

MESLEKİ TEKNİK ANADOLU LİSESİ METALURJİ TEKNOLOJİSİ ALANI

İZABE DALI
MESLEK TEKNOLOJİSİ

10. SINIF
DERS KİTABI

METALURJİ TEKNOLOJİSİ ALANI İZABE DALI MESLEK TEKNOLOJİSİ 10. SINIF DERS KİTABI



T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

METALURJİ TEKNOLOJİSİ ALANI

İZABE DALI

MESLEK TENOLOJİSİ

**10. SINIF
DERS KİTABI**

YAZARLAR

Bekir COŞAR

Halil SAYAN



T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı
Sergül TEMİR

Görsel Tasarım Uzmanı
Musa YERKAN

Her hakkı saklıdır ve Milli Eğitim Bakanlığına aittir.
Kitabın metin ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir suretle alınıp yayınlanamaz.



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,
Medeniyet 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'sım;
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

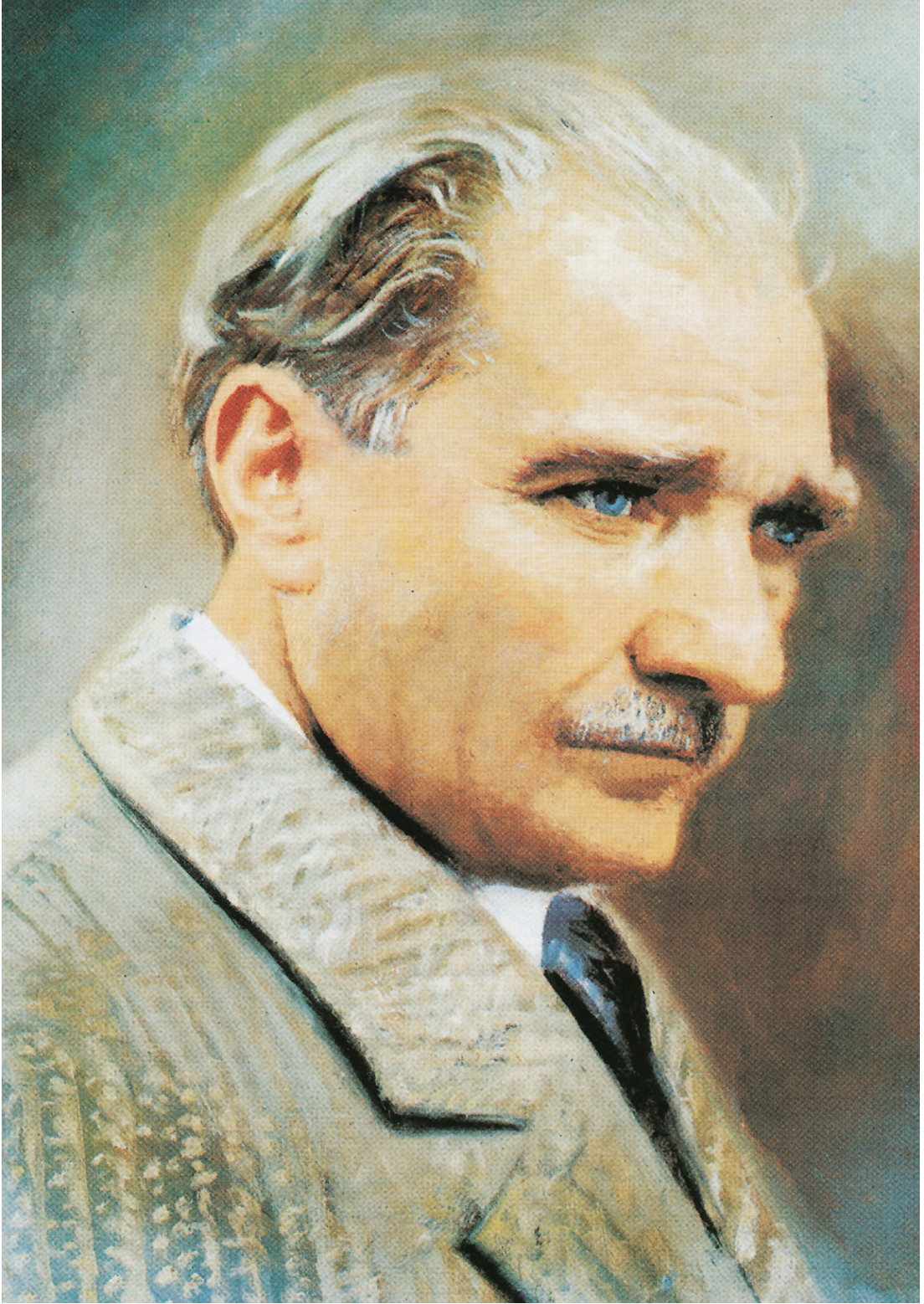
GENÇLİĞE HİTABE

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 imkan ve şerait, çok namûsait 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, 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

KİTAP TANITIMI	13
DERSİN İŞLENİŞİNE DAİR ESASLAR.....	16
ATÖLYEDE UYULMASI GEREKEN KURALLAR.....	17
YILLIK PLANDA KONU BAŞLIKLARININ OTUZ ALTI HAFTAYA DAĞILIMI	19

1. TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI.....26

GİRİŞ.....	26
ARAŞTIRMA.....	26
1.1. TAŞ KÖMÜRÜ HAZIRLAMA.....	28
KÖMÜR ÇEŞİTLERİ	29
UÇUCU MADDE (%) ORANI	30
KARBON ORANI.....	31
KÖMÜRÜ ÇEŞİTLERİNE AYIRMA.....	32
KÖMÜR AKTARMA BANTLARI.....	33
SİLOLAR	34
KANTAR ÇEŞİTLERİ	35
1.2. TAŞ KÖMÜRÜ DEPOLAMA	36
KÖMÜRÜN KIRILMASI	36
KÖMÜR HARMANI	37
ŞARJ KÖMÜRÜ	38
MİKSER.....	39
BATARYA SİLOLARI	39
1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	40

2. KÖMÜRDE FİZİKSEL TESTLER VE ANALİZLER.....44

GİRİŞ.....	44
ARAŞTIRMA	44
2.1. YIĞIN VE ELEK ANALİZİ.....	45
YIĞIN ANALİZİ	47
ELEK ANALİZİ.....	49
2.2. RUTUBET, KOK SERTLİĞİ VE KÜKÜRT TAYİNİ	52
RUTUBET TAYİNİ	52
KOK SERTLİĞİ (STABİLİTE)	53
KOK ORANI	55
KÜKÜRT TAYİNİ.....	56
2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	58

3. KAMARALARDA KOKLAŞTIRMA64

GİRİŞ.....64

ARAŞTIRMA.....64

3.1. KAMARALARIN ÇALIŞTIRILMASI64

NOZULLAR67

FIRIN DUVARLARINI OLUŞTURAN TUĞLALAR68

KOK FIRIN VE BATARYALARININ İLK ÇALIŞTIRILMASINDA VE
İŞLETİLMESİNDE DİKKAT ESİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR69

İLK ISITMA.....70

SICAK TAMİR.....70

DÜŞÜK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI71

YÜKSEK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI71

KÖMÜRÜ KAMARALARA ŞARJ ETME.....71

SÜNGÜLEME.....72

KAMARALARDA KULLANILAN GAZLAR.....73

YANMA ODASI.....73

İTME ARABASI74

KILAVUZ ARABASI75

SÖNDÜRME ARABASI75

BACA GAZLARI75

3.2. KOKLAŞMA76

KOK KAMARALARI.....76

KOK KAMARALARININ ÇALIŞMASI77

KOKLAŞMA ÜRÜNLERİ79

SÖNDÜRME İSTASYONU.....83

3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME86

4.DEMİR CEVHERİ VE CEVHERİN SİNTERE HAZIRLAMA90

GİRİŞ.....90

ARAŞTIRMA.....90

4.1. DEMİR CEVHERİNİN KIRILMASI91

DEMİR ELEMENTİ.....91

CEVHERİN KIRILMASI.....92

DEMİR FİLİZLERİ VE İÇİNDEKİ SAF DEMİR ORANI.....95

STOK SAHALARI.....97

KIRICILAR.....98

ÇUBUK ELEKLER.....98

KIRICININ ÇALIŞTIRILMASI VE AYARLANMASI.....99

DÜŞÜK TENÖRLÜ CEVHER.....	100
YÜKSEK TENÖRLÜ CEVHER.....	102
4.2. DEMİR CEVHERİNİN ÖĞÜTÜLMESİ.....	102
KONVEYÖR BANT SİSTEMLERİ	103
DEĞİRMEN	103
KONSANTRASYON.....	103
4.3. PELETLEME.....	103
PELETLEME İLE CEVHERE KAZANDIRILAN ÖZELLİKLER ...	104
PELETLEMEDE KULLANILAN BAĞLAYICILAR	104
PELETLEME İŞLEMİ	105
4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	107
5. SİNTER İMALATI.....	112
GİRİŞ.....	112
ARAŞTIRMA.....	112
5.1. SİNTERLENECEK MALZEMELER.....	112
TOZ CEVHERLER	113
MİKSERLER.....	114
CEVHER SİLOLARI	114
ARTIK MADDELER.....	115
DEMİR CEVHERİNİN SİNTERLENMESİ.....	116
5.2. SİNTER HAMMADESİ	117
TOZ CEVHERLER	117
KÜKÜRTLÜ CEVHERLER.....	117
KOK TOZU	117
BACA TOZU	117
TUFAL	118
SİNTER TOZU	118
KİREÇTAŞI TOZU, DOLOMİT TOZU	118
HAM MADDENİN TOPAKLANMASI.....	118
SİNTER BANTLARI (PALETLER)	119
5.3. SİNTER HAMMADESİ PİŞİRME.....	119
SİNTER MAKİNESİ	120
DÖNER BESLEYİCİ (TAMBURLU BESLEYİCİ)	121
SEGREGASYON PLAKASI	122
5.4. SİNTERİN YÜKSEK FIRINA SEVKİ.....	123
SICAK ELEK	123
SOĞUTUCU FANLAR.....	124

SOĞUK ELEK	125
TOZ SİLOLARI	127
5. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	128
6. SIVI MADEN KANALI YAPMA	132
GİRİŞ.....	132
ARAŞTIRMA.....	132
6.1. YÜKSEK FIRINDA ERGİMİŞ MADEN AKIŞ KANALI YAPMA..	132
MADEN KANALI.....	133
KIRICI TABANCA	133
KANAL HARÇLARI	134
SIKIŞTIRMA TABANCASI	134
KOK GAZI	134
6.2. SİFON YAPMA.....	135
CÜRUF KANALI	135
SİFONUN GÖREVİ	135
6. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	138
7. HAM DEMİR ÜRETİMİ	142
GİRİŞ.....	142
ARAŞTIRMA.....	142
7.1. YÜKSEK FIRININ TANITIMI	142
YÜKSEK FIRIN	142
YÜKSEK FIRININ KISIMLARI	143
YÜKSEK FIRIN YARDIMCI BİRİMLERİ	145
İZABENİN TANIMI	146
ŞARJ MALZEMELERİ.....	146
SKİP KOVALARI	149
YÜKSEK FIRIN SOBALARI ÇALIŞMA SİSTEMİ	149
7.2. YÜKSEK FIRIN ÇEVRE SİSTEMLERİ VE ŞARJ	
MALZEMELERİNİN ERGİTİLMESİ	150
ERGİME SAHASI	150
KARBON ALMA SAHASI.....	150
REDÜKSİYON SAHASI	151
ISINMA SAHASI	151
YÜKSEK FIRIN HAVASI.....	151
TÜYERLER	152
ENJEKSİYON SİSTEMİ	152
YÜKSEK FIRIN GAZOMETRESİ	152

7.3. YÜKSEK FIRIN METAL ALMA AĞZI AÇMA.....	152
MATKAP	152
PNÖMATİK SİSTEM	152
MADEN ALMA AĞZI.....	153
7.4. YÜKSEK FIRIN METAL ALMA AĞZI KAPATILMASI	153
KAPATMA ÇAMURU	153
KAPATMA TOPU	153
MADEN ALMA DELİĞİNİN KAPATILMASI	153
ÇAMUR TOPUNUN TEMİZLİĞİ	154
TORPİDOLAR	154
7.5. PİK ÜRETİMİ	154
PİK MAKİNESİ	154
PİK KALIBI	156
PİK TANIMI.....	156
DÖNER BANT.....	157
STOK SAHASI	157
7. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	158
CEVAP ANAHTARLARI	159
GENEL KAYNAKÇA.....	162
GÖRSEL KAYNAKÇA.....	162

TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

1.1 TAŞ KÖMÜRÜ HAZIRLAMA

1.2 TAŞ KÖMÜRÜ DEPOLAMA

Öğrenme
biriminin adı

Öğrenme
birimi alt
başlıkları



Öğrenme
birimi kapak
resmi



Öğrenme
birimi karekodu

<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=15014>

Öğrenme
birimi karekodu
adresi

Öğrenme Birimi 1
TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

25

Sayfa
numarası

Öğrenme birimi sıra numarası

Öğrenme birimi adı

1. ÖĞRENME BİRİMİ

Öğrenme birimine has renk

TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

GİRİŞ

Öğrenme birimi giriş açıklaması

Enerji kaynakları insanlığın vazgeçilmez unsurlarından biridir. Isınmak, yiyecek içecek pişirmek, sıcak su elde etmek ve endüstride ihtiyaç duyulan enerjinin elde edilmesi çok çeşitli yöntemlerle gerçekleşmektedir.

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



Konu ile ilgili görsel

Görsel 1.1: Kömürün yanması

Görsel numarası
Görsel adı

Görselin atfı

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

ARAŞTIRMA

Öğrenme birimi hazırlık çalışması

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

Öğrenme birimi sıra numarası

Öğrenme birimi başlığı

1. TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

Kömür: Varlığını keşfetmek MÖ 1000 yıllarına dayanan, canlıların ve bitkilerin toprak altında kalması, doğanın ve zamanın etkisi ile fosile dönüşmesiyle 300 milyon yıl sürecinde oluşan yerkabuğu katmanıdır (Görsel 1.2). Uzun yıllar boyunca hayvan ve hayvan atıklarının, ormanların ve bitkilerin bataklıklar altında kalması ile kömürleşme başlar. Yeraltında oluşan basınç ve sıcaklık kimyasal değişimi hızlandırır.

Uzun zaman sürecinde kömürler kaya tabakaları arasında katmanlar halinde oluşur.

Dünyanın çeşitli bölgelerinde yer altında bulunan kömür rezervlerinin kendiliğinden yüzeye çıkması sonucunda, insanların bu siyah taşların ne kadar yanıcı olduğunu keşfederek kullanmaya başladığı düşünüyor.

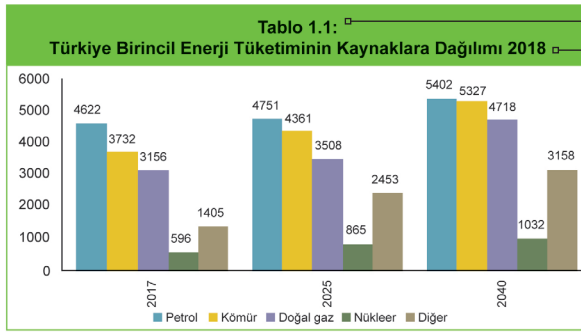


Konu ile ilgili görsel

Görsel numarası
Görsel adı

Kömürün Hayatımızdaki Yeri ve Önemi

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



Tablo numarası
Tablo adı

Aşağıdaki unsurlardan dolayı kömür, enerji kaynağı olarak tercih edilmektedir.

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

Yaygın olması: Dünyada çok ülkede çok sayıda kömür ocakları mevcuttur.

DERSİN İŞLENİŞİNE DAİR ESASLAR

Meslek teknolojisi derslerinin atölyelerin teknoloji sınıflarında ve atölye laboratuvarları yanında işlenmesi en uygun ortamdır. Dersin ilk bir saati teknoloji sınıfında, ikinci saati laboratuvarında 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 Alanın 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 dersin işlenişi sırasında 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 tayarıcı bulundurulması ve kullanılması dersin anlaşılır olma seviyesini artıracaktır.

Bu derste; 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.

BU DERSTE; ATÖLYE ÇALIŞMALARINDA UYULMASI GEREKEN İŞ GÜVENLİĞİ VE SAĞLIĞI KURALLARI ANLATILIR.

Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinde atölyelerde öğrencilerin uyması gereken kurallar öğrencilere anlatılmalıdır. Öğrencilerin bu kuralları benimsemesi ve alışkanlık haline getirmesi zaman alacaktır.

Bu kuralların her atölyede öğrencilerin görebileceği bir yere asılması uygun olur. Burada verilen kurallar genel kurallar olmakla birlikte yeni kurallar eklenir. Atölyede çalışan öğrenciler kesinlikle iş Önlüğü, koruyucu gözlük ve iş eldivenlerini yanlarında bulundurması oldukça önemlidir (Görsel 0.1).

➤ 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 teknisyen ya da öğretim üyesine olay anında bilgi veriniz.
4. Çalışmasını bilmediğiniz araçları kullanmayınız ve emin olmadığınız konularda mutlaka sorumlu teknisyen ya da öğretim üyesine danışınız.
5. Araç-gereçleri 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 engellemek için birbirinize fazla yaklaşmayınız ve güvenli bir hareket alanı bırakınız.
8. Kesici, delici, yanıcı vb. tehlikeli araç-gereçleri sorumlu teknisyen ya da öğretim üyesi gözetimi olmadan kendi başınıza kullanmayınız.
9. Herhangi bir kaza-yaralanma durumunda hemen sorumlu teknisyen ya da öğretim üyesine bildiriniz. (Bana bir şey olmaz, nasıl olsa geçer gibi düşüncelerle olayı gizlemek sonucunda mikrop kapabilir, tetanos hatta kangren olabilirsiniz.)



Görsel 0.1:
Kişisel koruyucu ekipmanları

10. Atölyede çalışırken işe uygun ve üzerinize tam olarak oturan iş elbiselerini 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. Eğer döner bir parçası bulunan bir makine 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. Daima sapının eğeye iyi oturmuş ve hasarsız olmasına dikkat ediniz.
15. Bir makineyi, yalnız başınıza kullanabilmenizi sağlayacak şekilde eğitilmediğiniz sürece kesinlikle kullanmayınız.
16. Makineyi çabucak nasıl durduracağınızı bildiğinizden emin olun. Durdurma düğmesinin yerini öğrenin.
17. Bir makineyi çalıştırmadan önce, makinenin koruyucu siperlerinin yerinde olduğunu kontrol ediniz. Onların oraya sizin güvenliğinizi için konulduğunu unutmayınız.
18. Kullandıktan sonra makineyi daima temizleyiniz. Asla çalışan makineyi temizlemeye kalkışmayınız.
19. Tezgâhlar üzerindeki metal talaşları kaldırırken bir fırça veya talaş toplama çengeli kullanınız. Aksi halde ellerinizi kötü bir şekilde kesebilirsiniz.
20. Tezgâhlar veya diğer elektrikli araçlar, ana elektrik şebekesine bağlıdır. Bir arıza olursa, hemen makineyi durdurup sorumlu teknisyen ya da öğretim üyesine haber veriniz.
21. Atölye çıkışında, çalışma alanları ve çevreyi temiz bir şekilde bırakınız. Çalışma sonrasında; kullanılan masa, alet, takım, cihaz ve aksesuarları teslim alındığı şekilde temizlenmiş, kapalı durumda yerlerine 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 durumun derhal 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: meslekiveteknikgeitim.com)

YILLIK PLANDA KONU BAŞLIKLARININ OTUZ ALTI HAFTAYA DAĞILIMI

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 YİĞİN VE ELEK ANALİZİ ▶ YİĞİN 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

MART	1. SİNER ÜRETİMİ 5.1. SİNERLENECEK MALZEMELER ▶ TOZ CEVHERLER ▶ MİKSERLER ▶ CEVHER SİLOLARI ▶ ARTIK MADDELER ▶ DEMİR CEVHERİNİN SİNERLENMESİ
	5.2. SİNER HAMMADESİ ▶ TOZ CEVHERLER ▶ KÜKÜRTLÜ CEVHERLER ▶ KOK TOZU ▶ BACA TOZU ▶ TUFAL
	▶ SİNER TOZU ▶ KİREÇTAŞI TOZU, DOLOMIT TOZU ▶ HAM MADDENİN TOPAKLANMASI ▶ SİNER BANTLARI (PALETLER)
	5.3. SİNER HAMMADESİ PİŞİRME ▶ SİNER MAKİNESİ ▶ DÖNER BESLEYİCİ (TAMBURLU BESLEYİCİ) ▶ SEGREGASYON PLAKASI
	5.4. SİNERİN YÜKSEK FIRINA SEVKİ ▶ SICAK ELEK ▶ SOĞUTUCU FANLAR ▶ SOĞUK ELEK ▶ TOZ SİLOLARI
NİSAN	6.1. 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

NİSAN	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

1.1 Taş Kömürü Hazırlama

1.2 Taş Kömürü Depolama



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

1. ÖĞRENME BİRİMİ

TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

GİRİŞ

Enerji kaynakları insanlığın vazgeçilmez unsurlarından biridir. Isınmak, yiyecek içecek pişirmek, sıcak su elde etmek ve endüstride ihtiyaç duyulan enerjinin elde edilmesi çok çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

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



Görsel 1.1:
Kömürün yanması

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.

1. TAŞ KÖMÜRÜ VE DEPOLANMASI

Kömür: Varlığını keşfetmek MÖ 1000 yıllarına dayanan, canlıların ve bitkilerin toprak altında kalması, doğanın ve zamanın etkisi ile fosile dönüşmesiyle 300 milyon yıl sürecinde oluşan yerkabuğu katmanıdır (Görsel 1.2). Uzun yıllar boyunca hayvan ve hayvan atıklarının, ormanların ve bitkilerin bataklıklar altında kalması ile kömürleşme başlar. Yeraltında oluşan basınç ve sıcaklık kimyasal değişimi hızlandırır.

Uzun zaman sürecinde kömürler kaya tabakaları arasında katmanlar halinde oluşur.

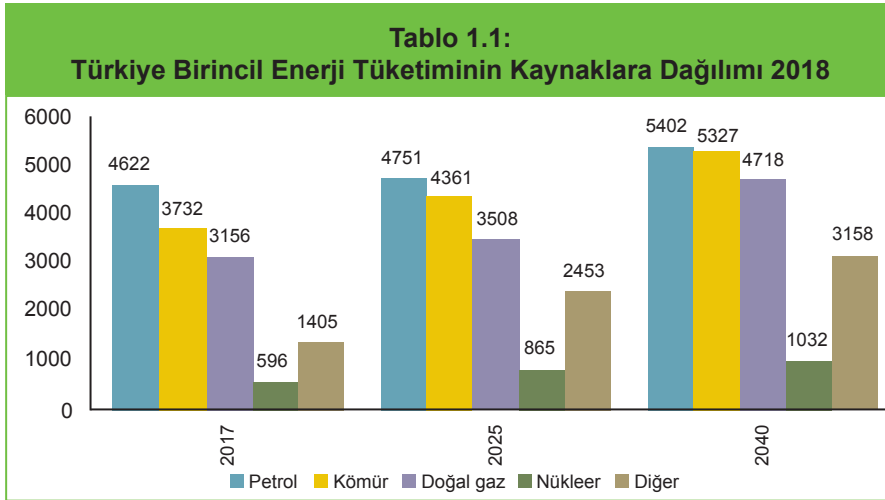
Dünyanın çeşitli bölgelerinde yer altında bulunan kömür rezervlerinin kendiliğinden yüzeye çıkması sonucunda, insanların bu siyah taşların ne kadar yanıcı olduğunu keşfederek kullanmaya başladığı düşünülüyor.



Görsel 1.2:
Kaya katmanlarında oluşan kömür

Kömürün Hayatımızdaki Yeri ve Önemi

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



Aşağıdaki unsurlardan dolayı kömür, enerji kaynağı olarak tercih edilmektedir.

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

Yaygın olması: Dünyada çok ülkede çok sayıda kömür ocakları mevcuttur.

Güvenilir olması: Evlerimizde ve endüstrinin değişik alanlarında rahatlıkla kullanılmaktadır.

Ucuz olması: Üretimi ve taşınması kolay olduğundan elektrik üretiminde de kullanılmaktadır.

Temiz olması: Koklaştırma yöntemleri ile daha da kaliteli hale getirilerek temiz enerji kaynağı haline getirilebilir.

1.1. TAŞ KÖMÜRÜ HAZIRLAMA

Kömürler içinde bulunan karbon ve yanıcı madde oranlarına göre farklı isimler alır. Bunun yanında oluşum şekli ve zamanı farklı kömürlerin oluşmasını sağlar. Kömürün bünyesinde bulunan elementler analiz edilerek belirlenir. Kömürler,



Görsel 1.3:
Madenci heykeli

Karbon (C), Hidrojen (H), Oksijen (O), Kükürt (S), Azot (N) ve toz, toprak ve külden oluşur (Görsel 1.3).

