açılır. Ana kanaldaki pik-cüruf boşaltılarak ana kanalın tahliyesi yapılır. Buradaki pik-cüruf için ayrı pota ayarlanır. Sifon deliği, ana kanalın tahliyesidir (Görsel 6.8).



Görsel 6.8: *Sifon deliğinin açılması*

Sifon deliği, sökme ve manivela tabancası ile açılır. Bu işlem esnasında işçiler, koruyucu giysilerini giymelidir. Yüzleri işlem yapılan alana dönük olmalıdır. Sifon açılamaması durumunda sökme tabancasıyla oksijen vurulmak suretiyle sifon açılır. Kanal deliğine hava vurularak deliğin skalla kapanmaması sağlanır ve oluşan skallar temizlenir. Sonrasında delik, önden ve arkadan kanal çamuruyla kapatılır. Daha sonra dövme tabancası ile dövülür ve işlem sonunda kok gazı alevi ile kurutulur.

6. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ

1. İşletmenin fiziki ortamına göre değişebilen maden kanalının boyu ortalama kaç metredir?

A) 5-10 B)10-15 C) 15-20 D) 25-30 E) 35-545

2. Sprey çamuru, maden kanalına aşağıda verilen metotlardan hangisi ile uygulanır?

A) Daldırma B) Püskürtme C) Rulo D) Fırça E) Hepsi

3. Yüksek fırının maden kanalının tamirinde aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

A) Matkap
B) Kırıcı tabanca
C) Sıkıştırma tabancası
D) Balyoz
E) Hiçbiri

4. Yapımı tamamlanan maden kanalının kurutulmasında aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

A) Yüksek fırın gazı
B) Kok gazı
C) Odun
D) Kok kömürü
E) Doğal gaz

5. Yüksek fırın maden alma ağzından, sifona kadar olan maden kanalı için aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Sadece sıvı maden bulunur
B) Sadece cüruf bulunur
C) Altta sıvı maden üstte cüruf bulunur
D) Altta cüruf, üstte sıvı maden bulunur
E) Sıvı maden ve cüruf homojen bulunur

6. Sifonun görevi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yüksek fırından sıvı madeni almak
B) Sıvı madenle cürufun homojen karışmasını sağlamak
C) Sıvı madeni taşıma potalarına taşımak
D) Sıvı madenle cürufu birbirinden ayırmak
E) Hepsi

7. Yüksek fırın ile sifon arasında bulunan sıvı maden akış kanalı ve cüruf kanalı ile ilgili olarak aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Sıvı maden akış kanalı, cüruf kanalından yüksektedir.

B) Cüruf akış kanalı ile sıvı maden akış kanalının yükseklikleri aynıdır.

C) Cüruf kanalı ile sıvı maden kanalının yüksekliklerinin önemi yoktur.

D) Cüruf akış kanalı, sıvı maden akış kanalından yüksektedir.

E) Madenin cinsine göre cüruf ve sıvı maden kanalının birbirine göre yüksekliği farklı olabilir.

8. Sifondan sonra yapılan maden akış kanalı ile cüruf kanalı için aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Sıvı maden akış kanalı, cüruf kanalından yüksektedir.

B) Cüruf akış kanalı ile sıvı maden akış kanalının yükseklikleri aynıdır

C) Cüruf kanalı ile sıvı maden kanalının yüksekliklerinin önemi yoktur.

D) Cüruf akış kanalı, sıvı maden akış kanalından yüksektedir.

E) Madenin cinsine göre cüruf ve sıvı maden kanalının birbirine göre yüksekliği farklı olabilir

9. Kanalların ve sifonun kurutulmasında aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

A) Yüksek fırın gazı

B) Kok gazı

C) Odun

D) Kok kömürü

E) Doğal gaz

10. Sifon aşağıdakilerden hangisine yapılır?

A) Sıvı maden akış kanalının sonuna

B) Cüruf kanalı sonuna

C) Sıvı maden akış kanalının ortasına

D) Yüksek fırın çıkışına

E) Sıvı maden akış kanalının girişine

T.C.
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI
Savunma Sekreterliği

YANGIN VUKUUNDA HAREKET TARZI

DUYURU

112

Yangını ilk gören personel yangın ekiplerini haberdar eder.



MÜDAHALE



Yangını ilk gören yangına müdahale eder.

YANGIN



Bina yangın kat görevlisiyle birlikte yangın hortumunu mahaline götürür.



Yangın ekipleri toplanır.



Süratle yangın mahaline hareket eder.



Süratle yangın mahali boşaltılır.

PERSONEL HAREKET TARZI







Personel yangın merdivenlerini kullanarak binayı boşaltır.

NASIL KULLANILIR.
BİR YANGIN SÖNDÜRME TÜPÜ



ÖNCE PİMİ ÇEKİNİZ



ATEŞİN KAYNAĞINA YÖNELTİNİZ



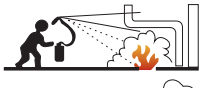
TETİĞİ SIKINIZ



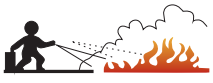
RÜZGARI ARKANIZA ALINIZ.



CİHAZI ALEVİN DİBİNE TUTUNUZ.



CİHAZI YANGININ DOĞDUĞU YERE TUTUNUZ.



ÖNCE ÖNÜ SONRA İLERİYİ SÖNDÜRÜNÜZ.



YANGIN TAMAMEN SÖNMEDEN AYRILMAYINIZ.



CİHAZI OMUZ HİZASINA ASINIZ.

YANGIN SÖNDÜRME CİHAZLARININ CAN VE MAL EMNİYETİ AÇISINDAN LUZUMLU BİR ARAÇ OLDUĞUNU UNUTMAYALIM. BUNUN İÇİN GEREKLİ CİHAZLARI, GEREKLİ YERLERDE BULUNDURALIM VE DAİMA HİZMETE HAZIR TUTALIM.
Kaynak: Koruyucu Güvenlik Genel Esaslarına göre hazırlanmıştır.

ÖNEMLİ TELEFONLAR

YANGIN
POLİS
JANDARMA
HIZIR ACİL
GAZ ARIZA

112

BULUNDUĞUM YER

YANGIN İKAZ İŞARETLERİ



YANGINDA BİRİNCİ ÖNCELİKLE KURTARILACAKLAR



YANGINDA İKİNCİ ÖNCELİKLE KURTARILACAKLAR



YANGINDA ÜÇÜNCÜ ÖNCELİKLE KURTARILACAKLAR

7. ÖĞRENME BİRİMİ



HAM DEMİR ÜRETİMİ

KONULAR

7.1. YÜKSEK FIRININ TANITIMI

7.2. YÜKSEK FIRIN ÇEVRE SİSTEMLERİ VE ŞARJ MALZEMELERİNİN ERGİTİLMESİ

7.3. YÜKSEK FIRIN METAL ALMA AĞZI AÇMA

7.4. YÜKSEK FIRIN METAL ALMA AĞZI KAPATMA

7.5. PİK ÜRETİMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yüksek fırının tanıtımını
2. Yüksek fırın çevre sistemlerinin ve torpidonun tanıtımını
3. Yüksek fırının akış ağzını matkapla açılmasını
4. Yüksek fırının akış ağzını çamurla kapatılmasını
5. Pik üretimini

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=15620

7. HAM DEMİR ÜRETİMİ

İzabecilik, bir ülkenin demir çelik gibi ağır sanayisine ham madde hazırlayan ve demir çelik üretiminde etkin rol oynayan bir meslek dalıdır. İzabecilik, ülkemiz sanayisinin gelişiminde oldukça önemli bir yere sahiptir.

