

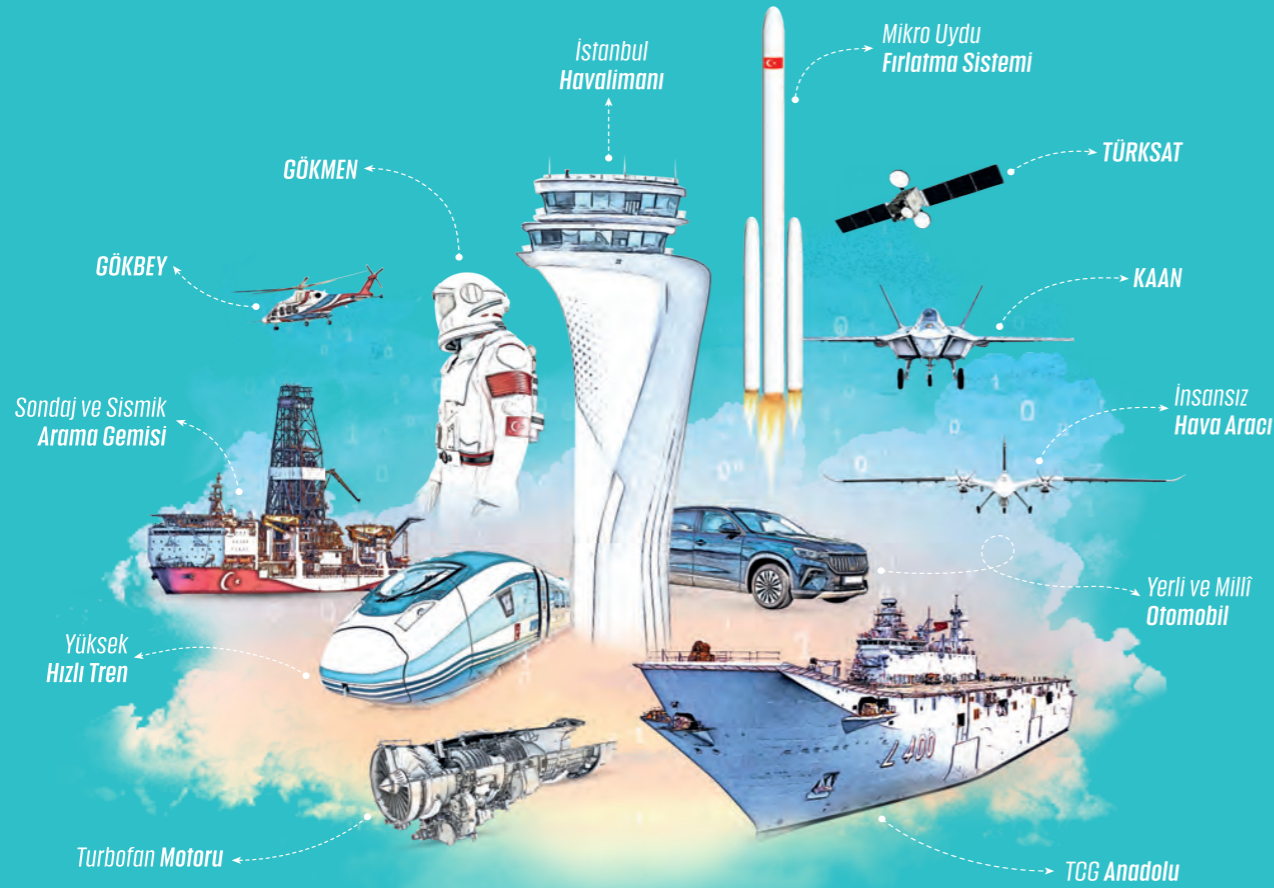
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



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

ISBN: 978-975-11-7998-2

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

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI

YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

10

DERS MATERYALİ



MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI

YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

10 DERS MATERYALİ

MEB_214910-YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ 10

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI

YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

10 DERS MATERYALİ

YAZARLAR
Ozan AKSÖZ
Seyla CANATA



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI	9388
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ	3048

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

Hazırlayanlar

Dil Uzmanı
Aysel ASLAN KEPENEK

Program Geliştirme Uzmanı
Ali DOĞAN

Rehberlik Uzmanı
Musa KARABEYESER

Ölçme Değerlendirme Uzmanı
Yasemin Duygu ESEN

Görsel Tasarım Uzmanı
Murat KALAOĞLU

ISBN: 978-975-11-7998-2

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

BASKI

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
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 İlahî, 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 İlahî, 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

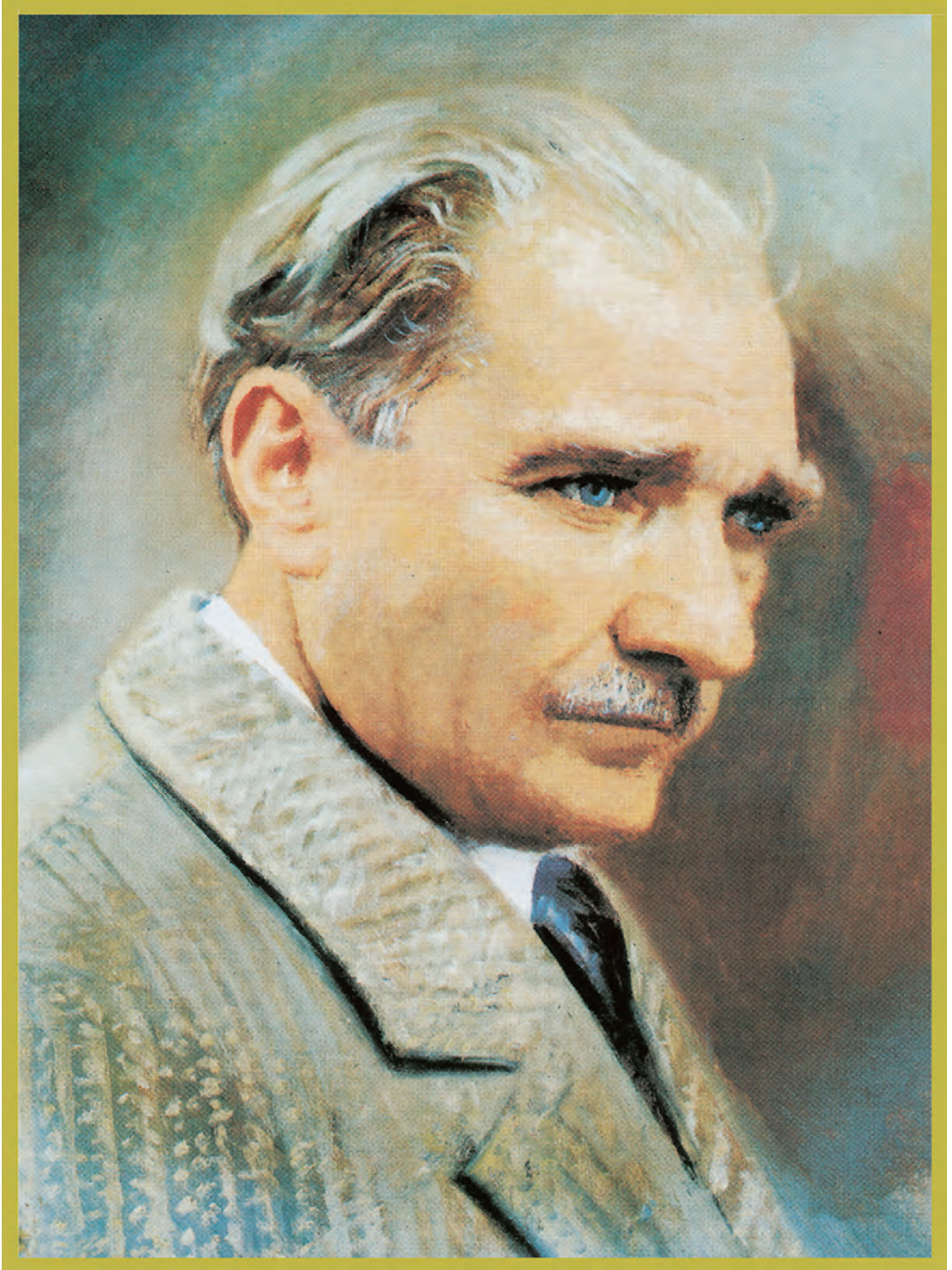
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI	10
1. ÖĞRENME BİRİMİ: HAZIRLIK İŞLEMLERİ (GALERİ/TÜNEL/KUYU AÇMA)	12
1.1. Yer Altı Madeninde Delik Delme	21
1.2. Yer Altı Madende Ateşleme Yapma	26
1.3. Yer Altı Madende Bağ Yapma	32
1.4. Yer Altı Madende Damar İçi Hazırlıklar	33
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	34
2. ÖĞRENME BİRİMİ: GALERİ AÇMA MAKİNESİ İLE GALERİ AÇMA	36
2.1. Çalışma Alanı Kontrolü	38
2.2. Makine ve Donanımlarının Kontrolü	41
2.3. Kazı Yapma	44
2.4. Galeri Açma Makinesinin Periyodik Kontrolü	45
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	47
3. ÖĞRENME BİRİMİ: HAVALANDIRMA İŞLERİ	50
3.1. Yer Altı Madende Havalandırma Sisteminin Kontrolü	52
3.2. Yer Altı Madende Çalışma Ortamının Gaz Ve Toz Ölçümlerinin Kontrolü	56
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	63
4. ÖĞRENME BİRİMİ: ÜRETİM İŞLEMLERİ	66
4.1. Yer Altı Madende Üretim Yöntemleri	68
4.1.1. Üretim Yöntemleri	68
4.1.2. Üretim Yöntemleri	68
4.2. Yer Altı Madende Üretim	74
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	82
5. ÖĞRENME BİRİMİ: SU ATIMI VE TAŞIMA	84
5.1. Yer Altı Madende Su Atımı	86
5.2. Yer Altı Madende Taşıma	90
5.3. Düz Galerilerde Taşıma	95
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	97
6. ÖĞRENME BİRİMİ: KUYULARDA, GALERİLERDE TAŞIMA (NAKLİYE)	100
6.1. Dik Kuyularda Taşıma Yapma	102
6.2. Eğik Kuyularda (Varagel, Desandre) Taşıma Yapma	104
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	109
7. ÖĞRENME BİRİMİ: TAHKİMAT İŞLERİ	112
7.1. Yer Altı Madeninde Üretim Yöntemine Göre Tahkimat Seçme	114
7.2. Yer Altı Madende Ana Galerilerde ve Kuyularda Tahkimat	122
7.3. Yer Altı Madende Damar İçerisinde Tahkimat	123
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	127
8. ÖĞRENME BİRİMİ: TAMİR / TARAMA İŞLERİ	130
8.1. Yer Altı Madende Tamir	132
8.2. Yer Altı Madeninde Tarama	134
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	140
9. ÖĞRENME BİRİMİ: MEKANİZASYON İŞLERİ	142
9.1. Yer Altı Madende Makinelerin Montaj (Kuruluma), Demontaj (Söküm) İşlemleri	144
9.2. Yer Altı Madende Bakım ve Onarım İşlemleri	150
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	153
CEVAP ANAHTARI	156
KAYNAKÇA	157

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme birimine genel ağ üzerinden erişmek için karekodu gösterir.

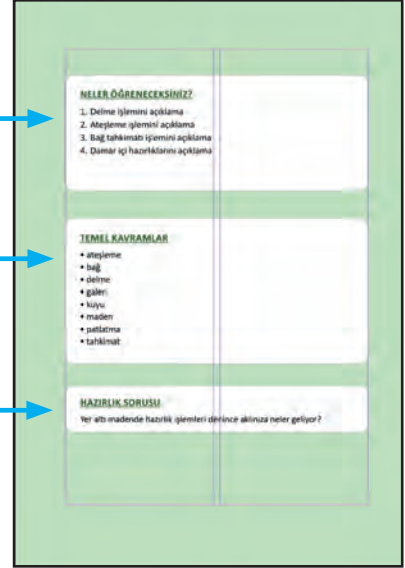


Öğrenme birimindeki konuları gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğrenileceğini gösterir.

Öğrenme birimi ile ilgili temel kavramları gösterir.

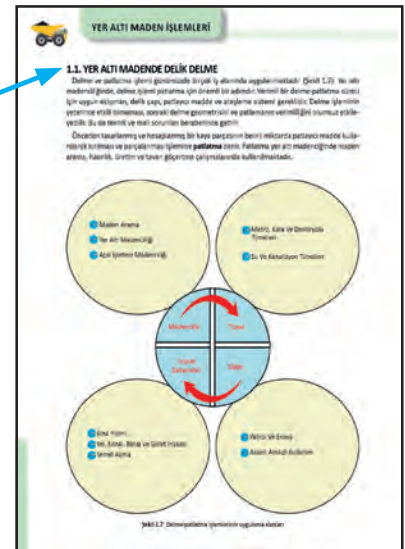
Öğrenme birimi hazırlık sorularını içeren kısmı gösterir.



Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan konu başlıklarını başlığı gösterir.

Şema veya görsel numarasını gösterir.



Öğrenme biriminde alt başlıkları gösterir.

1. HAZIRLIK İŞLEMLERİ

Yer Üstüyle İlgili Faktörler
Yer üstüyle ilgili faktörler maden işletmeciliğinde önemli rol oynar ve verimlilik, güvenlik ve çevresel etkiler açısından dikkate alınmalıdır. Bu faktörlerden bazıları şunlardır:
Maden Sahası Konumu ve Yerleşim Merkezleri: Yer altı madencilik faaliyetleri için kullanılacak arazi satın alınmalı veya kiralanmalıdır. Bu arazi, maden işletmesinin ihtiyaçlarını karşılamak ve altyapıya uygun olmalıdır. Maden sahasına ulaşım kolay olmalıdır.
Kuyu Yerinin Seçimi ve Altyapı Uygunluğu: Kuyu ağız, demir yolu, kara yolu ve diğer ulaşım yollarına yakın olmalıdır. Maden sahasında su baskını riski az olmalıdır. Bu nedenle suyun tahliye edilebileceği bir akarsu veya su boşaltma sistemi bulunmalıdır.

ETKİNLİK 1.1
Aşağıda yer altı madeninde delik açma işleminden önce yapılması gereken hazırlık aşamaları ile ilgili bir şema verilmiştir. Bu şemada boş bırakılan yerlere, yer altı ile ilgili faktörler ve yer üstü ile ilgili faktörlere uygun örnekler yazınız.

Delme öncesi hazırlık işlemleri

Yer altı ile ilgili faktörler

Yer üstü ile ilgili faktörler

20

Etkinlik çalışma alanının gösterir.

Öğrenme biriminde edinilen bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanan soruları gösterir .

YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

- Yerkabuğunda iç ve dış etkiler sonucu oluşan, ekonomik değeri olan minerallere denir.
- Yeryüzünden yer altı bağlantı şekilleri: kuyu, yataz galeri, şeklinde olur.
- Yer altına giriş şekillerinden en kosa yoldur.
- Arama veya üretim yapabilmek için yer altında enürten bir ucu kapalı veya her iki ucu da yer altında kalan tünel şeklindeki oluşturuken yapıları denir.
- Tasarlanmış ve hesaplanmış bir kaya parçasının hesaplanan miktarda patlayıcının kullanılarak kayayı kırıp parçalaması işlemlerine yer altı madenciliğinde denir.

B) Aşağıdaki soruları okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi patlamamın verimliliğini etkileyen faktörlerden değildir?

A) Delik çapı formasyon özellikleri
B) Delik düzeni
C) Patlayıcı madde cinsi ve miktarı
D) Sarj şekli
E) Deliklerin belirli aralıklarla açılması

7. Patlayıcı madde atışlanması için, yeterlilik belgesine sahip kişiye verilen ad aşağıdakilerden hangisidir?

A) Nakliyat uzmanı
B) Lavar
C) Ateşleyici (Barutçu)
D) Sondur
E) Tahkimat ustası

8. Aşağıdakilerden hangisi yer altı kömür ocaklarında kullanılan dinamik türlerinden biri değildir?

A) Emiliyon tipi dinamikler
B) Sulu karışım
C) Kilitli karışım
D) Solüsyonlar
E) Nitrogliserin tipi dinamikler

9. Aşağıdakilerden hangisi kuyu ya da galeri açmanın amaçlarından biri değildir?

A) İnsan nakliyatı
B) Malzeme nakliyatı
C) Su eğrisi nakliyatı
D) Çevre nakliyatı
E) Pasaj nakliyatı

35

1. ÖĞRENME BİRİMİ



HAZIRLIK İŞLEMLERİ (GALERİ/TÜNEL/KUYU AÇMA)



KONULAR

- 1.1. YER ALTI MADENDE DELİK DELME
- 1.2. YER ALTI MADENDE ATEŞLEME YAPMA
- 1.3. YER ALTI MADENDE BAĞ YAPMA
- 1.4. YER ALTI MADENDE DAMAR İÇİ HAZIRLIK

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Delme işlemini açıklama
2. Ateşleme işlemini açıklama
3. Bağ tahkimatı işlemini açıklama
4. Damar içi hazırlıklarını açıklama

TEMEL KAVRAMLAR

- ateşleme
- bağ
- delme
- galeri
- kuyu
- maden
- patlatma
- tahkimat

HAZIRLIK SORUSU

Yer altı madende hazırlık işlemleri denince aklınıza neler geliyor? Açıklayınız.