Kaliteli kömürlerde aranan özellikler;

- 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 grupta incelenir.



► KÖMÜR ÇEŞİTLERİ

● **Antrasit:** Karbon yönünden en zengin ve en eski oluşuma sahip kömür çeşididir. Parlak siyah renkli çok sert bir kömürdür. Yoğunluğu $1,4-1,7 \text{ kg/dm}^3$ tür (Görsel 1.4). Bileşimindeki karbon oranı %90-95 oranındadır. Yanma ısı 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 1.4:
Antrasit kömürü

● **Taş Kömürü:** Oluşumu 200-250 milyon yıl geçmişe sahiptir. Doğal katı yakacaklar arasında en önemli yere sahiptir. Parlak siyah ve mat renktedir. Yoğunluğu $1,3 \text{ kg/dm}^3$ tür. Bileşiminde %80-90 karbon bulundurur. Oksijen miktarı %3-5 oranındadır. Uçucu madde miktarı ise %11-34'dür. %15 oranında su içerir. İçinde %5-6 oranında hidrojen içerir. Yanma ısı 4500/7500 kcal/kg'dır. Kok gazı, hava gazı ve katran üretimine elverişlidir. Ateş alma sıcaklığı $325-500 \text{ C}^\circ$ dir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5:
Taş kömürü

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

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

Taş kömürü, 8 Kasım 1829 tarihinde deniz eri olan 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 ili sınırlarında Uzun Mehmet 1, Uzun Mehmet 2 adında iki adet taş kömürü maden ocağına adı verilmiştir.

200 kilometrekarelik alanda bulunan taş kömürü yaklaşık 10.000 kilometrekarelik alan kaplamaktadır. İşletimine 1848 yılında başlanan Zonguldak taş kömürü havzasından 1923 yılında çıkarılan kömürün miktarı 600 ton civarında iken, yıldan yıla artarak 1987 yılında 7 milyon tondan fazla bir rakama ulaşmıştır. Son yıllarda önemli bir düşüş yaşayan taş kömüründe bu oran 3,55 milyon tona kadar düşmüştür.

• **Linyit:** Taş kömüründen daha sonra oluşan kahverengi kömür denilen fakat oluşumunu tamamlamamış bir kömür çeşididir (Görsel 1.6). Yaklaşık 60 milyon yıl önceleri meydana gelmeye 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 bulundurulur.



Görsel 1.6:
Linyit kömürü

Türkiye'de önemli miktarda linyit yatakları mevcuttur.

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.

• **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 (Görsel 1.7).



Görsel 1.7:
Turba kömürü

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

• **Grafit:** Antrasit kömürü şartlar uygun olursa grafitte 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 (Görsel 1.8).



Görsel 1.8:
Grafit

► UÇUCU MADDE (%) ORANI

Uçucu Madde: Kömürün oksijensiz ortamlarda ısıtılmasıyla oluşan karbon buharı ile karbondioksit ve su buharı gibi gazların toplamına **uçucu madde** denir (Görsel 1.9).



Görsel 1.9:
Kömürün içinde olan maddeler

Kömür numunesi orijinal halde 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 elementi dökme demir üretiminde demir-karbon alaşımı yapımında genellikle karbon elementi kullanılmaktadır. Nükleer santrallerde kontrol denetim çubuğunun yapımında kullanılan karbon elementi elmas ve mücevher, cam kesimi aletlerinin yapımında da kullanılır. Ayrıca elektroliz kaplarında elektrot, elektrikli motorlarda kolektör, kurşun kalem yapımında kömür, termik santrallerde enerji kaynağı olarak kullanılır.

Karbon elementi tabiatta saf olarak bulunabildiği gibi bileşik olarak da bulunabilir.

Yalın halde grafit; is, elmas, kömür gibi malzemelerde bulunur. Bitki ve canlılarda ise bileşik halde 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: Karbon elementinin yanma özelliği vardır. Yandığı zaman yüksek sıcaklık meydana gelmektedir. Diğer özellikleri ise (Tablo 1.2) de görüldüğü gibidir.

Tablo 1.2: Karbonun özellikleri	
Elementin sembolü: (C)	Atom numarası: 6
Atom ağırlığı: 12,011 g/mol	Ergime sıcaklığı: 3527 °C
Kaynama sıcaklığı: 4027 °C	Element serisi: Ametaller
Görünüm: siyah, grafit	Maddenin hali: Katı
Yoğunluk: 2,267 gr/cm ³	Kristal yapısı: Kübik

► KÖMÜRÜ ÇEŞİTLERİNE AYIRMA

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

Kuru kömür tozu tekrar tartılarak ağır olandan hafife doğru sıralanır. Numune ve ağırlık tablosunu oluşturunuz. Bu numunelerin hangi cins kömür olduğu hakkında fikirlerinizi yazınız (Tablo 1.3).

Tablo 1.3: Deney Sonuçları				
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. İş yüzünden kömür tozuna maruz kalmaktan kaynaklı akciğer hastalığı kömür işçilerinde küçük hava yolları dahil 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 1.10).



Görsel 1.10:
Kişisel koruyucu tedbirleri

► KÖMÜR AKTARMA BANTLARI

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 kırıcılarda kırılarak eleklerle gönderilir. Elekler kömürü tane boyutuna göre ayırır. İri taneleri kırıcıya tekrar gönderir. Koklaştırma işlemine girecek olan kömürün tane boyutu 3,15 mm ölçüsünde olması gerekir. 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 Elamanları

Bantlar: Bu kauçuk malzeme üzerinde yük taşıdığı için diğer elemanlara göre daha sık arızalanan parçadır. Değiştirilmesi, tamir edilmesi sık yapılan bir elemandır (Görsel 1.11).

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 (Görsel 1.12).

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



Görsel 1.11:
Konveyör taşıyıcı bant sistemi



Görsel 1.12:
Taşıyıcı bant sisteminin dönüş rulosu

► SİLOLAR

İşletmelere gelen kömürlerin hepsi birden bir anda kullanılamaz. Gelen kömürler 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 (Görsel 1.13).

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

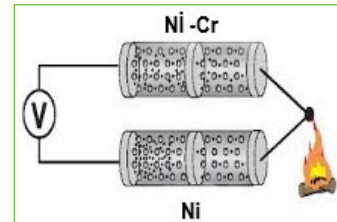
Silo Patlamalarına Karşı Alınması Gereken Tedbirler

- 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 N_2 (Azot dioksit) ve CO_2 (Karbondioksit) boru hattı döşenmeli.

Termokupl: Termokupl uçları bakır ve konstantan tellerinin uçlarını birbirine kaynatarak oluşur. Bu ısı çifti pirometrelere elektriksel gerilim gönderir. Elektriksel gerilim dijital göstergeye çevrilir. Silolardaki sıcaklıkları takip etmek hayati önem taşımaktadır. Silolar yapılırken iç kısımlarına sıcaklık ölçmek için ısı çiftler yerleştirilir (Görsel 1.14). Siloların farklı iç yüzeylerine yerleştirilen ısı çiftler sayesinde silo içindeki 12500 kg kömürün sıcaklığı takip edilebilir (Görsel 1.15).



Görsel 1.13:
Silo (1000 tondan fazla öğütülmüş kömür alır)



Görsel 1.14:
Termokupl (Isıl çift)



Görsel 1.15:
Ucu seramik kaplı termokupl (Isıl çift)

Kantar: İşletmelere gelen kömürlerin daha kaliteli olması için standart hale 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.

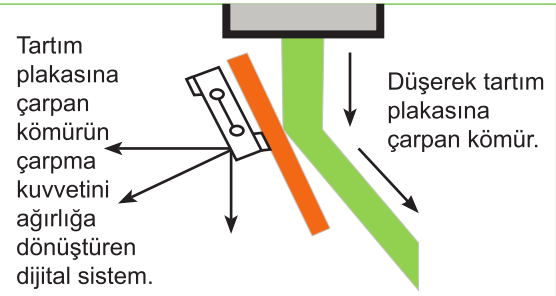
► KANTAR ÇEŞİTLERİ

- **Bant Kantarı:** Bant üzerinde taşınmakta olan kömürün, taşıma bandının altına yerleştirilen kantarın banttı geçen kömür miktarını tartması sistemi ile çalışır (Görsel 1.16).



Görsel 1.16:
Bant kantar sistemi

- **Çarpmalı Kantar:** Serbest düşme ile nesnelerin ağırlığını belirleme sistemidir. Besleme borusundan gelen kömür yük hücreğine bağlı bulunan plakaya çarparak bir kuvvet uygular bu kuvvet bileşkesi elektronik üniteler sayesinde debi olarak okunur (Görsel 1.17). Malzeme debi miktarı **ton** ağırlık birimine çevrilir.



Görsel 1.17:
Çarpmalı kantarın yapısı

- **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 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.

- **Torbalama Kantarı (Big-Bag):** Toz ve granül kömürlerin nakliye, torbalama ve stoklama işlemlerinde oldukça ekonomiktir. Malzeme yi 500 kg, 1 ton, 2 ton gibi yüksek miktarlarda torbalama işlemi sayesinde uygun stoklama imkânı sağlar (Görsel 1.18).

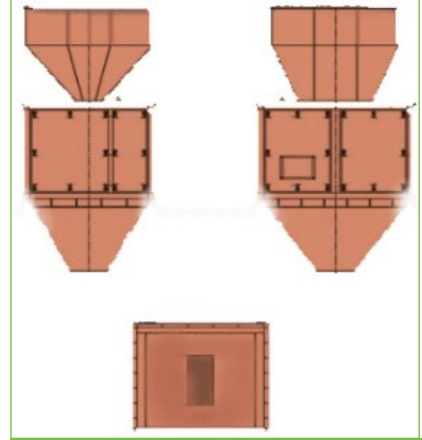


Görsel 1.18:
Kömür torbalama sistemi

- **Tank Tartı Kantarı:** Kömür sahasında tanklarda, kömür silolarında, burkerlerde 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.

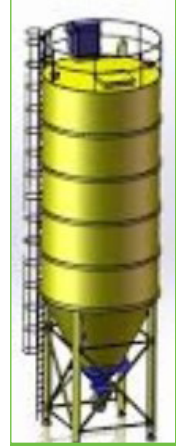
• **Tumba Kantarı:** Liman ve depolama tesislerine gelen kömür ve maden cevherinin sürekli hassas tartım amacı için kullanılır. Saatte 50-1000 ton malzeme ölçümü yapabilen sistemlerdir. Gelen malzeme tartım kafesine doldurulur. Tartım yapılır. Merkezi sistem bilgisayarına kaydedilir. Tartım kafesinin boşaltım kapağı açılarak kantar boşaltılır (Görsel 1.19).



Görsel 1.19:
Tumba kantar kesit resmi

1.2. TAŞ KÖMÜRÜ DEPOLAMA

Kömür ocaktan çıkarıldığı gibi kullanılmaz. Bazı işlemlerden geçirilmesi gerekir. Bu işlemlerden biri de tane iriliğidir. Bu işlem için kırıcılarda kırılması gerekir. Büyük kayalar kırılarak ufalanması gerekir. Ayrıca kok kömürü yapımı için kullanılacak olan kömür 3 mm tane iriliğine getirilerek işlenmesi gerekir. Uçuculuk, oksijen oranı, Yağ oranı, kuruluk oranları farklılık gösterebilir. Koklaştırılacak kömürleri sahalarda homojen bir karışıma sahip olması sağlanır. Daha sonra nemini kaybetmemesi için silolarda muhafaza edilir (Görsel 1.20). Koklaştırma işlemi uygulanacak olan kömür silolarda alınarak şarj arabalarına ve kok bataryalarına en son da kok kamaralarına yüklenir.



Görsel 1.20:
Silo

► KÖMÜRÜN KIRILMASI

Kömür Kırıcıları: Kömür ve maden filizlerini öğütürerek tane boyutunu küçülten öğütücülere kırıcılar denir (Görsel 1.21).

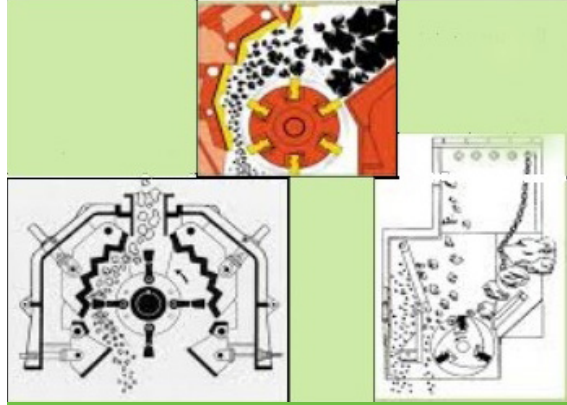
Kırıcılardaki silindirler arası mesafeler ayarlanarak öğütülen tane boyutu ayarlanabilir. Kırıcılardan çıkan öğütülmüş taneler yine de numaralı eleklerden geçirilerek tane boyutlarına ayrıştırılırlar.

- Çeneli Kırıcılar
- Silindirik Kırıcılar
- Tamburlu kırıcılar
- Çekiçli Kırıcılar
- Darbeli Kırıcılar gibi çeşitleri vardır.



Görsel 1.21:
Kömür kırıcısı

Kırıcılara gelen kömür ön kırıcılarda kırılarak tane iriliği 50-80 mm boyutuna getirilir. (Görsel 1.22). Ön kırmanın amacı kömürün sahada iyi harmanlanması ve homojen bir karışımın 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.



Görsel 1.22:
Kömür darbeli, kalın ve ince kırıcıları kesit görünümü

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

► KÖMÜR HARMANI

Kömür işletmelerinin stok sahalarında çeşitli makinelerle taş kömürü kırıcılarla öğütülerek, eleklerle elenerek, harmanlama makineleri ile karıştırılarak homojen hale getirilir. Ünlversal yükleme ve boşaltma makineleri karıştırma işlemleri için işletme sahalarında sürekli aktarma yaparlar (Görsel 1.23).



Görsel 1.23:
Kömürü sahadan bantlara alma sistemi

Kömür oksitlenmeye uygun bir maddedir. Stok sahalarında yığınlar halinde uzun zaman bekletilir ise düşük sıcaklıkta oksitlenme meydana gelir. Oksitlenme meydana geldiği için 70 oC-125 °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 (Görsel 1.24).



Görsel 1.24:
Kömürü sahadan tarayıcı ile bantlara alma sistemi

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 tahliyesi için 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 boyutu aynı olmalıdır.
- Bir silindir yardımı ile katman katman sıkıştırılması çok yararlı olur.
- Yığınların kenarları 14° eğimli yapılmalıdır.
- Kömür yığınları buhar kazanları, sıcak su boruları gibi ısı kaynaklarına yakın olmalıdır.

Kömür yığınlarında yanma tehlikesi oluşmaması için her gün yığın yüzeylerinden buhar çıkışı ve metan gazı kokusunun olup olmadığının izlenmesinin yanı sıra yüzey sıcaklığının da takip edilmesi gerekir (Görsel 1.25). Yığnlara zemin-den 30 cm yükseğe ulaşınca kadar ucunda termometre olan çelik çubuklar yerleştirilmeli. Sıcaklığın linyit kömüründe 50 °C, taş kömüründe 70 °C'yi geçmemesine özen gösterilmelidir.

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

► ŞARJ KÖMÜRÜ

Taş kömürü öğütülerek %85' inin kalınlığı 3 mm altına düşünceye kadar kırıcılarda kırılır. Bu işlem kok kömürü üretimi için önemli bir özelliktir. Bununla birlikte kömürün içindeki uçucu madde oranı; kömürün sınıfı, sabit karbon oranı kaliteli kok kömürü için aranan 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'den 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 %24-26 oranında olan taş kömürlerden 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 arttıracak ya da azaltacak 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 KW 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.

Laboratuvarında analiz edilen kömürler değişik silo ya da depolarda bulunmaktadır. Standart kömür karışımını elde edebilmek için kömür çeşitlerinden analiz durumlarına göre belirli miktarlarda karıştırıcıya yükleme yapılır. Bu işlemler kumanda odalarından konveyör bant sistemlerine kumanda ederek yapılır. Kantar tartımlı bant sistemlerinden istenilen oranları oluşturacak miktarlarda kömürler mikserlere (karıştırıcı) aktarılır.

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

► BATARYA SİLOLARI

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

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



Görsel 1.24:
Kömür silosu

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıda verilen ifadelerin boşluklarını doğru kelimelerle doldurunuz.

1. Kömür, düşük maliyetle elde dileyen kullanımı kolay,
ve.....bir enerji kaynağıdır.
2. Silo içine sıcaklıkların kontrol edilmesi için yerleştirilmeli.
3. Her bir bunkerin hacmi m3 'tür.
4. Kömürün stok sahasından alınarak kırma, eleme, oranlama ve nemlendirme işlemlerinden sonra en son kok kamaralarına göndermek üzere bekletildiği depolara denir.

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) B) 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 ve kül, 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

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 işlemi kaç °C olduğunu 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 karbon elementinin özelliklerinden değildir?
A) Atom numarası: 6
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) Terazı 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

2.1. Yığın ve Elek Analizi

2.2. Rutubet, Kok Sertliği ve Kükürt Tayini



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=16027>

2. ÖĞRENME BİRİMİ

KÖMÜRDE FİZİKSEL TESTLER VE ANALİZLERİ

GİRİŞ

Kömürleri tanımak ve kalitesini bilmek için bir dizi analizler uygulanır. Bu analizler sayesinde kömür 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 önemli sorunlarından biridir.

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

- Birincisi kömürden yarı kok oluşumu ve uçucu madde çıkışı olur.
- İkincisi ise uçucu maddenin yanmasıdır.
- Üçüncüsü yarı kokun yanması olaylarıdır.

Böylece kaliteli bir yanmanın oluşması için yanma odasına oksijen girişi, ilave gaz ve alev ile ilk yanmanın desteklenmesi, içeride oluşan baca gazlarının dışarıya atılması oldukça önemlidir.

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

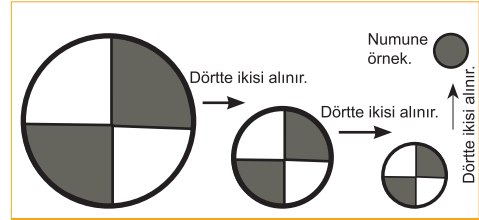
ARAŞTIRMA

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



2.1. YIĞIN ANALİZİ 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. Artı şeklinde yuvarlak yığın 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 aşağıya sıralanmıştır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1:
Kömürlere Uygulanan Test Standartları

ASTM ve US EPA TESTLERİ

Test	Numarası
İyileştirilmiş gaz analizi	ASTM D1946-90(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 içeriğinin 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 ısı 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
Büyüklik Analizi	ASTM D293
Sağlamlık (NaSO ₄)	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 (SO ₃)	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
Toksosite 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-e-pa-tests> 16.02.2021 saat15:19

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 (Görsel 2.3) **ölçme kutusu** ile 71,12 x 45,72 x 38,10 cm **düşürme cihazı (bunker)** ve **düzeltilme 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 (Görsel 2.2).



Kömür düşürme bunkerı 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.



Görsel 2.2:
Kömür düşürme bunkerı

Dikdörtgen prizma şeklindeki iki yanal yüzeylerde 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. Bunker kömür doldurularak 183 cm yükseğe kaldırılır. Bu yükseklikte bunkerin alt kapakları açılarak kömür düşürülür. Bu işlem 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 2.4).



Görsel 2.4:
Hassas terazi

Yığın Ağırlığı Hesabı

- A: Ölçme kutusunun kömür dolu ağırlığı (kg)
- B: Ölçme kutusunun boş ağırlığı (kg) (sabit)
- C: Ölçme kutusunun hacmi (m³) (sabit)

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

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.

60,96 x 45,72 x 20,32 cm bunları metreye çeviriniz. 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 m³ tür.

$$\begin{aligned} \text{Yığın ağırlığı} &= \frac{A - B}{C} \quad \text{kg/m}^3 \\ &= \frac{55 - 10,2}{0,566} \quad \text{kg/m}^3 \\ \text{Yığın ağırlığı} &= 79 \quad \text{kg/m}^3 \text{ olur.} \end{aligned}$$

► 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 105-110°C sıcaklıkta 3 saat süreyle kurutulur. Kömüre elek analizi testi ASTM D-4749-87 standartlarına uygun olarak yapılır (Tablo 2.1).

Elek analizi için kullanılacak elekler ASTM standartlarına göre seçilmelidir (Görsel 2.5).

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



Görsel 2.5:
Standart elek analiz cihazı

Tablo 2.2:
Taş Kömürü Elek Aralıkları
(ASTM D-4749-87)

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 cm² 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 oranın;

- %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 öğrenmektir. Bu verilere göre kırıcılarda yapılan kırma ve eleme ünitelerine gerekli talimatları vererek tane iriliğini ayarlayabiliriz.

Bir elek analizi sonuçları aşağıdaki gibi çıkmış olsun elek üzerinde kalan kömür miktarını (g) toplam kömür miktarına bölüp 100 ile çarparak % miktarları hesaplanır. Yukarıdan aşağıya genel toplamaları 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

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

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

Tablo 2.4:
Taş kömürü elek analizi grafiği

Yığın İçindeki % Miktar	20										
	18										
	16				15,14		18,36				
	14					15,30		14,84			
	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 uygundur.



2.2. RUTUBET, KOK SERTLİĞİ VE KÜKÜRT TAYİNİ

İncelemesi yapılacak kömürün özelliklerini doğru olarak tespit etmek için arazi durumu, stok durumu, nakil durumu göz önünde bulundurularak numune alınması gerekir. Alınan numune kömürün genelini temsil etmelidir. Kömürün özelliklerini belirlemek amacı ile kömürün genelini temsil edecek şekilde bir bölümünün alınması işlemine **numune alma** denir.

Kömür ocaklarından çıkarılan kömürler gerek oluşum farklılıklarından gerekse stoklama ve nakliye sırasında farklı karışımlara sahip olurlar. Bu durumda kimyasal ve fiziksel özellikleri incelemede doğru sonuçlara varabilmek için numune almak önemlidir. Numune alınırken TS 2390 standartına uygun olarak almaya özen gösterilmelidir.

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

► RUTUBET TAYİNİ

Rutubet analizi için alınan numune hava sızdırmaz kaplara alınmalıdır. 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 °C ayarlanabilen ısıtıcılarıdır.

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 g kömür konur. Bu kömür her 1 cm² alana 10 gram kömür gelecek şekilde dikkatlice serilir.

105–110 °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 °C sabit sıcaklıkta belirli bir zaman içinde atmış olduğu su buharı ve diğerk gazlara **rutubet** denir.

Elde edilen veriler doğrultusunda kömürün rutubet miktarını aşağıdaki formöl ile bulunur.

A= Tava ile birlikte numunenin ilk ağırlığı (gram)

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

C= Deneye giren kömür numunesinin net ağırlığı (gram)

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

Örnek problem: Etöv tavaasının ağırlığı 1200 g'dır. Tava ile birlikte deneye giren numunenin ağırlığı 2200 g tartılmıştır. Tava ile birlikte 105-110 °C etövde ısıtılan numune üç saat sonunda tava ile birlikte numune çıkarılarak tartılır. 2100 g olduğu görölüyor. Rutubet deneyi sonucunda alınan kömür numunesinin **% nem oranı** nedir? Hesaplayınız.

Çözüm: Öncelikle deneye giren net kömür numune miktarı bulunur.

2200-1200 =1000 g deneye giren net kömür miktarı

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

% 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 yüksekliğı 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 olmamız 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 elenir (Görsel 2.6). Ne kadarının kırıldığı araştırılır.

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

► DENEYE GİRECEK KOKUN ELENMESİ

Deney için sahadaki kok yığınlarının çeşitli yerlerinden toplam 10 kg olacak şekilde örnek kok kömürü numunesi 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) standartına göre ayarlanmıştır.

Belirli süre sonunda tamburun kapakları açılır. Her bölmeden çıkan kömürler dikkatli olarak 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.



Görsel 2.6:
Sarsak elek

Her bir numune için 3 dakika sürede eleme tamamlanır.

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

Tavalarda bulunan kömürler ayrı ayrı sarsak elek ile elenir. Sarsak elekte iki elek ve bir tava bulunur (Görsel 2.6).

Özenle tartılır. Deney raporuna elek numaraları ile birlikte kayıt yapılır.

► 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 kömürünün sağlamlığı arttıkça birim sıvı maden başına harcanan kok miktarı azalacaktır. Böylece maliyet düşer.

Kok kömürü yüksek fırının alt bölümlerinde 1500 °C sıcaklıklarda CO₂ ile reaksiyona girerek gaz haline geçer (**C + CO₂ = 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:

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

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

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 kok kömürü miktarı 1,5 kg geliyor. Bu numunenin **Stabilite faktörü** ve **Sertlik faktörünü** hesaplayınız.