İzabeciliğin çalışma alanlarından sinter üretimi, ham demir üretiminin önemli aşamalarından biridir.

Bu öğrenme biriminde yüksek fırın,ham demir eldesi ve pik makinesinde pik üretimi öğrenilecektir.

ARAŞTIRMA

Yüksek fırından ham demirin nasıl elde edildiğini, sıvı metalden pik üretimini, yüksek fırında şarj malzemelerinin ergitilmesini ve pik makinesinde pik üretimi hakkında bilgi toplayarak sınıfta arkadaşlarınıza anlatınız.

7.1. YÜKSEK FIRININ TANITIMI

YÜKSEK FIRIN

Demir içerikli ham maddelerin kok ve kireç taşı ile bir arada ergitilmesinde kullanılan ve kapasitelerine göre yükseklikleri 30-90 m arasında değişen fırınlara **yüksek fırın** denir.

Dünya çelik üretimi her yıl 700 milyon ton civarında gerçekleşmektedir. Bu üretimin yaklaşık %60'ı yüksek fırınlar ve çelikhane vasıtası ile geriye kalan %40'ı hurdaların ergitilmesi ile elde edilmektedir. Hurdaların ergitilmesinin de yüksek fırınlarda olduğu göz önüne alınırsa çelik üretiminin %99'u yüksek fırınlardan elde edilmektedir.

Yüksek fırınlarda sıvı pik elde etmek amacı ile demir içerikli ham maddeler (cevher, pelet, sinter …), cüruf elde etmek ve oluşacak cürufun özelliklerini ayarlamak için oksit içerikli ham maddeler, (flux malzemeleri; kireç taşı, dolomit gibi) ısı elde etmek amacı ile karbon içerikli ham maddeler (kok, kömür, katran, fuel oil gibi) kullanılmaktadır.

Yüksek fırının iç hacmi 250-850 m^3 kadardır. Ortalama 1m^3 fırın hacmi için 24 saatte 0,5 ile 1,4 ton arası ham demir elde edilir. 1 ton ham demir elde etmek için kömürün kalitesi ve cevherin kompozisyonuna bağlı olarak 450-800 kg kok tüketilir. Bir yüksek fırından elde edilen ürün **pik demir** adını alır.

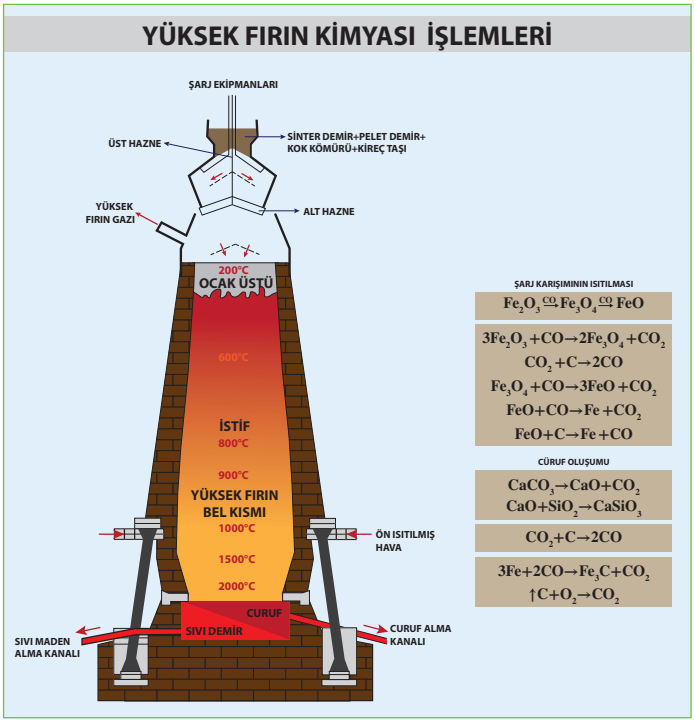
Yüksek fırın doldurulup yakıldıktan 10-15 saat kadar sonra ergiyik ham demir alınmaya başlanır. Günde 4-6 kere ergiyik alınır. Yüksek fırında kullanılan ham maddeler yaklaşık olarak %55-60 oranında sinter, %30-35 oranında cevher %10-15 pelettir. Pik demirde %92-93 demir vardır. Geri kalan ise C, Si, Mn, P, S gibi elementlerdir.

YÜKSEK FIRININ KISIMLARI

Yüksek fırın, kalınlıkları bulunduğu bölgeye göre değişen 30-50 mm çelik sacdan imal edilmiştir. Fırın içindeki reaksiyonlar sonucu oluşan ısının gövde sacına zarar vermemesi için gövde sacı, fırın iç kısmından çeşitli kalitelerde refrakter tuğlalar ile korunmaktadır (Görsel 7.1).

Yüksek fırın şu kısımlardan oluşmaktadır.

1. Boğaz
2. Gövde
3. Bel
4. Karın
5. Hazne



Görsel 7.1: *Yüksek fırının şematik resmi*

KARIN

Karın bölgesi, fırının alt tarafında yeniden daralmaya başlayan kısımdır. Bu kısım (karın bölgesi) ters koni şeklinde olup üst kısmı bel, alt kısmı hazne ile birleşmektedir. Kısmî ergimenin sağlanması için alt taraftaki bu kısımda fırın hacmi küçültülmüştür. Karın bölgesinde ergime işlemi ve son cüruf oluşma işlemi tamamlanır. Ergiyen metal ve cüruf, karın bölgesinin altında bulunan ve dikey eksende çapı sabit olan hazne bölgesinde birikir. Fırın şekil ve bölümlerinin ölçüleri; çalışma metodu, hava sıcaklığı ve kullanılacak malzeme cinsine göre değişmektedir. Malzemenin rahat hareketi ve yukarıya çıkan gazın malzeme ile fırın çapı boyunca temasının çok iyi ve düzenli olabilmesi için bu ölçülerin dikkatli belirlenmesi gerekmektedir.

HAZNE

Fırının alt tarafındaki silindirik kısım olup içinde sıvı demir ve cüruf toplanır. Haznenin üst bölümüne bakırdan yapılmış 22-24 adet üfleme borusu yerleştirilmiştir. Su ile soğutulan bu borular, tüyerler yardımıyla fırına hava üflemeye yarar. Biraz daha aşağıda yine su soğutmalı bakır borulardan yapılmış olan cüruf akıtma delikleri bulunur. Haznenin en alt kısmında ise ham demirin boşaltılması için kullanılan bir delik vardır. Bu delik her boşaltma işleminden sonra ateşe dayanıklı malzeme ile tıkanır. Fırının karın kısmının altında bulunan hava boruları (tüyer) ile fırının içine sıcak hava verilir. Bu hava boruları fırının etrafını çevreleyecek şekilde eşit aralıklarla yerleştirilmiştir. Genellikle yüksek fırınlarda 10-16 adet tüyer bulunur.

Fırının etrafını çevreleyen ve içi refrakter tuğla ile örülü simit şeklindeki ana hava borusundan tüyerlere sıcak hava verilir. Bakır ya da bronzdan yapılan tüyerlerin iç çapları 10-18 cm arasında değişir. Çalışma sırasında su ile soğutulan tüyerlerin ömürleri, fırının çalışma koşullarına göre birkaç günden birkaç aya kadar değişebilir. Fırının en sıcak bölgesi olan karın kısmına **ergime bölgesi** adı verilir. Fırının üst kısmında çift çan düzeneği vardır. Yüksek fırının ana bölümleri aşağıda açıklanmaktadır.