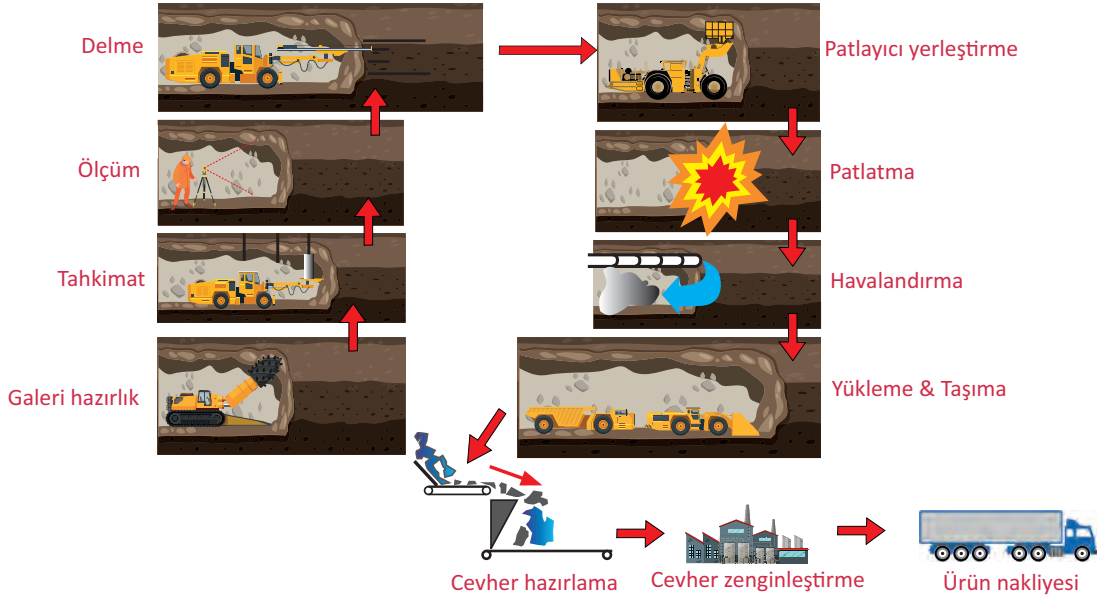
YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

MADENLERDE HAZIRLIK İŞLEMLERİ (GALERİ-TÜNEL-KUYU AÇMA)

Madencilik, insanlık tarihinin en eski sektörlerinden biridir. İnsanlar, yerleşik hayata geçtikleri andan itibaren madencilik faaliyetleriyle uğraşmışlardır. Tarımın ardından ekonomik açıdan en eski sektördür.

Günümüzde madencilik faaliyetleri pahalı ve risklidir. Bu nedenle çalışmaların çok yönlü bir planlama sürecinden geçmesi ve uluslararası standartlara uygun olması gerekir.

Yer kabuğunda iç ve dış etkenlerin bir araya gelmesiyle oluşan ve ekonomik değeri olan mineral kaynaklara **maden** denir. Günlük hayatta kullanılan birçok ürün, genellikle metallere ve endüstriyel ham maddelerden üretilmektedir. Madenlerin çıkarılması için iki yöntem vardır. Birincisi yer üstü (açık ocak) madenciliği, ikincisi yer altı (kapalı ocak) madenciliğidir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Yer altı maden üretimi genel akım şeması

Yer altı maden işletmeciliği, açık ocak madenciliğinin ekonomik olmadığı hâllerinden tercih edilir. Günümüzde yüzeye yakın cevherlerin azalması ve cevherin daha derinlerde bulunması nedeniyle yer altı madenciliğinin önemi artmaktadır.

Yer üstü madenciliğinin ekonomik olmadığı durumlarda madeni çıkarmak için yer altında yapılan işlemlere **yer altı madenciliği** denir. Bu süreçte, madenlerin çıkarılması için özel hazırlık çalışmaları ve üretim yöntemleri kullanılır. Tüm hazırlık çalışmaları ve üretim şeklinin kendine has metotlarla uygulandığı sisteme **yer altı maden işletmesi** denir. Madencilikte ekonomik değeri olan madenin yer altından güvenli ve verimli bir şekilde çıkarılması için yapılması gereken işlemler şunlardır:

Arama: Maden yatağının bulunması için çeşitli çalışmalar yapılır. Jeolojik, jeofizik, jeokimyasal analizler ve uydu görüntüleme gibi yöntemler kullanılarak maden yatağı keşfedilir. Numunelerin madenden alınıp laboratuvar ortamında incelenmesiyle madenin potansiyeli değerlendirilmiş olur.

Değerlendirme: Madenin değerli olup olmadığı belirlenir. Maden yatağının boyutu, konumu, derinliği, tenör ve rezerv miktarı gibi faktörler değerlendirilir. Maden yataklarında sondaj çalışmaları yapılır ve elde edilen veriler, bilgisayar ortamında analiz edilerek madenin potansiyeli değerlendirilir. Değerlendirme işlemi, madencilik faaliyetinde çok önemli bir yere sahiptir. Yanlış yapılan bir değerlendirme birçok yatırımın boşa gitmesine neden olabilir.

1. HAZIRLIK İŞLEMLERİ



Hazırlık: Madene ulaşmak için gerekli altyapı oluşturulur. Tünel, galeri veya kuyu açma işlemleri gerçekleştirilir (Şekil 1.2). Kazı, delme, ateşleme, patlatma gibi yöntemlerle malzemenin çıkarılması ve taşınması sağlanır.

Üretim: Madenin çıkarılması işlemidir. Cevher kazı işlemleri yapıldıktan sonra su atımı, tahkimat, havalandırma gibi işlemlerle cevher çıkarılır.

Üretim Yöntemi: Üretilen madenin taşınması işlemidir. Madeni üretim taşırken blok göçertme, uzun ayak, kaz doldur, oda-topuk gibi yöntemlerle maden taşınır ve cevheri zenginleştirme işlemleri yapılır.

Maden yataklarında yer altı işletmelerinde yatağa yani damara ulaşmak için kuyu ya da galeriler açılarak ulaşılması sağlanır. Açılacak olan kuyu ve galerilerin özellikleri şunlardır:

- İşçilerin ocağa giriş ve çıkışı kontrol edilir.
- Çıkan pasanın dışarı atılmasına yardımcı olunur.
- Üretilen cevherin dışarı çıkarılması sağlanır.
- Yer altında dolaştırılacak havanın sirkülasyonu sağlanır.

Maden yatağının üretime başlaması için yer altında yapılan hazırlıklar şunlardır:

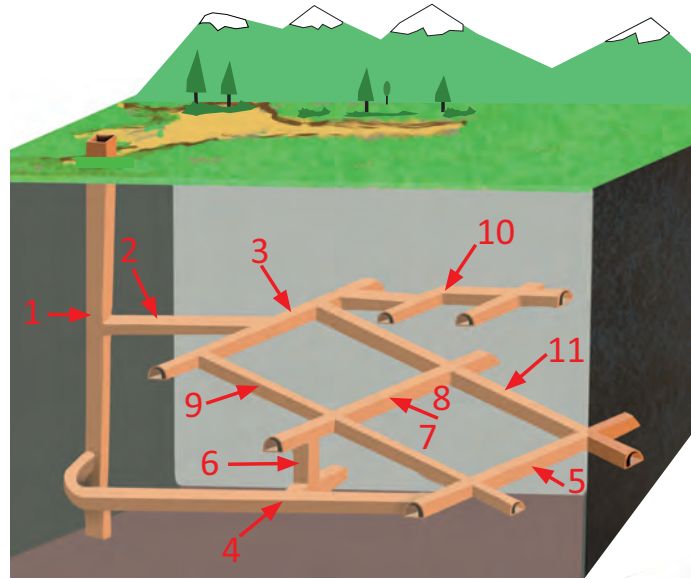
Taşa Yapılan Hazırlıklar

- Damar ya da yatağa paralel sürülen galeriler
- Damar ya da yatağı kesen galeriler
- Kuyu, meyilli kuyu ya da galeriler

Damar İçi Yapılan Hazırlıklar

- Damar ya da yatak doğrultusunda açılan galeriler
- Yatak içinde dik ve meyilli olarak açılan yollar

1. Kuyu
2. Ana galeri (1. kat rekup galerisi)
3. Damar içi galerisi (1. kat)
4. Ana galeri (2. kat rekup galerisi)
5. Damar içi galerisi (2. kat)
6. Yardımcı kuyu
7. Ara kat (Yardımcı kat)
8. Damar içi yolları
9. Ayaklar
10. Yardımcı yerler
11. Varagel ve desandre



Şekil 1.2: Yer altı maden ocağının genel görünüşü

Yer altı madencilikte tünel, galeri ve kuyu kazılmadan önce yer altının basınç, su, gaz durumu, kayacın cins ve yapısının araştırılması gerekir.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Galeri Açma

Yer altında sürülen ve bir ucu kapalı veya her iki ucu da yer altında kalan tünel şeklindeki yapıların oluşturulmasına **galeri açma** denir. Bunlar ana galeri, nakliyat galerisi gibi açıldıkları yerlere göre isim alır. Galeriler kare, dikdörtgen, dairesel gibi çeşitli kesitlerde yapılır (Görsel 1.1).

Yer altına girişte, genellikle eğimli galeriler ve desandrelardan faydalanılır. Bu galerilerin açılması kuyulara göre daha kolaydır ve galeriler, kuyuların uzunluğundan daha uzun olabilir. Açılacak galerilerin eğimine bağlı olarak uzunlukları değişebilir. Eğim az ise galeride nakliyat bantları kullanılabilirken eğim fazla ise vinçli sistemler tercih edilebilir.

Galeriler genellikle hidrolik kırıcı gibi makineler ya da delme ve patlatma yöntemleri kullanılarak açılmaktadır. Galeriye açmada sırasıyla delme, patlatma, pasa atımı, tahkimat, havalandırma, su atımı, yön ve eğim işlemleri kullanılır.

Yer altı madencilikte kuyu ile üretim yapıldığında kuyunun dip kısımlarından cevhere ulaşmak için düz galeriler açılır. Bu düz galeriler, nakliyatın ve su atımının (drenaj) yapılabilmesi için eğimli hâle getirilir. Galerilerin kuyu dipleri özel olarak planlanır ve tasarlanır. Özellikle son yıllardaki teknolojik gelişmeler galeri ve tünel açma işlemlerinin verimliliğini artırarak madencilerin planlama ve tasarım yönünden işini kolaylaştırır.



Görsel 1.1: Maden galeri girişi

Tünel Açma

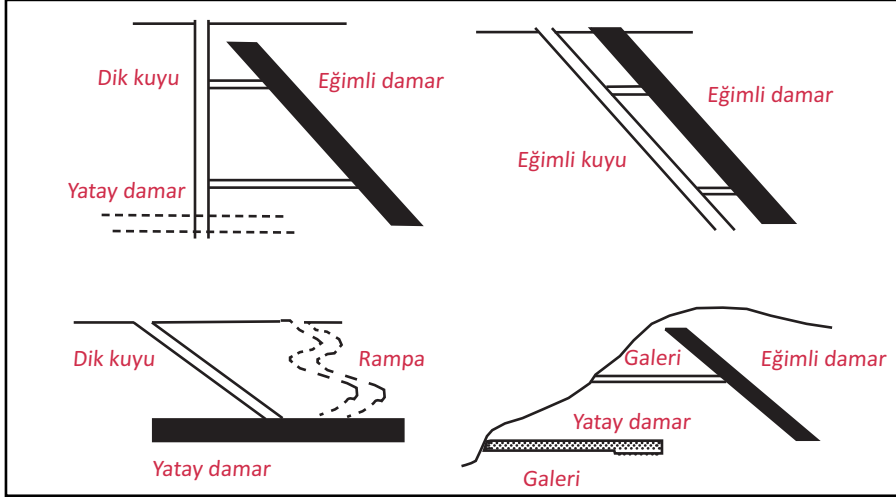
Madencilikte kazma, sağlamlaştırma ve yer altında yapılan geçiş yollarının oluşturulma işlemlerine **tünel açma** denir. Tünellerin eğim açısı genellikle 30°'den küçüktür ve iki ucu açık, boyuna göre çapı daha küçük olan yer altı yapılarıdır.

Tünel açma işlerinde ilk adım olarak tünel kotunun olduğu mesafeye kadar kuyu açılır. Daha sonra tünel güzergâhı yönünde tünel açılması gerçekleştirilir. Tünelcilikte kuyular, geçici ve kalıcı olmak üzere iki yöntemle açılır. Geçici kuyular, inşaat sırasında kullanılır ve tamamlandığında kapatılır. Ancak kalıcı kuyular, inşaat tamamlandıktan sonra açık bırakılır. Tünel inşaatı tamamlandıktan sonra da havalandırma, insan, malzeme giriş çıkışı gibi önemli işlerde bu kuyular kullanılır.

1. HAZIRLIK İŞLEMLERİ



Yeryüzünden yer altına bağlantı şekilleri; kuyu, yatay galeri, desandre şeklinde olmaktadır (Şekil 1.3). Herhangi bir yer altı ocağına girişte hava dolaşımını sağlamak için en az iki bağlantı yolunun olması gerekir. Ayrıca bu bağlantı yollarına farklı noktalardan ulaşılmalıdır. Herhangi bir kaza durumunda alternatif güvenli çıkış yolları bulunabilmelidir. Bir kaza durumuna karşı farklı yollarında bulunması gerekir. İnsan ve malzeme nakli, çıkarılan cevherin ve pasanın taşınması için tüm yollar kullanılabilir.



Şekil 1.3: Yer altı bağlantı şekilleri

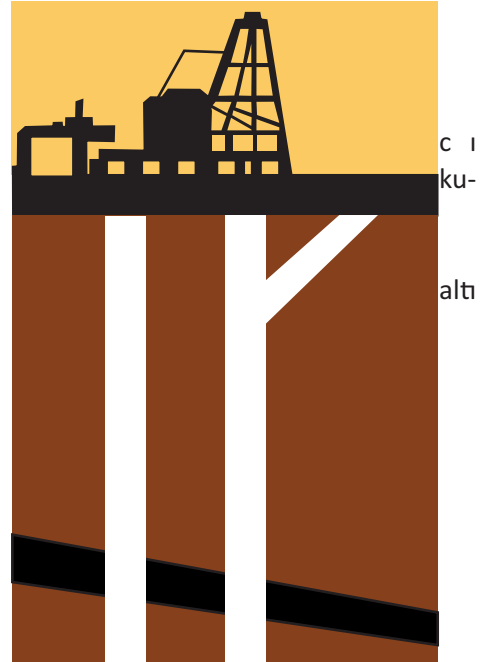
Yer altına girişte açılması gereken kuyular ve galeriler, genellikle delme-patlatma veya özel kazı yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır. Cevherin üretimine başlanabilmesi için gerekli olan tahkimat yapıları, havalandırma sistemleri, insan ve malzeme taşıma yolları gibi yer altı üniteleri hazırlık sürecinde oluşturulur. Bu işlemler delme patlatma veya özel kazı yöntemleriyle gerçekleştirilir.

Kuyu Açma

Yer altına doğru dik bir şekilde kazılan yapılara **kuyu** denir (Şekil 1.4). Kuyular, ana kuyu veya yardımcı kuyu olarak yer üstünden yer altına doğru açılır. Bu kuyular, kazılan cevherin taşınması, havanın dolaşımı ve kirli havanın atılması gibi işlemlere ait ekipmanların nakliyesinde kullanılır. Sağlıklı ve güvenli bir yer maden ocağı için en az iki kuyu olması gerekir.

Kuyular, açılma amacına göre nakliye kuyusu, hava giriş ya da hava çıkış kuyusu gibi çeşitli şekillerde açılabilir. Kuyu ömrü genelde maden yatağının ömrü kadar olur. Maden yatağında giriş işlemi genellikle kuyu açma işlemiyle başlar. Kuyu açıldıktan ve belirlenen yer altı derinliğine ulaşıldıktan sonra, diğer açıklıkların inşası için gerekli işlemlere başlanır. Tüm bu işlemler hazırlık aşaması içerisinde değerlendirilir.

Kuyular farklı kesitlerde açılır. Kare kesitli kuyular, kısa derinlikler için açılır ve çoğunlukla ahşap tahkimatla desteklenir.



Şekil 1.4: Yer altı madene kuyu ile giriş



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

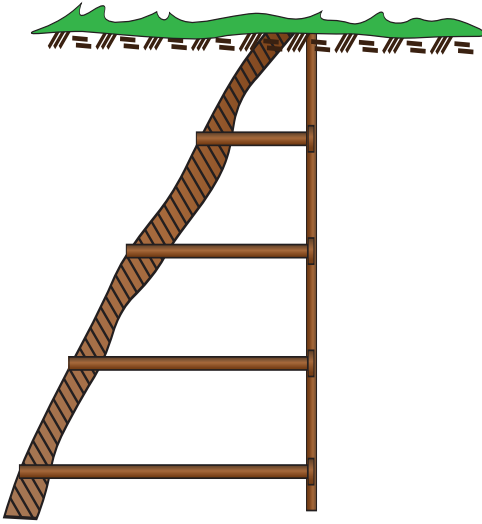
Arazi basıncının tüm çevresine eşit bir şekilde dağıldığı durumlarda genellikle daire kesitli kuyular açılır. Bu şekilde açılan galeriler daha fazla güvenlik ve dayanıklılık sağlar ve daha büyük derinliklere ulaşmak için idealdir. Kuyuların açılmasında; kuyu yeri seçimi, kuyu seçimi, zemin duyarlılığı, su kontrolü, kuyu ekipmanı, kuyu kazısı etkili olmaktadır.