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

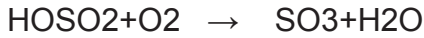
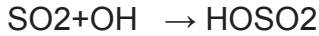
$$XX = \frac{1,5 \text{ kg}}{10 \text{ kg}} \times 100 \longrightarrow XX = 15$$

$$\text{Sertlik faktörü} = 72 + 15 = 87$$

► KÜKÜRT TAYİNİ

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

Kükürt oksitler havaya salındığında bir dizi reaksiyona uğrar.



Havadaki su buharı ile reaksiyona girerek asit yağmurlarının temel sebebi olan sülfürik asite dönüşür. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ oluşur. Kükürt havada; kükürt dioksit (SO_2), hidrojen süfit (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.

Kömürlerde 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 olarak ölçüm yapılmaktadır. Bu amaç için özel olarak üretilmiş cihazlar kullanılmaktadır.



Görsel 2.7:
IR spektroskopi

Kükürt analizi için alınan kömür numunesi katkı maddeleri ile birlikte yüksek oksijen altında ve yüksek sıcaklıkta (1350 °C) numunenin fırında yakılması ile kükürdün açığa çıkması sağlanır. Kükürt, sülfür dioksit olarak ortaya çıkar. SO₂ gazı yoğunluğunun kızıl ötesi IR spektroskopisi ile ölçülür (Görsel 2.7).

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 oluşur. Gaz akışı kurutma tüpünden geçer ve daha sonra detektöre akar.

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

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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 kömür numunesi kömürün genelini kapsar.

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

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

3. Elek analizinde alınan numuneler kaç derecede 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. Aşağıdaki Elek analizi ile ilgili 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 miktarını toplam kömür miktarına bölünmesiyle bulunur.
- D) Kırıcılarda yapılan kırma ve eleme ünitelerine tane iriliği ile ilgili ayarlama yapılamaz.
- E) Kırıcıların verimli çalışıp çalışmadığını anlaşılır.

5. Elek Analizi formülünde boş alana hangisi gelmelidir?

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

- A) Kömür miktarının yarısı (kg)
- B) Kömür miktarını dörtte biri
- C) Toplam kömür miktarı (gram)
- D) Kömürün ısıtıldığı derecesi (°C)
- E) Kömürün miktarı – elek altında kalan kömür miktarı (g)

6. İncelemesi yapılmak için alınan kömür numunelerde neleri göz önünde bulundurmalıyız?

- A) Arazi durumunu, stok durumunu, nakil durumunu
- B) Maliyetini
- C) Rengini
- D) Şeklini
- E) Alıcısını

7. Numune alma işleminde dikkat edilmesi gereken noktalar biri değildir?

- 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) alınacağı bilinmelidir.
- D) Alınan numunelere hangi analizlerin yapılacağı bilinmelidir. (Rutubet, kül)
- E) Numuneleri alınma saatine dikkat edilmelidir.

8. Kimyasal ve fiziksel özellikleri incelemede doğru sonuçlara varabilmek için ne yapmalıyız?

- A) Bütün malzemeleri tek tek test etmeliyiz.
- B) Bütün malzemelere farklı farklı testlerden yapmalıyız.
- C) Çeşitli kömür kullanmamalıyız.
- D) Numune almaya özen göstermeliyiz.
- E) Aldığımız kömürleri önce ısıtmalıyız.

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, hızlı soğuyabilen ısıtıcılar aşağıdakilerden hangisidir?

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

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

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

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. Aşağıdaki Kok Oranı ile ilgili bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Kok kömürü sağlamlığı M40 ve M10 sembolleri ile incelenir.
- B) Kömürün sağlamlığı arttıkça birim sıcak maden başına harcanan kok miktarı azalacaktır. Maliyeti düşmüş olur.
- C) M10: Kok aşındırmasıdır.
- D) M40 Kok Kömürünün Mekanik Sağlamlığıdır.
- E) M10 Değerinin %10'dan aşağı düşmemesi gerekir.

15. Aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Kükürt havaya karıştığında hava kirletici etkisi vardır.
- B) Kükürt havada kükürt dioksit, hidrojen sülfid, farklı sülfatlar olarak bulunur.
- C) Fosil yakıtların yanması sonucu 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 Tayininde hangi standartlara uygun olması gerekmektedir?

- A) ASTM D – 293- 93
- B) ASTM –4239- 94
- C) Alman
- D) Özel
- E) TS 2390

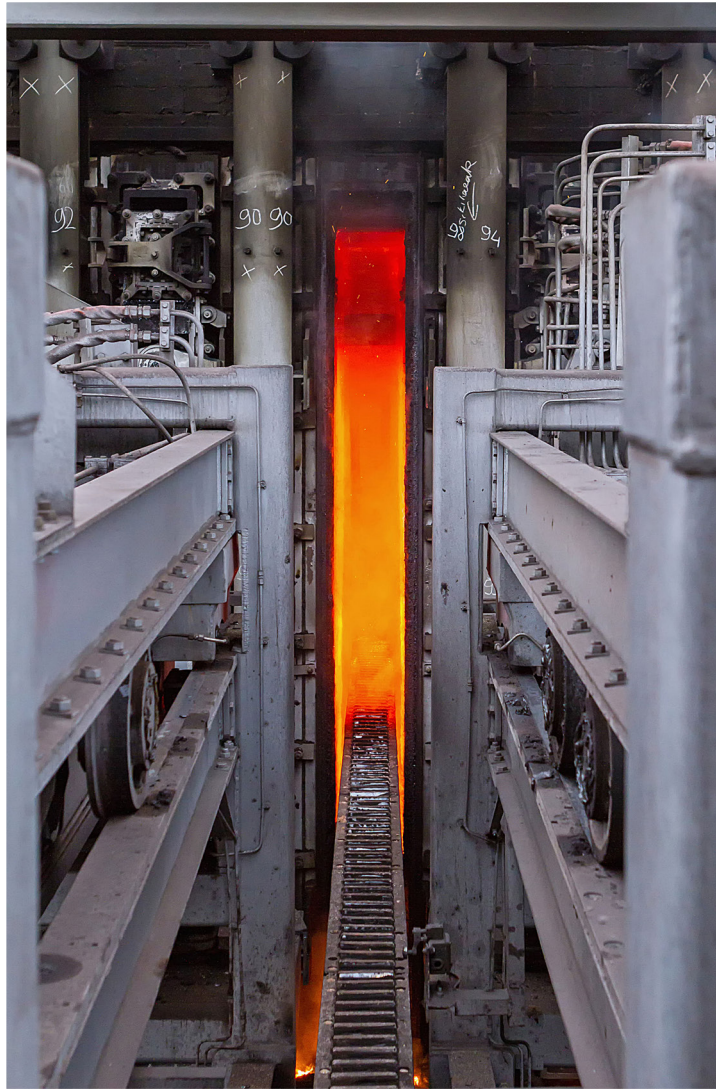
3.

ÖĞRENME BİRİMİ

KAMARALARDA KOKLAŖTIRMA

3.1. Kamaraların alıştırılması

3.2. Koklaşma



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

3. ÖĞRENME BİRİMİ

KAMARALARDA KOKLAŞTIRMA

GİRİŞ

Kömürler, kömür ocaklarından çıkarıldıktan sonra bir dizi işleme tabi tutulur. Kömür; kırma, eleme, kurutma, kok kömürüne dönüştürme gibi işlemlere tabi tutularak enerji verimliliği artırılır. Kitabın bu kısmında taş kömürünün kok kömürüne dönüştürülmesi işlemlerini öğreneceksiniz.

ARAŞTIRMA

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



3.1. KAMARALARIN ÇALIŞTIRILMASI

Taş kömürünün karbonizasyon işlemi ile damıtılması sonucu elde edilen kaliteli kömüre **kok kömürü** denir.

Taş kömürü; nem, tane büyüklüğü, homojen karışım gibi özelliklerine göre ayrılır. 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 gazlar içindeki elementler diğer gaz ünitelerinde ayrıştırılır.

Demir cevheri ergiten yüksek fırınlar, 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 sade karbon ile oluşur. Bunun sonucunda ise demir cevherinin ergimesi için gerekli olan yüksek sıcaklık meydana gelir.

Demir üretimi için bazı hammaddelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bir ton demir üretmek için yedi ton hammaddeye ihtiyaç vardır. Bunlar;

- 2 ton demir cevheri,
- 1 ton kok kömürü,
- 500 kg kireçtaşı,
- 3,5 ton gaz yakacak kullanılmaktadır.

Kok fabrikaları adı verilen ünitelerde taş kömürü işlenir. Kok fabrikalarında kuru bazda kok kömürü üretimi 2 000 000 ton/ yıldır. Değişiklik göstermekle birlikte her biri altmış dokuz fırından oluşan dört adet batarya bulunur. Bataryalarda elde edilen kok kömürü yaş söndürme istasyonunda basınçlı su ile söndürülür.

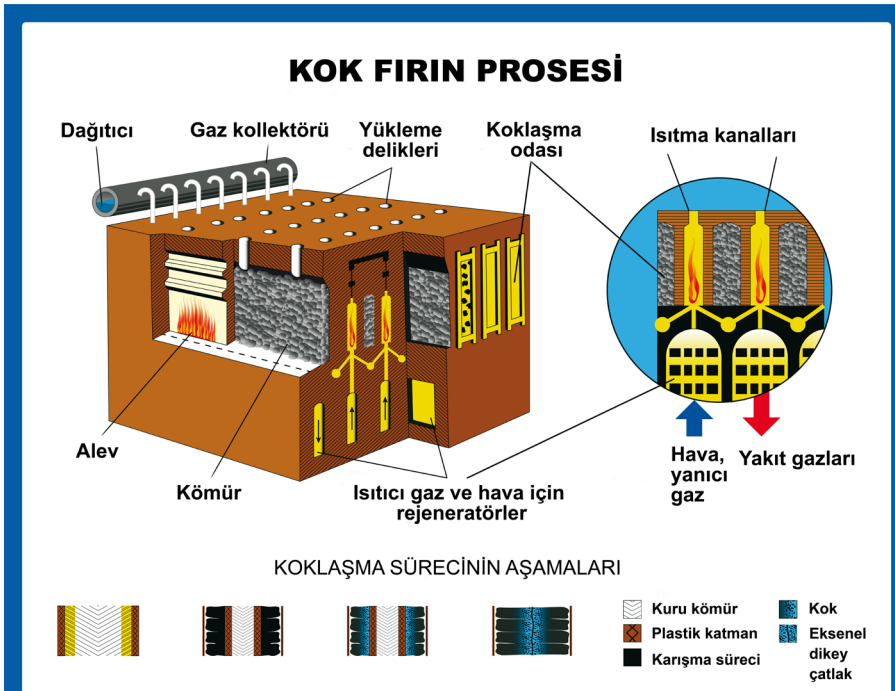
Kömürün içindeki uçucu maddeleri yüksek sıcaklık ile çıkardıktan sonra geriye kalan sert, gözenekli sünger yapılı, karbon oranı yüksek kömüre **kok kömürü**, yapılan işleme ise **koklaşma** denir.

Öğütülmüş taşkömürünün, havasız ortamda, 1200 °C'de yaklaşık 20 saat karbonizasyon işlemi sonucunda kok kömürü elde edilir. Bu amaç için kok fırınları vardır.



Görsel 3.1:
Kok Bataryaları

Kok fırınları 12-17 m uzunluğundadır. 400-500 mm eninde ve 4-7 m yüksekliğinde her iki tarafı kapaklıdır (Görsel 3.1). Üstten taş kömürü şarjı yapılan, sürgüleme işlemini de üstteki bu deliklerden yapılan kamaraların; bir yanma odası + kok kamarası + yanma odası + kok kamarası şeklinde ve ilk başı ile sonu yanma odaları ile başlayan ve biten çok sayıda fırın ve kamaraların yan yana dizilen bataryalardan oluşur (Görsel 3.2).



Görsel 3.2:
Kok kamaralarının kesit görünümü

Silika tuğlalarla dar ve uzun, önü ve arkası kapaklı, üstü delik kapaklı, yan yana dizilmiş çok sayıda fırınların 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 kamerasında yakılarak elde edilen ısınn 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, fırın tuğlalarında meydana gelen genleşme ve büzölmelerde, 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 ilk yanmaya başlayan kömür dıştan içe doğrudur. Havasız ortamda koklaşan kömür içindeki uçucu maddeleri dışarı atar ve yumuşar.



Görsel 3.3:
Kok birleşme zonu

Koklaşma sırasında fırın içi 400 °C olduğunda kömür plastik hale geçer (Görsel 3.3).

Aralarda bulunan uçucu gazlar yumuşak plastik halindeki kömürü aşarak bacadan dışarı çıkmaya çalışır.

Fırın içi 500 °C olduğunda plastiklik kaybolur. Hacim genişlemesi fırın duvarlarına dik olarak etki eder. Fırın içinde koklaşmanın ilerlemesi ile ortada buluşur ve **birleşme zonu** oluşur. 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 üniteye basınçlı su ile söndürölür (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 (Görsel 3.6 A, B). Nozullar vasıtası ile fırından çıkan yanmakta olan kok kömürüne basınçlı su püskürtülerek sönməsi sağlanır. Diğer yandan yanma odasına gönderilen gazların ve sıvı yakıtların pülverize edilerek kaliteli bir yanmayı sağlayan nozullar 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 gereklidir. 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 kısmında **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.



A



B

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

A nozulun üzerine B nozulunun oturmasını sağlayan ortadaki deliğin üst çapı 12 cm, alt çapı ise 8 cm'dir. İç kısımda kalan deliğin çapı her tarafta aynı olup 5 cm'dir.

Eğimli kısmın yüksekli 10 cm olup geriye kalan düz kısmı ise 5 cm'dir. B nozulun dış çapı 13 cm, yüksekliği 15 cm'dir. B nozulu A nozuldaki yerine yerleşti-rildiğinde ara birleşim yerleri özel çamur ile kapatılır.

• Sıvıların Püskürtülmesinde Kullanılan Nozullar

Yanar halde fırından çıkan kok kömürünün zaman kaybetme-den söndürülmesi ve soğutulması gerekir. Fırından çıkarılan akkor haldeki kok raylı taşıma arabasına alınır. Bu araba halen yanmakta olan kok kömürünü zaman kaybetmeden söndürme odasına taşır. Söndürme odasında nozullar sayesinde su püs-kürtülerek kömürün soğuması ve sönmesi sağlanır.

► FIRIN DUVARLARINI OLUŞTURAN TUĞLALAR

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

• Şamot Tuğla

Bu tuğlalar yüksek sıcaklık olan ancak yüksek basınç olmayan ve ani sıcaklık değişimi olan yerlerde kullanılır.

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

Şamot tuğla, saatte 300 °C'lik ısı değişimine dayanabilir. Ayrıca şamot tuğla cinsine göre 4,3 kg/cm² lik basınç altında 1150 °C de bozulmaya başlar.

• Silika Tuğla

Bu tuğlalarda %93-98 gibi yüksek oranda SiO_2 bulunur. Bu tuğlalar içinde bulunan kuvarsın 870 °C tridimit hale sonra da 1470 °C kristobalit haline 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

Fırınlarda ve her türlü izolasyonun yapıldığı yerlerde yüksek gözenekli izolasyon tuğlaları 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

Gerçek örme başlamadan uygun bir zeminde tuğlalar denenmelidir. Böylece tuğla ölçüleri kontrol edilir. Fırın ve bataryaların yapımında kullanılan tuğlalar 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 arasında 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 kaçağı ve toz kaçağı çevre kirliliği ve ekonomik kayıplar oluşturduğu gibi bataryanın kullanım ömrünü de kısaltır.

► İLK ISITMA

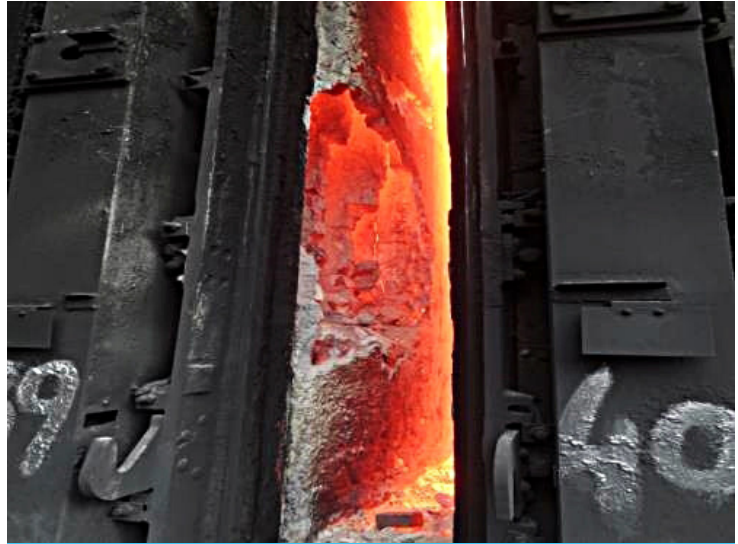
Fırın ve bataryaların ilk ısıtma işleminde; 110-120 °C'de kurutma işlemi ve su buharı çıkışı başlar. Oluşan buharın fırının alt kısmında tekrar yoğunlaşması için verilen hava miktarı artırılır. Alt kanalda sıcaklık 100 °C ulaştığında kurutma işlemi biter ve ısıtma işlemi başlar. Tuğlaların genleşmesi 120-300 °C olduğundan 300 °C'ye 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 °C'lerde günlük ısı artışının 20 °C 'yi geçmemesine özen gösterilir. Sıcaklığın 500-800 °C'lerde olduğunda ise ısı yaklaşık olarak 30 °C artırılır. Fırın içi sıcaklığın 800 °C'ye ulaşması 65 gün sürecek şekilde ayarlanmalıdır.

Sıcaklık gazın alev alma ısısına ulaştığında alttan gaz verilerek ısıtmaya devam edilir. Batarya bir bütün olarak homojen şekilde ısıtılmalıdır. Genleşmelerin tie-rod'lar vasıtası ile kontrol edilmesi gerekir. Bu kontroller sayesinde düzenli tavlama ve kontrollü genleşme sağlanır.

► SICAK TAMİR

Fırınlarda kullanım sırasında küçük bölgesel göçükler olabilir (Görsel 3.7). Bu hasarlar tamir edilir. Bu çalışma diğer birimlerde üretim devam ederken zor şartlar altında yapılmaktadır. Bir fırının tamiri için sağlıklı soltu ikişer fırının üretiminin durdurulması ve yirmi gün gibi bir sürede 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 çekecek olursak; koklaşma süresi 18 saat, günlük üretim fırın başına 19,94 ton, 19,94x5 fırın =99,7 ton, kırk beş gün için; 99,7x45=4 486,5 ton olarak kırk beş günlük kayıp ortaya çıkar. Bunun yanında iş gücü kaybı, zaman kaybı oldukça fazla ekonomik kayıplar meydana gelir.



Görsel 3.7:
Sıcak tamir gerektiren arızalar

► DÜŞÜK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI

450-700 °C'de gerçekleştirilen koklaşmaya **düşük sıcaklık koklaşması** denir. Düşük sıcaklık koklaşmasının zararları;

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

► YÜKSEK SICAKLIKTA ÇALIŞMANIN ZARARLARI

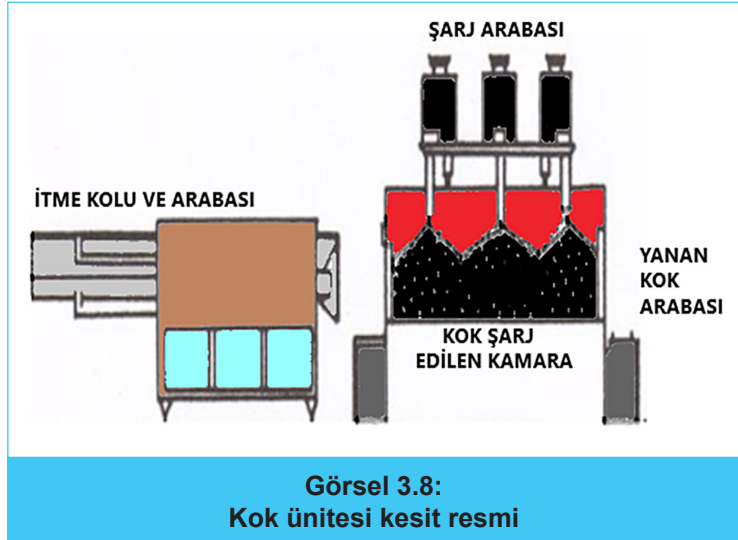
900-1000 °C'de gerçekleşen koklaşmaya **yüksek sıcaklık koklaşması** denir. Yüksek sıcaklık koklaşmasının zararları;

- 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 genleşme özelliği ve nemi şarj ağırlığında dikkate alınır.

Yükleme ve çalışma rejimi, bataryalarda yan yana bulunan fırınların çalışmasıyla oluşacak sıcaklık düşmesine fırsat vermeyecek şekilde ayarlanır (Görsel 3.8).



Görsel 3.8:
Kok ünitesi kesit resmi

Taş kömürü, kamarlara yüklenmeden önce kırıcılarda kırılır. Kırılan kömür tanelerinin %85'i 3 mm'den küçük olmalıdır (Görsel 3.9). 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 üzerinde raylı sistem ile ileri geri hareket ederek hangi fırın boş ise onun üzerinde durur.

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 (Görsel 3.10).

► SÜNGÜLEME

Fırına şarj edilen kömür üç yükleme kapağından yüklendiği için fırın içinde üç öbek halinde düzensiz duracaktır (Görsel 3.11). Fırına şarj edilen kömür gevşek (sıkıştırılmamış) vaziyette dolar. İlk dolumda doldurulan kömürün üst düzeyi düz değildir. Kömürün hem sıkıştırılması hem de düz hale gelmesi için süngüleme yapılır (Görsel 3.12). 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.

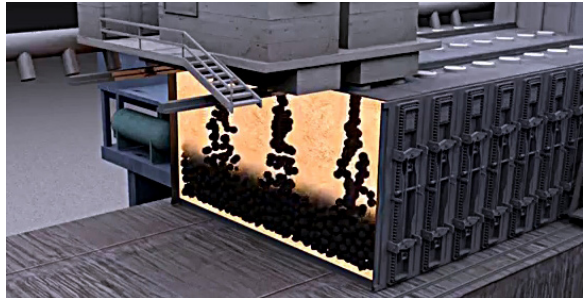
Fırın üzerine dökülen kömür parçacıkları bir kenarda toplanarak bir elevatör bant sistemi sayesinde tekrar şarj arabasına yüklenir. Süngü boyu 21.774 m süngü normal hareketi 14.230 m, max. Süngü hareketi 14.545 m'dir.



Görsel 3.9:
3 mm kırılmış kömür



Görsel 3.10:
Bataryalar üzerinde raylar
üzerinde hareket eden şarj arabası



Görsel 3.11:
Kok fırınının öğütülmüş
taş kömürü ile şarj edilmesi

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

► KAMARALARDA KULLANILAN GAZLAR

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

Kok gazının bileşimi;

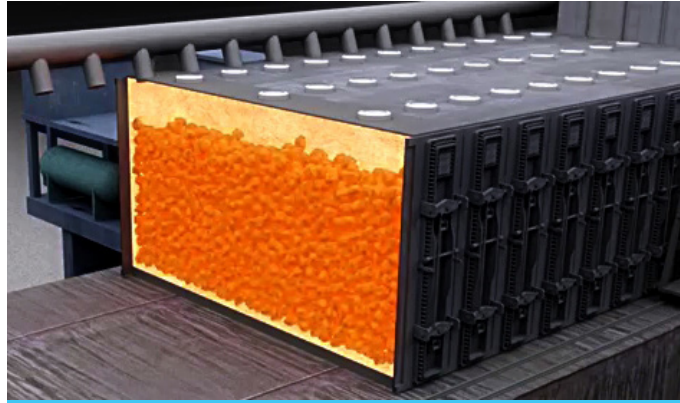
- Karbondioksit %1-5
- Alkan %1-2
- Oksijen %0-0,5
- Karbon monoksit %6-7
- Hidrojen %55-60
- Metan %25-28
- Azot %5-7

Kok fırınları 3000 kcal/nm³ ten yüksek olan **zengin gazlar** ile ısıtılır. Kok fırınları genellikle kendi ürettikleri kok gazları ile ısıtılır. Duruma göre propan, bütan, tabii gaz ve karbonca zenginleştirilmiş su gazları da enerji kaynağı olarak kullanılabilir.

3000 kcal/nm³ ten düşük enerjili gazlara **zayıf gazlar** denir. Zengin gazlar ile karışık olarak da kullanılabilir. Ayrıca fırınların ilk ısıtmalarında zayıf gazlardan yararlanır (Görsel 3.13).