ÜST KISIM

Fırın üst bölgesinde silo, çan ve çan kapağı sistemi veya daha modern bir sistem olan çansız tepe sistemi bulunmaktadır. Yüksek fırın gazları borularla buradan dışarı atılır. Bu kısımda bulunan çan kapakları sayesinde dışarı gaz kaçırılmadan yüksek fırına şarj verilir. Ham maddeler fırın üst bölgesinden bu sistemler vasıtasıyla içeriye gönderilmektedir. Malzemelerin ve gazın ısınması sonucu hacimlerinin artması nedeni ile rahat bir şekilde hareket edebilmeleri için gövde çapı aşağıya doğru genişlemektedir.

GÖVDE

Fırının uzun ve aşağıya doğru genişleyen kısmıdır. Bu kısımda kok cevher karışımı aşağı doğru hareket eder. Şarj yaklaşık 9 saatlik bir sürede fırın içine yayılır. Gövdenin bittiği yerde başlayan ve dikey eksende çapı sabit olan bel (belly) bölgesi fırının en geniş bölgesidir. Cürufun ve metalin ergimesi ve sonuç olarak hacimlerinin azalması bu bölgede başlar. Fırının üst bölgesinde sıcaklık yaklaşık 200 ^{O}C'tir. Bu bölgede şarj malzemesi ısınır. Malzemeler, gaz akımına karşı ters olarak aşağıya doğru inerken çeşitli kimyasal reaksiyonlar olur ve en alt kısımda sıcaklık en yüksek değere çıkar (yaklaşık 1800 ^{O}C kadar). Ergiyik metal bu hazne bölgesinde toplanır. Hazne bölgesinde yoğunluk farkından dolayı üst tarafta bulunan delikten cüruf, daha altta bulunan delikten ise ergimiş metal alınır.

Kimyasal reaksiyonlar için gerekli olan hava yaklaşık 900-1000 ^{O}C ve 1-1,5 atm basınçta fırının orta kısmının hemen altında çevresel olarak dağıtılmış deliklerden üflenir.

Fırın içindeki hava yukarıya doğru çıkarken bir taraftan kimyasal reaksiyonların oluşumunu sağlar. Diğer taraftan yeni şarj edilen şarj malzemeleri ısıtılır. Baca gazları üst kısımdan alınır. Yabancı maddelerden ve tozdan arındırıldıktan sonra hava ısıtma kulelerine verilerek değerlendirilir.

Bir yüksek fırın tesisinde fırının sürekli çalışması için yan üniteler mevcuttur (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: *Yüksek fırın yardımcı birimleri*

YÜKSEK FIRIN YARDIMCI BİRİMLERİ

- **Ham Madde Besleme Sistemi**

Fırında kullanılacak ham maddelerin stoklandığı, hazırlandığı ve fırına gönderildiği ünitedir.

- **Fırın Üstü Şarj Sistemi**

Sarj, bu terbit sayesinde fırın içine verilmektedir.

- **Kömür Enjeksiyon Sistemi**

Pulverize kömür enjeksiyonu (PCI), büyük hacimlerde ve toz hâlindeki kömürü yüksek fırına üfleme yoluyla besleyen bir prosestir.

- **Sobalar**

Sobalar, yüksek fırınlarda kokun yanmasını sağlayan sıcak havanın elde edilmesinde kullanılır.

- **Dökümhane**

Dökümhaneler sıvı pik ve cürufun fırından alındığı yerlerdir. Yüksek fırın üretim kapasitesine göre sayıları 1 ile 4 arasında değişir

- **Kontrol Odası**

Yüksek fırın otomasyon sistemlerinin bulunduğu bölümdür. Sobalar, ham madde sistemi, şarj sistemi gibi yüksek fırının önemli bölümleri bilgisayar ile kontrol edilir ve çalıştırılır (Görsel 7.3).




Görsel 7.3: *Yüksek fırın ve kontrol odası*

- **Soğutma Sistemi ve Refrakter**

Yüksek fırındaki reaksiyonlar sonucu açığa çıkan ısı, tüyer önünde (yanma bölgesinde) yaklaşık 2200 ^{0}C fırın üstünde (ham maddenin fırına ilk girdiği yerde) yaklaşık 150 ^{0}C civarındadır. Sıcak hava sobalarında sıcaklık ise 1250 ^{0}C civarındadır. Bu nedenle fırında ve sobalarda sıcaklığa maruz kalan kritik bölgeler soğutulmalıdır.

İZABENİN TANIMI

İzabe; maden cevherinin metal içeriğini yüksek sıcaklıkta indirgenme tepkimesi yardımıyla cevherin geri kalanından ayırma süreci, prometalurjinin yöntemlerinden biridir. Bazı metal oksitlerin indirgenmesi için yüksek ısı yeterliyken pek çoğu için proseste ısının yanında indirgeyici madde kullanılması da gerekir. Karbon, genellikle kullanılan indirgeyicilerdendir. Demirin yüksek fırında izabesi, demir üretiminde kullanılan en yaygın yöntemdir.

Bir metalin izabesi ile o metale ait cevherin ısıtılıp ergitilmesi birbirinden faklı proseslerdir.

Cevheri ergitmek, cevheri oluşturan elementlerin kütle oranlarını değiştirmeyecektir ancak metalin izabesi ile saflaştırma, metalin kütle oranını artırma amaçlanmaktadır. Diğer bir deyişle ergitme tek başına fiziksel bir dönüşümken izabe, kimyasal bir dönüşümdür.

ŞARJ MALZEMELERİ

- **Demir Cevherleri**

Yer kabuğundaki elementler arasında demir %5,6 oranı ile oksijen, silisyum ve alüminyumdan sonra dördüncü sırada yer almaktadır.

Demir, doğada saf hâlde yer almayıp kimyasal bileşikler şeklinde bulunmaktadır. En çok rastlanılan demir-oksijen (demir oksit) bileşikleridir. Demir bileşikleri her zaman gang olarak bilinen empüriteler ile karışık hâlde bulunur. Bu demir oksit ve gang karışımı ekonomik üretiminin mümkün olduğu demir cevheri olarak sınıflandırılır.

Gang bileşimi demir cevherlerinin işlenmesinde önemli bir role sahiptir. Eğer gang yüksek oranda kireç ($CaCO_3$) içeriyorsa cevher **bazik**, silika ($Si0_2$) oranı daha fazla ise **asidik** olarak nitelendirilir.

Demir çelik sektörünün ana ham maddesi demir cevheridir. Bir madenin cevher olarak değerlendirilebilmesi için işletiminin ve kullanımının ekonomik olması gerekmektedir. Çelik sanayide kullanılan demir cevherlerinin harman tenörünün en az %57 olması arzu edilmektedir. Demir cevherleri doğada;

Manyetit (Fe_3O_4),
Hematit (Fe_2O_3),
Limonit (FeO(OH).nH2O),
Götit (Fe_2O_3.H2O),
Siderit ($FeCO_3$) ve
Pirit (FeS_2) mineralleri şeklinde bulunmaktadır.