Kuyular genellikle dikey olarak açılırken maden ocağının durumuna ve ihtiyacına göre meyilli veya yatık kuyular da olabilir.

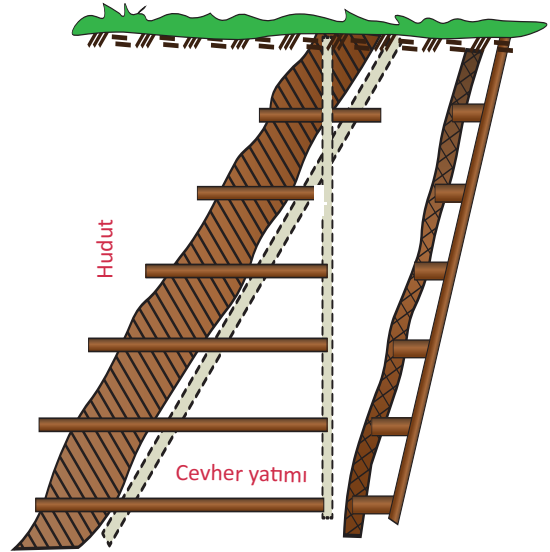
Dikey Kuyular: Örtü tabakasının kalın olduğu maden yataklarında açılan kuyular, zaman ve maliyet açısından en verimli olanlardır. Bu kuyular genellikle yüksek üretim oranına sahiptir. Boyları kısa ve kesitleri küçüktür. Bu da maliyetlerini azaltır ancak bu kuyuların açılması genellikle diğer kuyulara göre daha maliyetlidir. Yer altında yaygın olarak kullanılan kuyular dikey kuyulardır (Şekil 1.5). Bunlar yer altına girişin en kısa yoludur. Kuyu çevresindeki yan duvarlar daha az basınç altında kalır. Kablo, halat, boru gibi malzemelerin nakli daha kısa mesafelerden gerçekleştirilir.

Yatık Kuyular: Eğimi az olan maden yataklarında kullanılır.

Meyilli Kuyular (Desandre): Eğimli maden yataklarında kullanılır (Şekil 1.6). Taş içinde galeriye gerek görülmediği için madende istenen derinliğe inildiğinde üretime başlanabilir.



Şekil 1.5: Dikey kuyu



Şekil 1.6: Meyilli kuyu

Kuyu Yeri Seçimi

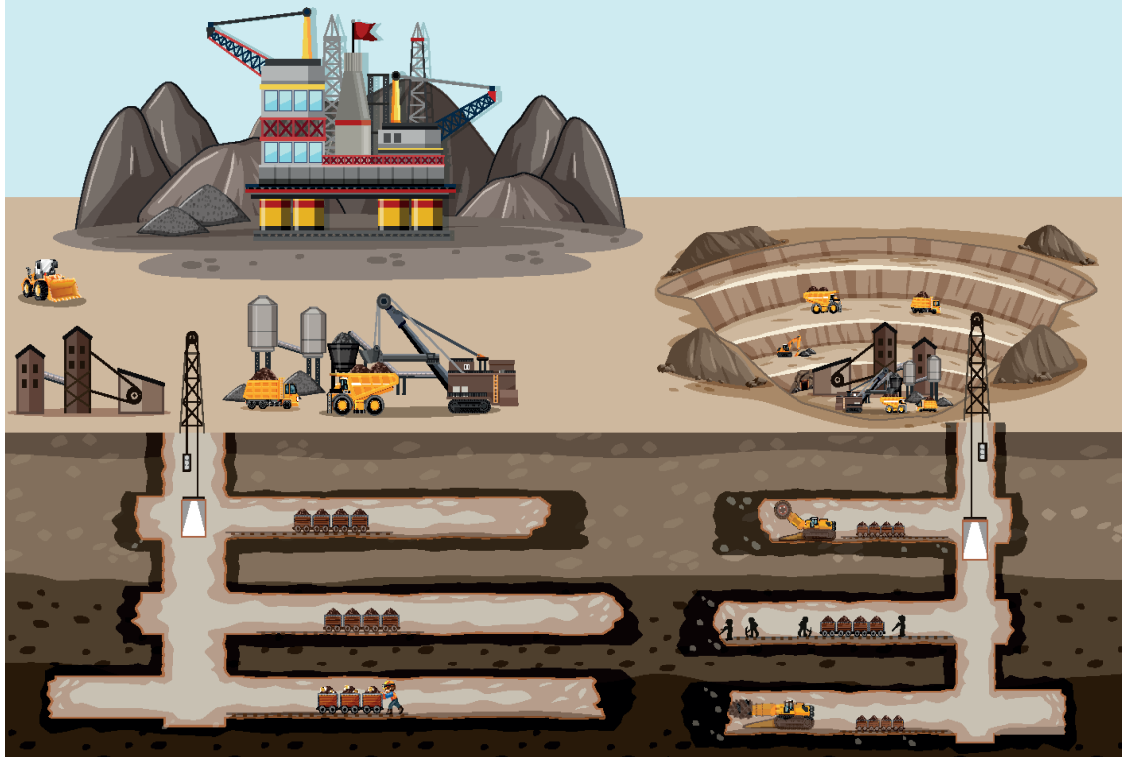
Maden yatağının ekonomik olarak verimli bir şekilde işletilmesi açısından kuyu yeri seçiminin kritik bir önemi vardır. Kuyunun yerinin belirlenmesinde, maden yatağının hem yer altındaki hem yer üstündeki durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Kuyu yerinin seçilmesinde etkili olan bazı faktörler şunlardır:

- Maden yatağının konumu ve durumu
- Galeri uzunluğu
- Kuyunun ömrü (topuk)



Kuyu Yeri Seçiminde Yer Altıyla İlgili Faktörler

Yer altı madencilik (Görsel 1.2) faaliyetlerinde bir dizi faktör, güvenli ve verimli bir üretim için önemlidir. Bu faktörlerden bazıları şunlardır:



Görsel 1.2: Yer altı ocak görünüşü

Ulaşım ve Havalandırma Yollarının Kısalığı: Maden yatağı ile kuyu arasındaki ulaşım ve havalandırma yollarının kısa olması önemlidir. Çünkü bu durum, maliyeti düşürür ve enerji tüketimini azaltır. Ayrıca, kuyu cevherleşmenin yoğun olduğu bir bölgeye açılırsa verimlilik artar.

Kuyunun Konumu ve Yatağın Eğimi: Maden yatağının eğimi ve sürekliliği, kuyunun konumu için önemli bir faktördür. Eğim küçükse ve rezerv eşit olarak dağılmışsa kuyunun derinliği az seçilmelidir. Ayrıca, tortul kökenli ve tabakalaşma olan maden yataklarında kuyunun antiklinale yakın bir kısmında açılması daha uygundur.

Galeri Uzunluğu: Cevhere ulaşmak için sürülecek galeri uzunluğunun kısa olması maliyeti azaltır ve verimliliği artırır.

Kuyu Topuğu Şekli ve Zemine Uygunluk: Kuyu topuğunun koni şeklinde seçilmesi önemlidir. Zeminin sertliğine göre koni taban açısı belirlenmelidir. Açının küçük seçilmesi, güvenliğini ve cevher miktarını artırır.

Örtü Tabakasının Kalınlığı ve Sağlamlığı: Kuyunun uzun süre dayanıklı olmasını ve bakım giderlerinin azalmasını sağlar.

Nakliyat Yollarının Kısalığı: Yer altı nakliyat işleri yer üstü nakliyatına göre daha pahalıdır. Bu nedenle galeriler ne kadar kısa olursa nakliyat maliyetleri o kadar az olur. Tüm bu faktörlerin göz önünde bulundurulması, yer altı madencilik faaliyetlerinin güvenli ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine yardımcı olur.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Kuyu Yeri Seçiminde Yer Üstüyle İlgili Faktörler

Yer üstüyle ilgili faktörler maden işletmeciliğinde önemli rol oynar. Verimlilik, güvenlik ve çevresel etkiler açısından dikkate alınmalıdır. Bu faktörlerden bazıları şunlardır:

Maden Sahası Konumu ve Yerleşim Merkezleri: Yer altı madencilik faaliyetleri için kullanılacak arazi satın alınmalı veya kiralanmalıdır. Bu arazi, maden işletmesinin ihtiyaçlarını karşılamalı ve altyapıya uygun olmalıdır. Maden sahasına ulaşım kolay olmalıdır.

Kuyu Yerinin Seçimi ve Altyapı Uygunluğu: Kuyu ağzı, demir yolu, kara yolu ve diğer ulaşım yollarına yakın olmalıdır. Maden sahasında su baskını riski az olmalıdır. Bu nedenle suyun tahliye edilebileceği bir akarsu veya su boşaltma sistemi bulunmalıdır.

ETKİNLİK 1.1

Aşağıda yer altı madeninde delik açma işleminden önce yapılması gereken hazırlık aşamaları ile ilgili bir şema verilmiştir. Bu şemada boş bırakılan yere, yer altı ve yer üstü ile ilgili faktörlere uygun örnekler yazınız.

Delme Öncesi Hazırlık İşlemleri

Yer Altı İle İlgili Faktörler

Yer Üstü İle İlgili Faktörler

.....
.....
.....
.....

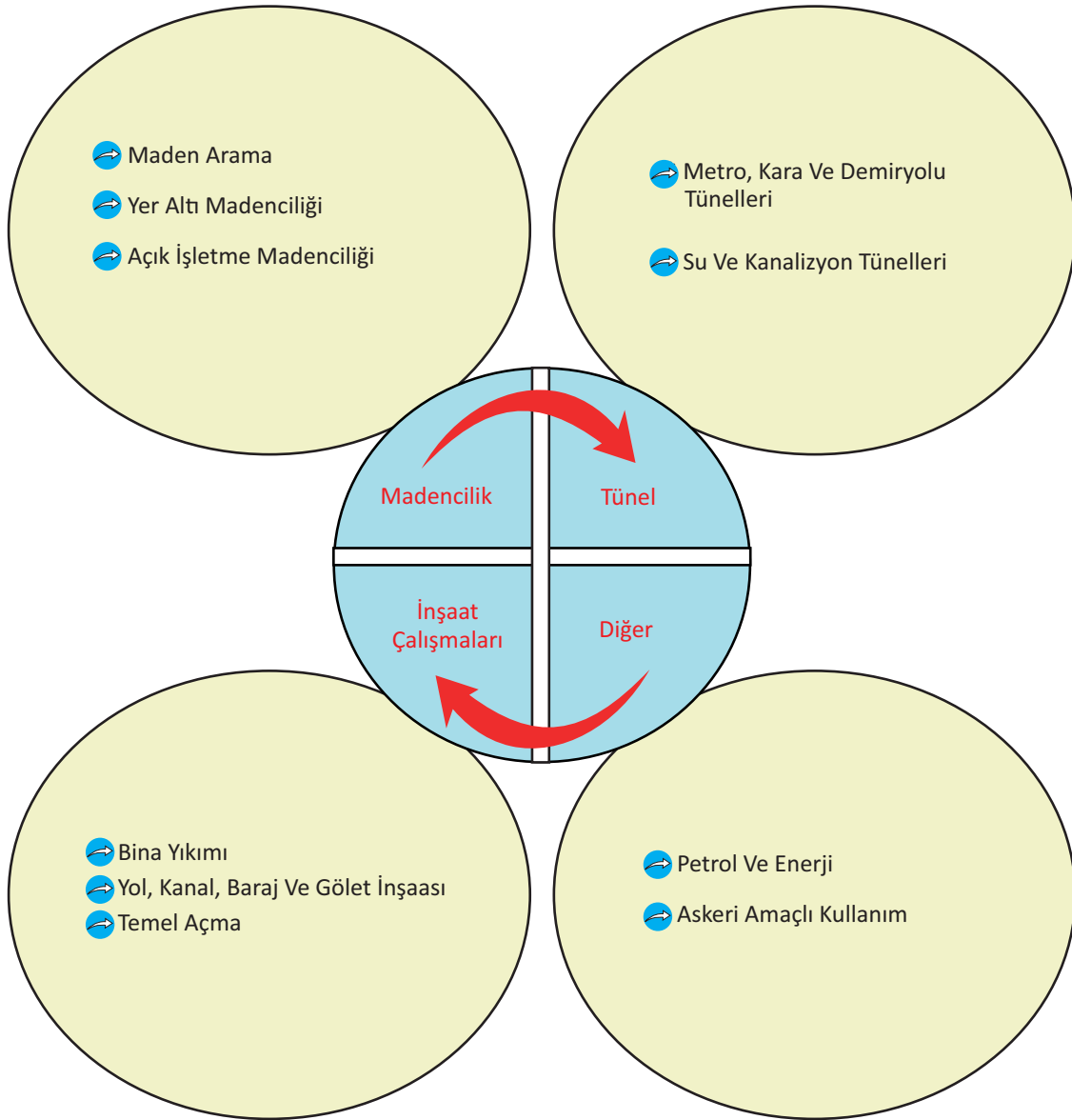
.....
.....
.....
.....



1.1. YER ALTI MADENDE DELİK DELME

Delme ve patlatma işlemi günümüzde birçok iş alanında uygulanmaktadır (Şekil 1.7). Yer altı madenciliğinde, delme işlemi patlatma için önemli bir adımdır. Verimli bir delme-patlatma süreci için uygun ekipman, delik çapı, patlayıcı madde ve ateşleme sistemi gereklidir. Delme işleminin yeterince etkili olmaması, sonraki delme geometrisini ve patlamanın verimliliğini olumsuz etkileyebilir. Bu da teknik ve mali sorunları beraberinde getirir.

Önceden tasarlanmış ve hesaplanmış bir kaya parçasının belirli miktarda patlayıcı madde kullanılarak kırılması ve parçalanması işlemine **patlatma** denir. Patlatma yer altı madenciliğinde maden arama, hazırlık, üretim ve tavan göçertme çalışmalarında kullanılmaktadır.



Şekil 1.7: Delme-patlatma işlemlerinin uygulama alanları



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Deliklerin Delinmesi

Galeri açma işleminde ilk adım, deliklerin açılmasıdır. Ateşleme deliklerinin açılması için martoperforatör veya jumbo delik delici makineler kullanılır. Patlatma sırasında elde edilecek verimin yüksek olması için galeri arınında açılacak delikler belirli bir düzende açılmalıdır.

Patlatma işleminin etkili olabilmesi için doğru delme düzeni önemlidir. Bunun için kayacın de-linebilirliği, kullanılacak patlayıcının cinsi, patlatmadan kaynaklanacak titreşimler ve patlatma sonrası düzgünlük önemlidir. Galeri açıklığı, delik genişliği, galeri şekli ve kullanılacak delme ekipmanı gibi faktörler tasarım sürecinde göz önünde bulundurulur.

Geleneksel olarak yapılan delme ve ateşleme çalışmaları sırasında izlenen işlem basamakları şunlardır:

- Delikler delinir ve patlayıcı madde doldurulur.
- Ateşleme işlemi yapılır.
- Yükleme yapılır.
- Tahkimat yapılır.
- Diğer işlemler gerçekleştirilir.

Delik delme (Görsel 1.3) düzeni seçiminde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Kaya dayanımı
- Patlayıcı tipi
- Patlatma sonrası oluşabilecek titreşim ve etkisi
- Patlatma tasarımı

Patlatma tasarımını etkileyen faktörler şunlardır:

- Galeri açıklığı
- Galeri şekli
- Delik genişliği

Yer altında patlatma yapılacak yerde ilerleme hızı kesit genişliğinin 2/3'ü kadar olabilir. Ancak bu patlatma işleminin titreşim etkisinin yer altındaki tahkimatlara ve yer üstü yapılarına zarar vermemesi için ilerleme hızı daha düşük olabilir.



Görsel 1.3: Yer altı madende delik delme

1. HAZIRLIK İŞLEMLERİ



Patlamanın etkili olabilmesi için ayna yüzeylerinin iyi açılması ve bu delikler ile aynanın 45°'lik açıyla birleştirilmesi gerekir. Bu durumda patlama en kısa yolu olarak gerçekleşir ve madde sarfiyatı azalır. Dört veya sekiz deliğin ortasında ateşleme yapılmasıyla bir çukur oluşur. Bu orta çukura **orta çekme** denir.

Orta çekmenin etrafında açılan deliklere **tarama delikleri** denir. Ateşleme, orta çekme deliklerinden kenara doğrudur. Ateşlemede önce orta çekme delikleri sonrasında tarama delikleri patlatılarak yer altında ilerleme güvenli ve sağlıklı bir şekilde sağlanır.