► YANMA ODASI

Gaz karışımı yakıtın yanma işlemi fırın içindeki nozullar ile gerçekleşir. Oluşan alevler kömüre direk olarak temas etmemelidir. Bunu da yan duvarlar engeller. Duvar kalınlıklarının artması ısı aktarımını azaltır. Kok fırınlarında yanma odaları



Görsel 3.12:
Taş kömürünün oksijensiz
ortamda fırın içinde yanması



Görsel 3.13:
Kok bataryası üzerindeki gaz
dağıtım kanalındaki baca gazı kutusu

otuz adettir. Bunların on dört tanesi kok bölümünde on altı tanesi de itme bölümünde bulunur. İki yanma odası kok fırınının üzerinden 20 cm çaplı bir delik ile biri birine baca bağlantısı yapılır. 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 üzer otuz çift yanma odası ile ısıtılmaktadır.

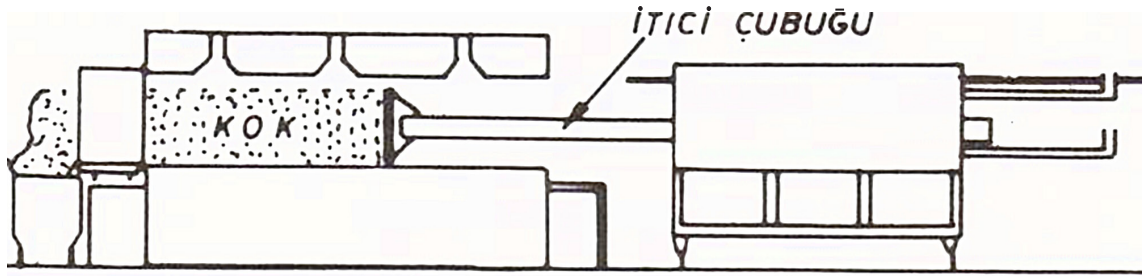
► İTME ARABASI

İtme arabası komple bir makinadır. 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.

İtici araba fırınların bir tarafında bulunur. Fırınların 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 kapısının sızdırmaz bir şekilde kapatmaktır.

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

Koklaşması tamamlanan kömürün fırından çıkarılması itici arabada bulunan tampon yardımı ile yapılır. Tampon 4,35 metre yüksekliğinde ve 35 cm eninde kolu dişli olup fırın boyunca kok kömürünü iter ve geri çekilir (Görsel 3.14). Tampon kolu dökme demirden yapılmıştır. Yüksek sıcaklıklara ve ısıl şoklara dayanıklıdır.



Görsel 3.14:
İtme arabası ve kok kömürünü itmesi

Boşaltma işlemi yapılacak fırının numarası telsiz kanalıyla itici araba operatörüne, söndürme araba operatörüne ve kılavuz arabası operatörüne bildirilir. Kaç numaralı fırın açılacak ise karşılıklı anlaşarak o fırına müdahale edilir. Aynı fırının karşılıklı kapakları açılır. Kılavuz araba operatörü söz konusu fırın kapağını alır ve fırına araba ile köprü almayı tamamlar. Boşaltım yönünde önüne kılavuz arabası getirilir. Hazır olduğu itme arabası operatörüne 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 kalan 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 ısı şoklarına maruz kaldığından çarpılma ve yamulmalar olabilir. Her gün bakımları 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 vagonur. Elektrikli lokomotif şeklinde çalışır.

Fırın içinde yaklaşık 20 saat havasız ve oksijensiz ortamda yanan taş kömürü artık kok kömürüne dönüşmüştür. Sıcaklığı 1250 °C'dedir. 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.

Sulu söndürme ünitesinde basınçlı su yanan kömürün üzerine püskürtülerek söndürülür. Kuru söndürme işlemi ise kapalı, havasız ortamda gaz kullanılarak yapılır.

Söndürme arabasının görevi; 1250 °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 kameralardaki 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 3.15). Elde edilen gazlar ve elementler de ekonomiye kazandırılır.



Görsel 3.15:
Temizlenmiş baca gazlarının dışarıya salımı



3.2. KOKLAŞMA

Taş kömürünün sıcaklık etkisi ile havasız ortamda 800-1100 °C yakılmasına **karbonizasyon** denir.

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

Kok fabrikasında, taş kömürünün fırında yanma sırasında bacalardan çıkan gazdan elde edilen kok gazı yan ürün olarak değerlendirilir. Kok gazı çevre yerleşim alanlarında yakacak olarak, fabrikada yüksek fırına gönderilen havanın ısıtılmasında, kok kamaralarının ısıtılmasında, ısı enerjisi 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 3.16).

Şarj işlemi, drop slever adı verilen ve aşağı yukarı hareket edebilen 60-70 saniye içinde boşaltım yapabilen kısım vardır. Şarj arabasında kömürü depolamaya yarayan dört adet bunker bulunur. Her birinin hacmi 28 m³ tür. Karbon ve deveboynu temizleme işleminde şarj arabası kilitlenir.



Görsel 3.16:
Şarj arabası ve kapakları

Kok fırınlarında koklaşma anında 200 °C'nin altında su buharı, karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gazları açığa çıkar. 200 °C sıcaklıkta kömür molekülleri parçalanmaya başlar. Uçucu madde miktarındaki ani artış 350-450 °C arasında başlar. 350-450 °C sıcaklığa **birinci kritik sıcaklık** adı verilir. Kok gazının hacimce %50-60'ını oluşturan hidrojen (H₂), 350 °C'de ayrışmaya başlar.

Koklaşmaya müsait kömürler 400 °C'de yumuşar. Plastik kitle içinde de sıkışan gaz zerrecikleri sıcaklığın etkisi ile genişleyerek kömürü şişirir, patlatır ve kömürün içinden dışarı çıkar. Plastikliğin kaybolması 500 °C de olur. Hacim genişlemesi fırın duvar yüzeyine dik vaziyette gelir (Görsel 3.17).

700 °C'den sonra parafinlerin düşük karbon oranlı olanları 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 °C'de koklaşma tamamlanır.

► KOK KAMARALARININ ÇALIŞMASI

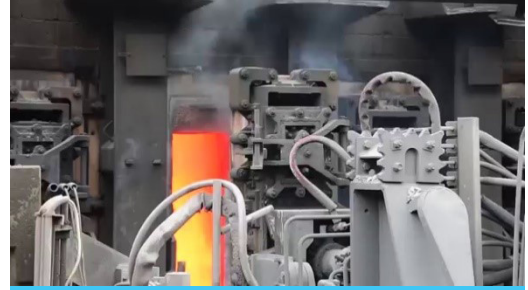
Bataryalar fırın olarak da ifade edilmektedir. Hücreleri ve her iki tarafında bulunan yanma kamaralarından oluşmuştur. Bataryalar yan yana dizilmiş fırın gruplarından oluşmaktadır. Örneğin, demir çelik fabrikalarında kok fırınlarında kok üretimi, kuru bazda 2.000.000 ton/yıldır. Kok fabrikaları her biri altmış dokuz fırına sahip dört adet bataryadan oluşmaktadır. Her bir bataryada yirmi veya daha fazla



Görsel 3.17:
Kapağı açılan fırın

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 ısı yalıtıklık sağlayan ısıya dayanıklı tuğla örölü kalın duvarlar vardır. Fırın içi duvarları silikatlı tuğlalarla yapılmıştır. Bu tuğlaların 700 °C’de faz değişimi vardır. Bu nedenle duvar sıcaklığı 700 °C’nin altına düşmemelidir. Fırın ölçüleri (Tablo 3.1) de gösterildiği gibidir.



Görsel 3.18:
Kapağı açılan fırın

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 ısı şoka maruz kalır, bu nedenle o bölgenin tuğlaları ısı şoka dayanıklı şamot tuğladan yapılır. Koklaştırma işlemi anında kömürün hacmi genişleyeceği için bataryalar esneyebilir özellikte olmalıdır.

Kırıcılarda kırılmış olan taş kömürü kapalı ve havasız bir ortamda ısıtılırsa kömür molekülü parçalanır. Kok kamaralarında 1100 °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.

Kok kamaralarında yeterli zaman içinde yanma 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 karşılıklı her iki kapağı da operatörler aracılığı ile açılır. İtme tarafındaki operatör itme kolunu hareket ettirerek fırının

içinde halen yanmakta olan kömürü iter. Diğer tarafta bulunan raylı sistemli arabanın içine halen yanan kömür dolar (Görsel 3.19). Zaman kaybetmeden söndürme ünitesine alınır (Görsel 3.20). Bu üniteye yanan kömürün üzerine basınçlı su püskürtülerek sönməsi sağlanır (Görsel 3.21).

Sönüp sönmediği takip edilir, gerekli müdahale hortumlar ile su püskürtülerek yapılır (Görsel 3.22). Elekten geçirilen kok kömürü artık yüksek fırında demir filizini ergitmek için kullanılabilir.

► 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 sonunda bu gaz ve elementler ekonomiye kazandırılır.



Görsel 3.19:
Koklaşan kömür zaman kaybetmeden söndürme arabası

● Hidrojen

Hidrojen; düşük sıcaklıklarda (800 °C) yapılan karbonizasyon işleminde baca gazının %15' ini oluşturur. Yüksek sıcaklıklarda (1100 °C) yapılan karbonizasyon işleminde ise baca gazının %60'ını oluşturur. Koklaşmanın ilk ürünlerinden biri hidrojendir. Baca gazında sıcaklığa bağlı olarak hidrojen arttığı gibi metan gazı (CH₄) miktarı da azalır (Tablo 3.2).



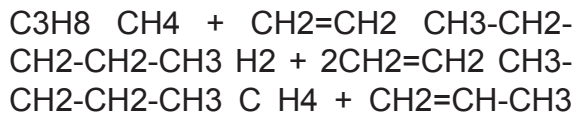
Görsel 3.20:
Koklaşan kömür zaman kaybetmeden söndürme ünitesine taşınır

• 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).

• Olefin ve diolefinler

Yapılarında bir çift bağ vardır. Büyük parafin moleküllerinin parçalanması ile oluşurlar. Genel formülleri C_nH_{2n} , diolefinlerin genel formülü C_nH_{2n} iki çift bağ vardır. Fakat olefin ve diolefinler çoğunlukla büyük molekülü doymuş hidrokarbonların parçalanmasıyla oluşurlar.

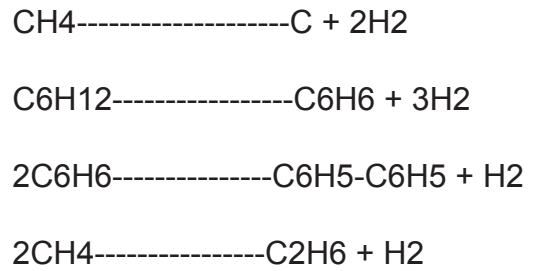


Bunların en fazla bulunanı %2,5 ile etilen (C_2H_4), etilenden başka gazda propilen (C_3H_6) %0,3, bütilen (C_4H_8) %0,2 vardır.



Görsel 3.21:
Kok kamerasından
çıkan kömürün basınçlı

Tablo 3.2:
Hidrojen kimyasal reaksiyonları

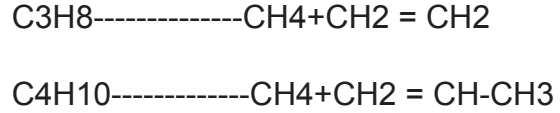


Görsel 3.21:
Sönmüş kok

- **Naftenler**

Ham benzol içerisinde bulunur. 5-6 karbonlu bileşiklerdir. En önemlileri siklo-pentadien (C₅H₆), siklo-hegzen (C₆H₁₀), disiklopentadien (C₁₀H₁₂)'dir. Benzoldeki miktarları ayrı ayrı %0,5 civarındadır.

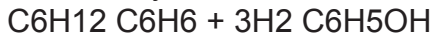
Tablo 3.3:
Metan gazı kimyasal reaksiyonları



- **Aromatikler**

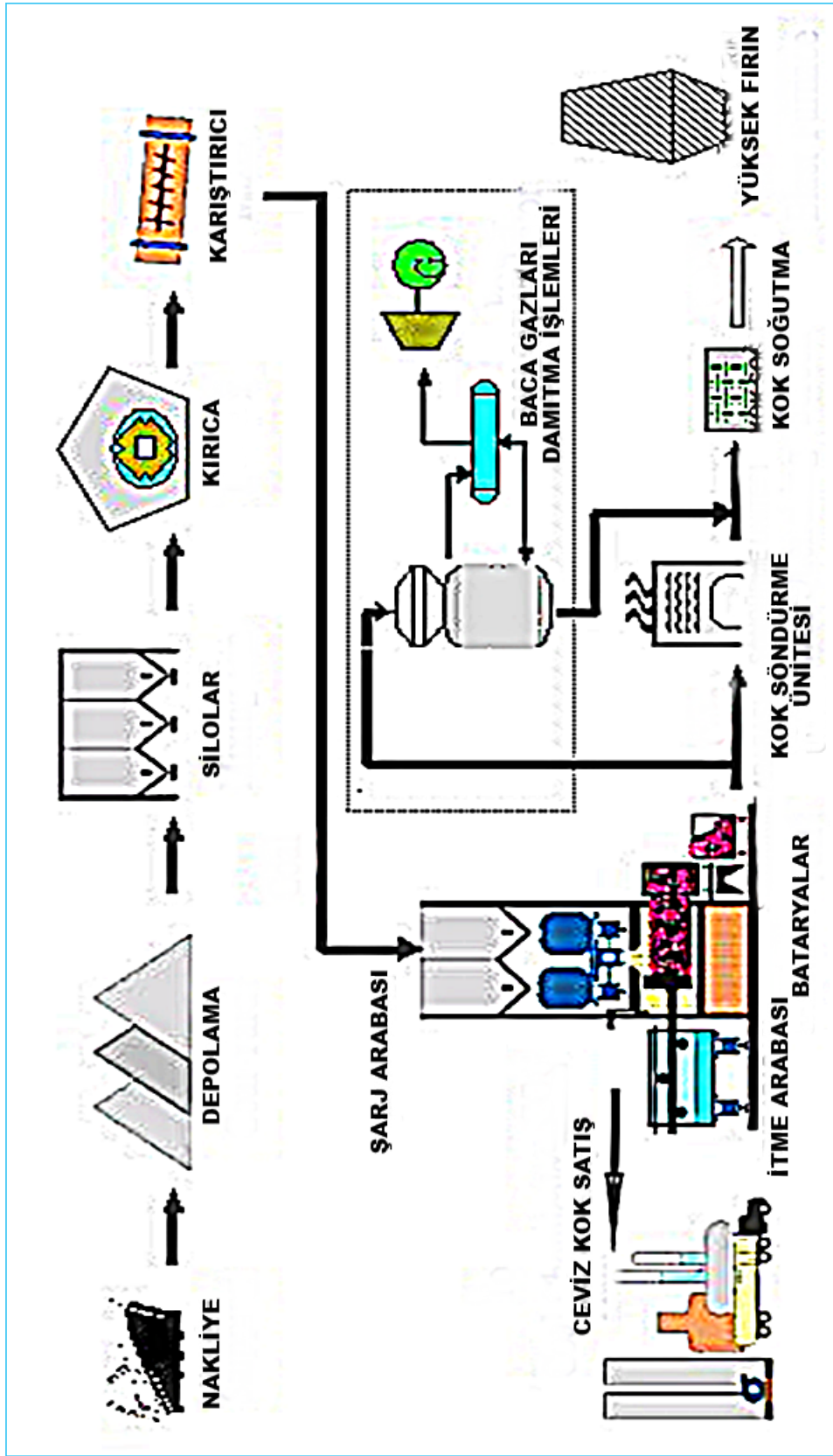
Ham benzolün ve katranın içindedirler. Aromatik hidrokarbonlar ya da benzen halkalarının kendi aralarında veya diğer hidrokarbonlarla çeşitli şekillerde birleşmelerinden oluşurlar. Benzen en önemlisidir. (benzen=benzol). Ham benzolün %50-80'nini oluşturur. Kömür molekülünün parçalanma anında oluştuğu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

Ara reaksiyonların en önemlileri şunlardır.



$C_6H_6 + CH_2=CH_2$ İkinci derecede önemli olan toluol' dür. Ham benzolün %5-20, katranın %0,2'sini oluşturur. Oluşumu benzol gibidir. Ara reaksiyonlara örnek aşağıdadır.

$C_6H_4(CH_3)_2 + H_2 \rightarrow C_6H_4-CH_3 + CH_4$ $C_6H_5(CH_2)_2CH_3 + H_2 \rightarrow C_6H_4-CH_3 + C_2H_4$
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 oluştururlar. İki veya daha fazla halkalı aromatikler 700 °C üzerinde benzen halkalarının birleşmesinden oluşur.



Görsel 3.22:
Baca gazların işlenmesi prosesi

► SÖNDÜRME İSTASYONU

• Sulu Söndürme

Fırından çıktığı halde halen yanan 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 m³ su basan su pompaları vardır. Bu elektrikli pompalar suya basınç vererek söndürme istasyonunun üst kısmında bulunan 18 adet nozullar 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 °C'dir. Genellikle 105 saniyede 20 m³ su püskürtülür. Lokomotif içindeki suyun süzülmesi için 2 dakika kadar beklenir. Kullanılan suyun 4-5 m³'ü buharlaşır. Söndürme işleminden sonra geriye dönen su tekrar kullanılmak üzere havuzlara alınır. Dinlendirilir. Bu sırada 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

Halen 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 sıcaklığın etkisi ile yukarı doğru yükselerek kok kömürünün sönmesini sağlar. 700-800 °C'lere 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.

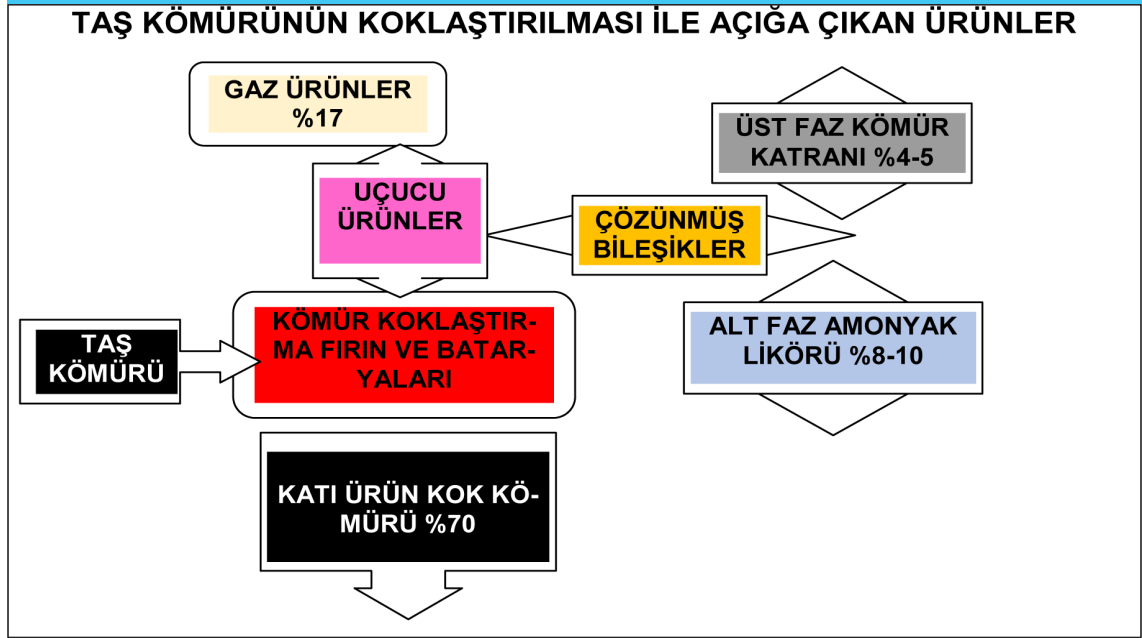
Taş kömürünün karbonizasyon işlemi sonrası elde edilen ürünler genel olarak katı-sıvı-gaz ürünlerdir (Tablo 3.4). Bataryalardan elde edilen katı ürünlerden kok kömürü; metalürjik kok, ceviz kok, kok tozu olmak üzere üç çeşittir (Görsel 3.24).

Metalürjik kok; yüksek fırında cevher eritmek için kullanılır. Kok kömürünün 1 kilogramı 28.000 kJ [(kilojoules) kilo juul] enerji vermektedir.

Ceviz kok; evlerde yakacak olarak kullanılır.

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

Tablo 3.4:
Koklaşma sonunda açığa çıkan ürünlerin genel tablosu



Kok fabrikalarında, baca gazlarından benzol, ham katran, saf ksilol, saf toluol, solvent nafta, amonyum sülfat ve elektrot zifti tablo 3.4'te görüldüğü gibi yan ürünler de elde edilir.



Görsel 3.24:
Sönmüş kok kömürü

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.

Karbon monoksit zehirlenmesi nasıl olur?

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. Karbon monoksit oranı artar. Kan dokulara yeterince oksijen taşıyamaz. Kalp, beyin ve diğer organlar çalışamaz hale gelir.

Tatsız, kokusuz ve renksiz oluşu; varlığını belli etmemesi açısından son derece tehlikelidir. Bunun için bu gazın sızma ihtimali olan alanlarda çalışanlar yanlarında gaz detektörleri bulundurmalı, gideceği yerleri iş arkadaşları ile paylaşmalıdır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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 hammaddelerden demir cevheri ihtiyacı kaç ton' dur?
A) 1 ton demir cevheri
B) 2 ton demir cevheri
C) 3 ton demir cevheri
D) 4 ton demir cevheri
E) 5 ton demir cevheri
3. Bir ton demir üretimi için kullanılan hammaddelerden kok kömürü ihtiyacı kaç ton' dur?
A) 1 ton kok kömürü
B) 2 ton kok kömürü
C) 3 ton kok kömürü
D) 4 ton kok kömürü
E) 5 ton kok kömürü
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) Turba
B) Linyit
C) Antrasit
D) Koklaşma
E) Şarj
5. Kömürün içindeki uçucu maddelerin çıkarılması ve kok kömürü üretimi kaç °C'de gerçekleşmektedir?
A) 650 °C B) 750 °C C) 900 °C D) 1000 °C E) 1200 °C
6. Silika tuğlalarla dar ve uzun, önü ve arkası kapaklı, üstü delik kapaklı, yan yana dizilmiş çok sayıda fırınların oluşturduğu bloklara ne ad verilir?
A) Batarya B) Kamara C) Şarj D) Bitüm E) Cevher

7. Öğütölmüş taş kömürünün koklaşma sırasında plastik hale geçtiğı en düşük sıcaklık kaç °C'dir?
A) 100 °C B) 200 °C C) 300 °C D) 400 °C E) 500 °C
8. Fırın içinde koklaşmanın dış kenarlardan başlayarak ilerlemesi ile ortada buluşur. Bu birleşme çizgisine ne ad verilir?
A) Ray çizgisi
B) Sıcaklık birleşmesi
C) Nozul
D) Kamara
E) Birleşme zonu
9. Kok fabrikalarında, sıvıların ve gazların püskürtölmesinde kullanılan memelere ne ad verilir?
A) Nozul
B) Batarya
C) Zon
D) Birleşme
E) Püskürtme
10. Kırılan taş kömür tanelerinin %85'i kaç mm'den küçük olmalıdır?
A) 1 mm B) 2 mm C) 3 mm D) 4 mm E) 5 mm
11. Şarj arabalarına yaklaşık kaç ton koklaştırılmak için 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 gazlar hem de yakıcı gazların olduğı 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 °C yakılmasına ne ad verilir?
A) Karbonizasyon
B) Baca gazları
C) İzolasyon
D) Damıtma
E) Zayıf gazlar

4.

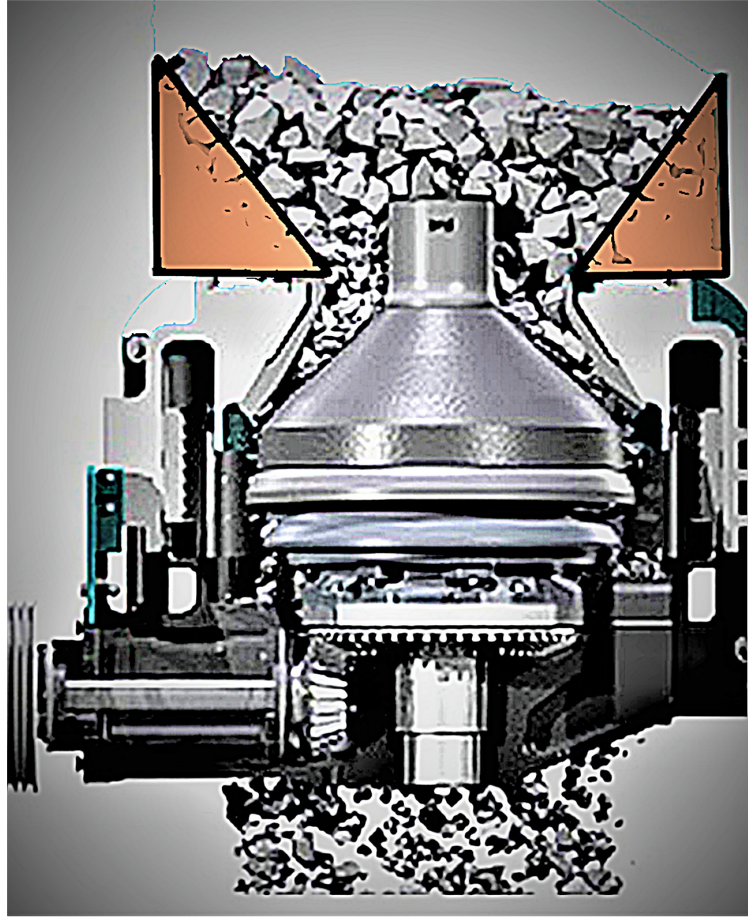
ÖĞRENME BİRİMİ

DEMİR CEVHERİ VE CEVHERİN SİNTERE HAZIRLANMASI

4.1. Demir Cevherinin Kırılması

4.2. Demir Cevherinin Öğütülmesi

4.3. Peletleme



4. ÖĞRENME BİRİMİ

DEMİR CEVHERİ VE CEVHERİN SİNTERE HAZIRLANMASI

GİRİŞ

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

MÖ 1600 ile MÖ 1200 yıllarına gelindiğinde demirin Orta Doğu'da kullanımı 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 dahil edilmesi yeni alaşımlar yapılmasını sağladı. Çinlilerin dökme demir üretmeleri de bu yıllara rastlar.