Demir çelik üretim fabrikalarının yüksek fırınlarında kullanılan demir cevherlerine uygulanan en basit kalite kriterleri; demir oranının tipi ve miktarı, metalürjik özellikler (sinterleme sırasında cevherin davranışı tane parçalanması vb.) redüklenebilirlik ve eser elementlerinin tipi ve miktarına (Al, Mn, P, K, Na) göredir.

- **Kok Kömürü**

Kok kömürünün yüksek fırındaki fonksiyonları şunlardır:

- Tüm şarjın ergimesi için gerekli ısıyı sağlar.
- Fırın içinde gaz geçirgenliğini sağlar.
- Fırın içindeki şarjın basınç ve ağırlığını taşır.
- Demir cevherinin redüklenmesini (dönüşümünü) sağlar.

Yüksek fırın kokunda aranan özellikler şunlardır:

- Tane büyüklüğü 50-150 mm arasında olmalıdır.
- Sıkı ve sert olup 1 cm^2 ye 120 kg basınca dayanabilmelidir.
- Rengi açık kurşuni olup, kırılan yüzeyi gümüş gibi parlak olmalıdır.
- İçindeki boşluklarının toplamı en az %50 olmalıdır.

- **Kireç Taşı**

Yüksek fırınlarda kullanılan kireç taşı, demir çelik fabrikalarının kendi bölgelerinden veya civarından temin edilmektedir. Kireç taşı, üretim işletmelerinde genellikle basamak sistemiyle üretilir. Basamaklarda delme ve patlatma işleminden sonra kırıcılara sevk edilir.

Kırıcılarda 40 mm'ye kadar kırılan kireç taşı, eleme işleminden sonra yükleme bunkerine doldurularak kara yolu veya demir yolu kanalıyla demir çelik tesislerine gönderilir.

Yüksek fırında kullanılacak kireç taşının tane iriliği 50-100 mm, CaO miktarı %53-63 arasında olmalıdır. SiO_2 miktarının ise oldukça düşük olması istenir.

- **Dolomit**

Dolomit, demir çelik tesislerinin kendi bölgelerinden veya özel sektörlerden temin edilir. Kırılıp parçalanan dolomitin elendikten sonra 25 mm üzeri dolomit, 10-25 mm arası mıcır altı ise toz olarak adlandırılır.

• Manganez

Cürufa akışkanlık kazandırmak amacıyla kullanılır. MnS şeklinde kükürt ile birleşerek kükürdün cürufa geçmesini sağlar. Çelikhanelerin istediği manganlı pik yapımında kullanılır. Manganez aynı zamanda pikin kırılganlığını azaltır.

• Cüruf Yapıcılar

Cüruf yapıcı, ilave maddeler (flakslar) ve metalin birlikte ergimeleri sonucunda kimyasal olarak birleştiği veya fiziksel olarak karıştığı yabancı maddelerden (cevherlerden) ayrıldığı bütün metalürjik işlemlere **izabe** denir.

Demir izabesinde yabancı maddeler bakımından bu iki durum neredeyse her zaman mevcut olduğundan ham demir üretimi iki işlem gerektirir.

1. Metalin bileşik olarak bulunduğu elemanlardan ayrılması (Redüksiyon)

2. Metalin mekanik olarak karıştığı maddelerden ayrılması (Gangdan ayrılması)

Demir cevherlerinde bulunan ve cürufa geçmesi istenen yabancı maddelerin çoğu refrakter karakterli olup yüksek sıcaklıklarda ergir. Bu maddeler iyice ergimedikleri takdirde izabe işlemini geciktirerek metal ve gangın ayrılmasını önler.

Flaksların birinci görevi, bu maddeleri daha kolay ergir hâle getirmektir. Bazı elemanlar demir ile tamamen benzer tarzda redüklenir ve demirin içinde ergir veya demir ile kimyasal olarak birleşir. Ham madde demir ile bileşik hâlde bulunan diğer bazı elamanlar, metale tercih ederek birleşecekleri diğer madde olmaksızın demirden ayrılmaz. Flaksların ikinci görevi bu elemanların veya bileşiklerin metali tercih ederek birleşecekleri bir maddeyi temin etmek ve metalin serbest hâle geçmesini sağlamaktır.

Asidik, Bazik ve Nötr olmak üzere 3 tür flaks vardır.

Asidik Flakslar: Silika (SiO_2), asit çelik üretim yöntemlerinde flaks olarak kullanılan tek maddedir.

Bazidik Flasklar: En çok kullanılan bazik flaks kireç taşıdır ($CaCO_3$). Bunu dolomit $(CaMg)C0_3$ takip eder.

- İzabe ve tasfiye işlemlerindeki yüksek sıcaklıklarda en aktif bazik maddeler; kalsiyum, magnezyum ve sodyum bileşikleridir.
- Buna karşılık en aktif asit maddeler, silisyum ve fosfor bileşikleridir.
- Bazik yabancı maddeleri gidermek için asit bir flaks, asidik bileşikleri gidermek için bazik bir flaks kullanılır.

Nötr Flakslar: Cürufları daha akışkan yapmak için düşük erime noktası olan nötr maddeler ilave edilebilir. En çok Fluşpat (Caf_2) kullanılır.

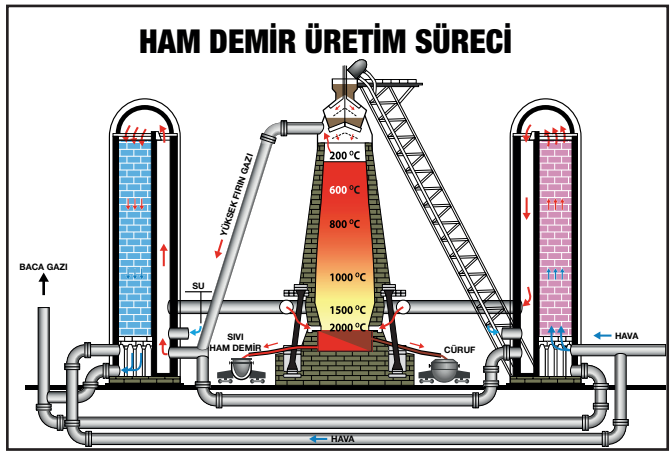
SKİP KOVALARI

Şarj malzemelerini yüksek fırına ulaştırmak için kullanılır. Sacdan veya dökümden imal edilir. Sefer başına ortalama 4-5 ton ile 20 ton cevher taşıyabilir. Fırının boyutuna göre kapasiteleri değişkenlik gösterir.

Kok kömürü ve demir cevheri, yüksek fırının üst kısmına raylar üzerinden skip yürütülerek taşınır. Biri dolu hâlde çıkarken diğeri aşağı boş şekilde inen iki skip kovası bulunur.

YÜKSEK FIRIN SOBALARI ÇALIŞMA SİSTEMİ

İçi tuğla ile kafes şeklinde örülü ve duvarları şamot, çelik konstrüksiyondan yapılan, silindirik kostrüksiyonlardır. Gaz emme odası ve hava ısıtma kısmı şeklinde iki bölümden oluşur.