ETKİNLİK 1.2

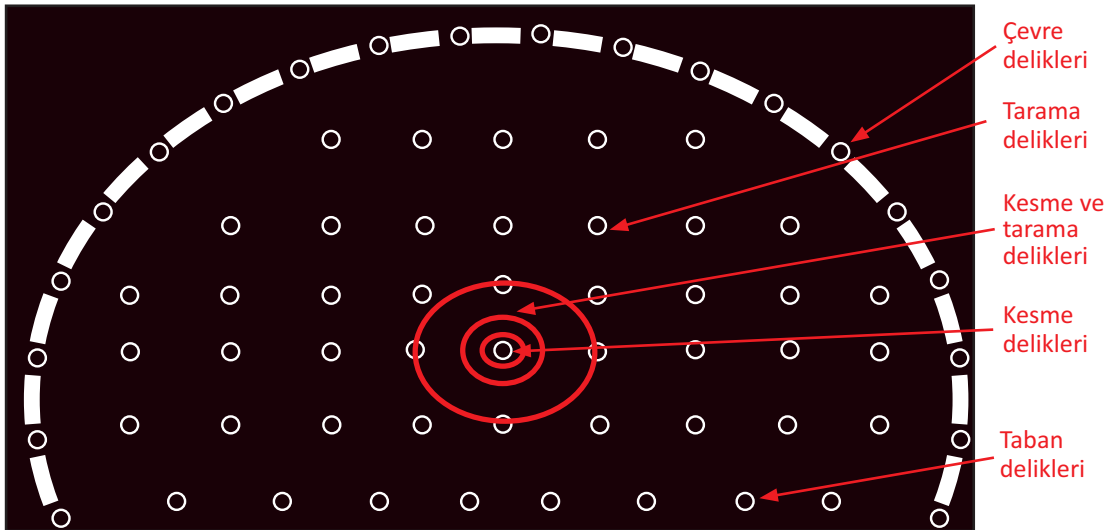
Aşağıda yer altı madenlerinde delme ve ateşleme çalışmalarına ilişkin işlem basamakları karışık şekilde verilmiştir. İzlenmesi gereken adımları doğru sıra ile aşağıya yazınız.

1. Tahkimat yapılır.
2. Delikler delinir ve patlayıcı madde doldurulur.
3. Yükleme yapılır.
4. Diğer işlemler gerçekleştirilir.
5. Ateşleme işlemi yapılır.



Orta Kesme Yöntemleri

Orta kesme yöntemleri, açılı kesme ve paralel kesme olmak üzere iki gruba ayrılır. Yer altı madende patlatma aynasında kesme, tarama, çevre ve taban olmak üzere dört bölüm bulunur (Şekil 1.8).



Şekil 1.8: Yer altı maden patlatma aynası delik tipleri



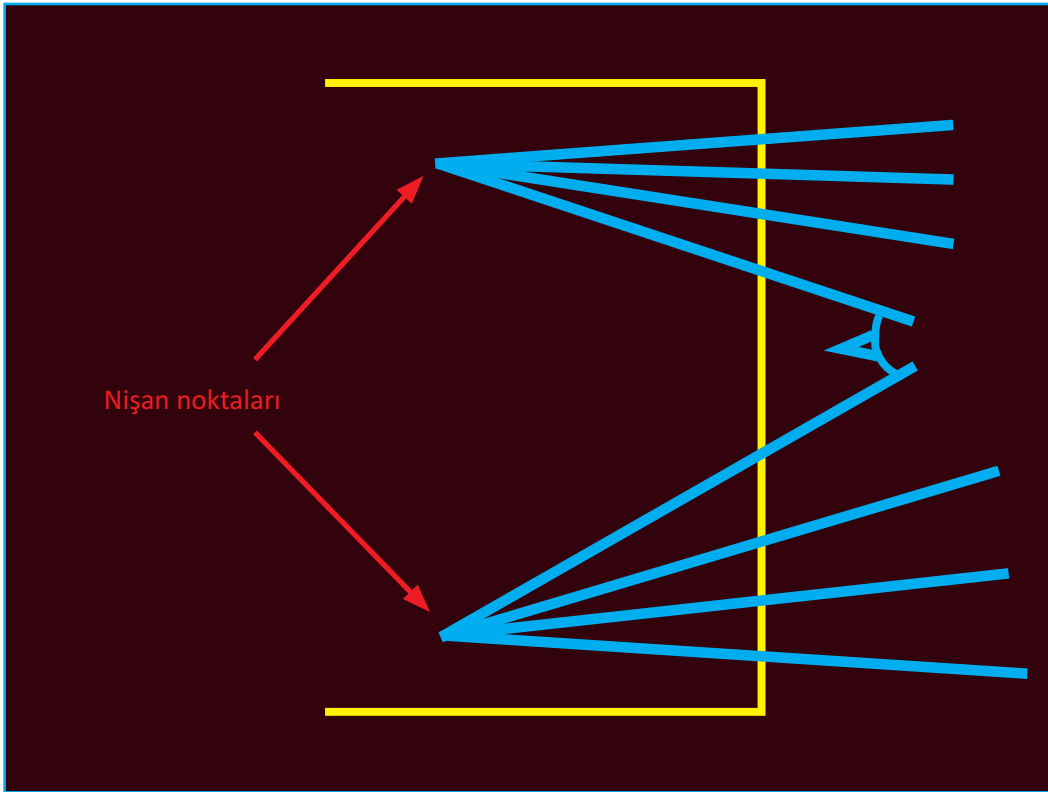
YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Tarama delikleri patlatma aynasındaki kesme deliklerinin etrafında yer alır. Rötüş kazısı görevini çevre delikleri üstlenir. Tarama delikleri, kesme bölgesinin etrafına geometrik bir düzen içinde yerleştirilir. Patlatma işlemi, genellikle çevre deliklerinin ateşlenmesiyle başlar. Daha sonra tarama delikleri ve taban delikleri ateşlenir.

Açılı Kesme Yöntemleri

Açılı kesme yöntemleri, V-Cut orta çekme yöntemi ve yelpaze çekme yöntemi olmak üzere iki şekilde yapılır.

- **V-Cut Orta Çekme Yöntemi:** Orta kesme yöntemi V-cut (orta çekme ve göbek çekme) yöntemidir (Şekil 1.9). Türkiye’de tünel patlamalarında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Özellikle ilerlemenin az olduğu ve delik boylarının kısa olduğu durumlarda tercih edilir. Bu yöntemde daha fazla ateşleme maddesi kullanılır. İç açının minimum 60° olması gerekir. Deliklerin istenen doğrultuda oluşması önemlidir.



Şekil 1.9: Yer altı madende orta çekme, V-cut yöntemi



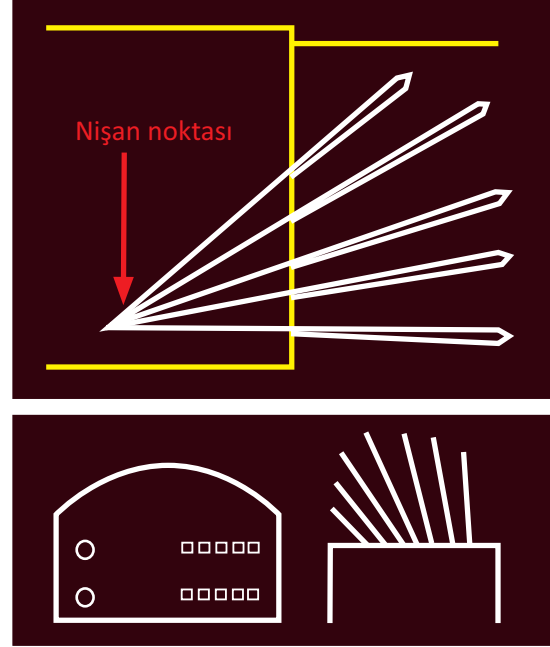
BUNU BİLİYOR MUYDUNUZ?

Kullanılabilecek patlayıcı maddeler

Madde 14-Maden ve taş ocaklarıyla tünel yapımında, ancak Bakanlığın izin verdiği türden patlayıcı maddeler kullanılabilir. Grizulu, kömür tozlu ocaklarla kükürt ocaklarında kullanılacak patlayıcı maddelerin bu ocakların güvenliğinin gerektirdiği nitelikte olması gerekir.

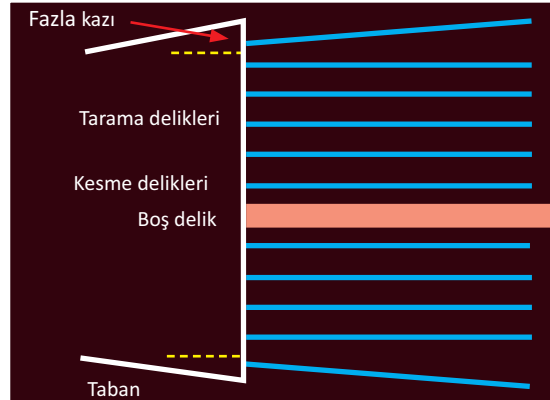


- **Yelpaze Çekme Yöntemi:** Genellikle 30 ila 60° eğimli tabakalarda uygulanır. Taramalar yelpaze şeklinde devam eder ve delikler genelde kısıdır. Bu nedenle sol tarafa bir sıra daha delik açılır. Delikler yatay bir şekilde açılır. Yelpaze çekme yöntemi (Şekil 1.10), kayacın sert olmadığı ve ilerlemenin hızlı olduğu ortamlarda kullanılan bir yöntemdir.



Şekil 1.10: Yer altı madende yelpaze çekme yöntemi

- **Paralel Kesme Yöntemi:** Dar galeri kesitlerinde ve ilerleme miktarının fazla olduğu durumlarda kullanılır. Bu yöntem (Şekil 1.11) çatlaklı kayalar için uygun değildir. Bu nedenle kayacın homojen yapıda olması istenir. Açılan delikler galerinin ilerleme yönüne doğru açılır. Verimli bir patlatmada gerçekleşen ilerleme, delik boyunun %95'ine hatta uygun zeminlerde %100'üne kadar ulaşabilir. Bu yöntem Türkiye'de yaygın olarak bilinmediğinden paralel orta kesme çok sık uygulanan bir yöntem değildir.



Şekil 1.11: Yer altı madende paralel kesme yöntemi

Delme işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Delinecek yerlerin ölçümleri yapıp işaretlenmelidir.
- Delinecek yerlerde boş pasa vb. malzemeler varsa temizlenmelidir.
- Önceki çalışmadan arta kalan patlamış malzemeler uzaklaştırılmalıdır.
- Delme makinesi teraziye alınmalı ve deliğe göre eğim açısı ayarlanmalıdır.
- Delme açısı ve sapması düzenli olarak kontrol edilmelidir. Özellikle gevşek ve çamurlu tabakalarda sapma olacağı için delik doğrultuları sürekli kontrol edilmelidir.
- Delik delme işlemi yapılırken çıkan toz ve malzemeler temizlenmelidir.
- Deliklerin çok uzun olmamasına dikkat edilmelidir.
- Kayaç ve yer altı yapısının sıkıntılı olan yerlerinde eğimli delik delinmelidir.
- Aynada, tabaka eğimleri görülmelidir.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Deliklerin oluşması esnasında eğimlerin yanlış verilmesi, delikleri birbirine yaklaşmasına ve patlamayan deliklerin bozulmasına neden olur.

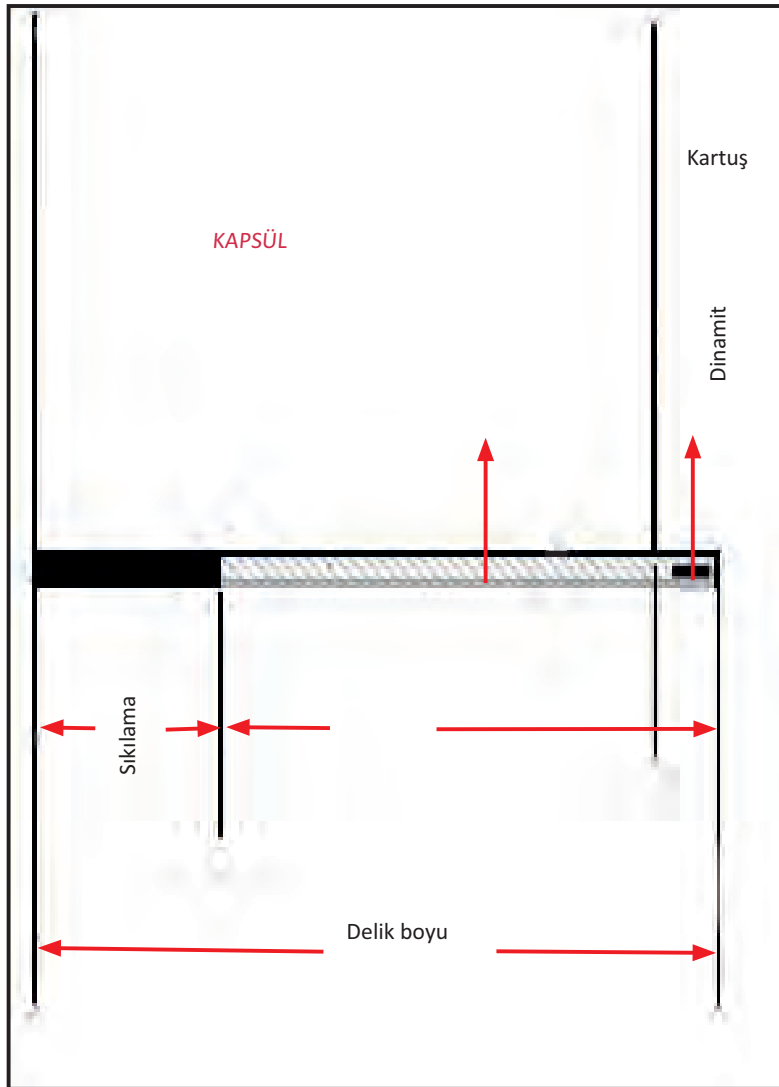
1.2. YER ALTI MADENDE ATEŞLEME YAPMA

Açılmış deliklerin patlayıcı madde ile doldurulup patlatılması için yapılan tüm işlemlere **ateşleme** denir. Delikler doldurulmadan önce yapılacak işlemler şunlardır:

Delik Temizliği: Delik içi basınçlı hava ile temizlenir. Eğer ocak grizulu ise gaz kontrolü yapılır.

Patlayıcı Maddelerin Yerleştirilmesi: Patlayıcı madde delik içine yerleştirilir.

Sıkılama: Deliğe yerleştirilen patlayıcı maddenin arta kalan kısmına su ve kil ile çamur hâline getirilmiş malzeme ile doldurulmasına **sıkılama** denir (Şekil 1.12). Sıkılamanın amacı, ateşleme neticesinde oluşan ısı ve basıncın dışarı çıkmasını engelleyerek kayacın daha iyi parçalanmasını sağlamaktır. Sıkılama boyu, delik boyunun en 1/3'ü kadardır.

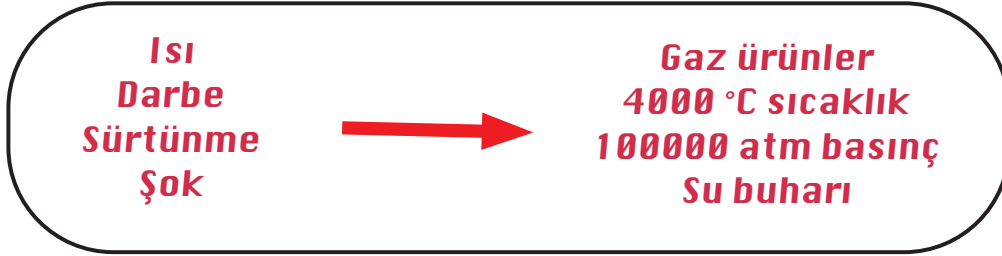


Şekil 1.12: Açılan deliğe patlayıcı madde yerleştirilmesi

1. HAZIRLIK İŞLEMLERİ



Isı, darbe, sürtünme veya diğer patlayıcının şok etkisiyle çok hızlı bir şekilde kimyasal değişikliğe uğrayıp yüksek sıcaklık ve yoğun gaz meydana getiren bileşiklere **patlayıcı madde** denir (Şekil 1.13).



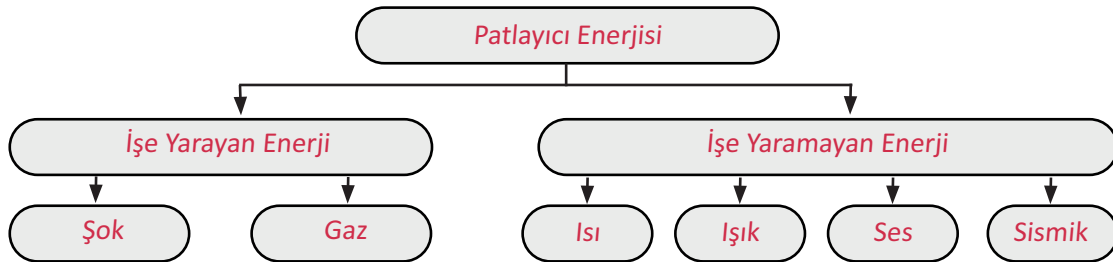
Şekil 1.13: Patlayıcı madde tanımı

Patlayıcı maddeler geçmişten günümüze önemini koruyarak gelişimini sürdürmektedir. Özellikle 1865 yılında Alfred Nobel'in dinamiti bulması, patlayıcı maddelerin önemli bir gelişim sağlamasına öncülük etmiştir. Patlayıcılar askerî ve ticari amaçlar için kullanılmaktadır. Madencilikte kullanılan patlayıcılar ticari amaçlarla da kullanılmaktadır.