Bu dönemde yapılan Delhi'de Kutup Kompleksindeki ünlü demir direk, saf demirden (%98) yapılmış olup bugüne kadar bozulmadan gelebilmiş ve paslanmamıştır (Görsel 4.1).

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.



Görsel 4.1:
Hindistan'da Delhi'de demir direk

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

ARAŞTIRMA

Metaller ile üretilmiş malzemelerin listesini yapınız. Mıknatıs deneyi ile demir ve demir olmayan alaşımlarından yapılanları listenizde ayırt ediniz (Görsel 4.2).

4.1. DEMİR CEVHERİNİN KIRILMASI

► DEMİR ELEMENTİ



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=22145>

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

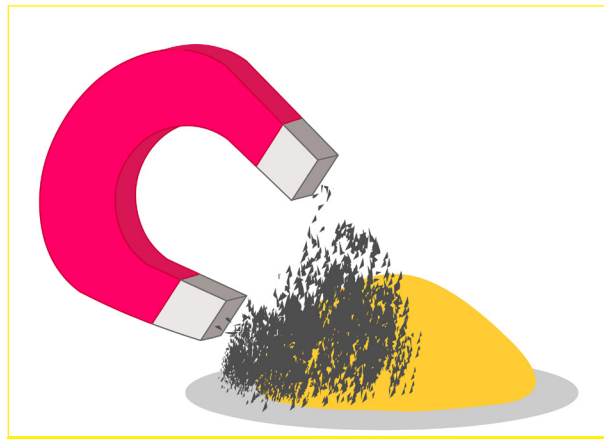
Tablo 4.1 Demir elementinin özellikleri	
GRUBU	8
PERİYOT	4
ATOMİK YARIÇAPI	1,72 Å
ATOMİK HACİM	7,1cm ³ /mol
KRİSTAL YAPISI	KÜBİK MERKEZLİ YÜZEY
ELEKTRON SAYILARI	26
NÖTRON SAYILARI	30
PROTON SAYILARI	26

Saf demir; özgül ağırlığı 7,88 g/cm³, ergime sıcaklığı 1535 °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, yerkabuğunda 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- Ey-mir-Ayvalık-Ayazmant
- İzmir: Torbalı
- Kütahya: Simav
- Hatay: Kırıkhan-Payas
- Sakarya: Çam Dağı
- Bingöl
- Kahramanmaraş
- Düzce
- Kayseri



Görsel 4.2:
Mıknatıslanma

YURDUMUZUN MADEN VE ENERJİ KAYNAKLARI



Görsel 4.3:
Yurdumuzda madenlerin çıkarıldığı yerler

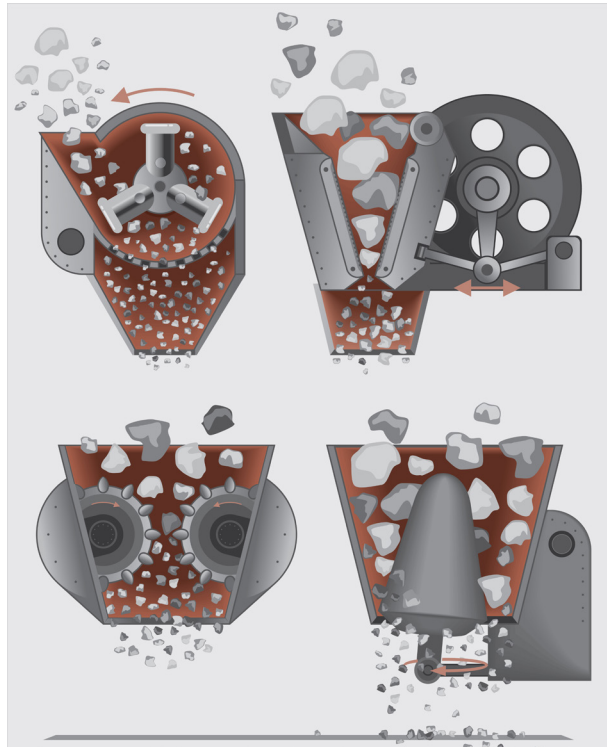
Demir bu illerde çok miktarda çıkarılmaktadır (Görsel 4.3). Çıkarıldıktan sonra ise İskenderun ve Karabük Demir Çelik Fabrikalarında işlenir.

► CEVHERİN KIRILMASI

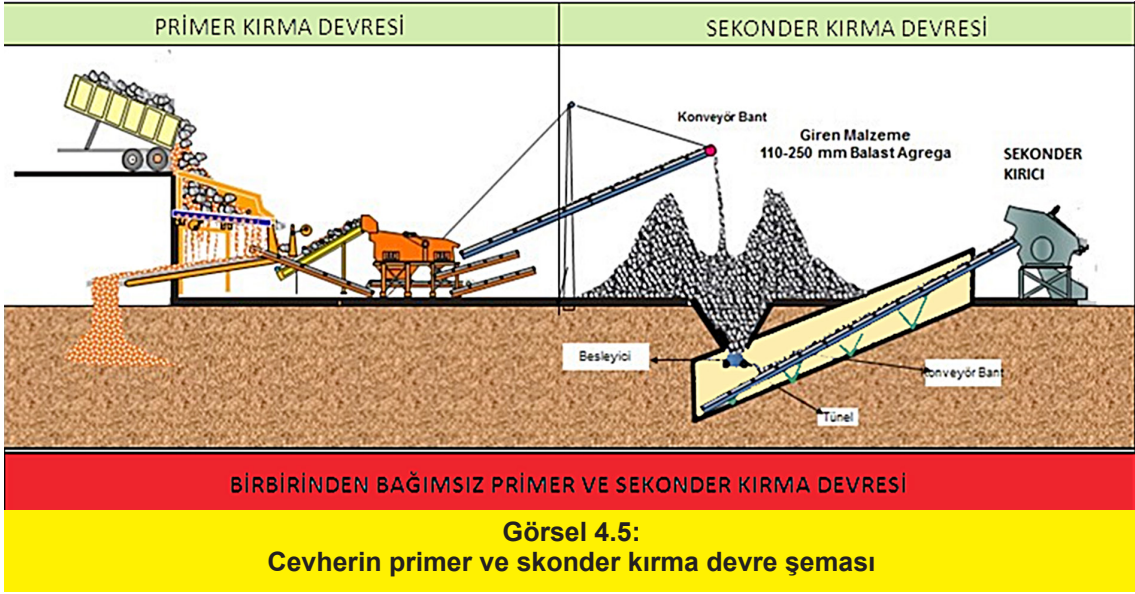
Açık ve kapalı maden ocaklarından zemin patlayıcılarla patlatılarak ufalanan maden kepçe ve kamyonlarla kırıcılara nakledilir. Kırıcılarda en fazla 170 mm tane iriliğinde kırılır (Görsel 4.4).

Kırılan cevherler bant konveyörler ile sekonder (ikinci kırma kademesi) kırma tesisine sevk edilir (Görsel 4.5).

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



Görsel 4.4:
Demir cevheri kırma şekilleri



50 mm altı doğrudan tersiyer (üçüncü kademe) kırıcılarına aktarılır. Tersiyer kırıcı tesislerinde 10 mm ebatlarına kırılarak elenir. Elek altı cevher direk harmanlama sahasına gönderilir. Elek üstü cevher ise tekrar kırılmak üzere tersiyer kırıcılara gider. Cevher sistemde tane boyutu 10 mm altına düşene kadar bu şekilde devir daim 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 seperatörlerde ön zenginleştirme işlemine tabi tutulur. 2 mm'den küçük olanlar ise



Görsel 4.6:
Cevher değirmeni

yaş manyetik seperatörlerde ön konsantre haline getirilir. Daha sonra biliyeli değirmenlerde 75 mikrondan daha küçük boyuta öğütülür (Görsel 4.6). Bu şekilde gang elementlerinden arınarak demir oranı %67 'lerin üzerine çıkar.

Buradan cevher depolama tanklarına alınır. Tanklarda koyulaştırılmış manyetik çamur halindeki 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.



Görsel 4.7:
Döner karıştırıcı

Karıştırıcı tesislerinde filtre keki, manyetit konsantresi ve doğal kil (bentonit) karıştırılıp homojen hale getirilerek pelet keki elde edilir (Görsel 4.7).

Peletme ünitesinde toplama 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 °C sıcaklıkta pişirilir.

Akkor hale gelen peletler döner soğutuculara alınır. Atmosfer sıcaklığına düşene 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 edilir. Demir elde etmek için cevherin içinde bulunan demirin özelliklerini olumsuz etkileyen yabancı maddelerin çıkarılması gerekmektedir. İhtiyaca göre çeşitli alaşımlar yapmak için sıvı halde kontrollü bir şekilde ihtiyaç duyulan elementlerden katılması gerekir. Saf halde yumuşak olan demir; 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 içindeki demir oranının diğer filizlere göre yüksek oluşu tercih sebebidir. Dünya demir üretiminin %5'i bu filizi kullanarak yapılır (Görsel 4.8).

● Hematit Demir Filizi

Demir üretimi için en fazla kullanılan demir filizidir. Yoğunluğu $5,3 \text{ kg/dm}^3$ tür. İçinde taş, toprak, kum ve kil gibi yabancı maddeler bulunur (Görsel 4.9).

● Limonit Demir Filizi

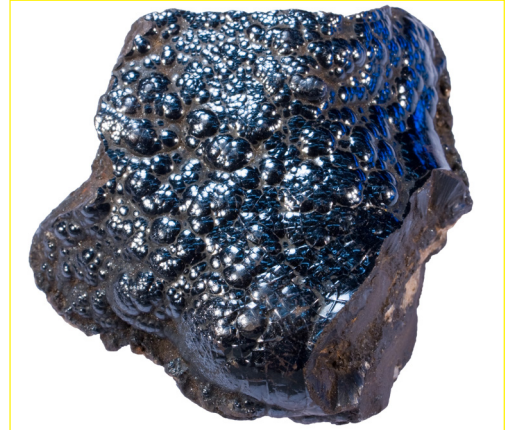
İçinde su barındıran bir demir filizidir. Yer kabuğunun geniş alanlarına yayılmıştır. İçinde %50-60 oranında saf demir bulunur (Görsel 4.10).

● Siderit Demir Filizi

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



Görsel 4.8:
Mağnetit demir filizi



Görsel 4.9:
Hematit demir filizi



Görsel 4.10:
Limonit demir filizi

• Pirit Demir Filizi

Çok kıymetli olmamakla beraber kükürtlü demir filizidir. Bu filiz yüksek fırına şarj edilmeden kükürdünün yakılması gerekir. Demir oranı %46,6'dır (Görsel 4.12).



Görsel 4.11:
Siderit demir filizi



Görsel 4.12:
Pirit demir filizi

Tablo 4.3:
Demir elementinin diğer metal ve ametallerle yaptığı bazı bileşikler

Fe_3S_4	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$	FeO	$\text{FeO}(\text{OH})$	$\text{FeO}(\text{OH})_2$	FePO_4
FeS	FeSO_4	Fe_2O_3	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Fe_3O_4	FeBr_2
FeBr_3	FeCl_2	FeCl_3	FeF_2	FeF_3	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
$\text{Fe}_2(\text{CrO}_4)_3$					

Demir metali diğer metal ve ametaller ile atomik bağ kurar. Yeni alaşımlar oluşturur (Tablo 4.3).

Demir elementinin diğer elementlerle bileşik oluşturması cevherin özelliklerini oluşturur. Özelliklerine bakıldığında cevherin yapısı ve bileşimi belirlenir. İçindeki demir elementi oranına göre isim alır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4:
Demir cevherlerinin özellikleri

CEVHERİN ADI	Mağnetit	Hematit	Limonit	Siderit	Pirit
KİMYASAL SEMBOLÜ	Fe ₃ O ₄	Fe ₂ O ₃	2Fe ₂ O ₃ .H ₂ O	FeCO ₃	Fe S ₂
İÇERDİĞİ DEMİR ORANI %	%72,4	%70	%50-60	%48,2	%46,6

► STOK SAHALARI

Demir-çelik fabrikalarına denizyolu, demir yolu ve karayolu ile ulaştırılan demir filizleri fabrika sahasında stoklanır (Görsel 4.13). Düzenli olarak yığınlar halinde açık sahalara alınır. Demir filizleri kırıcılar vasıtası ile kırılmak üzere kırıcılara konveyör bant sistemi ile sevk edilir.

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 halinde stoklanır. Direk yüksek fırına sevk edilecek cevherler, kırılıp elenecek cevher; hematit, siderit gibi farklı farklı yığınlar halinde stok sahasına stoklanır. Cevherin sevk edilmesi ve aktarılması için konveyör bant sistemlerinden yararlanılır (Görsel 4.14).



Görsel 4.13:
Cevherin stok sahasına yığınlar halinde stoklanması



Görsel 4.14:
Cevherin konveyör bant sistemi ile yığınlar halinde stoklanması

Stok sahasında Köprülü vinçler; gelen ve gidecek malzemeyi hareketlendirir. Ayrıca gelen cevherin düzgün stoklanması, yüksek fırın hammadde bunkerinin doldurulması, kırılıp elenecek cevherleri bunkerlere doldurması köprülü vinçler ile yapılır.

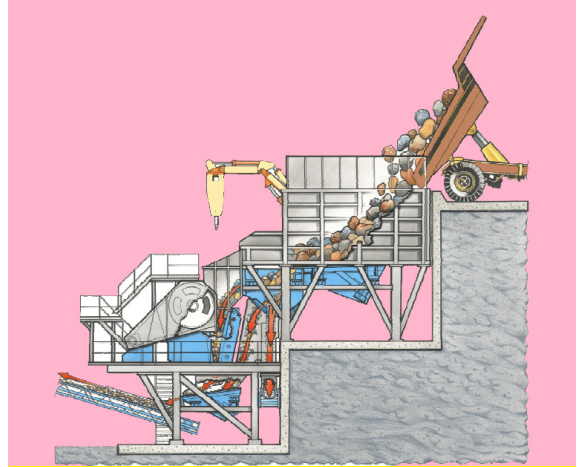
► KIRICILAR

Demir cevheri kırıcılarına **konkasör** adı verilir. Konkasörler; kaba, orta ve ince kırma işlemi için kullanılır (Görsel 4.15).

Konkasörler bir sabit çene ve karşısında 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 üzerinde konik silindirik yapıda biri sabit diğeri hareketli kırma silindirleri monte edilmiştir.

► ÇUBUK ELEKLER

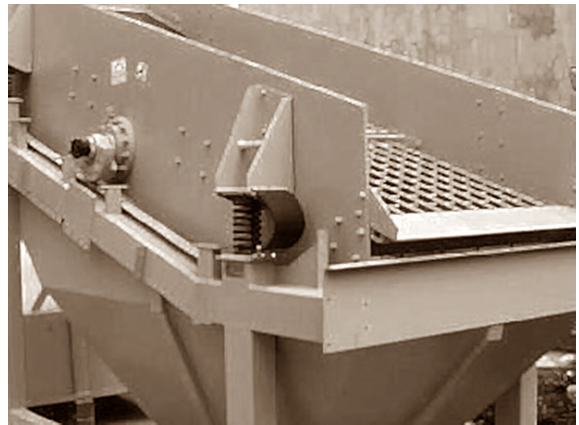
Kırılan cevher homojen tane iriliğinde olması için elenir. Cevher elemek amacı ile üretilmiş olan çubuk elekler; geniş aralıkları üstte 25 mm altta ise kademeli olarak küçülen aralıklara sahip çelik çubuklar ile yapılmıştır (Görsel 4.16).



Görsel 4.15:
Konkasör kırıcı



Görsel 4.16:
Çubuk elek



Görsel 4.17:
Tel elek

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 (Görsel 4.17). 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 guruba 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 kısım 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

Kırıcılar ilk çalıştırıldığında ayarlamaları yapılır. Küresel mihver yatağı, eksantrik konik ayarı, hidrolik toz tutucuların ayarı yapılır. Dişli montajının ve yağlama sisteminin çalışıp çalışmadığı kontrol edilir (Görsel 4.18). Kırıcı, içinde malzeme olmadan boşta çalıştırılır. Kırıcı koniği kendi etrafında 15 dev/dakikadan daha hızlı olmalıdır. Oluşan tozların indirilmesi için su fıskiye sistemi gereklidir. Su fıskiye sisteminin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli.



Görsel 4.18:
Kırıcı

Kırıcıların kırmış olduğu tane boyutuna göre; orta kırıcıların çıkış aralığı 25 mm, ince kırıcıların çıkış aralığı ise 8 mm olarak ayarlanır. Çıkış aralığı ayar ringi kamalarla sıkıştırılırken çıkış aralığı ölçüsü kontrol 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.

Kırıcılara yükleme hemen yapılmaz. Boşta 10-15 dakika çalışan kırıcıya yükleme azar azar yapılır.

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

Çalışma sırasında hidrolik toz tutucuları 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 °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 cevheri maden ocaklarından çıkarıldığı gibi yüksek fırına şarj edilerek ham demir üretmek ekonomik değildir.



Görsel 4.19:
Cevherin kırılması
ve tane boyutlarına ayrılması

Örneğin;

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

Demir cevherinin yüksek fırında ergitmek üzere sinter malzemesi haline gelmesi için yüksek tenörlü cevher ve düşük tenörlü cevher olmak üzere iki grupta işlenir.

► 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 cevherler 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 halindeki su hafif olan gang elementlerini daha hızlı sürükler böylece ağır olan demir cevher taneleri dipte kalır ve yavaş ilerler.

- **Manyetik Ayırma**

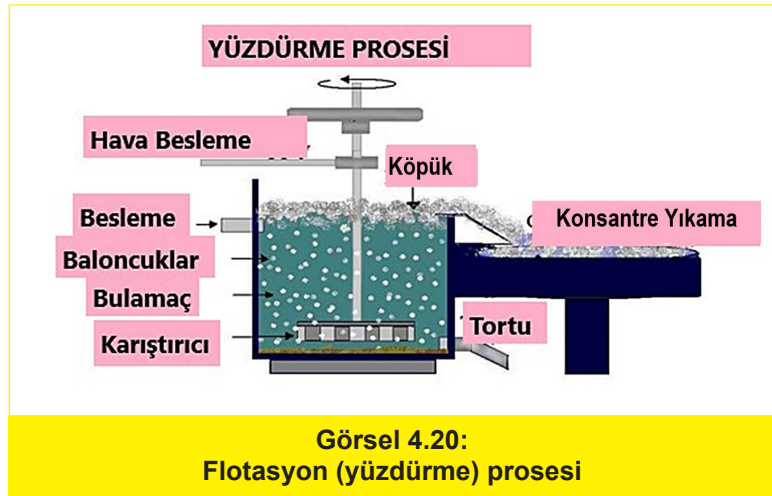
Mağnetit demir filizinin gang minerallerini ayırmak için uygulanan işlemdir. 6 mm'den iri taneler kuru manyetik ayırma işlemine tabii tutulur. 150 mes (100 mikron)'dan küçük tanelere yaş manyetik ayırma işlemi uygulanır.

- **Flotasyon**

Kimyasal maddelerle minerallerin su ve havaya karşı seçimli yaklaşımlarından yararlanılarak mineralleri ayrıştıran fizikokimyasal zenginleştirme yöntemidir. Metal cevherlerinin gang minerallerini ayrıştırmak için yaygın olarak kullanılır (Görsel 4.20).

- **Elektrostatik Ayırma**

Bu yöntemde elektrik geçirgenliği farkından yararlanır. Gang minarellerin elektrik geçirgenliği yoktur. Demir minarellerin elektrik geçirdiği farklılığından yararlanır.



- **Yıkama**

Kırılan cevherin su fışkıyeleri 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 olduğundan 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 4.21). 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.

► DEĞİRMEN

Demir cevherlerine zenginleştirme işlemleri uygulanabilmesi ve sinterlemeye hazır hale getirilebilmesi için 0-10 mm tane iriliğine 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 boyutuna öğütülür. Öğütme sonucunda son kez yaş manyetik seperasyon işlemine tabi tutulur (Görsel 4.22). Konsantre elde edilir. Buradan yoğunluk tanklarına alınarak filtrasyon işlemine tabi tutulur. Nem oranı %10'a düşürülür. Konsantre artık peletleme tesisine gönderilir.



Görsel 4.21:
Konveyör bant sistemi ile cevher nakli



Görsel 4.22:
10 mm den küçük demir cevheri seperatörleri

4.3. PELETLEME

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



II. Dünya savaşından 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 4.23).

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.



Görsel 4.23:
Demir cevheri rulolu besleyici ile peletleme

► PELETLEME İLE CEVHERE KAZANDIRILAN ÖZELLİKLER

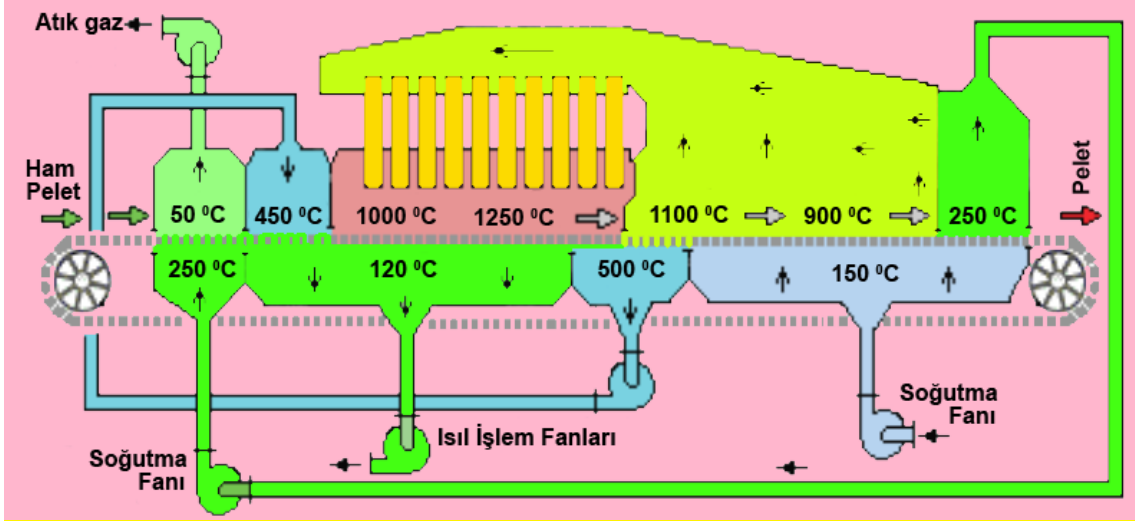
Zenginleştirme işlemleri için öğütülen cevher tane inceliği 10 mm'lere düşmüştür. Bu hali ile yüksek fırına şarj edilmesi yüksek fırının sönmesine ve yanmanın durmasına neden olur. Bu işlem yanmakta olan bir sobanın içine kum dökmeye benzer. Yüksek fırında verimli yanmanın devam etmesi için şarj edilen malzeme yanmayı durdurmamalı aksine hızlandırmalıdır. Yüksek fırının verimi, yanmanın artırılması ile sağlanır. Bu nedenle şarj edilecek malzemelerde bazı özelliklerin oluşturulması gerekir (Görsel 4.24). 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 4.24:
Cevherin taş-öğütülmüş-peletlenmiş halleri

► PELETLEMEDE KULLANILAN BAĞLAYICILAR

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



Görsel 4.25:
Peletleme sıcaklıkları

► 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 °C' ye kadar çıkar. Bu sıcaklıkta demir tozlarından oluşan ham pelet süngerleşir ve tanecikler birbirine yapışır. Akkor hale gelen ham peletler artık pelet olmuştur. Önce 1100 °C sonra 900 °C kademeli olarak soğur. En son atmosfer sıcaklığına kadar soğutulan peletler artık yüksek fırına şarj edilecek duruma gelmiştir (Görsel 4.25).