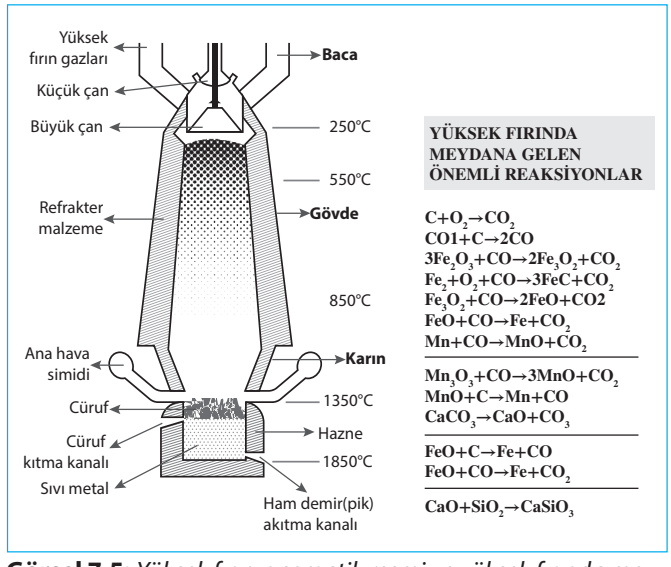
Görsel 7.4: *Yüksek fırın hava ısıtma sobaları*

Sobalardan birinde hava, ısıtılırken diğer ikisinde tuğla ısıtılır. Isıtılacak sobada önce soğuk hava giriş ve sıcak hava çıkış vanası kapatılır. Baca kapakları açılır ve gaz yanma boşluğuna gaz verilerek ateşlenir. Yanmanın daha iyi olabilmesi için vantilatörlerle gaz üzerine hava üflenir. Böylece yükselen alevler, yanma odasındaki kubbe kısmından yıldız tuğla bölümüne geçer. Yıldız tuğla arasında aşağı inen yanmış gazlar bacadan dışarıya atılır. Gaz yakma işlemi, soba içinde 900-1100 ^{0}C sıcaklık oluşuncaya kadar devam eder (Görsel 7.4).

Soba içinde yeterli sıcaklık oluşunca gaz kesilir. Baca kapakları kapatılarak sıcak hava çıkış vanası açılır. Son olarak da soğuk havanın geliş vanası ağır ağır açılarak hava ısıtma işlemine başlanır. Sobaya alttan üflenen hava, ısıtılmış olan yıldız tuğlalar arasından yükselirken ısınır. Kubbeden gaz yanma boşluğuna geçen sıcak hava aşağı doğru inerek sıcak hava vanasından hava kuşağına gelir. Oradan deveboynu kanalıyla tüyerlerden fırın içine üflenir. Sobalar için gerekli soğuk hava, büyük hacimli turbo körüklerden temin edilir.

7.2. YÜKSEK FIRIN ÇEVRE SİSTEMLERİ VE ŞARJ MALZEMELERİNİN ERGİTİLMESİ

Yüksek fırına demir oksit hâlinde giren cevher, yüksek ısı karşısında oksijen ve demire ayrışan oksijen karbonla birleşip CO ve CO_2 gazı hâlinde yukarı yükselir. Demir de ergimiş olarak altta toplanır (Görsel 7.5). Yüksek fırında redüksiyonun tam olabilmesi, yani cevherdeki oksijenin tamamının ayrılabilmesi için ocağa gerekli olan miktardan fazla karbon ilave edilir. Bu şekilde arta kalan bir kısım karbon da ergimiş hâldeki madene karışır. Fırına alttan giren hava ve ocak içinde ayrışan gazlar yükseldikçe reaksiyon değişikliğinden dolayı fırın içindeki reaksiyon sahalarını da alttan yukarı doğru ayırmak bu yüzden daha uygun olacaktır.



Görsel 7.5: *Yüksek fırının şematik resmi ve yüksek fırında meydana gelen önemli kimyasal reaksiyonlar*

ERGİME SAHASI

Fırın alt hava püskürtme deliklerinden giren sıcak havanın yardımı ile yanan karbonun ısısı aşağı ininceye kadar redüksiyon ile (Fe) demir ve demir karbürü (Fe_3C) hâline geçen maden cevherden ayrışarak katılan malzeme ile

birleşen kalsiyum silikatı ($2CaO.Si0_2$) eriterek akar hale getirir. Erimenin olduğu bu kısma, **ergime sahası** adı verilir. Fırındaki kok kömürü, hava püskürtme tüyerlerinden giren sıcak havanın oksijeni ile birleşir ve bütün karbonu yakarak karbondioksit oluşturur. Biraz yükselen CO_2 gazı tekrar kızgın koka rastlayacağından onun karbonunu alıp karbonmonoksit (CO) haline geçer. Alttan yukarı yükselmeye çalışan bu karbonmonoksit gazı demir cevheri içindeki demir oksidin redüksüyonunu sağlar. Bu kısmın sıcaklığı ortalama 1700 ^{O}C'tır.

KARBON ALMA SAHASI

Redüksiyon sahasında cevherin ayrışması ile oluşan demirin bir kısmı, bu safhada aşağıdan yukarı yükselen CO gazı ile birleşerek $2CO+3Fe=Fe_3C+CO_2$ demir karbür (Fe_3C) hâline geçer ve birleşme denkleminde de görüldüğü gibi CO gazı ayrışır. Demirin karbon ile birleşmesinden dolayı bu sahaya da **karbon alma sahası** adı verilir.Karbon alma sahasının ortalama ısı derecesi 1200 ^{O}C'tir.

REDÜKSİYON SAHASI

Yukarıdan aşağı ısınarak redüksiyon sahasına giren cevher, reaksiyona geçer (Görsel 7.6). Isı derecesi 500-900 ^{O}C olan bu bölgedeki reaksiyonu şu denklemler ile ifade etmek mümkündür.

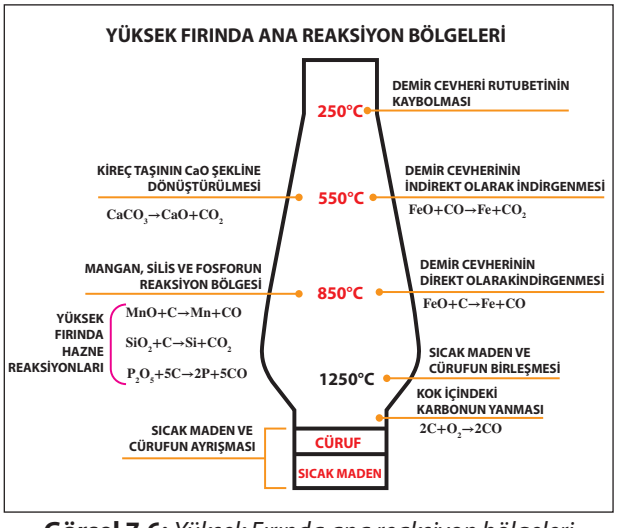
$CO_2 + C = 2CO$ $CO + 3\ Fe_20_3 = 2Fe_30_4 + CO$