Madencilikte patlayıcı maddelerin kullanımı 1627 yılına kadar uzanmaktadır. 1627-1863 yılları arasında kara barut kullanılmaktaydı. Ancak 1863 yılında nitrogliserin bazlı jelatin dinamitin bulunması, kara baruta göre daha güçlü bir patlayıcı olması nedeniyle 1950'lere kadar tercih edilmiştir. tır. 1950'lerin ortalarında anfo karışımının bulunması ve diğer dinamitlere göre daha ucuz ve hazırlık kısmının kolay olması nedeniyle madencilik sektöründe yaygın olarak kullanılmıştır. 1960'lar ve 1970'ler arasında harç ve su bazlı patlayıcılar kullanılmıştır. 1970'lerin sonlarında emülsiyon bazlı patlayıcılar sulu ortamda verimli bir şekilde çalıştığı ve diğer patlayıcılara göre avantajları olduğu için günümüzde tercih edilen patlayıcılar arasında olmuştur.

Patlatma hızı ses hızından yüksek olanlara **patlayıcı (detonasyon) madde** denirken patlatma hızı ses hızından düşük olanlara **parlayıcı (deflagrasyon) madde** denir.

Patlatma esnasında birçok enerji ortaya çıkar. Bu enerjiler, işe yarayan ve işe yaramayan enerji olarak ikiye ayrılır (Şekil 1.14).



Şekil 1.14: Patlayıcı enerjilerinin sınıflandırılması

Patlamanın verimliliğini etkileyen faktörler şunlardır:

- Delik çapı
- Formasyon özellikleri
- Delik düzeni
- Patlayıcı madde cinsi ve miktarı ile şarj şekli



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Patlayıcı maddeler, organik ya da inorganik bileşiklerden meydana gelen ve çok hızlı reaksiyona giren bileşiklerdir. Ancak yer altında kullanılan patlayıcıların genel özelliği, infilak etme sırası ve ateşleme sonrası ortaya çıkan sıcaklık derecesinin diğer patlayıcılardan daha düşük olmasıdır. Özellikle grizulu olan ocaklarda bu durum daha güvenli bir patlamanın olmasını sağlar. Bunu sağlayan madde sodyum klorür tuzudur. Ancak NaCl (sodyum klorür) eklenmiş olması ısı ve sıcaklık değerinin düşürürken patlayıcıdan alınması gereken verimi de düşürür. Yer altı kömür ocaklarında kullanılan dinamit türleri şunlardır:

- **Emülsiyon Tipi Dinamitler:** Yer altı patlamalarında kullanılan bir patlayıcı türüdür. Nitrogliserin ve TNT gibi maddeleri içermeyen su bazlı patlayıcı maddelerdir. Patlatma sonrası açığa çıkan gaz miktarı diğer patlayıcılara göre azdır. Suya karşı dayanımı düşüktür. Bu nedenle metan içeren ortamlarda kullanılmamalıdır.
- **Sulu Karışımli Dinamitler:** Sulu deliklerde kullanılan çeşitli alanlarda kullanılabilen bir patlayıcı türüdür. Alev alabilir bu nedenle metan içeren ortamlarda kullanılmamalıdır.
- **Solüsyonlu Dinamitler:** Yüksek kırma gücüne sahip ve suya karşı dayanıklı olan bir patlayıcı türüdür. Özellikle metan gazı çıkışı riski olan yer altı kömür madenlerinde kullanılır.
- **Nitrogliserin Tipi Dinamitler:** İçeriğinde tuz bulunması nedeniyle grizu tehlikesi olan ocaklarda, kömür tozu olan ocaklarda ve kükürt ocaklarında kullanılır. Hem yumuşak hem de sert formasyon kaya patlamalarında kullanılmaktadır.

Tablo 1.1: Patlayıcı Maddelerin Avantaj Ve Dezavantajları

Patlayıcı Madde Türü	Avantaj	Dezavantaj
Anfo	• <i>Maliyeti düşüktür</i>	• <i>Suya dayanıklı değil</i>
Harç, emülsiyon	• <i>Suya dayanıklıdır</i> • <i>Yüksek temas düzeyi patlatma verimini artırmasıdır</i>	• <i>Anfoya göre maliyetli</i>
Nitrogliserin	• <i>Düşük delik çaplarına uygundur</i>	• <i>Nitrogliserin kusması sebebiyle darbeye duyarlıdır</i> • <i>Sağlığa olumsuz etkisi vardır</i>



BUNU BİLİYOR MUYDUNUZ?

Doldurma ve sıkılama

Madde 26-Patlayıcı madde, lağım deliği iyice temizlendikten sonra gerekli hâllerde yastık maddesi yerleştirildikten sonra doldurulur ve sıkıldıktan sonra ateşlenir. Sıkılama maddesinin boyu 40 cm'ye kadar olan kartuşlar için 35 cm'dir. Fazla her kartuş için kartuş boyunun yarısı kadar, sıkılama maddesi eklenir. Patlayıcı maddenin boyu, delik derinliğinin yarısını geçemez. Artan boşluk, sıkılama maddesiyle doldurulur. Nezaretçiler, sıkılama madde ve gereçlerini ateşleme yerinin yakınında bulundurmalıdır.

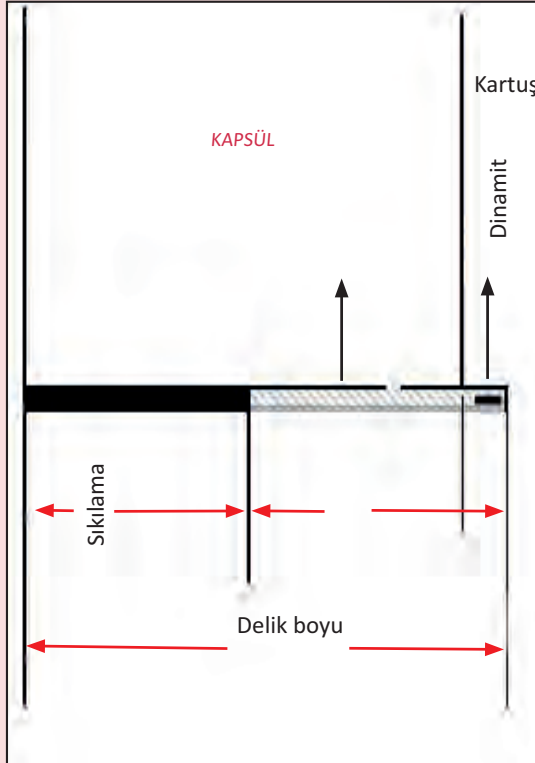
Lağım deliklerinin doldurulması ve sıkılması, bizzat ateşleyici veya onun gözetim ve sorumluluğu altında bu konuda deneyimli usta tarafından yapılır. Kartuşlar, lağım deliklerine, şekillerinin bozulmamasına özen gösterilerek zorlanmadan sokulur. Sıkılama, iletken olmayan özel çubuklarla yapılır. Fitiller, kapsüller, özel kapsül pensesiyle sıkıştırılır. Kapsüller, kartuşlara, ateşleme yapılacağı sırada yerleştirilir ve lağım delikleri, ancak ateşlenecekleri zaman doldurulur.



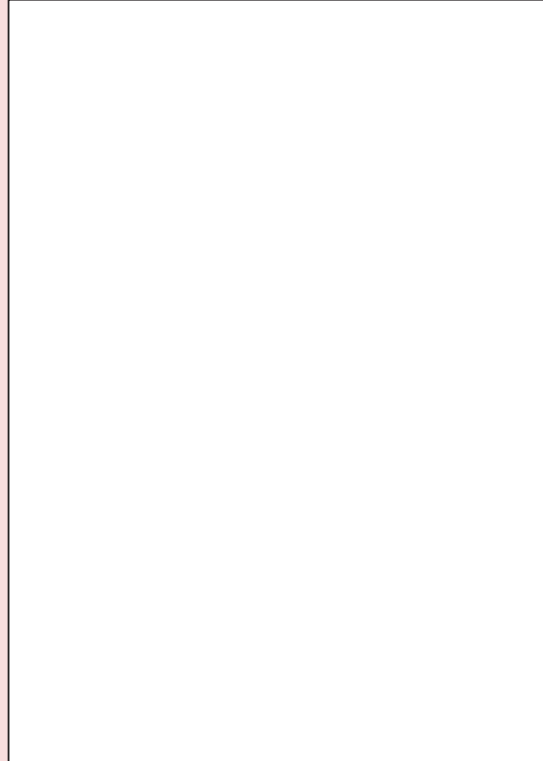
ETKİNLİK 1.3

Aşağıda bir delme patlatma uzmanının yaptığı sıkılama işlemine ait şekil verilmiştir. Bu şekle göre şirketin yapmış olduğu hatayı tespit ediniz ve sağ tarafta verilen boş alana doğrusunu çiziniz.

UZMANA AİT SIKILAMA İŞLEME TASLAĞI



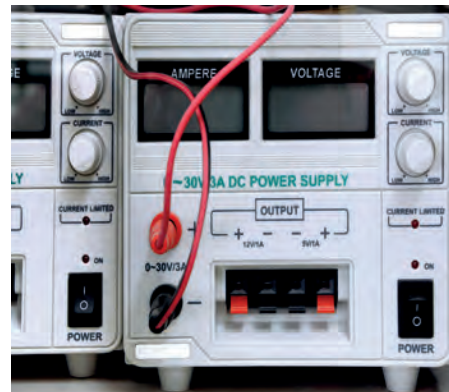
OLMASI GEREKEN SIKILAMA İŞLEMİ



Ateşleme Sistemleri

Madencilikte, açılan deliklerin patlayıcı madde ile doldurulup patlatılmasına **ateşleme** denir.

Yer altında patlayıcı madde ile doldurulan deliklerin içine yerleştirilen teller, genellikle delik sayısı fazla olmadığı için seri bağlantı şeklinde birbirine bağlanır. Bu basit bağlantı şekli, bir tane delik patlamadığından dolayı devrenin tamamlanmaması ve patlamanın gerçekleşmemesi anlamına gelir. Bağlantı yapıldıktan sonra manyetoya (Görsel 1.4) bağlanır ve ateşleme işlemi gerçekleştirilir. Patlatma işlemi sonrasında patlamamış kartuşlar ve kapsüller bulunması ihtimaline karşı çıkan pasalar elle kaldırılır.



Görsel 1.4: Patlatma manyetosu



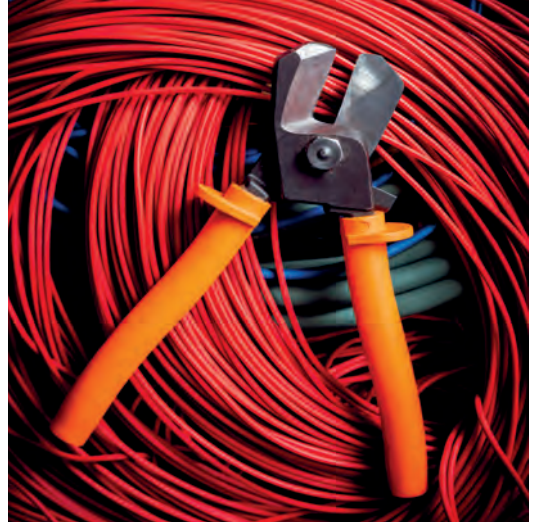
YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Patlatma döngüsünü oluşturan işlem adımları şunlardır:

1. Delme
2. Doldurma
3. Patlatma
4. Havalandırma
5. Kazı, kavlak kontrolü
6. Nakliye (çıkan pasa)
7. Tahkimat

Güvenli ve ekonomik bir patlamanın gerçekleşmesi doğru seçilen ateşleme sistemine bağlıdır. Ateşleme sistemi elektrikli, elektriksiz ve elektronik olmak üzere üçe çeşittir.

1. Elektrikli Ateşleme Sistemi: Ekonomik ve kullanımının kolay olmasından dolayı dünyada en çok kullanılan ateşleme sistemidir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Elektrikli kapsüller

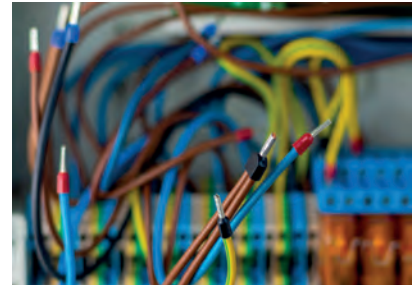
Gecikme aralıklarına bağlı olarak gecikmeli ve gecikmesiz elektrikli kapsüller vardır.

● **Gecikmeli Elektrikli Kapsüller:** Saniyeli ve mili saniyeli kapsüller, patlatma işleminde kullanılan ateşleme mekanizmalarıdır. Hassas madde ile ilk madde arasında geciktirme malzemesi vardır. Geciktirme malzemesi gecikme süresine göre ayarlanabilmektedir. Saniyeli kapsüllerde zaman aralığı 0,5 saniye, mili saniyeli kapsüllerde 25-30 mili saniyedir. Saniyeli kapsüller 0-12, mili saniyeli kapsüller 1-18 numaralıdır. Saniyeli kapsüller, galeri ve kuyu açılmaları için tasarlanmıştır. Tehlikeli maden ocaklarında gaz, toz veya metan gazı gibi risklerin bulunduğu yerlerde bakır kovanlı elektrik kapsülleri tercih edilirken tehlike içermeyen maden ocaklarında ise alüminyum kovanlı elektrikli kapsüller tercih edilmektedir.

● **Gecikmesiz Elektrikli Kapsüller:** Bu kapsüllerde saniyeli fitil yerine elektrik kablosu bulunur. İlk ateşleme, elektrik akımı kullanılarak gerçekleştirilir. Elektrikli kapsül kullanımında karşılaşılabilecek tehlikeler şunlardır:

- Yıldırım düşmesi
- Elektrik kablolarından çıkan kaçak elektrik
- Çalışanlarda oluşabilecek statik elektrik, radyo ve televizyon vericilerine yakınlık
- Çalışanın veya patlayıcının yanında cep telefonu ve telsizin bulunması

2. Elektriksiz Ateşleme Sistemleri: Elektrikli ateşli sistemlerin kullanılmasıyla ortaya çıkabilecek riskleri ortadan kaldırmak için kullanılan bir sistemdir. Elektriksiz ateşleme sistemleri; adi kapsül, saniyeli ve infilaklı fitil, elektriksiz (non-elektrik) kapsüllerdir.



Görsel 1.6: Non-elektrik ateşleme sistemi

● **Elektriksiz (Non) Ateşleme Sistemi:** Düşük enerji iletimine sahip, içinde reaktif bir toz bulunan ateşleme sistemleridir (Görsel 1.6). Bu sistemde ateşleme, ince bir plastik tüp içerisinde yol alan alev ile sağlanır. Uygun çaptaki bir tüp özel patlayıcı madde ile doldurulup kaplanır. Bu patlayıcı madde, yalnızca başka bir kapsülün şokuna duyarlıdır. Sürtünmeye karşı hassas değildir.



3. Elektronik Ateşleme Sistemi: Elektronik ateşleme sistemleri teknolojinin gelişmesiyle giderek daha yaygınlaşmaktadır. Ateşleme kapsüllerinin içerisine yerleştirilen bir çip aracılığıyla istenen hassasiyette gecikme verilebilen sistemlerdir. Elektronik ateşleme sistemleri, diğer yöntemlere göre birçok tehlikeyi ve riski ortadan kaldırdığı için genellikle en güvenli ateşleme sistemi olarak kabul edilir. Elektronik ateşleme sistemi yüksek maliyeti nedeniyle bazı işletmelerde tercih edilmemektedir.

Patlayıcı Madde Güvenlik Önlemleri

Patlayıcı maddelerin üretimi Türkiye’de ruhsata tabidir. Ruhsatsız üretim yasaktır ve üretimi hâlinde Türk Ceza Kanunu Hükümlerine göre takibi yapılır.

Depolama

Maden işletmeleri İç İşleri Bakanlığından muhafaza ve depolama ruhsatı olarak patlayıcı maddeleri yer üstü ve yer altı patlayıcı madde depolarında koruma altında bulundurur.

Depoların özellikleri şunlardır:

- Bir yamaçtan galeriye girilmeli veya kuyu diplerinde müsait yerlere kurulmalıdır.
- Temiz, kuru, rutubetsiz olmalıdır. Diğer yerlerden bağımsız olarak havalandırması olmalıdır.
- Depolar işçilerin çalıştığı yere, yola, ana havalandırmaya zarar vermeyecek yerlerde olmalıdır.
- Depolarda sıcaklık 8° C’den az 30° C’den çok olmamalıdır.
- Patlayıcı maddeler ve kapsüller birbirinden bağımsız olarak depolanmalıdır.
- Depoda sigara içilmemeli, açık alev çıkartılmamalı, metal aletlerle çalışılmamalıdır.
- Depo önlerinde “Tehlikeli Bölge Girilmez” uyarı levhası yer almalıdır.
- Seyyar yangın söndürücüler olmalıdır.
- Depoya gireceklerin vücudundaki statik elektriğin boşaltılması için depo girişine nötralizör yapıp kullanılması sağlanmalıdır.
- Depoya patlayıcı madde alımı gündüz yapılmalıdır.
- Patlayıcı madde sandıkları ranzalar üzerine yerleştirilmeli ve ranza altının yerden yüksekliği 10 cm olmalıdır.
- Patlayıcı kutuları yere atılmamalı, düşürülmemeli ve sürüklenmemelidir.
- Patlayıcı kutu ve sandıkları üretim tarihine göre istiflenmelidir. Kutu ve sandıklar depoda açılmamalıdır.
- Patlayıcı madde sandıklarını açmak için bakır, bronz ve tunçtan yapılmış araçlar kullanılmalıdır.