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 çıkarılması gereken durumlarda 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 4.5).

Tablo 4.5:
Elementlerin periyodik cetvelde grupları ve özellikleri

Atom no:

Element sembolü

Ortalama atom kütlesi

26
Fe
55.845

MODERN PERİYODİK CETVEL

Alkali metaller

Toprak alkali metaller

Lantanitler

Aktinitler

Geçiş metalleri

Metaller

Halojenler

Soy gazlar

A metaller

Alkalin

Yarı metaller

18
VIIIA

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
32.065

17
Cl
35.453

18
Ar
39.948

19
K
39.10

20
Ca
40.08

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
In
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
Tl
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
167.3

69
Tm
168.9

70
Yb
173.0

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. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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 sıcaklığı°C aralığında olması sistemin işaret eder.
5. Demir cevherinin yüksek fırında ergitilecek sinter malzemesi haline gelmesi için;tenörlü cevher ve tenörlü cevher olmak üzere iki gurupta işlenir.
6. Genellikle kimyasal yapıları uygun olduğundan yapısında değişikliğe gerek olmayan cevherin içindeki demir oranı yüksek olduğundan tane boyutunu ayarlamak yeterli olacak şekilde işlenen ve yüksek fırına sevk edilen cevheredenir.
7. Demir cevherinin 0-10 mm tane iriliğinden sonra katkı maddeleri ilave edilerek ısıtma işlemi sonucunda yuvarlak formda ve 16-17 mm çaplı sert demir madeni topraklarınadenir.
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 tenörünün yükseltilmesi, cevher içindeki demir oranının.....'lerin üzerine çıkarılması gereken durumlar da zenginleştirilmesi zorunludur.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. Yerkabuğunda % kaç oranında demir elementi bulunur?

- A) %70
- B) %75
- C) %80
- D) %85
- E) %98

2. Miknatısın tuttuğu element aşağıdakilerden hangisidir?

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

3. Demir metalinin ergime derecesi kaç °C'dir?

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

4. Delhi'de Kutup Kompleksindeki 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

5. Demir metalinin özgül ağırlığı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 6,88 g/cm³
- B) 7,88 g/cm³
- C) 8,88 g/cm³
- D) 9,88 g/cm³
- E) 7,25 g/cm³

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

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

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

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

8. 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/dm³'tür?

- A) 4,3 kg/dm³
- B) 5,3 kg/dm³
- C) 6,3 kg/dm³
- D) 7,3 kg/dm³
- E) 8,3 kg/dm³

10. Stok sahasında işlenen cevher hangi taşıyıcı ile taşınır?

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

5.

ÖĞRENME BİRİMİ

SİNER İMALATI

5.1. Sinterlenecek Malzemeler

5.2. Sinter Hammaddesi

5.3. Sinter Hammaddesi Pişirme

5.4. Sinterin Yüksek Fırına Sevki



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

5. ÖĞRENME BİRİMİ

SİNER İMALATI

GİRİŞ

İzabecilik, bir ülkenin demir-çelik gibi ağır sanayiye 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

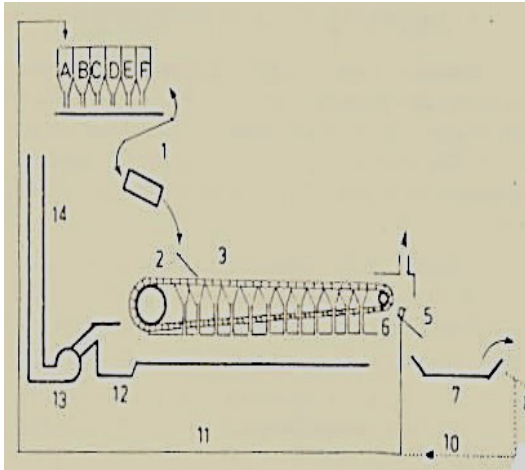
Yüksek fırın verimini artırmak için yapılacak çalışmaları araştırınız. Sınıfta arkadaşlarınız ile paylaşınız.



5.1. SİNERLENECEK 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.



- 1-Karıştırma tromeli
- 2-Besleyici
- 3-Ateşleyici
- 4-Toz tutucu
- 5-Sinter kırıcı
- 6-Sıcak elek
- 7-Soğutucu
- 8-Soğuk elek
- 9-Yüksek fırına gönderilen elek üst
- 10-Elek altı ürün
- 11-Geri dönen (elek altı)
- 12-Toz tutucu
- 13-Fan
- 14-Baca

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 (Görsel 5.2).

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 prosesi- nin amacı; belirli bir tane boyutunun altındaki cevher veya kireç taşı, MgO içerikli dolomit, dünit, manyezit, olivin gibi yardımcı hammaddeler ile geri kazanılmış sinter tozu, tufal gibi toz halindeki taneciklerin, tutuşmayı sağlayan kok tozu ve antrasit ile birlikte yüksek sıcaklıkta dış yüzeylerinin ergitilerek birbirine yapışmasının sağlanması ile yüksek fırına beslenebilecek büyüklüğe getirilmesidir.



Görsel 5.2:
Sinterleme hattı

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 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.

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

► TOZ CEVHERLER

0-10 mm boyutlarındaki cevherlerdir. Bu cevherler eleme ve kırma tesislerinde işlem görmek suretiyle bu ebatlara ulaşmaktadır.

Toz halindeki cevher bünyesinde önemli miktarda demir içermektedir. Bünyesinde önemli miktarda demir içerdiği için bu haliyle 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 tesislerinde iki aşamada sinter harmanı ham madde hazırlama gerçekleştirilir. İlk işlem kuru karıştırma tamburlarında gerçekleştirilir (Görsel 5.3).

Sinterleşecek harman malzemenin tamamen karışmasını sağlamak için yapılır. Harmana normal şartlarda su verilmemek şartıyla çok az su verilebilir

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

► CEVHER SİLOLARI

Çelik bunkerlere kırılıp elenecek cevherler 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 (Görsel 5.5). Bunkerlerin üst kısımları, üzerinde çalışan personelin iş sağlığı ve güvenliğini sağlamaktadır. 25x25 ölçülerinde ızgara ile kapatılarak kırıcının kıramayacağı boyutlardaki cevherin bunker içine girmesi önlenir.



Görsel 5.3:
Cevher karıştırıcılar (mikserler)

Cevher çelik bant üzerine oturur; bunkerlerin ağzı açıktır.

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

► ARTIK MADDELER

Aşağıda sinter prosesinde kullanılan malzeme çeşitleri verilmiştir.

• Sinter Yatak Malzemesi

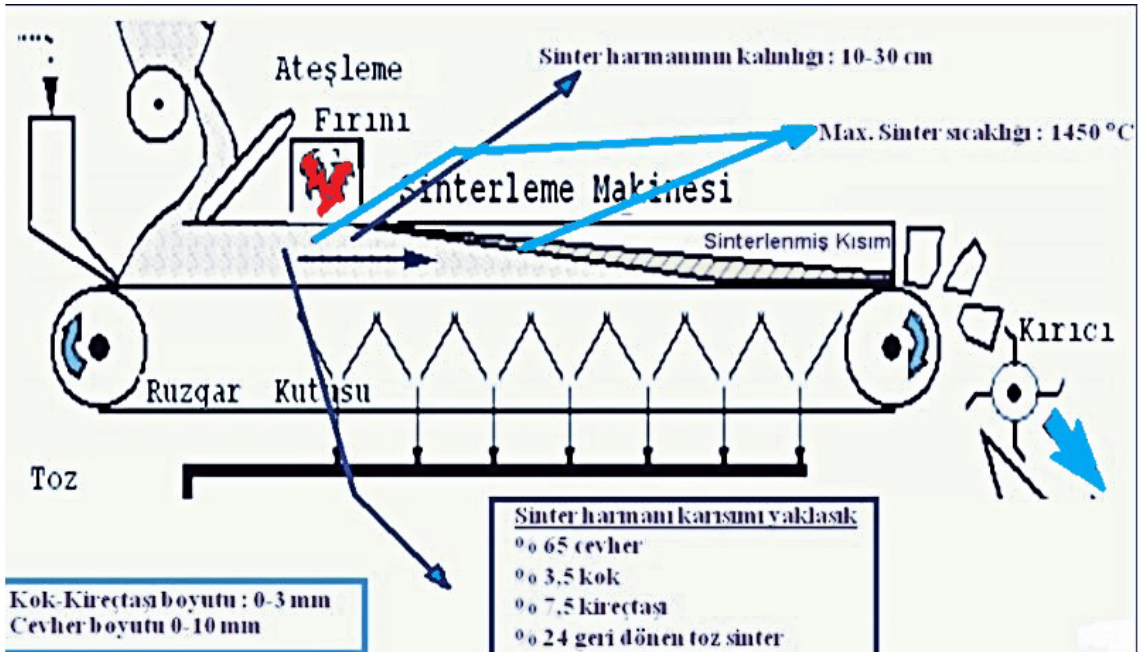
Düz soğutuculardan sonra soğuk elekte eleme gerçekleştirilir. Yüksek fırına elek üstü sinter doğrudan gönderilir. Elek altı ise sinter tozu ve yatak malzemesi olarak ayrılır. Konveyör bantları vasıtasıyla elek altı sinter tekrardan yatak malzeme eleğine alınır. Yatak malzeme eleği 6 mm'dir. 12 mm'lik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

Eleme sonucunda 6 mm altı sinter tozu olarak sinter tozu bunkerlerine gönderilir. 12-16 mm arası ise konveyör bantlarla yatak malzemesi bunkerine alınır (Görsel 5.4).

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

• Kok Tozu

Katı yakıt olarak sinterleşme sırasında kullanılır. Genel olarak 0-3 mm arasında istenir. Kok çok büyük olursa, yanma iyi olamayacağından sinter bozuk çıkar. Kok fiziksel olarak sinterleşmeye etki eder.



Görsel 5.4:
Demir cevherinin sinterlenmesi

• Sinter Tozu

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

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

• Elektro Filtre Tozu

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

► DEMİR CEVHERİNİN SİNERLENMESİ

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 kısmında sıcaklığı yükselterek yatağın iç kısmına doğru çekilir. Ateşleme bitirilinceye kadar yatağın üst kısmındaki kok partikülleri yanma sıcaklığına erişir (Görsel 5.5).

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

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

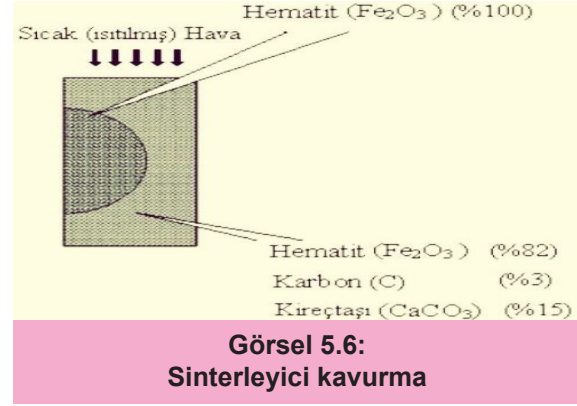
Daha sonra sıcak kok tozu partikülleri yanmaya devam eder.



Son olarak yanma bölgesinin hemen altında yataktan su buharlaştırılarak 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.

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 5.6).

Harmanın kalınlığı: 10-30 cm
Max. Sinter sıcaklığı: 1450 °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. SİNER HAMMADDESİ

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 halinde 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 kükürdü asgariye indirildikten sonra kullanılmaktadır. Bu işlem için kükürtlü cevherler 0-10 mm kırılır ve sinterlenir.

► KOK TOZU

Sinter harmanında kok tozu homojen bir şekilde bulunur. Ateşleme fırının altından bu karışım 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 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.

► TUFAL

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

► SİNER TOZU

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

► KİREÇTAŞI TOZU, DOLOMIT TOZU

Dolomit tozu ve kireçtaşı tozu bazik diye tabir edilen sinter türü imal edilirken kullanılır. Kireçtaşı 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 amacı;

- ✓ Izgaraların ömrünü uzatmak.
- ✓ Hava emişini sinter ızgaraları altından kolay yapmak.
- ✓ Izgara altına toz cevherlerin geçişini engellemek.

Yatak malzemesi üstüne, 25-50 cm arasında sinterlenecek malzeme döşenir. Üzerine malzeme yüklenen palet, zincir-dişli sistemiyle hareket ettirilir. Hareket halindeki 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

Birinci karıştırma işleminden sonra harman malzemesi sinter makineleri üzerinde yer alan stok bunkerlerine alınır. Her makine için bunker mevcuttur. Bunkerlerden malzeme kantarlı besleyicilerle alınarak ikinci mikserle beslenir. İkinci mikserlerde malzemenin rutubetlenmesi ve topaklanması sağlanır. Bu işlem sırasında harman içindeki küçük taneler birleşerek iri topaklar halini 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.

► SİNER BANTLARI (PALETLER)

Sinter paleti, üzerinden sinter harmanının taşıdığı sistemin hareket halinde olduğu kısımdır. Sinter bandı içine ızgaraların yerleştirildiği gövdeye dört adet tekerlek yerleştirilerek yapılmıştır. Gövde içine yerleştirilen ızgaralar üzerinde mahmuzlar mevcuttur. Sinter paleti içinde yaklaşık olarak 260-290 arasında 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 grasörlükten tekerleklerle katı yağ basılır. Yağın dışarı çıkmaması için sızdırmazlık bilezikleri konmuştur.

Sinter bantları (paletler) raylar üzerinde hareket eder. Raylar; baş kısımda, orta kısımda ve boşaltma kısmında 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 SİNER HAMMADESİ PİŞİRME

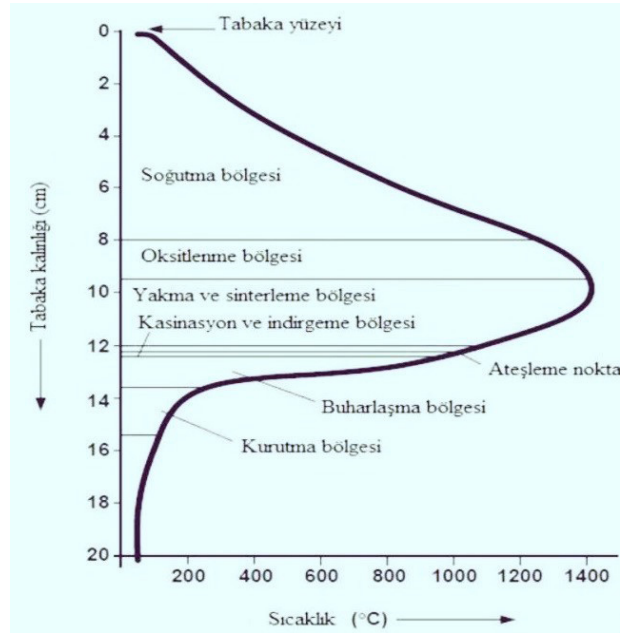
Sinterleme sürecinde bir takım kimyasal ve metalürjik reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bu reaksiyonlar hem sinterin kendisini hem de toz ve gaz emisyonlarını üretmektedir. Sinterleme bölgesinde mevcut olan eriyik, katı ve gaz fazları arasında katı hal ve heterojen reaksiyonlar olarak meydana gelen reaksiyonlar 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 5.7)' da gösterilmektedir.

Sinter hammaddesi pişirme yapılırken; sinter makinesi, döner besleyici, segragasyon plakasından geçer.



Görsel 5.7:
Sinterleme prosesinde
ateşlemeden 6 dakika sonraki sıcaklık ve
reaksiyon bölgelerinin şematik diyagramı

► SİNER MAKİNESİ

Sinter makinesi başlıca aşağıdaki kısımlardan meydana gelir (Görsel 5.8).

• 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 hale gelmiş malzeme depolanır. Bu malzemeler sinter bandının üzerine bir silindir yardımıyla serilir.



Görsel 5.8:
Sinter makinesi ve sinterleme

• 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

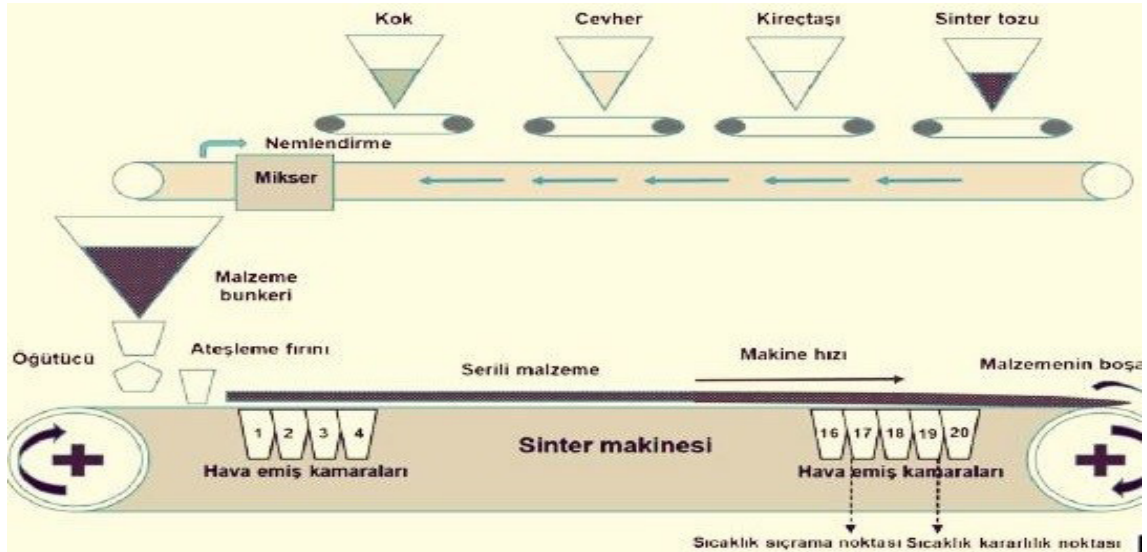
Sinterlenmek üzere serilen malzemeyi taşıyan kısımdır. Palet diye isimlendirilen çok sayıda kasanın yan yana dizilmesinden meydana gelir. Paletler tekerlekli olup aynı zamanda kızak üzerine hareket eder.

Krom-nikel alaşımlı çelikten yapılmış ızgarlar 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 .



Görsel 5.9:
Sinter makinesi

Aspiratör ile paletlerden hava emişi sağlanır. Ayrıca aspiratör ile ortamdaki gazın sinter bacasından atmosfere gönderilmesi sağlanır.

Toz toplama kasaları ise paletlerin geri dönüşü sırasında dökülen sinter tanelerinin toplanabileceği şekilde monte edilmiştir (Görsel 5.9).

• Sıcak Sinter Kırıcısı

Kütle halindeki 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 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 sinter makinesi paletleri üzerine öncelikle serilir. Yatak malzemesi bunkerinden tamburlu besleyici tamburuna yatak malzemesi 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 üzerine beslemek için yapılan kısım ise yine sinter harmanın bulunduğu bunker, gönderilen malzeme miktarını ayarlamak için bir kapak ile kapatılır. Kapağın açılması ve kapatılması redaktör ve kramyer dişli ile sağlanır.

Tambur altına mafsallar üzerine yükleme plakası yerleştirilmiştir. Yükleme plakasından sonra harmanı düzelden ve bastıran baskı plakası konulmuştur. Baskı plakası üzerine ağırlık konulmuş, harman içinde iri parçalar olursa baskı plakası kalkar ve cisimlerin geçmesi sağlanır.

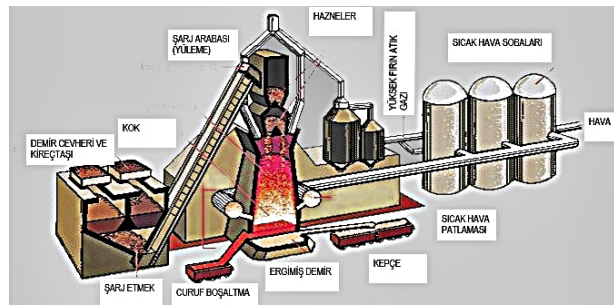
► SEGREGASYON PLAKASI

Topaklama işlemi yapılan ve rutubetlendirilen harman serici konveyör vasıtasıyla 15 m³ sinter makinesi besleme hopperine alınır. Sinter makinesi paletleri üzerine

5.4. SİNERİN YÜKSEK FIRINA SEVKİ

► **SICAK ELEK**

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



Görsel 5.10: Yüksek fırın şarj işlemleri

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

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

Sıcak elekler çalışırken şunlara dikkat edilmelidir.

- Motordan eleklerin hareketin 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 °C de 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.

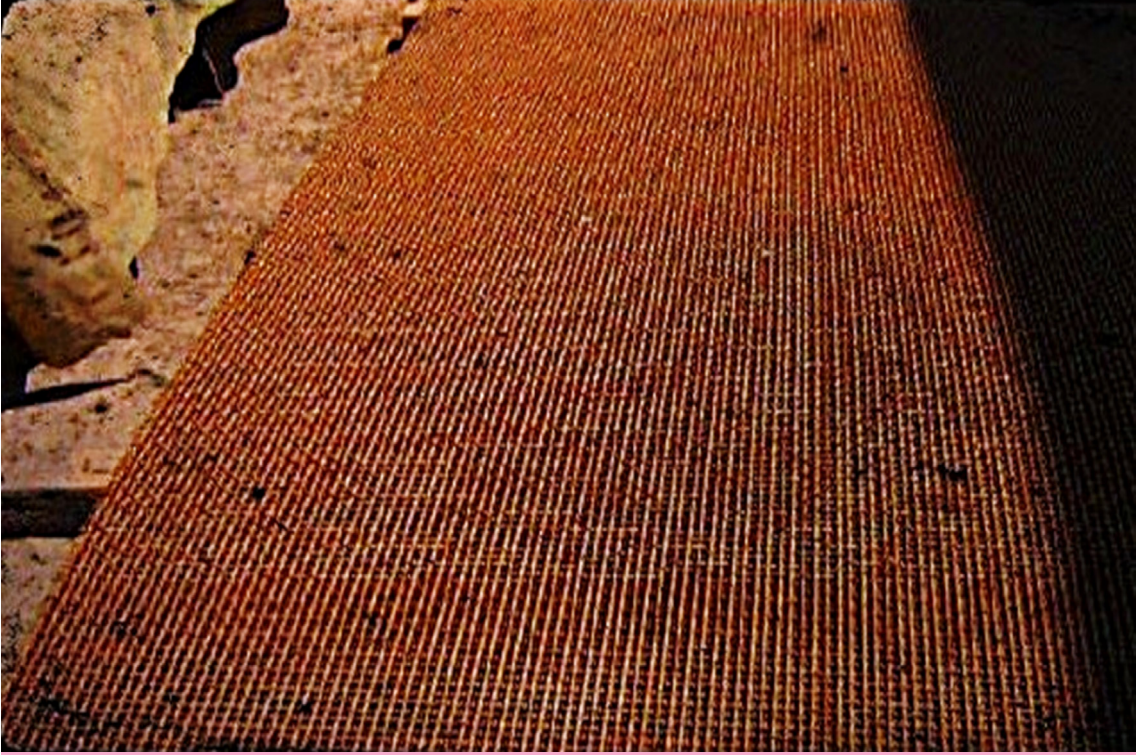
Soğutma işlemi, daire şeklinde ızgaralı tavalardan meydana gelmiştir. Tavalar üzerine yüklenen sıcak sinterle birlikte, belli bir hızda hareket eder (Görsel 5.11). Bu arada tavaların üzerine monte edilen üç adet aspiratörle hava emişi yapılır. Tava üzerine yüklenen sinter bir tur sonunda soğumuş olur. Eleklerle sevk edilmek üzere kauçuk bantlara aktarılır.



Görsel 5.11:
Kırılan ve soğutulan sinterin soğuk eleklerle sevk edilmesi

► SOĞUK ELEK

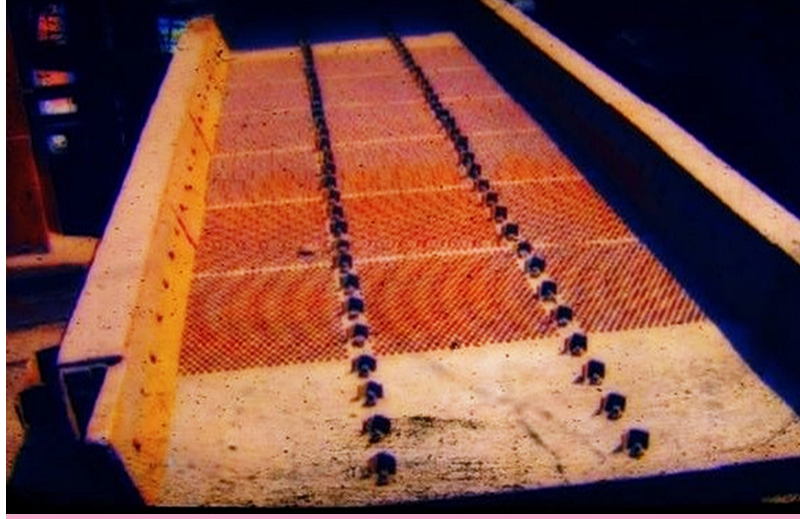
Soğutma sisteminde soğutulan sinterler, kauçuk bantlarla eleklere sevk edilir. Elek çelik konstrüksiyondan, eğimli olarak yapılmıştır. Elektrik motoruyla titreşim yapılarak çalışır (Görsel 5.12).