$CO + Fe_3O_4 = 3FeO + CO_2$ $CO + FeO = Fe + CO_2$

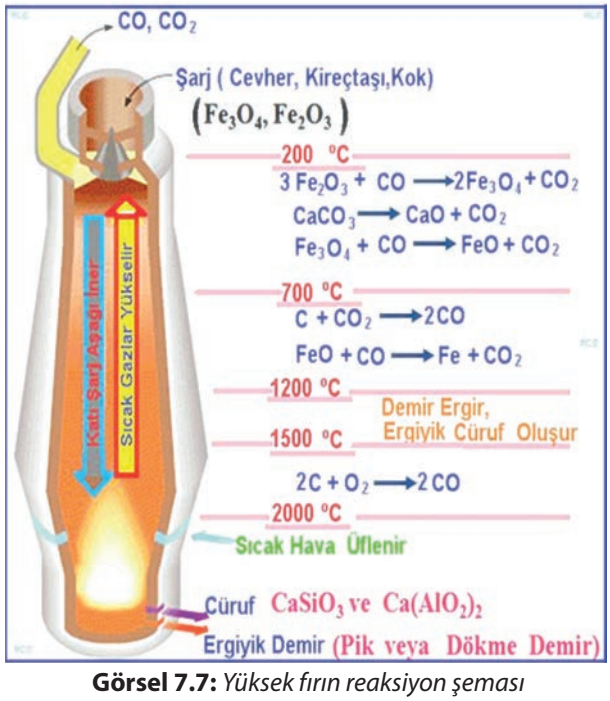
Redüksiyon sahasında cevherden CO vasıtası ile ayrışan demir, katı hâldedir. Yukarıda bahsedildiği gibi karbon alma sahasından geçip erime sahasına girdikten sonra oradaki yüksek ısı derecesi ile akar hâle gelir. Yukarıdaki denklemde ayrışan CO_2 gazları, üst tabakadaki kömürlerin arasından geçerken tekrar karbon (C) alarak karbonmonoksit gazı hâline geçer. $CO_2 + C = 2\ CO$ Ocağa verilen kireç taşı da bu sahanın ısısı ile yanmış kireç (CaO) ve CO_2 karbondioksit gazına ayrışır. Bununla birlikte cevherle beraber bulunan silis ($SİO_2$), bu sahada ayrışan demirle beraber o da serbest kalıp CaO ile birleşerek aşağı iner. $CaC0_3 = Ca\ 0 + CO_2$

ISINMA SAHASI

Isı derecesi 200-500 ^{0}C arasında olan bu sahada; aşağıdan sıcak halde yükselen CO, $C0_2$ ve havanın azot gazı ile ocağa doldurulan cevher, kömür ve katık malzeme ile birlikte ısınma devresi geçirir (Görsel 7.7).



Görsel 7.6: *Yüksek Fırında ana reaksiyon bölgeleri*



Görsel 7.7: *Yüksek fırın reaksiyon şeması*

YÜKSEK FIRIN HAVASI

Sıcak hava ile fırına şarj edilen malzemelerin ergitilmesi sıcak hava ile sağlanır. Yüksek fırın sobalarında hava ısıtılarak fırına gönderilir. Fırın için gerekli hava enerji tesislerinde turbo körükleri kullanılarak üretilir.

TÜYERLER

Yüksek fırının hazne bölümünde, maden alma deliğinin 30-35 cm yukarısında, fırın duvarına yerleştirilen basınçlı sıcak havanın fırın içine üflendiği yerdir. Dış kısım tüyer, orta kısım ara soğutucu ve iç kısım ise kulerdir. Tüyerler bakır ya da bronzdan yapılmıştır. Erken aşınmasını ve çabuk devreden çıkmasını önlemek için soğutma suyu sistemine sahiptir ve çift kanallıdır (Görsel 7.8).



Görsel 7.8: *Tüyerlerin görünümü*

ENJEKSİYON SİSTEMİ

Fırın içi ısısının daha kısa sürede ve daha az masrafla istenen düzeye çıkarılması için fırın içine tabii gaz, fuel oil ve kömür tozunu fırına eklenen özel bir sistemle enjekte etmektir. Yüksek fırınlara doğal gaz, fuel oil ve kömür tozu enjeksiyonunun amacı, ton sıvı metal başına kömür sarfiyatını düşürmektir. Bu işlem, fırınlara monte edilen özel bir sistemle yapılmakta ve tüyerlerin hemen bitişiğindeki ince borularla fırın içine enjekte edilmektedir.

YÜKSEK FIRIN GAZOMETRESİ

Gaz, yüksek fırına borular vasıtasıyla gönderilir. Bu nedenle borulardaki basıncın sabit bir değerde tutulması gerekir. Yüksek fırın gaz dağıtım hattındaki boru şebeke basıncını sabit tutma görevini **gazometre** yerine getirir.

7.3. YÜKSEK FIRIN MADEN ALMA AĞZI AÇMA

MATKAP

Yüksek fırın maden alma deliğinin açılması için elektrikli matkap kullanılır. Maden alma ağzı belli periyotlarla açılarak sıvı maden ve cüruf taşıma potalarına alınır.

PNÖMATİK SİSTEM

Yüksek fırın maden alma deliğinin açılmasında hava ile çalışan pnömatik matkap kullanılır. Enerji tesisleri tarafından sağlanan hava ile pnömatik matkap çalışır.

MADEN ALMA AĞZI

Yüksek fırının hazne kısmında biriken ergimiş sıvı madenin dışarı alınması için açılan deliğe **maden alma ağzı** denir. Hazne kısmının alt kısmı ile fırının taban kısmının hemen üzerine açılır.



Görsel 7.9: *Yüksek fırın sıvı metal alma ağzına müdehale*

Maden alma deliği, 12 derecelik bir açıyla fırına açılır. İşletmelerdeki fırınların kapasitesi değiştiğinden delik boyu ve çapının sabit bir ölçüsü yoktur. Örneğin 8,7 m çapa sahip yüksek fırına açılacak maden alma deliğinin boyu 2,2 m, çapı ise 5,5 cm'dir (Görsel 7.9).

Öncelikle yüksek fırının haznesinde sıvı maden istenilen miktarda birikir. Matkabı ocak ağzına yerleştirip pnömatik sistem ile matkap çalıştırılır. Matkap ile sıvı maden alma ağzı açılır.

7.4. YÜKSEK FIRIN METAL ALMA AĞZI KAPATILMASI

KAPATMA ÇAMURU

Kok kömürünün sağladığı ısı sayesinde demir filizleri katı ergime bölgesinde ergiyerek damlalar hâlinde fırının hazne kısmında toplanır. Matkap ile maden alma deliği açılır. Böylelikle hazne kısmında biriken sıvı ham demir, maden kanalından potalara alınır. Potalara sıvı ham demirin alınması işlemi bitince bir sonraki şarj malzemelerinde yüklenen demir filizlerinin tekrar ergiyerek hazne kısmında toplanmasını sağlamak için maden alma deliği kapatma çamuru ile kapatılır.

KAPATMA TOPU

Kapatma çamurunun maden alma kanalına basınçla doldurulmasını sağlar. Gövde, piston ve memeden oluşan çamur topu haznesi elektrikle çalışır. Ayrıca enerji tesislerinden sağlanan basınçlı hava ile haznede bulunan çamur, maden alma deliğine doldurulur. Çamur topu haznesi; gövde, piston ve memeden oluşur.

MADEN ALMA DELİĞİNİN KAPATILMASI

Tavan vinci ile kapatma çamuru, çamur topunun yanına taşınır. Çamur topunun haznesine kapatma çamuru doldurulur. Kumanda odasından çamur topuna ait elektrik düğmeleri açılır. Ardından çamur topunun çamuru iten pistona ait kol ileri itilir. Çamur topu memesinden çamur çıkana kadar piston ileride tutulur. Piston, çamur memelerde görülünce bırakılır. Sonra turnike kolu ileri itilerek çamur topu döküm deliğine hareket ettirilir. Çamur topu, maden alma deliğine yerleştirildikten sonra turnike kolu bırakılıp piston kolu itilerek döküm deliğine çamur basılır ve maden alma deliği kapanmış olur. Bu şekilde yedi dakika bekledikten sonra piston, yavaş yavaş geriye doğru çekilir. Basılan çamurun geri gelmesi, çamur topunun içinde oluşan basıncın boşaltılması ile önlenir.