Patlayıcı Maddelerin Kullanıma Hazırlanması

- Patlayıcı maddeler, ateşleyici yeterlilik belgesine sahip kişiler tarafından hazırlanmalıdır.
- Yetkili kişi depo sorumlusu ile birlikte aldığı patlayıcı maddeleri kayıt defterine işlemelidir.
- Patlayıcı maddeler maden dışına çıkarılmamalıdır.
- Bir kişinin taşıyabileceği patlayıcı madde miktarı 10 kg’ı geçmemelidir.
- Kapsüller, dinamit lokumlarına ateşleme yapılacağı sırada yerleştirilmelidir.

Patlayıcı Madde Kullanma Yasağı Olan Yerler

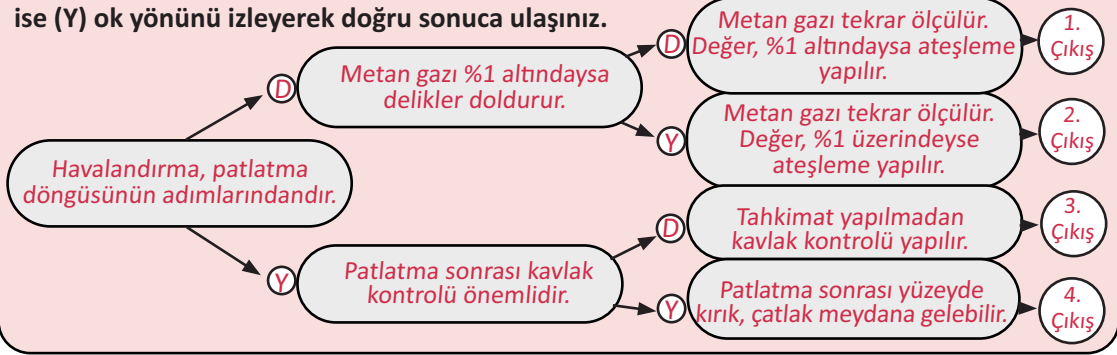
- %1 veya daha fazla metan gazının varlığı saptandığında,
- Metan gazının bulunma ihtimali olan yerlerde,
- Tıkalı kömür, bür ve siloların açılmasında,
- Kapatılan yangın barajlarının açılmasında,
- Yol, bina, köprü vb. sabit tesislere 70 m uzaklık içerisinde patlayıcı madde kullanılmaz.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

ETKİNLİK 1.4

Aşağıda ateşleme işlemi ile ilgili ifadelere yer verilmiştir. Bu ifadeler doğru ise (D), yanlış ise (Y) ok yönünü izleyerek doğru sonuca ulaşınız.



1.3. YER ALTI MADENDE BAĞ YAPMA

Kazı çalışmaları sonucu oluşan boşlukların güvenli ve sağlam hâle getirilmesi için yapılan işlemlere **tahkimat** denir. Bu işlemler genellikle **bağ**, yan direkler ve bir boyunduruktan oluşan ağaç veya madeni yapılarla gerçekleştirilir. Bu işlemleri gerçekleştiren görevli işçilere **bağcı** denir.

Tahkimat ve sağlamlaştırmanın amacı, yer altı maden üretim yerlerini ve galeri açıklıklarını sağlamlaştırmak, yer altı madenin ana yol galeri açıklığını korumak, güvenli ulaşım ve çalışma ortamı sağlamaktır. Ayrıca kazılmamış cevherlerin kazılabilir hâle gelmesini sağlamaktır.

Tahkimat yapılırken farklı teknikler kullanılabilir. Bu teknikler arasında dolgu, ağaç, çelik ve beton gibi malzemelerin kullanımı bulunur. Tahkimat iki ana gruba ayrılır. Bunlar, geçici ve kalıcı tahkimattir.

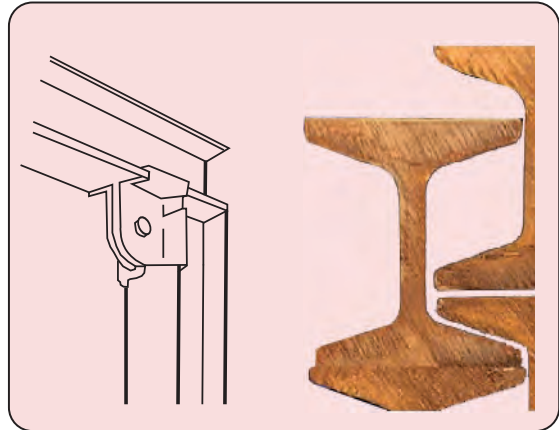
- **Geçici Tahkimat:** Güvenliği sağlamak için yapılan tahkimatlardır.
- **Kalıcı Tahkimat:** Kazı yapılan yerin uzun süre açık kalması gerektiğinde yapılan tahkimatlardır.

Çelik Bağlar

Madenciliğin başlangıcından günümüze kadar ahşap tahkimatlar yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra çelik tahkimatların daha sağlam olmasının nedeniyle ahşap tahkimatlar önemini kaybederek yerini çelik tahkimatlara bırakmıştır.

Çelik tahkimat çeşitleri şunlardır:

Rijit Bağ: İki veya daha fazla madeni parçaların pabuçlar vasıtasıyla birbirine sabit olarak bağlanan tahkimatlardır (Görsel 1.7). Profiller birleşme noktalarından vidalanarak sabitlenir.



Görsel 1.7: Rijit Bağlar

1. HAZIRLIK İŞLEMLERİ



Geçmeli (TH) Bağ: Kavisli profiller birbirine bağlantı elamanları ile bağlanmaktadır (Görsel 1.8). Bağlantılar zaman zaman gevşetilerek profillerin iç içe geçmesi sağlanmaktadır. Profiller birbiri içinden geçmesiyle zeminden gelen yükün kolayca kayması sağlanır.

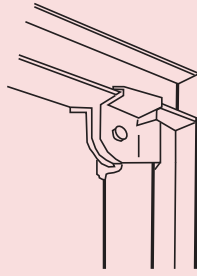


Görsel 1.8: Geçmeli Bağlar

Mafsallı Bağ: Özel olarak tasarlanmış parçaların eklenmesiyle uçları birbirine mafsallı bir şekilde bağlanması için oluşturulan bağlardır. Çelikler uç uca gelerek oynak bir bağlantı oluşturur. Çeliklerin plastik deformasyonunu önlemek için mafsal yardımıyla bağlar şekil değiştirebilir.

ETKİNLİK 1.5

Aşağıda bağ tahkimat işlemlerinde kullanılan bağlara ilişkin görseller verilmiştir. Bu görsellerdeki bağ çeşitlerinin adlarını görsellerin altında verilen boşluğa yazınız.



1.4. YER ALTI MADENDE DAMAR İÇİ HAZIRLIKLAR

Damar içinde yapılan hazırlıklar, yer altında üretime geçmek için yapılan işleri kapsamaktadır. Bu hazırlıklar şunlardır:

- Damar doğrultusunda açılan yatay galeriler (ana ve ara yollar)
- Damar doğrultusunda dik açılan yatay yollar (rekup)
- Damar içindeki dik ve meyilli çalışmalar (baş aşağı, baş yukarı vb.)

Damarın içerisindeki galeriler düzgünse damarın doğrultusuna paralel olarak açılır. Eğer damar düzgün değilse cevher kütlesi kesilerek galeriler açılır. Tabaka hâlinde yataklarda yapılan hazırlık çalışmaları ileri ve geriye doğru iki şekilde yapılmaktadır. Bu hazırlık çalışmaları genellikle kömür damarlarını kapsamaktadır.

Sıra Sizde

Yer altı madende damar içi hazırlıkların daha çok kömür maden ocaklarında yapılmasının sebebi nelerdir? Araştırınız.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Yerkabuğunda iç ve dış etkenler sonuncu oluşan, ekonomik değeri olan minerallere denir.
2. Yeryüzünden yer altı bağlantı şekilleri: kuyu, yatay galeri, şeklinde olur.
3. Yer altına giriş şekillerinden en kısa yoldur.
4. Arama veya üretim yapabilmek için yer altında sürülen bir ucu kapalı veya her iki ucu da yer altında kalan tünel şeklindeki oluşturulan yapılara denir.
5. Tasarlanmış ve hesaplanmış bir kaya parçasının hesaplanan miktarda patlayıcının kullanılarak kayayı kırıp parçalaması işlemlerine yer altı madenciliğinde denir.

B) Aşağıdaki soruları okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi patlamanın verimliliğini etkileyen faktörlerden değildir?

- A) Delik çapı formasyon özellikleri
- B) Delik düzeni
- C) Patlayıcı madde cinsi ve miktarı
- D) Şarj şekli
- E) Deliklerin gelişi güzel açılması

7. Patlayıcı madde ateşlenmesi için yeterlilik belgesine sahip kişiye verilen ad aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Nakliyat işçisi
- B) Lavar
- C) Ateşleyici (barutcu)
- D) Sondur
- E) Tahkimat ustası

8. Aşağıdakilerden hangisi yer altı kömür ocaklarında kullanılan dinamit türlerinden biri değildir?

- A) Emülsiyon tipi dinamitler
- B) Sulu karışımlar
- C) Killi karışımlar
- D) Solusyonlar
- E) Nitrogliserin tipi dinamitler

9. Aşağıdakilerden hangisi kuyu ya da galeri açmanın amaçlarından biri değildir?

- A) İnsan nakliyatı
- B) Malzeme nakliyatı
- C) Ev eşyası nakliyatı
- D) Cevher nakliyatı
- E) Pasa nakliyatı



10. Yer altı madenlerinde kullanılan patlayıcı maddelerin depolanması için olması gereken sıcaklık aralığı nedir?

- A) 5 °C - 35 °C B) 5 °C - 10 °C C) 1 °C - 30 °C D) 8 °C - 30 °C E) 5 °C - 15 °C

C) Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını ilgili boşluklara yazınız.

11. Martoperfaratör nedir? Açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

12. Ateşleme nedir? Açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

13. Nitrogliserin tipteki dinamitleri açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

14. Patlatma işleminde yapılan sıkılamanın amacı nedir, sıkılama malzemesi olarak ne kullanılır? Yazınız.

.....
.....
.....
.....

15. Yer altı madenciliğinin aşamalarını yazınız.

.....
.....
.....
.....

2. ÖĞRENME BİRİMİ



GALERİ AÇMA MAKİNESİ İLE GALERİ AÇMA



KONULAR

- 2.1. ÇALIŞMA ALANI KONTROLÜ
- 2.2. MAKİNE VE DONANIMLARIN KONTROLÜ
- 2.3. KAZI YAPMA
- 2.4. GALERİ AÇMA MAKİNESİNİN PERİYODİK KONTROLÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yer altı çalışma alanı kontrol işlemlerini açıklama
2. Yer altı makine ve donanımlarının kontrol işlemlerini açıklama
3. Yer altı kazı yapma işlemlerini açıklama
4. Yer altı galeri açma makinesinin periyodik kontrol işlemlerini açıklama

TEMEL KAVRAMLAR

- bum
- galeri
- kazı
- keski
- uç

HAZIRLIK SORUSU

Maden kazılarının çevresel etkileri hakkında ne düşünüyorsunuz? Açıklayınız.



2.1. ÇALIŞMA ALANI KONTROLÜ

Galeri açma makineleri (Görsel 2.1), ilk defa Macarlar tarafından 1950'li yıllarda kömür kazısı için tasarlanmıştır. Günümüze kadar gelen sürede teknolojik gelişmelerle beraber bugün, madencilik ve inşaat sektöründe en çok kullanılan makineler olmuştur.

Klasik galeri ve tünel açma yöntemleri günümüzde daha az kullanılırken mekanize kazılar daha yaygın hâle gelmiştir. **Mekanize kazı**, kazı makineleri kullanılarak yapılan bir yöntemdir. Bu makineler, çeşitli boyutlarda üretilmiş keskiner yardımcıyla parçalama veya koparma işlemini gerçekleştirir. Kısacası, kaya veya toprak gibi malzemelerin makine yardımıyla kazılması işlemidir.



Görsel 2.1: Kollu galeri açma makinesi

Mekanize kazı, galeri açma makineleri yardımıyla yapılabilir. Galeri açma makinelerinin kullanımı işletme maliyetlerini artıran bir unsur gibi görünse de birim zamanda ilerleme hızını artırır. Bir işletme için galeri açma makinesi kullanmanın avantajları şunlardır:

- **İş Güvenliği:** Patlayıcı madde kullanılmadığı için iş güvenliği daha yüksektir.
- **Kontrollü Kazı:** Makinelerle yapılan kazı işlemi kontrollü bir şekilde gerçekleştirilir, çökmeleri azalır.
- **Az İşçi Gereksinimi:** Daha az kalifiye işçi gerektirir, iş gücü maliyetlerini düşürür.
- **Yüksek Üretim Miktarı:** Daha fazla cevher üretime olanak tanır, işletmenin verimliliğini artırır.
- **Kolay Nakliyat:** Kazılan malzemenin nakliyatı daha kolaydır, lojistik süreçleri iyileştirir.
- **Düzgün Yüzey Oluşturma:** Makinelerin hassasiyeti sayesinde istenen şekilde kazı profili oluşturulabilir, yapısal dayanıklılığı artırır.

Bir işletme için galeri açma makinesi kullanmanın dezavantajları şunlardır:

- **Montaj ve Demontaj Zamanı:** Makinelerin yer altında montaj ve demontajı uzun sürebilir.
- **Uzman Operatör Gerekliği:** Makinelerin kullanımı için uzman operatörlere ihtiyaç duyulur.
- **Yüksek İlk Yatırım Maliyetleri:** Galeri açma makinelerinin başlangıç maliyetleri genellikle yüksektir.



Galeri açma makinelerinin ekonomik olması, bu makinelerin gelişmesinde en büyük etkidir. Mekanize açılan galeri, klasik açılan galeriden daha ekonomiktir. Özellikle dinamit kullanılmasının mümkün olmayan yerlerde bu makinelerin kullanılması bir zorunluluktur. Ayrıca uzun süreli olarak sürülecek galerilerde kırık ve çatlaklı bir yapının daha az olması en önemli avantajlardandır. Çalışılacak formasyona uygun mekanik ve morfolojik özellikler dikkate alınarak galeri açma makinesi seçimi önemlidir (Tablo 2.1).

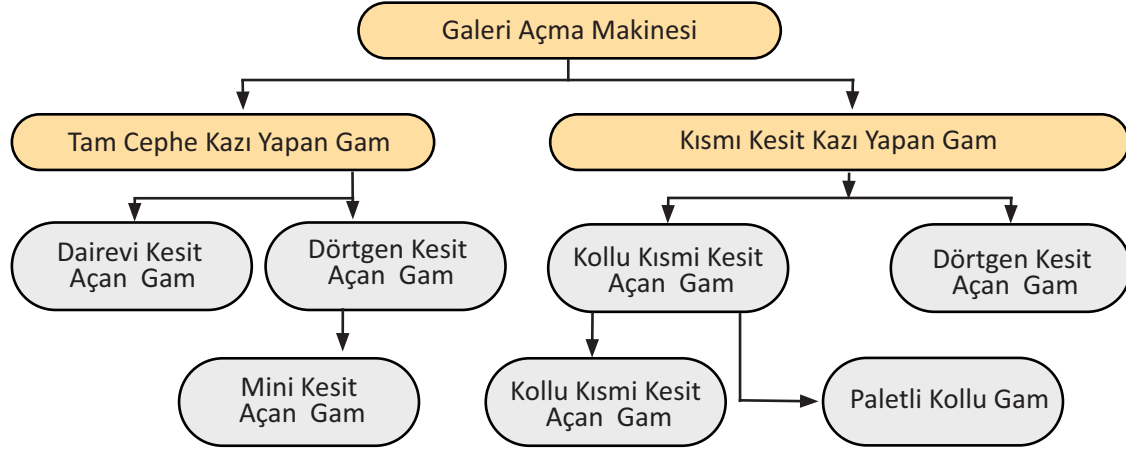
Tablo 2.1: Klasik Olarak Açılan Galeri İle Makine Kullanılarak Gerçekleştirilen Galeri Açılması

	Delme-Patlatma	Kısmi Kesit Kazı Yapan	Tam Cephe Kazı
Kayaç Türü	Tüm kayaçlar	Kayaçın sertlik ve aşındırıcılık değeri	Tüm kayaçlar
Çalışma Eğimi	Tüm eğimlerde	14° kadar olan eğimlerde	10° kadar olan eğimlerde
Galeri Şekli	Her türlü şekilde	Tüm şekillerde	Dairesel
Oluşan Kırık Çatlak	Yüksek	Düşük	Düşük

Galeri açma makinelerinin günümüze kadar pek çok şekilde sınıflandırılması yapılmıştır. Kazılacak kayaç sertliğine göre yapılan bir sınıflandırmada kullanılan makineler iki çeşittir. Sınıflandırmada kullanılan makineler şunlardır:

- Kömür ve orta sertlikteki formasyon için üretilen galeri açma makineleri
- Sert formasyonlarda kullanılmak üzere üretilmiş galeri açma makineleri

Ancak bu şekilde yapılmış olan sınıflandırmalarda makinelerin yapısal özelliklerinden dolayı keskin bir şekilde bir ayırım söz konusu olmamaktadır. Bu sebeple galeri açma makinelerini açmış oldukları kesitlere göre ayırmak mümkündür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Galeri açma makinelerinin kesitine göre sınıflandırılması

Galeri açma makineleri, kazı işlemini gerçekleştirirken çıkan pasayı da uygun bir nakliyat ünitesine veren makinelerdir. Ağırlıkları 150 ton kadardır. Sabit olarak durulan bir noktadan 100 m² kesitinde bir galeri kazımı gerçekleştirebilir.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

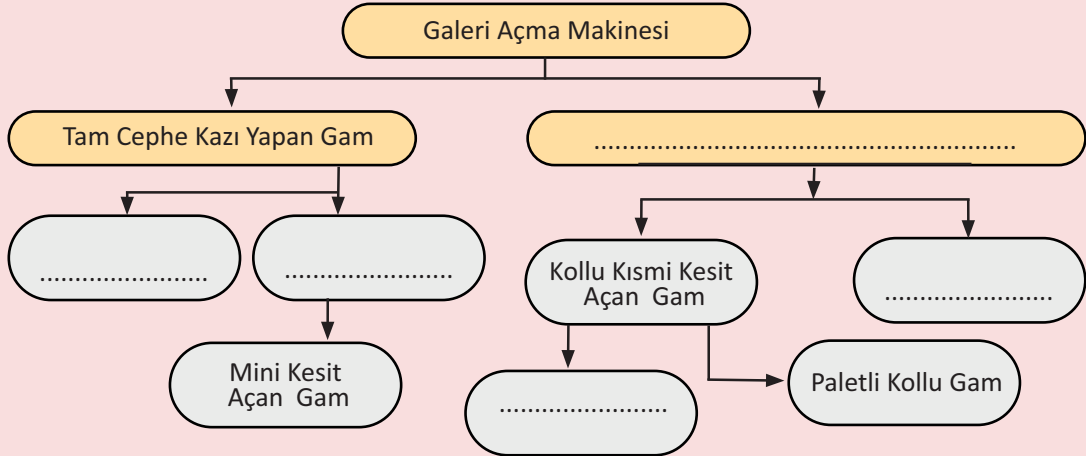
Galeri açma makinelerini açmış oldukları kesit bakımından kısmi kesitli kazı makineleri (kollu galeri açma makineleri) (Görsel 2.2) ve tam kesitli kazı makineleri (tam cepheli tünel açma makineleri) olmak üzere iki çeşittir.