Görsel 5.12:
Soğuk elek perdesi

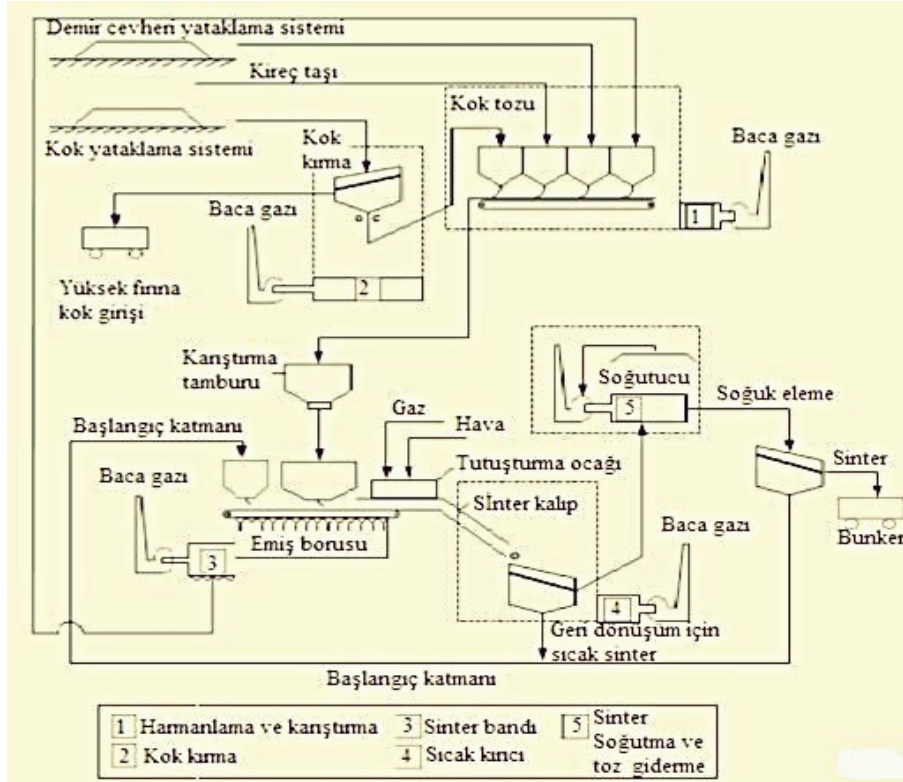
Eleme yapılarak sinter üç gruba ayrılır. Sinter tane boyutuna göre farklı şekillerde sınıflandırılır (Görsel 5.13).

- 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.



Görsel 5.13:
İri gözenekli elek perdesi

Yüksek fırına şarj edilmek üzere, yüksek fırın ham madde bunkerlerine depolanır. Üretilen sinter bunker kapasitesinden fazla olursa stok sahasında stok edilir. Gerktiği zaman buradan alınarak bunkerlere doldurulur (Görsel 5.14).



Görsel 5.14:
Sinter tesisleri şematik diyagramı

► 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 5.15).

Tozlu hava emiş boruları vasıtasıyla emiş fanlarının emmesi sonucu kolektör bunkerlerine gelir. Ağır tozlar kolektör girişinde ani hacim genişlemesi ile bunkere düşer. Fanlar ile 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 5.15:
Sinter tesisi toz toplama sistemi

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Cevherlere su karıştırma nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Topaklanması için
- B) İyi ergimesi için
- C) Rutubetini atmak için
- D) Çamur haline getirmek için
- E) Hiçbiri

2. Mikserlerin kullanım amaçları aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kok kömürünü karıştırmak
- B) Toz cevheri karıştırmak
- C) Kireçtaşıını karıştırmak
- D) Sinteri karıştırmak
- E) Dolomiti karıştırmak

3. Aşağıdakilerden hangisi sinter bantlarının özelliklerindendir?

- A) Az nem çekmek
- B) Yüksek mukavemet
- C) Düşük özgül ağırlık
- D) Hepsi
- E) Yüksek sertlik

4. Yüksek fırına şarj edilecek cevher standardı 10-50 mm'dir. Bu standart dışında olan 0-10 mm 'lik toz cevherlerin irileştirilerek standarda uygun hale getirilmesi ve direkt olarak kullanılmayan kükürtlü cevherlerin kükürttten arındırılması amacıyla yapılan işlem aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Flatasyon
- B) Kükürt giderme
- C) Sinter
- D) Eleme
- E) kavurma

5. Sinter işleminde cevheri pişirmek için aşağıdaki yakıtlardan hangisi kullanılır?

- A) Petrol
- B) Maden
- C) Kok tozu
- D) Benzol
- E) Propan

1.Sinter harmanını sinter paletinin yatak malzemesi üzerine serilmesi için kullanılan araç aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Döner besleyici
- B) Karıştırıcı
- C) Yüzdürme plakaları
- D) Kırıcılar
- E) Hepsi

2.Sinter piştikten sonra aşağıdakilerden hangisine sevk edilir?

- A) Kırıcılara
- B) Eleklere
- C) Havalandırmaya
- D) Bunkerlere
- E) Döner besleyici

3.Malzemenin çeşitli boyutlarda sınıflandırılması için kullanılan araç aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Harman
- B) Elek
- C) Mikser
- D) Silo
- E) Bunker

4.Toz silolarının kullanılma amacı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Havadan yakalanan demir tozlarını depolamak
- B) Sinter malzemesinin depolanması
- C) Soğuk sinterin depolanması
- D) Tozların çevreyi kirletmesi
- E) Hiçbiri

5.Sinter malzemesi olan toz cevherlerinin ölçüsü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 10-20 mm
- B) 20-30 mm
- C) 0-10 mm
- D) 15-20 mm
- E) 40-60 mm

6.

ÖĞRENME BİRİMİ

SIVI MADEN KANALI YAPMA

6.1. Yüksek Fırında Ergimiş Maden Akış Kanalı

6.2. Yüksek Fırın Akış Kanalı Sifon Yapımı



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

6. ÖĞRENME BİRİMİ

SIVI MADEN KANALI YAPMA

GİRİŞ

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.



6.1. YÜKSEK FIRINDA ERGİMİŞ MADEN AKIŞ KANALI YAPMA



Görsel 6.1:
Maden alma deliğinden maden alınması

► MADEN KANALI

Belirli aralıklarla yüksek fırından elde edilen cüruf ve sıvı madenin, maden alma ağzının açılarak taşıma potalarına cüruf ve sıvı maden ayrı ayrı alınır. Yüksek fırından alınan bu sıvı maden, maden kanalı aracılığıyla taşıma potalarına aktarılır (Görsel 6.2).

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

İşletmenin fiziki durumuna göre maden kanalının boyu değişir. Maden kanalının boyu 15-20 m üst genişliği 140 cm ve taban genişliği 90 cm'dir.

Derinlik 100 cm, üst genişlik 140 cm ve taban genişlik 90 cm'lik kanal açılır. Refrakter tuğla ile zemin bir sıra örülür. Sac iskelet bunun üzerine yerleştirilir. İskeleti madenin yüksek ısısından beton püskürtmek veya bir sıra daha refrakter tuğla örmek suretiyle korunur. Genellikle beton yöntemi uygulanır (Görsel 6.3).



Görsel 6.2:
Maden kanalı



Görsel 6.3:
Maden kanalı

► KIRICI TABANCA

Maden alma deliğinin açılması ile alınan sıcak sıvı maden, maden kanalının bir müddet sonra aşınmasına sebep olur. Kanal, madenin ısısı ile sertleşir ve yıpranır. Kırıcı tabanca ile kanalın yıpranan ve kırılan kısımları tamir edilir (Görsel 6.4).

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



Görsel 6.4:
Kırıcı Tabanca

► KANAL HARÇLARI

Yüksek ısıya dayanıklı refrakter malzemeler maden kanalının yeniden yapılmasında ve zamanla yıpranan yerlerinin tamirinde kullanılır. Bu refrakter malzemeler ile kanal iskeletini madenin yüksek ısısının zararlarından korunur. Ayrıca madenin akışını kolaylaştıran düzgün bir yüzey elde edilir (Görsel 6.5).

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



Görsel 6.5:
Kanal harcı ve refrakter malzeme

► SIKIŞTIRMA TABANCASI

Kanal çamurunun 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 6.6).



Görsel 6.6:
Hava tabancası kullanan işçi

► KOK GAZI

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

Gerek iş güvenliği gerekse enerji tasarrufu için maden kanalını tamir ederken kullandığımız malzemelerdeki nemi kurutmalıyız. 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 yapılır.

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. Kanal üzeri saclarla kapalı olduğundan 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 hale 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 6.7).



Görsel 6.7:
Maden akış kanalı

Bu alınan 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 kanalının 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 bulunur. Sıvı madenden cürufun ayrılarak cüruf kanalından taşıma potasına alınması gerekir. Bunun için maden kanalının sonuna sifon modeli konulur. Sifon sıvı maden kütlesinin oluşmasını sağlar.

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

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

Sifon kalıbına cüruf kanalı ve cüruftan ayrılmış sıvı madenin bulunduğu maden kanalı açılır. Bu işlemdeki önemli nokta, cüruf kanalı seviyesini maden kanalından yüksekte tutulur. 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 6.8).



Görsel 6.8:
Torpidolara sıvı maden alımı

• Sifon Deliğinin Açılması ve Kapanması

Kanal değişiminde; uzun süreli duruşlarda, beşik oluk yapımlarında, 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 6.9).

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



Görsel 6.9:
Sifon deliğinin açılması

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Maden kanalının boyu, işletmenin fiziki ortamına göre değişmekle birlikte boyu yaklaşık olarak kaç metre aralığındadır?
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 yüksektir.
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 yüksektir.
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 yüksektir.
- 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 yüksektir.
- 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

7.

ÖĞRENME BİRİMİ

HAM DEMİR ÜRETİMİ

7.1. Yüksek Fırının Tanıtımı

7.2. Yüksek Fırın Çevre Sistemleri ve Şarj Malzemelerinin Ergitilmesi

7.3. Yüksek Fırın Metal Alma Ağzı Açma

7.4. Yüksek Fırın Metal Alma Ağzı Kapatma

7.5. Pik Üretimi



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

7. ÖĞRENME BİRİMİ

HAM DEMİR ÜRETİMİ

GİRİŞ

İzabecilik, bir ülkenin demir-çelik gibi ağır sanayisine hammadde 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 fırını, ham demir eldesi ve pik makinesinde pik üretimini öğreneceğiz.

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 hammaddelerin 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 ergitilmesi 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 hammaddeler (cevher, pelet, sinter ...), cüraf elde etmek ve oluşacak cürafun özelliklerini ayarlamak için oksit içerikli hammaddeler (flux malzemeleri; kireç taşı, dolomit gibi) ısı elde etmek amacı ile karbon içerikli hammaddeler (kok, kömür, katran, fuel oil gibi) kullanılmaktadır.

Yüksek fırının iç hacmi 250-850 m³ kadardır. Ortalama 1m³ fırın hacmi için 24 saatte 0,5 ile 1,4 ton arası ham demir elde edilir. 1 ton ham demir elde etmek için kömürün kalitesine 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 hammaddeler 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.

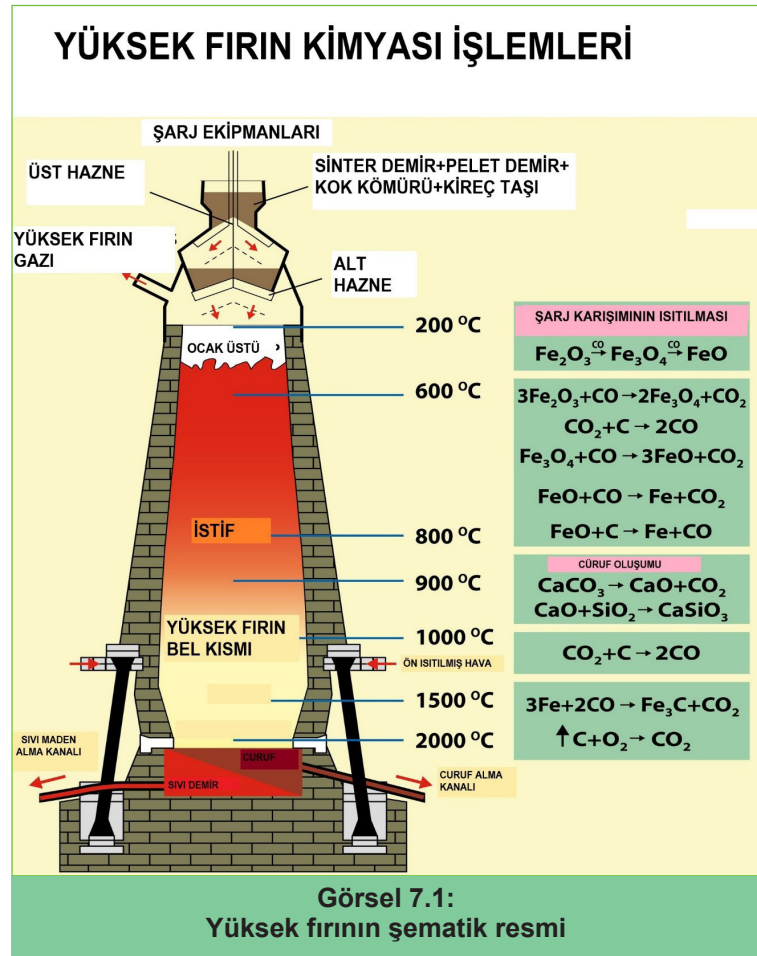
► YÜKSEK FIRININ KISIMLARI

Yüksek fırın, dış gövdesi bulunduğu bölgeye göre kalınlıkları 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 kalitelere refrakter tuğlalar ile korunmaktadır (Görsel 7.1). Yüksek fırın şu kısımlardan oluşmaktadır;

- 1) Boğaz
- 2) Gövde
- 3) Bel
- 4) Karın
- 5) Hazne

● 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. Kısmi ergimenin sağlanması için alt taraftaki bu kısımda fırın hacmi küçültülmüştür. Karın bölgesinde erime işlemi ve son cüruf oluşma işlemi tamamlanır. Ergiyen metal ve cüruf, karın bölgesinin altında bulunan ve dikey ekseninde 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. Ayrıca yüksek fırın gazları borularla buradan dışarı atılır. Bu kısımda bulunan çan kapakları sayesinde dışarı gaz kaçırılmadan yüksek fırına şarj verilir. Hammaddeler 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 ekseninde 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 °C'dir. 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 olarak 1800 °C kadar) değere çıkar. 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 °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.

► YÜKSEK FIRIN YARDIMCI BİRİMLERİ

• Hammadde Besleme Sistemi

Fırında kullanılacak hammaddelerin stoklandığı, hazırlandığı ve fırına gönderildiği ünitelerdir.

• Fırın Üstü Şarj Sistemi

Bu tertibat sayesinde şarj fırın içine verilebilmektedir.

• Kömür Enjeksiyon Sistemi

Pulverize kömür enjeksiyonu (PCI), büyük hacimlerde ve toz halindeki 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, hammadde sistemi, şarj sistemi gibi yüksek fırının önemli bölümleri bilgisayar ile kontrol edilir ve çalıştırılır.

• Soğutma Sistemi ve Refrakter

Yüksek fırındaki reaksiyonlar sonucu açığa çıkan ısı tüyer önünde (yanma bölgesinde) yaklaşık 2200 °C fırın üstünde (hammaddenin fırına ilk girdiği yerde) yaklaşık 150 °C civarındadır. Sıcak hava sobalarında sıcaklık ise 1250 °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 farklı 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

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

Demir doğada saf halde yer almayıp kimyasal bileşikler şeklinde bulunmaktadır. En çok rastlanılan demir-oksijen (demir oksit) bileşikleridir. Demir bileşikleri daima 'gang' olarak bilinen empüriteler ile karışık halde 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 "bazık", silika (SiO_2) oranı daha fazla ise 'asidik' olarak nitelendirilir.

Demir çelik sektörünün ana hammaddesi demir cevheridir. Bir madenin cevher olarak değerlendirilebilmesi için işletilmesi ve kullanılmasının 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 ($\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$),
Götüt ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$),
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.)
- ✓ Redüklenabilirlik
- ✓ Eser elementlerinin tipi ve miktarı (Al, Mn, P, K, Na)

• Kok Kömürü

Kok kömürünün Yüksek Fırındaki fonksiyonları;

- ✓ 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;

- ✓ Tane büyüklüğü 50-150 mm arasında olmalıdır.
- ✓ Sıkı ve sert olup, 1 cm² 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 kireçtaşı, Demir Çelik Fabrikalarının kendi bölgelerinden veya civarından temin edilmektedir. Kireçtaşı üretim işletmelerinde genellikle basamak sistemiyle üretilir. Basamaklarda delme ve patlatma işlemini takiben, kırıcılara sevk edilir.

Kırıcılarda 40 mm'ye kadar kırılan kireçtaşı, eleme işleminden sonra yükleme bunkerine doldurularak ara yolu veya demir yolu kanalıyla demir-çelik tesislerine gönderilir.

Yüksek fırında kullanılacak kireç taşının tane iriliği 50-100 mm arasında, CaO miktarı %53-63 arasında olmalıdır. SiO₂ 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 micir 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 kırılgenliğini azaltır.

• Cüruf Yapıcılar

Cüruf yapıcı ilave maddeler (Flakslar) beraberindeki metalin bir erime sonucunda, kimyasal olarak birleştiği veya fiziksel olarak karıştığı yabancı maddelerden (cevherlerden) ayrıldığı bütün metalürjik işlemlere **izabe** denir.

Demir izabesinde yabancı maddeler bakımından bu her iki durum hemen 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 -Gang'dan 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 hale getirmektir. Bazı elemanlar demir ile tamamen benzer tarzda redüklenir ve demirin içinde ergir veya demir ile kimyasal olarak birleşir. Ham madde demir ile bileşik halde bulunan diğer bazı elemanlar, metale tercih ederek birleşecekleri diğer madde olmaksızın demirden ayrılmaz. Flaksların ikinci görevi bu elemanların veya bileşiklerin metale tercih ederek birleşecekleri bir maddeyi temin etmek ve metalin serbest hale 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 flakslar: En çok kullanılan bazik flaks kireçtaşıdır. (CaCO_3). Bunu dolomit (CaMgCO_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 ila 20 ton cevher taşıyabilir. Fırının boyutuna göre kapasiteleri değişkenlik gösterir.

Yüksek fırının üst kısmına raylar üzerinden skip yürütülerek kok kömürü ve demir cevheri taşınır. Biri dolu halde yukarı çıkarken diğeri boş şekilde aşağı inen iki skip kovası bulunur.

► YÜKSEK FIRIN SOBALARI ÇALIŞMA SİSTEMİ

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

Sobalardan birinde hava ısıtılırken diğeri ikisinde tuğla ısıtılır. Isıtılacak sobada önce soğuk hava giriş vanası 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 yanma odasında, yukarı doğru yükselen alevler kubbe kısmından yıldız-tuğla bölmesine geçer. Yıldız tuğla arasında aşağı inen yanmış gazlar bacadan dışarıya atılır. Gaz yakma işlemi, soba içinde 900-1100 °C sıcaklık oluşuncaya kadar devam eder.

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 üflenlen hava, ısıtılmış olan yıldız tuğlalar arasından yukarı 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.

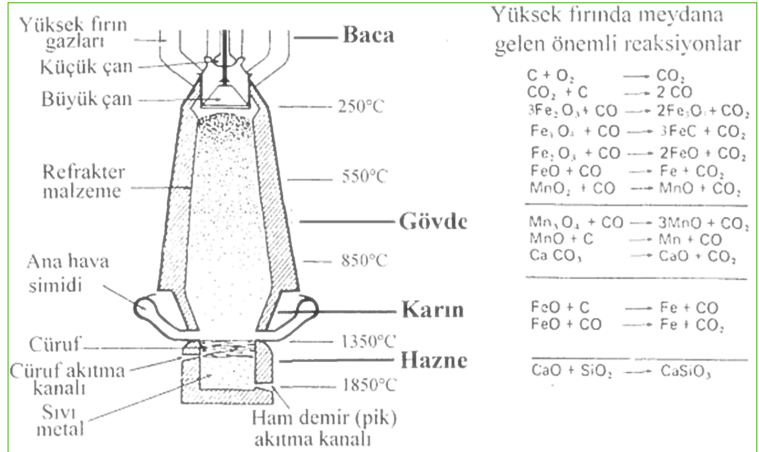


7.2. YÜKSEK FIRIN ÇEVRE SİSTEMLERİ VE ŞARJ MALZEMELERİNİN ERGİTİLMESİ

Yüksek fırına demir oksit halinde giren cevher, yüksek ısı karşısında oksijen ve demire ayrılan oksijen karbonla birleşip CO ve CO₂ gazı halinde yukarı yükselir. Demir de ergimiş olarak altta toplanır (Görsel 7.2). 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 karbonda ergimiş haldeki madene karışır. Fırına alttan giren hava ve ocak içinde ayrılan gazlar yukarı yükseldikçe reaksiyon değişikliğinden fırın içindeki reaksiyon sahalarını da alttan yukarı doğru ayırmak daha uygun olacaktır.

► 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 (Fe₃C) haline geçen madeni ve cevherden ayrılarak katık malzeme ile birleşen kalsiyum silikatı (2CaO.SiO₂) eriterek akar hale getirir. Erimenin olduğu bu kısma, ergime sahası adı verilir. Fırındaki kok kömürü, hava püskürtme tüylerinden giren sıcak havanın oksijeni ile birleşir ve bütün karbonu yakarak karbondioksit oluşturur. Biraz yükselen CO₂ gazı tekrar kızgın koka rastlayacağından onun karbonunu alıp karbonmonoksit (CO) haline geçer. Altan yukarı yükselmeye çalışan bu (CO) karbonmonoksit gazı demir cevheri içindeki demir oksidin redüksiyonunu sağlar. Bu kısmın sıcaklığı ortalama 1700 °C'dır.



Görsel 7.2:
Yüksek fırının şematik resmi ve Yüksek fırında meydana gelen önemli kimyasal reaksiyonlar

► 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 (Fe₃C) haline 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 °C'dır.

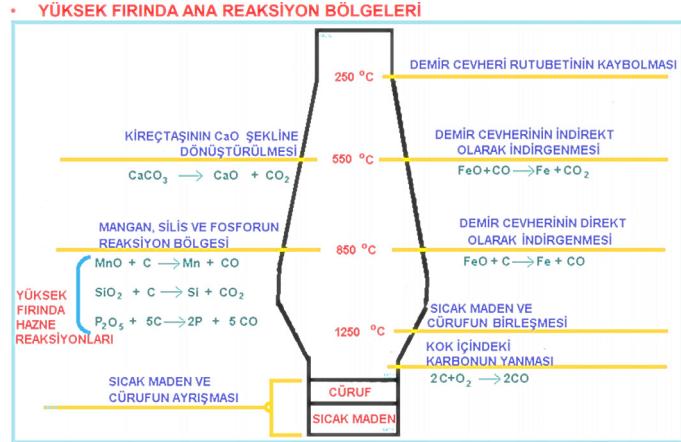
► REDÜKSİYON SAHASI

Yukarıdan aşağı ısınarak redüksiyon sahasına giren cevher, reaksiyona geçer (Görsel 7.3). Isı derecesi 500-900 °C olan bu bölgedeki reaksiyonu şu denklemler ile ifade etmek mümkündür:

$$\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$$

$$\text{CO} + 3\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}$$

$$\text{CO} + \text{Fe}_3\text{O}_4 = 3\text{FeO} + \text{CO}_2$$

$$\text{CO} + \text{FeO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$$


Görsel 7.3:
Yüksek Fırında ana reaksiyon bölgeleri

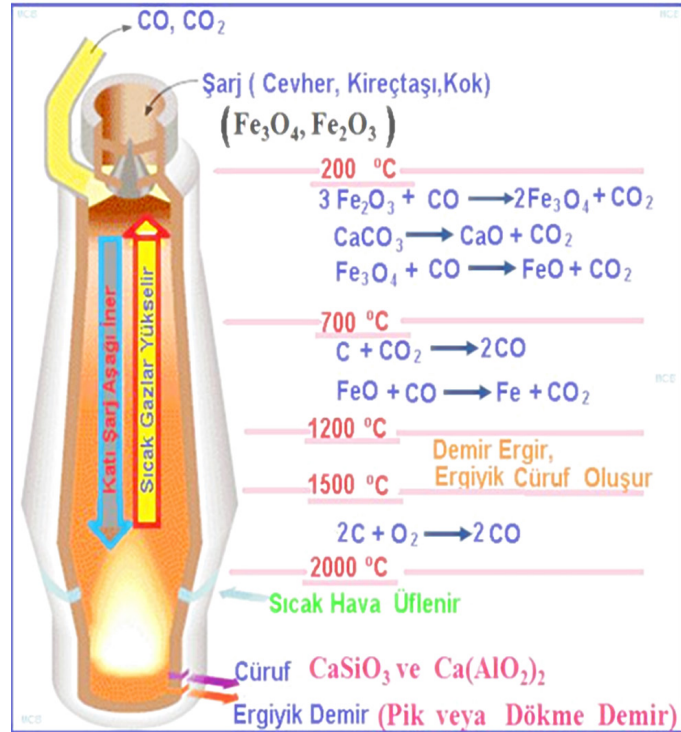
Redüksiyon sahasında cevherden CO vasıtası ile ayrılan demir, katı haldedir. Yukarıda bahsedildiği gibi, karbon alma sahasından geçip erime sahasına girdikten sonra oradaki yüksek ısı derecesi ile akar hale gelir. Yukarıdaki denklemde ayrılan CO_2 gazları, üst tabakadaki kömürlerin arasından geçerken tekrar karbon (C) alarak, karbonmonoksit gazı haline geçer. $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ Ocağa verilen kireçtaşı da bu sahanın ısısı ile yanmış kireç (CaO) ve CO_2 karbondioksit gazına ayrışır. Bununla birlikte cevherle beraber bulunan silis (SiO_2), bu sahada ayrılan demirle beraber o da serbest kalıp CaO ile birleşerek aşağı iner. $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$

► ISINMA SAHASI

Isı derecesi 200-500 °C arasında olan bu sahada; aşağıdan sıcak halde yükselen CO, CO_2 ve havanın azot gazı ile ocağa doldurulan cevher, kömür ve katık malzeme ile birlikte ısınma devresi geçirir (Görsel 7.4).