ÇAMUR TOPUNUN TEMİZLİĞİ

Çamur topu, maden alma işlemi bitince yerine alınır. Havalı su ile çamur topunun memesi soğutulur. Manivela veya elektrikli el kırıcısı yardımıyla çamur topu memesi içindeki yanmış ve sertleşmiş çamur temizlenir. Eğer sertleşmiş çamur buna rağmen sökülemiyorsa memenin iki tarafındaki kamalar çıkarılarak çamur topu memesi tavan vincinde askıya alınır. Meme yerinden çıkarılır. Bu şekilde iyice temizlendikten sonra tekrar yerine takılır ve kamalar çakılır.

TORPİDOLAR

Yüksek fırından elde edilen sıvı ham demir, çelikhaneye veya pik makinesine yollanır. Taşıma potası veya torpidolar sıvı ham demiri yüksek fırından alıp işleneceği yere taşınmasında görevlidir.

7.5. PİK ÜRETİMİ

PİK MAKİNESİ

Dökümhane ve çelikhanede ham madde olarak katı pik kullanılır. Pik makinesinde yüksek fırından elde edilen sıvı maden ve çelikhanedeki ihtiyaç fazlası maden, katı pik elde etmek için kullanılır.

Kalıpların, pota devirme tertibatı ve zincir sistemi üzerine bağlanmak suretiyle oluşturduğu sisteme **pik makinesi** denir. Pik makinesinin; azami üretim kapasitesi 1700 ton / gün, paletlerdeki bant sayısı 2 adet, bant hareket hızı 9,1 m / dk, bant uzunluğu 92,4 m, banttaki kalıp sayısı 308 adet, kireç söndürme kapasitesi 25 ton / gün, kireç söndürme süresi 5 dk, kireç tane iriliği 20 mm(-maks), kireç yoğunluğu 0,08-1,1 gr / cm3 dür.

Sıvı ham demir, 100-120 tonluk taşıma potaları ile kükürt giderme tesisine gönderilerek .burada demirin kükürdü giderilir.

Ham demir, dolu potanın kükürdü giderildikten sonra pik makinesine yerleştirilir (Görsel 7.9).

Pota içindeki maden yavaşça pik makinesinin yolluk sistemine boşaltılır. Sıvı ham demir yolluktan bant üzerinde hareket eden kalıplara dolar.

Sıvı maden yavaşça ilerleyen kalıplarda katılaşmaya başlar. Katılaşmayı hızlandırmak için kalıplara duşlama sistemi ile su püskürtülür.

Bant sonunda katılaşan pik, ters dönerek aşağıda bulunan beşik vagona düşer. Ardından vagonlara alınan pik, su püskürtme sisteminin altına getirilir. Soğutma suyu ile mümkün olduğu kadar soğutulur. Soğutulan pikler, stok sahasına gönderilir.

Buradan ilgili kısımlara vinç yardımıyla stok edilir.

Sıvı madenin içerisinde Si ve S miktarı fazla olduğunda pik katılaşır ve kalıplara yapışır. Kalıplara kireç püskürtme sistemi ile kireç püskürtülerek bu sorun giderilir. Pikin kalıba yapışması, püskürtülen kirecin kalıpta filim tabakası oluşturmasıyla önlenir. Kalıplar devirdaim yaparak potadaki sıvı madeni bitirir.

PİK KALIBI

Sıvı madenin pik kalıbı yapılmak için döküldüğü, yüksek ısıya dayanıklı, üçlü veya dörtlü gözden oluşan, çelikten veya hematit pikinden imal edilen kalıplardır.

PİK TANIMI

%4-%5 arasında karbon ve değişen oranlarda S, Si, P içeren kırılgan demir-karbon alaşımlarına **pik** denir. Demir cevherinden dökme demir ve çeliğe giden yolda bir ara ürün olarak değerlendirilir. Kalıplara dökülerek külçe hâlinde üretilir.

DÖNER BANT

Döner bant üzerinde bulunan paletlerden oluşan pik makinesinin ekipmanlarından biridir. Döner bantın hızı operatörün tecrübesine bağlıdır

STOK SAHASI

Pik makinelerinden elde edilen piklerin depolandığı kısımdır. Üretilen külçe pik çeşitlerine göre değişik sayıda kısımlardan oluşur (Görsel 7.10).

İşletmenin ihtiyaçlarına göre kapasiteleri değişmektedir. Tavan vinçleri ile piklerin üretim, soğutma ve nakliye işlemleri yapılır. Vinçler vasıtasıyla soğutulmuş pikler sınıflarına göre tanzim edilmiş bölümlere stoklanır.



Görsel 7.10: *Stok sahası*

7. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ

1. Tüyerler, yüksek fırının hangi kısmında bulunur?

A) Taban B) Hazne C) Gövde D) Külahlar bölgesi E) Boğaz

2. Şarj hunusi, distrübitör fırının hangi kısmında bulunur?

A) Taban B) Hazne C) Gövde D) Külahlar bölgesi E) Boğaz

3. Redüksiyon, karbon alma ve ergime olayları fırının hangi kısmında gerçekleşir?

A) Taban B) Hazne C) Gövde D) Külahlar bölgesi E) Boğaz

4. Tüyerler, fırının hangi bölgesinde bulunur?

A) Taban B) Hazne C) Boğaz D) Külahlar E) Gövde

5. Yüksek fırınlara doğal gaz, fuel-oil ve kömür tozu enjeksiyonun amacı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Fırın ısısını düşürmek

B) Doğal gaz, fuel-oil ve kömür tozu kullanılmış olmak

C) Fırın enjeksiyonu sisteminin çalışmasını sağlamak

D) Ton sıvı metal başına kok kömür sarfiyatını düşürmek

E) Fırın ısısını yükseltmek

6. 6. Yüksek fırın gaz dağıtım hattındaki boru şebeke basıncını sabit tutma görevini aşağıdakilerden hangisi yerine getirir?

A) Turbo körük B) Tüyer C) Gazometre D) Termokulp E) Termometre

7. Aşağıdakilerden hangisi pik makinesinin dakikadaki hızıdır?

A) 9,1 B) 9,7 C) 10,3 D) 11,6 E) 14,5

8. Demir filizinden ham demir elde etmeye yarayan dikey fırın aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yer ocağı

B) Yüksek fırın

C) indüksiyon ocağı

D) Kupol ocağı E) Elektrik ocağı

9. Yüksek fırının kısım sayısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 5 B) 6 C) 7 D) 8 E) 10

10. Yüksek fırın bölümlerinden gövdede hangi olay gerçekleşmez?

A) Redüksiyon B) Karbon alma C) Ergime D) Kaynama E) Hiçbiri

Kaynakçanın oluşturulmasında APA 6 yazım kuralları uygulanmıştır.

AĞ KAYNAKÇA

- *https://www.sgs.com.tr/tr-tr/mining/analytical-services/astm-and-us.-epatests* (Erişim tarihi: 16.02.2021 Saat 15:19).
- *https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/78234/mod* (Erişim tarihi 12.02.2021 Saat 20.30).
- *http://www.marbleport.com/madencilik-kulturu/331/ cevher zenginleştirme yontemleri* (18.12. 2021 saat10:06).
- *https://tse.org.tr/IcerikDetay?ID=387&ParentID=422*(08.04. 2022 saat 05:22).