Görsel 2.2: Kollu galeri açma makinesi (kısmi kesit açan galeri açma makinesi)

ETKİNLİK 2.1

Aşağıda galeri açma makinelerinin açılacak kazı kesitine göre sınıflandırılması verilmiştir. Bu sınıflandırmada boş bırakılan kutuları doğru ifadelerle doldurunuz.





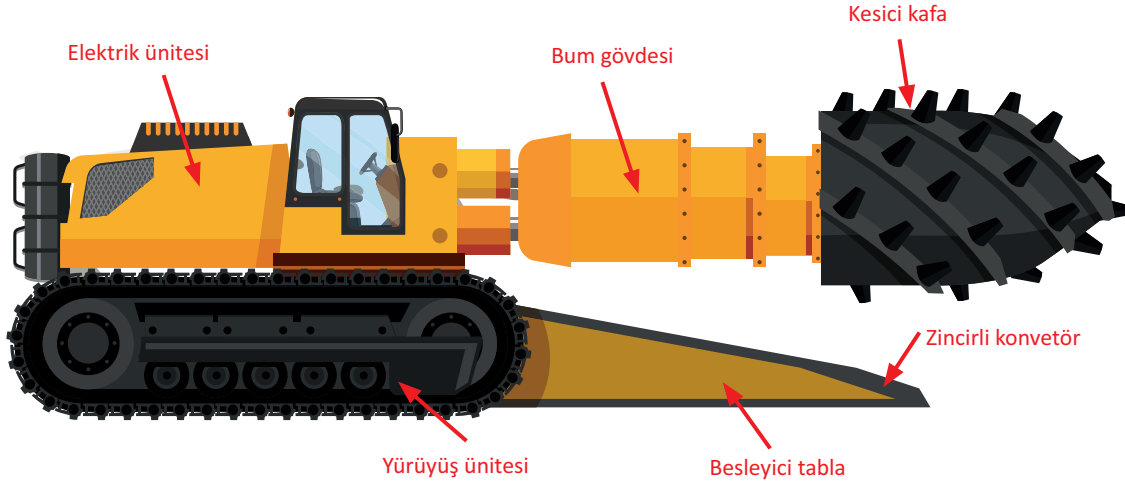
ETKİNLİK 2.2

Aşağıda arazi durum, kayaç türü ve olması istenen galeri kesit türleri verilmiştir. Bu durum tespitlerinde yapılacak en doğru işlem hangisidir? Tabloda ilgili yerlere yazınız.

Olay / Durum	Yapılacak İşlem
Çalışma eğimi 12° olan yer altında kullanılacak galeri açma makinesi ne olmalıdır.	
Dairesel kesitte bir galeri istenmektedir.	
Tüm kayaç türlerinde kullanılan yatırım maliyeti düşük galeri açma işlemi yapılmak istenmektedir.	
Galeri açma işleminin tüm eğimlerde yapılabilmesi için yapılması gereken ilk işlem	

2.2. MAKİNE VE DONANIMLARININ KONTROLÜ

Galeri açma makineleri yer altı madencilğinde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüze kadar gelişen teknoloji sayesinde pek çok üretici farklı teknik özellikte galeri açma makinesi üretmiştir. Madencilik üretim işlerinde en çok tercih edilen makine kollu galeri açma makineleridir (Şekil 2.2). Bu makineler, kazı işlemini tamamen yapamadığı için kısmi cepheli olarak da adlandırılır. Yumuşak ve orta sertlikteki kayaçların kazısında kullanılır. Genel olarak kol (bum) gövdesi, kesici kafa, yükleme ünitesi, yürüyüş ünitesi ve nakliye ünitesi olmak üzere beş ana ünitelerden oluşur.



Şekil 2.2: Kollu galeri açma makinesi

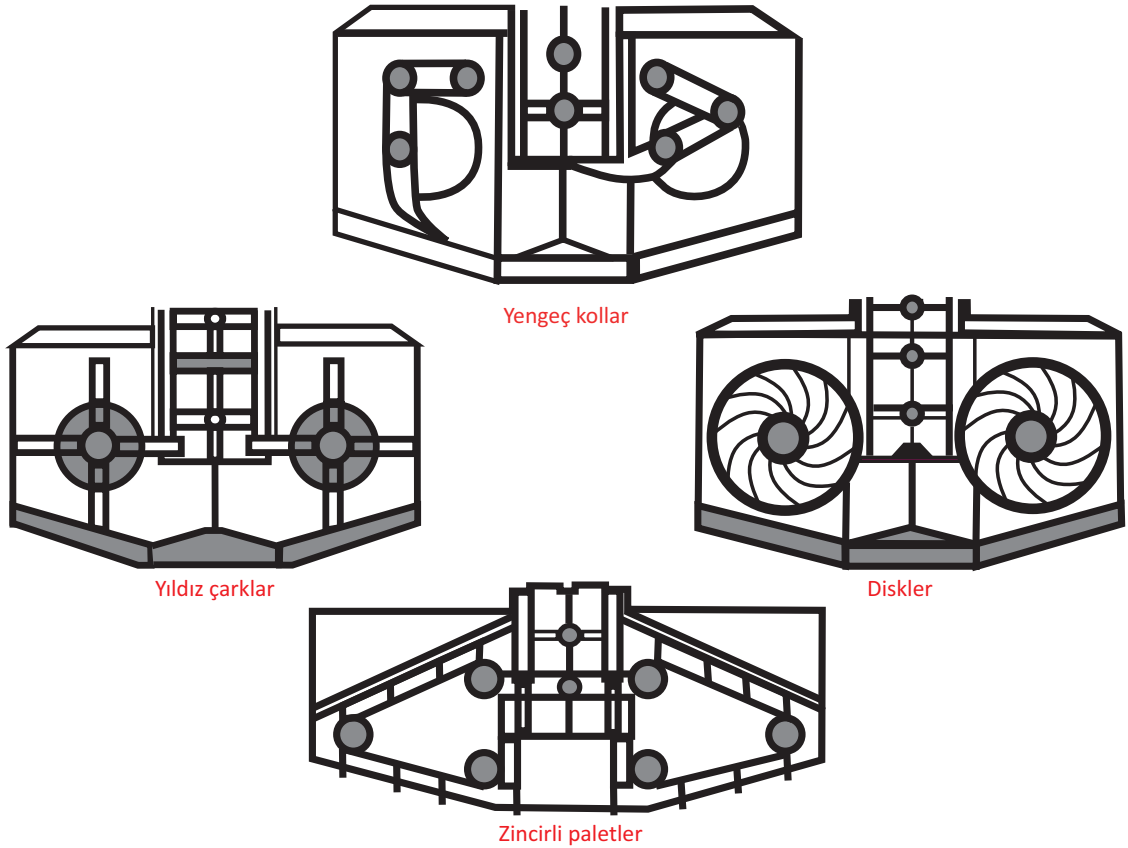


YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Kazı şekline göre makineler:

- Kesici kafaları arına paralel hareket eden galeri açma makinesi
- Kesici kafaları arına dik hareket eden galeri açma makinesi, olarak adlandırılır.

Çalışma Şekli: Kazı işlemi, kesici kafanın kol aracılığıyla hareket etmesi sonucu gerçekleşir. Kesilen malzeme, besleyici tablo üzerinde bulunan kollar ile toplanır. Toplanan pasa makinenin ortasında bulunan zincirli oluğa yüklenir. Bu oluk aracılığıyla makinenin arkasında bulunan başka bir nakliyat aracına yüklenir. Besleme tablası üzerinde bulunan kollar; yengeç kolları, yıldız çarklar ve zincirli paletler şeklinde bulunur. Yengeç kollar kaba ve iri malzemeler için uygundur. Yıldız çarklar daha ince malzemelerin yüklemesinde, zincirli paletler ise hem iri hem ince malzeme yüklemesinde kullanılır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Yükleme ünitesi üzerindeki kollar

Üretilen bazı makinelerin besleme tablaları hareket edecek tipte üretilir. Bu sayede galerinin yan taraflarındaki pasanın kolayca yüklenmesi sağlanır. Besleme tablası düşey yönde 15-20 cm hareket edebilir. Paletli ve kızaklı olarak iki türlü tasarlanmış yürüyüş ünitesi mevcuttur. Kızaklı olan, paletlilere göre daha yüksek eğimlerde çalışma kabiliyetine sahiptir.

Galeri açma makinesi, hareketini sağında ve solunda bulunan yürüyüş paletleri sayesinde sağlar. Eğimli bir yerde çalışma yapıldığında ya da kaygan bir zemin çalışıldığında makinenin sabitlenmesi gerekir. Galeride kullanılan kesici uçlar formasyona uygun olarak seçilir. Örneğin orta sertlikteki kayalar için ileri atımlı uç kullanılırken yumuşak kayalar için radyal uçlar kullanılır.



Tam kesit Kazı Yapan Galerî Açma Makinesi

Galerî kesitini tamamen kaplayarak kazı yapabilen makinelerdir (Görsel 2.3). İki ila on dört çapındaki ayna yüzeylerini belli bir kesme derinliği ile tek seferde kazabilen makinelerdir.



Görsel 2.3: Tam kesit galerî açma makinesi

İlerleme hızı arttıkça birim maliyet azalması en büyük avantajdır. Genellikle tünellerin açılmasında kullanılır. Makine kazı hızı kayacın mekanik direnci ve sertliğine göre etkilenir. Bu makineler açtıkları kesite göre daire veya dörtgen kesit açabilen çeşitleri mevcuttur.

Bu makineler dış gövde ve dairesel bir döner kafadan oluşur. Döner kafa üzerinde kesici diskler bulunur. Açılacak galerî çapına göre kafa çapı belirlenir.

Kazılan malzeme, makine içerisinde bulunan sistem aracılığı ile dışarı atılır. Oldukça gelişmiş bir yapıya sahiptir. Kesici kafa, kafayı döndüren bir motor ve yönlendirme silindirlerinden meydana gelmiştir. Arka kısımlarındaysa güç üniteleri havalandırma fanı ve çıkan pаса için bantlı konveyör ve vagonlar bulunur. İlk yatırım maliyetleri oldukça yüksektir. Her çeşit formasyonda çalışabilir. Galerî açma makineleri açtıkları kesitlere göre dairesel kesit açan, dörtgen kesit açan ve mini kesit açan olmak üzere üç çeşittir.

Tam cepheli tünellerin açma makinelerinin ucunda kesici kafa bulunur. Kesici kafaya sertleştirilmiş çelikten yapılmış disk kesiciler takılmıştır. Elektrik motorları yardımıyla kesici kafa döner. Kesici kafanın gerisinde bulunan tünellerin duvarlarıysa hidrolik pres yoluyla basınç yaparak makinenin kısa adımlarla ilerlemesi sağlar.

Kazı Makinelerinde Kullanılan Keski Türleri

Mekanize kazı sistemlerinde kazı işlemi kesiciler yardımıyla olur. Makine tarafından itme ve dönme kuvvetleri kesiciler yardımıyla kayaca iletilmektedir. Keskiye iletilen bu güç ile keski ucundaki kayacın önce çatlamaya başlar. Oluşan bu çatlaklar keskinin etrafındaki parçaların kopmasını sağlar.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Kalem (Görsel 2.4) ve kama uçlu keskiiler, tungsten karbit ve kobalttan imal edilmiştir. Uçlar, kırılmaya karşı kesici kafa üzerinde eğimli olacak şekilde üretilir. Maliyeti ucuzdur. Genellikle yumuşak formasyon için kama uçlu, sert ve aşındırıcı, formasyonda ise kalem uçlu keskiiler kullanılır. Kalem uçlu keskiilerde daha zor körelme meydana gelir. Ayrıca ömürleri de uzundur. Kollu galeri açma makinelerinde kullanılır.

Disk, Yıldız ve Kabaralı Keskiiler: Keskiiler, tam kesit galeri açma makinelerinde kullanılır. Aşınma oranları düşüktür ve kayacı keserek kazı işlemi gerçekleştirir. Bu nedenle bu makinelerden alınan verim yüksek olur.



Görsel 2.4: Kalem uçlu keskiiler

ETKİNLİK 2.3

Aşağıda verilen kavramların tanımlarını kendi cümlelerinizle ilgili boşluklara yazınız.

Yükleme Ünitesi	:
Kesici Kafa	:
Yürüyüş Ünitesi	:
Nakliye Ünitesi	:
Kol Gövdesi	:

2.3. KAZI YAPMA

Galeri açma makinesi ile kazı işlemine geçilmeden önce yapılması gerekenler şunlardır:

- Çalışma yapılacak alanının kontrolü yapılmalıdır.
- Makine ve donanımları sağlanmalıdır.
- Temel pnömatik ve hidrolik sistemler olmalıdır.

Galeri açma makineleri ile yapılan kazıların teknik ve ekonomik avantajları göz önüne alınmalı ve düzgün yüzeyli açıklıklar elde edilmelidir. Galeriyi açma makineleri, yerleşim bölgelerinde ve dinamik kullanımının uygun olmadığı alanlarda daha çok tercih edilmektedir. Bu makineler, arazi üzerinde daha az tahribat meydana getirir ve açılan yüzey üzerinde kavlak oluşturur. Böylece daha az tahkimat gerekir ve kazı sonucunda ortaya çıkan pasa daha kolay taşınır. Ancak ilk yatırım maliyetinin yüksek olmasından dolayı çalışma koşullarındaki esneklik sınırlıdır. Çalışma yapılacak alanda olması gereken özellikler şunlardır:



- Kayaç özelliklerinin galeri açma makinesine uygun olması
- Zemin koşulları ve yer altı suyunun varlığı
- Makinenin teknik özelliklerinin uygun olması
- Galeri kesit şekli ile galerinin boyutu, uzunluğu ve eğiminin uygun olması
- İstenen üretim miktarını sağlaması
- Kalifiyeli işçi sayısının yeterli olması

ETKİNLİK 2.4

Yerleşim bölgelerine yakın yerlerde dinamit kullanılmamasının nedeni nedir? Dinamit kullanılması durumunda karşılaşılabilecek durumlar nelerdir? Açıklayınız.

2.4. GALERİ AÇMA MAKİNESİNİN PERİYODİK KONTROLÜ

Mekanik ve elektrikli ekipman ile tesislerin kontrolü, bakımı ve gerektiğinde testlerinin düzenli bir şekilde yapılmasını sağlayacak uygun bakım planı yapılır. Ekipmanın ve tesislerin bütün kısımlarının kontrol, bakım, onarım ve testleri yetkili kişiler tarafından yapılır. Bakım ve onarımdan sonra ekipman ve tesisler kullanıma alınmadan önce kontrol edilir.

İş makineleri çalıştıkları ortam bakımından toza, sıcağa, soğuğa ya da neme maruz kalabilir. Bu tip ortamlar makineyi olumsuz yönde etkiler. Düzenli olarak yapılan bakım sayesinde hasar, büyümeden tespit edilir. Bu sayede makinenin kullanım ömrü uzar. İş ekipmanları periyodik kontrolleri herhangi bir süre belirtilmemiş ise yılda bir kere bakımı yapılır. Bu süre, bulunduğu iş yerinin çalışma koşullarına, kullanım sıklığına ve kullanım süresi gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

İş uygunluğuna ve formasyona göre belirlenecek iş makinesini kullanacak kişinin her bir parçayı bilmesi gerekir. Fark edilen eksiklikler ya da bir önceki vardiyada tespit edilen sorunlar çözülerek yeni işe başlanmalıdır. Eksiklikler ve arızaya neden olabilecek durumlar iş yeri amirine bildirilerek deftere kaydedilmelidir.