► YÜKSEK FIRIN HAVASI

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



Görsel 7.4:
Yüksek fırın reaksiyon şeması

► TÜYERLER

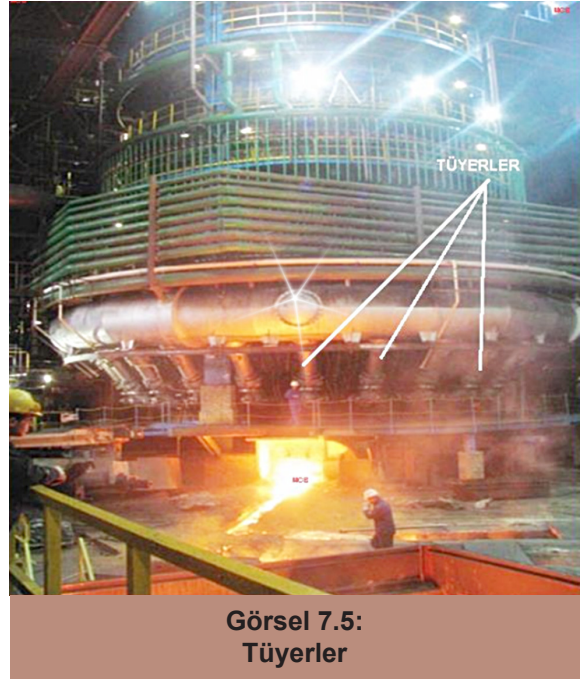
Yüksek fırının hazne bölümünde, maden alma deliğinin 30-35 cm yukarısında fırın duvarına yerleştirilen basınçlı sıcak havanın fırın içine üflediği yerdir. Dış kısım tüyer, orta kısım ara soğutucu ve iç kısım ise kulerdir. Tüyerler bakır ya da bronzdan yapılmıştır. Erken aşınmasını ve çabuk devreden çıkmasını önlemek için soğutma suyu sistemine sahiptir ve çift kanallıdır (Görsel 7.5).

► ENJEKSİYON SİSTEMİ

Fırına eklenen özel bir sistemle, fırın içine ısının daha kısa sürede ve daha az masrafla istenen düzeye çıkarmak için tabii gaz, fuel oil ve kömür tozu 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 bitişiğinde ince borularla fırın içine enjekte edilmektedir.

► YÜKSEK FIRIN GAZOMETRESİ

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



Görsel 7.5:
Tüyerler

7.3. YÜKSEK FIRIN METAL ALMA AĞZI AÇMA

► MATKAP

Yüksek fırın maden alma deliğinin açılması için elektrikli matkap kullanılır. Maden alma ağzının 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.

12 derecelik bir açıyla maden alma deliği fırına açılır. İşletmelerdeki fırınların kapasitesi değiştiğinden dolayı 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.

Öncelikle yüksek fırının haznesinde sıvı maden istenilen miktarda birikir. Matkap 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 eriyerek damlalar halinde 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 eriyerek 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 çamurun 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 pistonu 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 basılarak 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.



Görsel 7.6:
Torpido

► TORPİDOLAR

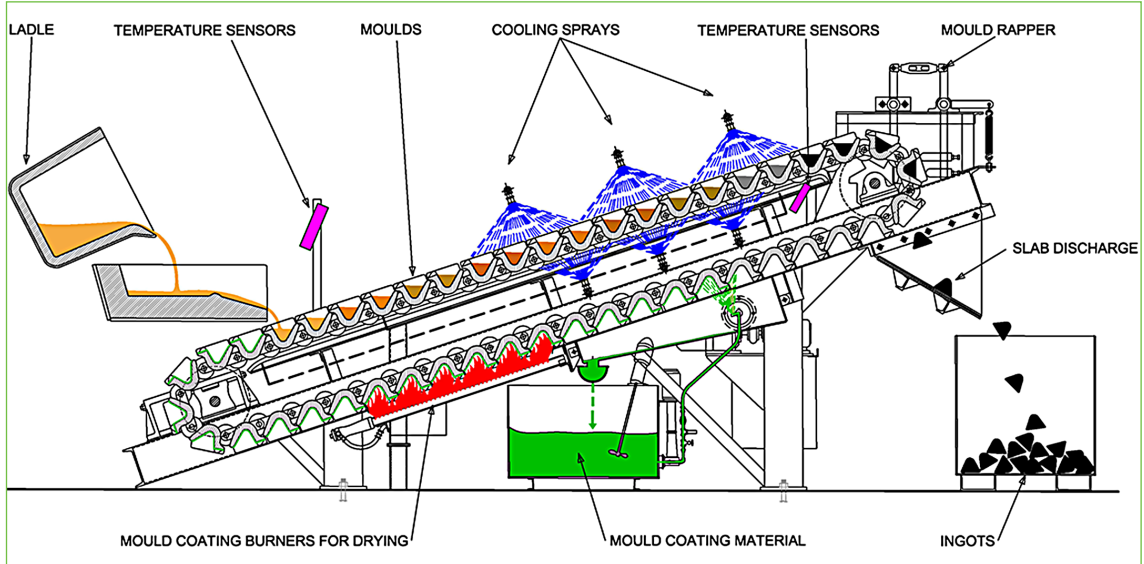
Çelikhane veya pik makinesine, yüksek fırından elde edilen sıvı ham demir yolları. Taşıma potası veya torpidolar sıvı ham demiri yüksek fırından alıp işleneceği yere taşınmasında görevlidir (Görsel 7.6).



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 (Görsel 7.7).



Görsel 7.7:
Pik Makinesi

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 demirin kükürdünü gidermek için 100-120 tonluk taşıma potalarıyla kükürt giderme tesisine gönderilerek burada kükürdü giderilir (Görsel 7.8).

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 (Görsel 7.10).

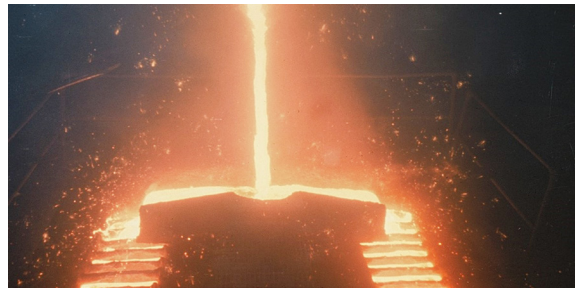
Sıvı maden yavaşça ilerleyen kalıplarda katılaşmaya başlar. Katılaşmaya başlayan sıvı madenin katılaşmasını hızlandırmak için kalıplara duşlama sistemi ile su püskürtülür (Görsel 7.11).

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 (Görsel 7.11). Soğutulan pikler, stok sahasına gönderilir (Görsel 7.12).

Buradan ilgili kısımlara vinç yardımıyla stok edilir (Görsel 7.13).



Görsel 7.8:
Pota devirme sistemi



Görsel 7.9:
Yolluk sisteminden kalıplara maden dolması



Görsel 7.10:
Kalıplardaki pikin söndürme sistemine ilerlemesi



Görsel 7.11:
Kalıplardaki pike duşlama suyunun püskürtülmesi

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

► PİK KALIBI

Sıvı madenin pik kalıbı yapılmak üzere döküldüğü yüksek ısıya dayanıklı üçlü veya dörtlü gözden oluşan çelikten veya hematit pikinden imal edilen kalıplardır (Görsel 7.14).

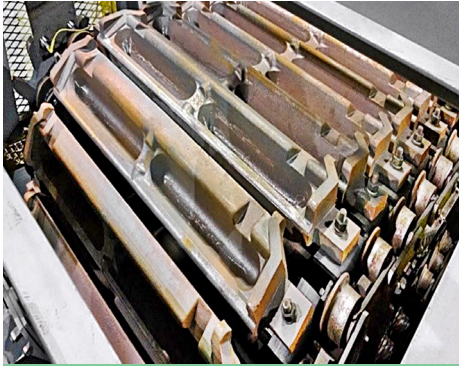


Görsel 7.12:
Piklerin soğutulması



Görsel 7.13:
Piklerin vinç ile aktarımı

A



B



Görsel 7.14:
Boş kalıp (A), maden dolu kalıp (B)

► PİK TANIMI

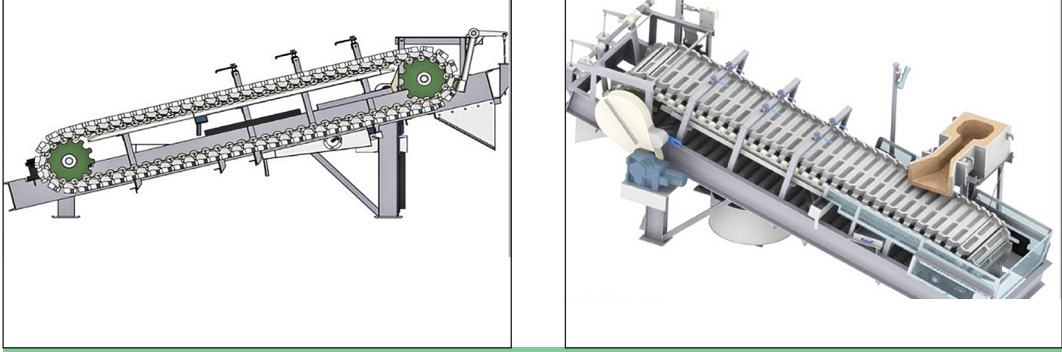
%4-%5 arasında karbon ve değişen oranlarda S, Si, P içeren kırılğan demir -karbon alaşımlarına 'Pik' denir. Demir cevherinden dökme demir ve çeliğe giden yolda bir ara ürün olarak değerlendirilir. Kalıplara dökülerek külçe halinde üretilir (Görsel 7.15).



Görsel 7.15:
Pik ile aktarımı

► DÖNER BANT

Döner bant üzerinde bulunan paletlerden oluşan pik makinesinin ekipmanlarından biridir. Döner bantın hızı operatörün tecrübesine bağlıdır (Görsel 7.16).



Görsel 7.16:
Döner bantlar

► STOK SAHASI

Pik makinelerinden elde edilen piklerin depolandığı kısımdır. Üretilen külçe pik çeşitlerine göre değişik sayıda kısımlardan oluşur (Görsel 7.17).

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 7.17:
Stok sahası

7. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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 ısını 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 ısını yükseltmek

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) İndüksiyon 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

1. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

BOŞLUK DOLDURMA

- 1) TEMİZ VE GÜVENİLİR
- 2) TERMOKOPUL
- 3) 28 m³TÜR
- 4) BATARYA SİLOLARI

ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI

SORULAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOĞRU CEVAP	A	B	C	B	E	C	E	B	D	A

2. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI

SORULAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DOĞRU CEVAP	B	C	D	A	C	A	E	D	B
SORULAR	10	11	12	13	14	15	16		
DOĞRU CEVAP	E	B	D	A	E	E	B		

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

4. ÖĞRENME BİRİMİ										
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI										
BOŞLUK DOLDURMA										
1. Konkasör 2. (25 mm) 3. 0-10 / 10-25 / 25 mm ve üzeri 4. 35-55 °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										
ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI										
SORULAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOĞRU CEVAP	E	D	C	E	B	B	A	C	B	A

5.ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI

SORULAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOĞRU CEVAP	A	B	D	C	C	A	A	B	A	C

6. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI

SORULAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOĞRU CEVAP	C	B	B	B	C	D	B	D	B	A

7. ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

ÇOKTAN SEÇMELİ CEVAP ANAHTARI

SORULAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOĞRU CEVAP	B	D	C	B	D	B	A	B	A	D

KAYNAKÇA

1. Komisyon, Demir Çelik Üretiminde BREF, Avrupa Komisyonu, Sevilla: (2001).
2. Tetsu-to-Hagané (2002, S. 20-27). Kawaguchi ve diğer... Katı Yakıtın Özelliklerinin Demir Cevheri Sinterleme Prosesinde Egzoz Gazının Dioksin Konsantrasyonu Üzerindeki Etkisi.
3. Eurofer, Sürekli ve Kesintisiz Sinter Tesisi Operasyonlarını En Aza İndirgemek İçin kullanılan güncelleme tekniği, Eurofer (2007, S. 2).
4. UBA Comments (1997). “ Birincil Demir ve Çelik Üretiminde Kirliliğin Önlenmesi ve Kontrolü İçin Mevcut En İyi Teknikler Hakkında Hollanda Notları” Berlin: Almanya Çevre Koruma Kurumu (UBA).
5. Böber Abdullah. (1990). İzabe Meslek Teknolojisi. MEB Yayınları
6. Akarsu İrfan. Sinterleme. İskenderun: İDÇ Yayınları, (1986).
7. Gözübüyük Mehmet. (1986). Konik Kırıcı. İskenderun: İDÇ Yayınları
8. Can Murat (2008). Yüksek Fırın Döküm Holü Faaliyetleri Talimatı-İSDEMİR
9. AKETA, K., UEHARA, T., SUGIYAMA, T., IGAWA, Y. (1988). “General Review of Fluxed Pellet Development at Kobe Steel “, Mineral Resources Research Center and Center for Professional Department, Duluth, U.S.A.
10. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2009 Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
11. İSDEMİR. Teknik Arşiv. İSDEMİR PİK Üretim Makinesi Kullanım Talimatları
12. <https://www.sgs.com.tr/tr-tr/mining/analytical-services/astm-and-us.-epa-tests> (Erişim tarihi: 16.02.2021 Saat 15.19)
13. Yrd. Doç. Dr. Fatih Erdemir- Cevher Hazırlama Deneyi
14. Doç. Dr. Deniz ÖZTÜRK. <http://www.marbleport.com/madencilik-kulturu/331/cevher-zenginlestirme-yontemleri>
15. Doç. Dr. Nevzat Aslan. Cevher Hazırlama Deneyi
16. Yrd. Doç. Dr. Yunus Emre. Renkli - Hammadde ve Cevher Hazırlama Dersi
17. <https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/78234/mod> (Erişim tarihi 12.02.2021 Saat 20.30)
18. TDK Türkçe Sözlük. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
19. TDK Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
20. YILDIZ Necati Maden Yük. Müh. CEVHER HAZIRLAMA VE ZENGİNLEŞTİRME CİLT 1-2

0. KAPAK GÖRSEL KAYNAKÇA

SIRA	GÖRSEL NO:	GÖRSEL ID.
1	Görsel 0.1:	Komisyon tarafından oluşturuldu
2	Kapak	Komisyon tarafından oluşturuldu.
3	Kapak	Komisyon tarafından oluşturuldu.
4	Kapak	https://tr.123rf.com/ 26471301_xl
5	Kapak	Komisyon tarafından oluşturuldu.
6	Kapak	https://tr.123rf.com/ 122405973_m
7	Kapak	Komisyon tarafından oluşturuldu.
8	Kapak	https://www.shutterstock.com/ _292210691
9	Kapak	https://www.shutterstock.com/ _292210751

1. ÖĞRENME BİRİMİ GÖRSEL KAYNAKÇA

SIRA	GÖRSEL NO:	GÖRSEL ID.
1	KAPAK	Komisyon tarafından oluşturuldu.
2	Görsel 1.1:	https://www.shutterstock.com/ _1845061783
3	Görsel 1.2:	https://tr.123rf.com/ 120202142_xl
4	Görsel 1.3:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
5	Görsel 1.4:	https://tr.123rf.com/ 10352311_xl
6	Görsel 1.5:	Komisyon tarafından oluşturuldu
7	Görsel 1.6:	Komisyon tarafından oluşturuldu
8	Görsel 1.7:	Komisyon tarafından oluşturuldu
9	Görsel 1.8:	Komisyon tarafından oluşturuldu
10	Görsel 1.9:	Komisyon tarafından oluşturuldu
11	Görsel 1.10:	https://www.shutterstock.com/ _1169746219
12	Görsel 1.11:	https://www.shutterstock.com/ _1652452495
13	Görsel 1.12:	Komisyon tarafından oluşturuldu

14	Görsel 1.13:	Komisyon tarafından oluşturuldu
15	Görsel 1.14:	Komisyon tarafından oluşturuldu
16	Görsel 1.15:	https://www.shutterstock_272033549.jpg
17	Görsel 1.16:	Komisyon tarafından oluşturuldu
18	Görsel 1.17:	Komisyon tarafından oluşturuldu
19	Görsel 1.18:	https://www.shutterstock.com/1770203504
20	Görsel 1.19:	Komisyon tarafından oluşturuldu
21	Görsel 1.20:	Komisyon tarafından oluşturuldu
22	Görsel 1.21:	Komisyon tarafından oluşturuldu
23	Görsel 1.22:	Komisyon tarafından oluşturuldu
24	Görsel 1.23:	Komisyon tarafından oluşturuldu
25	Görsel 1.24:	Komisyon tarafından oluşturuldu
26	Görsel 1.25:	Komisyon tarafından oluşturuldu

2. ÖĞRENME BİRİMİ GÖRSEL KAYNAKÇA		
SIRA	GÖRSEL NO	GÖRSEL ID.
1	KAPAK	Komisyon tarafından oluşturuldu.
6	Görsel 2.1:	Komisyon tarafından oluşturuldu
7	Görsel 2.2:	Komisyon tarafından oluşturuldu
8	Görsel 2.3:	Komisyon tarafından oluşturuldu
9	Görsel 2.4:	Komisyon tarafından oluşturuldu
10	Görsel 2.5:	Komisyon tarafından oluşturuldu
11	Görsel 2.6:	Komisyon tarafından oluşturuldu
12	Görsel 2.7:	Komisyon tarafından oluşturuldu

3. ÖĞRENME BİRİMİ GÖRSEL KAYNAKÇA

SIRA	GÖRSEL NO:	GÖRSEL ID.
1	KAPAK	https://tr.123rf.com/ 48175992
2	Görsel 3.1:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
3	Görsel 3.2:	https://www.shutterstock.com/ 1289749072
4	Görsel 3.3:	https://www.shutterstock.com/ 48175996
5	Görsel 3.4:	https://tr.123rf.com/ 93396810
6	Görsel 3.5:	https://tr.123rf.com/ 89655553
7	Görsel 3.6/A:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
8	Görsel 3.6/B:	https://tr.123rf.com/ 24414812_xl
10	Görsel 3.7:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
11	Görsel 3.8:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
12	Görsel 3.9:	https://tr.123rf.com/ 83609972
13	Görsel 3.10:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
14	Görsel 3.11:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
15	Görsel 3.12:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
16	Görsel 3.13:	https://tr.123rf.com/ 48175902
17	Görsel 3.14:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
18	Görsel 3.15:	https://tr.123rf.com/ 16903109
19	Görsel 3.16:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
20	Görsel 3.17:	https://tr.123rf.com/ 88514307
21	Görsel 3.18:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
22	Görsel 3.19:	https://www.shutterstock.com/ 545696533
23	Görsel 3.20:	https://tr.123rf.com/ 93396815
24	Görsel 3.21:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
25	Görsel 3.22:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
26	Görsel 3.23:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
27	Görsel 3.24:	https://www.shutterstock.com/ 1897917058

4. ÖĞRENME BİRİMİ GÖRSEL KAYNAKÇA		
SIRA	GÖRSEL NO	GÖRSEL ID.
1	KAPAK	Komisyon tarafından oluşturuldu.
2	Görsel 4.1:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
3	Görsel 4.2:	https://www.shutterstock.com/_1419733016
4	Görsel 4.3:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
5	Görsel 4.4:	https://www.shutterstock.com/1241379718
6	Görsel 4.5:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
7	Görsel 4.6:	https://www.shutterstock.com/_1553442056
8	Görsel 4.7:	https://www.shutterstock.com/1178830234
9	Görsel 4.8:	https://tr.123rf.com/122294325
10	Görsel 4.9:	https://tr.123rf.com/26471301
11	Görsel 4.10:	https://tr.123rf.com/161997023
12	Görsel 4.11:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
13	Görsel 4.12:	https://tr.123rf.com/44151929
14	Görsel 4.13:	https://tr.123rf.com/151659594
15	Görsel 4.14:	https://www.shutterstock.com/_1652233276
16	Görsel 4.15:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
17	Görsel 4.16:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
18	Görsel 4.17:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
19	Görsel 4.18:	https://www.shutterstock.com/_709503262
20	Görsel 4.19:	https://www.shutterstock.com/_1276737922
21	Görsel 4.20:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
22	Görsel 4.21:	https://www.shutterstock.com/_1321573136
23	Görsel 4.22:	https://www.shutterstock.com/_168989405
24	Görsel 4.23:	https://www.shutterstock.com/_1652469505
25	Görsel 4.24:	https://www.shutterstock.com/_1652175247
26	Görsel 4.25:	Komisyon tarafından oluşturuldu.

5. ÖĞRENME BİRİMİ GÖRSEL KAYNAKÇA

SIRA	GÖRSEL NO:	GÖRSEL ID.
1	KAPAK	Komisyon tarafından oluşturuldu.
2	Görsel 5.1:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
3	Görsel 5.2:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
4	Görsel 5.3:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
5	Görsel 5.4:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
6	Görsel 5.5:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
7	Görsel 5.6:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
8	Görsel 5.7:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
9	Görsel 5.8:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
10	Görsel 5.9:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
11	Görsel 5.10:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
12	Görsel 5.11:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
13	Görsel 5.12:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
14	Görsel 5.13:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
15	Görsel 5.14:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
16	Görsel 5.15:	Komisyon tarafından oluşturuldu.

6. ÖĞRENME BİRİMİ GÖRSEL KAYNAKÇA

SIRA	GÖRSEL NO:	GÖRSEL ID.
1	KAPAK	https://tr.123rf.com/ 150245453
2	Görsel 6.1:	https://tr.123rf.com/ 137534810
3	Görsel 6.2:	https://tr.123rf.com/ 164351457
4	Görsel 6.3:	https://tr.123rf.com/ 136985467
5	Görsel 6.4:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
6	Görsel 6.5:	https://tr.123rf.com/ 119564492

7	Görsel 6.6:	https://tr.123rf.com/ 152433857
8	Görsel 6.7:	https://tr.123rf.com/ 164351351
9	Görsel 6.8:	https://tr.123rf.com/ 120811057
10	Görsel 6.9:	https://tr.123rf.com/ 164350893

7. ÖĞRENME BİRİMİ GÖRSEL KAYNAKÇA		
SIRA	GÖRSEL NO:	GÖRSEL ID.
1	KAPAK	Komisyon tarafından oluşturuldu.
6	Görsel 7.1:	https://tr.123rf.com/ - 122405973
7	Görsel 7.2:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
8	Görsel 7.3:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
9	Görsel 7.4:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
10	Görsel 7.5:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
11	Görsel 7.6:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
12	Görsel 7.7:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
13	Görsel 7.8:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
14	Görsel 7.9:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
15	Görsel 7.10:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
16	Görsel 7.11:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
17	Görsel 7.12:	Komisyon tarafından oluşturuldu.
18	Görsel 7.13:	Komisyon tarafından oluşturuldu.