KAYNAKÇA

- *Avrupa Komisyonu Demir Çelik Üretiminde BREF.* Sevilla (2001).
- *Tetsu-to-Hagané Kawaguchi ve diğer… Katı Yakıtın Özelliklerinin Demir Cevheri Sinterleme Prosesinde Egzoz Gazının Dioksin Konsantrasyonu Üzerindeki Etkisi* (2002, S. 20-27).
- *Eurofer, Sürekli ve Kesintisiz Sinter Tesisi Operasyonlarını En Aza İndirgemek İçin Kullanılan Güncelleme Tekniği,* Eurofer (2007, S. 2).
- *UBA Comments. Birincil Demir ve Çelik Üretiminde Kirliliğin Önlenmesi ve Kontrolü İçin Mevcut En İyi Teknikler Hakkında Hollanda Notları.* Berlin: Almanya Çevre Koruma Kurumu (UBA) (1997).
- Böber, Abdullah. *İzabe Meslek Teknolojisi.* MEB Yayınları (1990).
- Akarsu, İrfan. *Sinterleme*. İskenderun: İDÇ Yayınları, (1986).
- Gözübüyük, Mehmet. *Konik Kırıcı.* İskenderun: İDÇ Yayınları (1986).
- Aketa, K., Uehara, T., Sugıyama, T., Igawa, Y. *General Review of Fluxed Pellet Development at Kobe Steel.* Mineral Resources Research Center and Center for Professional Department. Duluth, U.S.A. (1988).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. *Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği* 2009.
- İSDEMİR. Teknik Arşiv. İSDEMİR *Pik Üretim Makinesi Kullanım Talimatları.*
- Erdemir, Fatih. *Cevher Hazırlama Deneyi*
- Aslan, Nevzat. *Cevher Hazırlama Deneyi*
- Renkli, Yunus Emre. *Hammadde ve Cevher Hazırlama Dersi*
- *TDK Türkçe Sözlük.* Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları (2012).
- *TDK Yazım Kılavuzu.* Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları. (2012).
- Yıldız, Necati. *Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Cilt 1-2*
- *Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvar Güvenliği ve Çalışma Kuralları,* Orta Doğu Teknik Üniversitesi 2014.
- *Kimya Laboratuvarı Güvenlik Kuralları.* İstanbul Teknik Üniversites, Kimya Bölümü 2013

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1546

1. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) BOŞLUK DOLDURMA												
1. TEMİZ VE GÜVENİLİR			**2.** TERMOKOPUL						**3.** 28 m^3'TÜR			
4. BATARYA SİLOLARI												
B) ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI												
1-A	**2-B**	**3-C**	**4-B**	**5-E**	**6-C**	**7-E**	**8-B**	**9-D**	**10-A**			

2. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI													
1-A	**2-C**	**3-D**	**4-A**	**5-C**	**6-A**	**7-E**	**8-D**	**9-B**	**10-E**	**11-E**	**12-D**	**13-A**	**14-E**
15-E	**16-B**												

3. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) BOŞLUK DOLDURMA												
1. ŞARJ ARABASI			**2.** METALÜRJİK KOK						**3.** SÖNDÜRÜLÜNCEYE			
4. KOK GAZLARI			**5.** TATSIZ, KOKUSUZ VE RENKSİZ									
B) ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI												
1-C	**2-B**	**3-A**	**4-D**	**5-E**	**6-A**	**7-D**	**8-E**	**9-A**	**10-C**	**11-C**	**12-D**	**13-A**

4. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) BOŞLUK DOLDURMA
1. Konkasör
2. (25 mm)
3. 0-10 / 10-25 / 25 mm ve üzeri
4. 35-55 ^{0}C-- normal çalıştığına
5. Yüksek -- düşük
6. Yüksek Tenörlü Cevher
7. Pelet
8. 1- Toz ve kırıntılardan arındırılmış olmalıdır. 2- Fiziksel dayanımı yüksek olmalıdır. Taşıma ve yüklemelerde kırılıp ufalanmamalıdır. 3- Yüksek fırında ısıtılırken tepkimelere dayanmalı, hemen ufalanmamalıdır.
9. Organik kimyasal maddeler, organik maddeler, bentonit
10.%65
B) ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI

1-E	**2-D**	**3-C**	**4-E**	**5-B**	**6-B**	**7-A**	**8-C**	**9-B**	**10-A**			

5. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) BOŞLUK DOLDURMA
1. Kuru karıştırma tamburlarında
2. Sulu karıştırma tamburları
3. 6 mm
4. 12-16 mm
5. 0-3 mm
6. 300-400
B) ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI

1-A	**2-A**	**3-B**	**4-C**	**5-D**	**6-E**	**7-A**	**8-D**	**9-D**	**10-A**	**11-D**	**12-B**	**13-D**
14-A												

C) AÇIK UÇLU CEVAPLAR

1.	Sinterlemede üç amaç öne çıkmaktadır. 1. Çok küçük boyuttaki yani toz halindeki cevheri, yüksek fırına şarj edilebilir hale getirmek. 2. Cevherde mevcut kükürdü oksit haline dönüştürmek ve kükürt miktarını azaltmak. 3. Yüksek fırın çalışma şartlarında kullanılabilecek ve indirgenme kabiliyeti yüksek, mukavemetli, ufalanmaya karşı dayanıklı şarj malzemesi elde etmek. ve bu sayede üretim verimini arttırıp işletme arızalarını en aza indirmek.
2.	Sinter Yatak Malzemesi Düz soğutuculardan sonra soğuk elekte eleme gerçekleştirilir. Yüksek fırına elek üstü sinter doğrudan gönderilir. Elek altı ise sinter tozu ve yatak malzemesi ola¬rak ayrılır. Konveyör bantları vasıtasıyla elek altı sinter tekrardan yatak malzeme eleğine alınır. Yatak malzeme eleği 6 mm'dir. 12 mm' lik soğuk elekten yatak mal¬zemesi eleğine (6 mm) gelen malzeme burada elenir. Eleme sonucunda 6 mm altı sinter tozu olarak sinter tozu bunkerlerine gönderilir. 12-16 mm arası ise konveyör bantlarla yatak malzemesi bunkerine alınır. Izgarayı yüksek sıcaklıktan korumak, sinter külçesinin ızgara ve paletlere yapış¬masını önlemek için sinter yatak altı malzemesi kullanır.
3.	Kükürt, demir cevheri içinde istenmeyen elemanlardan biridir. Bu tip cevherler direkt olarak yüksek fırınlara şarj edilmemektedir. Cevher içindeki kükürt, asgariye indirildikten sonra kullanılmaktadır. Bu işlem için kükürtlü cevherler 0-10 mm kırılır ve sinterlenir.
4.	Tüyerlerden yüksek fırınlara üflenen sıcak hava ile bir kısım reaksiyone girip gaz halinde ivedilikle yükselir. Akabinde birtakım tozlar da kendisi ile sürüklenir. Baca tozu denen bu malzeme, gaz temizleme tesislerinde gazdan ayrılır. Demir ihtiva eden baca tozu sinter harmanı içinde karıştırılarak değerlendirilir.

6. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI												
1-C	**2-B**	**3-B**	**4-B**	**5-C**	**6-D**	**7-D**	**8-D**	**9-B**	**10-A**			

7. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI												
1-B	**2-D**	**3-C**	**4-B**	**5-D**	**6-B**	**7-A**	**8-B**	**9-A**	**10-D**			