Ekipmanın değişim ve kullanım zamanları, güvenlik risklerini de göz önünde bulundurarak dikkate alınmalıdır. Güvenlik risklerini en aza indirmek için ekipman değişim zamanında gerekli bakım, onarım ve değişim işlemleri yapılmalıdır. Her vardiya öncesinde, makinenin kullanımına başlamadan önce kesici kafa ve uçları, yürüyüş ünitesi, yükleme kolları gibi parçalar kontrol edilmelidir. Bir sorun bulunuyorsa bu sorun işe başlamadan mutlaka değiştirilmelidir. Toz bastırma ekipmanının çalışma durumu da kontrol edilmelidir. Ayrıca hidrolik bağlantılar kontrol edilmelidir. Bu kontroller, iş güvenliğini sağlamak ve ekipmanın verimli ve güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak için hayati öneme sahiptir.

Tünel açma (sondaj) makinesi (tunnelboringmachine, TBM), çeşitli toprak veya kaya tabakalarını dairesel kesit çizerek kazmaya yarayan makinedir. Ayrıca "köstebek" diye de bilinir. Kaya veya toprakta tünel açmak için geleneksel yöntemlerde kullanılan delme ve patlatma tekniklerine alternatif oluşturur. Köstebeklerle tünel açmak çok daha etkili olup kısa bir süre içerisinde sonuç alınabilir. Köstebeklerle sert kayalardan kumlara kadar her türlü maddeye sondaj yapılabilir.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

ETKİNLİK 2.5

Galeri açma makinesi operatörü olduğunuzu düşününüz. Böyle bir durumda galeri açma makinelerinin periyodik kontrollerini yaparken nasıl bir kontrol listesi hazırladınız? Hazırlayacağınız listeyi aşağıda oluşturunuz. (İlk madde size örnek olması için verilmiştir.)

Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1. Çalışılan işletme talimatına göre kurulacak zincirli konvetör hattı için zemin uygundur.	X	
2.		
3.		
4.		
5.		

OKUMA METNİ



Tünel Açma Makinesi "LALE"

Türkiye, köstebek olarak da adlandırılan tünel açma (sondaj) makinelerini küresel rekabette üreten sekiz ülkeden bir tanesidir. E-Berk Tünel Teknolojileri A.Ş. tarafından T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde TÜBİTAK TEYDEB desteğiyle geliştirilen zemin denge basınçlı tünel açma makinesi Türk mühendislerce tasarlandı.

Tünel açma makineleri yer altında karşılaştıklarını kırarak ve delerek ilerlerken aynı zamanda tünelin ana yapısını da inşa ediyor. Kara yolları ve raylı sistemlerin yapımı ile havzalar arası su transferleri gibi projelerde bu makineler sıklıkla kullanılıyor. Türkiye'nin ilk yerli ve millî tünel açma makinesi "Anadolu" 2017'de üretilmişti, "Lale" ise 2019'da üretim bandından indirilerek Ergene Havzası Çevre Koruma Projesi'nde kullanılmaya başlandı. Ergene Nehri'ndeki kirliliği azaltmayı ve su kalitesini yükseltmeyi hedefleyen bu proje bittiğinde, bölgedeki sanayi kuruluşlarının atık suları arıtıldıktan sonra derin deşarj tünelleri yardımıyla Marmara Denizi'nin 4-5 km dibine pompalanacaktır.

Tünel açma makinesi "Lale" 3,25 m çapında, 92 m uzunluğunda, 175 ton ağırlığında ve 800 kVA gücündedir. Yaklaşık 12 bin parçadan oluşan makinenin tork gücü, yani kuvvet-dönme momenti 534-981 kNm, itki kuvveti ise 10.680 kN. Bu teknik özellikleriyle "Lale" günde 20 m kazı yapabiliyor. Proje kapsamında makine, toplamda 2500 m'lik kazı gerçekleştirecek.

LALE

TÜBİTAK DESTEĞİYLE YOLA ÇIKTI!
TÜRKİYE'nin ilk %100 yerli ve millî tünel açma makinesi oldu.

DÜNYA'da Sadece 8 Ülkede Var!

- Kazı Çapı **3250 mm**
- Uzunluk **60 m**
- Maksimum Tork **904 kNm**
- Devir **0-5,2 rpm**
- İtici Kuvveti **10682 kN**
- Kurulu Güç **800 kVA**
- Ağırlık **130 Ton**

• sanayi.gov.tr • tubitak.gov.tr



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Kayacın makineler yardımıyla kazılması işlemine denir.
2. Yumuşak ve orta sertlikteki kayaçların kazısında kollu makineleri kullanılır.
3. Galeri açma makinesinde kullanılan formasyona uygun olarak seçilir.
4. Galeri kesitini tamamen kaplayarak kazı yapabilen makineler galeri açma makineleridir.
5. Kendi kendini bileyebilme özelliği bulunan keski keskidir.

B) Aşağıdaki soruları okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi galeri açma makinesi kullanmanın avantajlarından biridir?

- A) Kalifiye işçi sayısı daha fazladır.
- B) Çıkan pasanın nakliyatı daha zordur.
- C) Cevher üretim miktarı azdır.
- D) Yer altında ilerlemek için iş güvenliğine gerek yoktur.
- E) Yapılan kazıda ilerleme kontrolü kolaydır.

7. Aşağıdakilerden hangisi tam kesit galeri açma makinelerinin bir türüdür?

- A) Dörtgen kesit açan galeri açma makinesi
- B) Kollu kısmı kesit açan galeri açma makinesi
- C) Kızaklı kollu galeri açma makinesi
- D) Mini kesit açan galeri açma makinesi
- E) Paletli kollu galeri açma makinesi

8. Galeri açma makineleri ilk defa hangi ülke tarafından kullanılmıştır?

- A) Macaristan
- B) Fransa
- C) Amerika
- D) İngiltere
- E) Rusya



9. Aşağıdaki keski türlerinden hangisi tam kesit galeri açma makinelerinde kullanılmaz?

- A) Disk keski
- B) Kabaralı keski
- C) Kalem uçlu keski
- D) Yıldız keski
- E) Disk kabaralı keski

10. Aşağıdakilerden hangisi galeri açma makineleri ile ilgili doğru bir bilgidir?

- A) Yükleme ünitesi kullanılmaz.
- B) Sadece galeri açma işinde kullanılır.
- C) Galeri açma makineleri ile düzgün kesit elde etmek daha kolaydır.
- D) Açılan kesitlerde tahkimat yapma zorunluluğu yoktur.
- E) İlk yatırım maliyeti oldukça düşüktür.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını ilgili boşluklara yazınız.

11. Galeri açma makinelerinin açmış oldukları kesit bakımına göre çeşitlerini ve özelliklerini aşağıda boş bırakılan yere yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....

12. Kollu galeri açma makinesinin kısımlarını yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....

13. Tam kesit kazı yapan galeri açma makinesinin çalışma şeklini açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....



14. Galeri açma makinelerinin periyodik kontrollerinde yapılması gereken esaslar neden önemlidir? Açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....

15. Galeri açma makinesi ile kazı işlemine geçilmeden önce yapılması gerekenleri aşağıda boş bırakılan yere yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....

3. ÖĞRENME BİRİMİ



HAVALANDIRMA İŞLERİ



KONULAR

- 3.1. YER ALTI MADENDE HAVALANDIRMA SİSTEMİNİN KONTROLÜ
- 3.2. YER ALTI MADENDE ÇALIŞMA ORTAMINDAKİ GAZ VE TOZ ÖLÇÜMLERİNİN KONTROLÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yer altı madeninde havalandırma sisteminin kontrol işlemlerini açıklama
2. Yer altı madeninde çalışma ortamındaki gaz ve toz ölçümlerinin kontrol işlemlerini açıklama

TEMEL KAVRAMLAR

- gaz
- havalandırma
- toz
- vantilatör

HAZIRLIK SORUSU

Hava kalitesi, sağlık üzerinde ne gibi etkilere sahiptir? Açıklayınız.



3.1. YER ALTI MADENDE HAVALANDIRMA SİSTEMİNİN KONTROLÜ

Yer altında yapılacak tüm çalışmalarda gerekli havayı, istenen kalitede yer altına gönderilmesi ve kalitesi değişen havanın yer altından dışarı atılması işlemine **havalandırma** denir. Yer altı madenlerinde havalandırma, madencilik operasyonlarının güvenliği ve verimliliği için kritik bir rol oynar.

Havalandırma işleminin temel amacı, maden çalışma alanlarında uygun hava kalitesini sağlamak ve çalışanların sağlığını korumaktır. Yer altı madenlerinde havalandırmanın temel amaçları şunlardır:

Solunabilir Hava Sağlama

- İnsanların solunabilecekleri temiz hava miktarını sürdürmek ve işçilerin oksijen ihtiyacını karşılamaktır.

Gazları ve Tozları Kontrol Etme

- Zehirli, patlayıcı veya boğucu gazların ve tozların seviyelerini kontrol etmek ve işçileri bu tür tehlikelerden korumaktır.

Sıcaklık ve Nem Kontrolü

- İdeal sıcaklık ve nem seviyelerini sürdürmek, işçilerin rahatlığını ve iş verimliliğini artırmaktır.

Yangın ve Patlama Riskini Azaltma

- Patlayıcı gazların birikmesini önlemek ve yangın riskini en aza indirmektir.

Kötü Kokuları ve Buharları Kontrol Etme

- Çalışma ortamındaki kötü kokuları ve zararlı buharları kontrol etmektir.

Hava Dolaşımını Sağlamak

- Maden galerileri ve tüneller boyunca homojen bir hava dağılımı sağlamaktır.

Duman ve Duman Gazlarını Kontrol Etme

- Yangın durumlarında oluşabilecek duman ve duman gazlarını kontrol etmek ve tahliye etmektir.

Yer altı Ocağının Genel Güvenliğini Sağlama

- Aşırı basınç, gaz birikimi veya diğer tehlikeler nedeniyle oluşabilecek acil durumları önlemek veya bu durumlarla başa çıkmaktır.

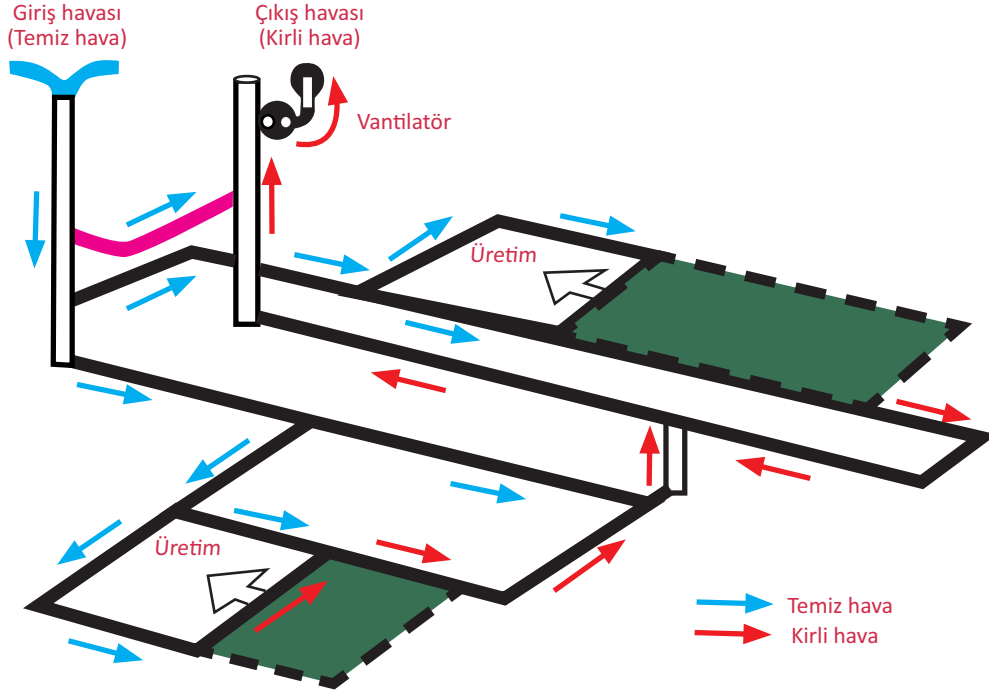
Havalandırma sistemi, havanın temizlenmesini, dolaşımını ve ihtiyaç duyulan bölgelere taşınmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Bu sistem, çalışanların sağlığını ve güvenliğini sağlamak, yangın ve patlama riskini azaltmak ve maden işlemlerini verimli bir şekilde sürdürmek için kritiktir.

Ocak Havası

Maden ocağına temiz hava sağlamak ve çalışma alanlarında uygun bir atmosfer yaratmak amacıyla yer altına gönderilen havaya **ocak havası** denir.



Maden ocağına ana giriş yolundan giren temiz hava, yer altındaki tüm alanları ve açıklıkları dolaşır. Kendisine eşlik eden kirleticilerle beraber ocağı terk eder. Bu nedenle ocağa giren hava kalitesi ile ocaktan çıkan hava kalitesi aynı değildir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Ocak havasının sınıflandırılması

Temiz hava ve kirli hava terimleri, yer altı madenciliği ve havalandırma sistemleri bağlamında önemli kavramlardır.

Temiz Hava: Temiz hava, genellikle atmosferden alınan ve içerisinde azot (%78), oksijen (%21) ve diğer asal gazları (%1) barındıran havadır. Yer altındaki maden ocağında çalışma ortamını havalandırmak için kullanılan başlangıçtaki hava temiz havadır.

Kirli Hava: Maden ocağındaki çalışmalar sırasında ortaya çıkan gazlar, tozlar ve diğer kirleticilerle kirlenmiş havadır. Yer altına girişte gönderilen temiz havanın tüm maden ocağını dolaşır ve ocağı terk ederken gaz, toz, nem gibi içerikler de kirli havayla birlikte çıkış yapar.

Kirli Hava Çeşitleri

- **Boğucu Hava (Pis Hava):** Ocak içindeki oksijen miktarının %20'nin altına düşmesidir. Yani oksijen miktarı azalır ve yerine ortamda başka bir gaz oranının artışı olmuş demektir. Böyle bir ortamda çalışmaya devam edilirse boğulmalar meydana gelebilir.
- **Zehirli Hava:** İnsan yaşamını tehlikeye girmesine neden olan ve ölümlü sonuçlanabilen havadır. Yer altı havasına karbonmonoksit, kükürt dioksit, azot gazları, kükürtlü hidrojen gibi gazların karışması sonucu oluşan havadır.
- **Patlayıcı Hava:** Patlama özelliği olan gazların karışımı olan havadır. Yanıcı ve patlayıcıları içeren gazlar bulunur. En önemlisi metan gazıdır.
- **Tozlu Hava:** Kısa vadeli solunduğunda zararı olmayan ancak uzun vadeli solunduğunda akciğerlere zararı olabilen havadır. İçeriğinde taş ve kömür tozu bulunan havadır. Bazı cevher tozları belli bir değere ulaşması hâlinde patlama olasılığının olabileceği unutulmamalıdır.



ETKİNLİK 3.1

Yer altı madenlerde neden havalandırma yapılmalıdır? Havalandırma yapılmadığı durumlarda oluşabilecek risklere ya da zararlara örnekler veriniz.

.....
.....
.....

Ocakta Bulunan Gazlar

Ocak havası, madencilerin solunum sağlıklarını ve genel güvenliklerini korumak için kritik bir rol oynar. Ayrıca, gaz birikimini önlemek, patlama riskini azaltmak ve çalışma koşullarını kontrol altında tutmak amacıyla İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği'ne göre sürekli olarak izlenir ve düzenlenir. Bu sayede yer altı maden çalışmalarında güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı sağlanmaya çalışılır.

- **Oksijen:** Yoğunluğu $1,42 \text{ kg/m}^3$ ve havadan ağır olan, renksiz kokusuz, tatsız bir gazdır. Diğer gazlarla kolayca birleşebilir. Ortamda oksijenin %19'dan aşağı düşmesi çalışmayı engeller. Ortamdaki oksijen seviyesini belirlemek için emniyet lambası, alev yüksekliğine göre portatif ölçüm aletleri ve elektrokimyasal yöntem ile çalışan aletler kullanılır. Oksijenin madencilikte havalandırma içindeki önemi büyük ve kritiktir. Bazı temel nedenleri şunlardır:
- **Solunum İhtiyacı:** İnsanlar ve diğer canlıların organizmaların hayatta kalabilmesi için oksijene ihtiyaçları vardır. Maden ocaklarında çalışan işçilerin solunum yapabilmeleri için yeterli oksijenin sağlanması zorunludur. Oksijensizlik, solunum yetmezliği ve ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir.
- **Yanma ve Patlamalar:** Madenlerde kullanılan pek çok ekipmanın çalışabilmesi için oksijene ihtiyaç vardır. Ayrıca, yer altında çeşitli gazlarla karşılaşma olasılığı yüksektir. Bu gazların patlayıcı özelliklere sahip olabileceği düşünüldüğünde yeterli oksijenin sağlanması, patlamaların ve yangınların önlenmesine yardımcı olur.
- **Hava Karışımı ve Temiz Hava İhtiyacı:** Yer altında çalışan madencilerin soludukları hava, temiz ve oksijen açısından zengin olmalıdır. Temiz hava sirkülasyonu, madenlerde ortaya çıkabilecek toz, gaz ve diğer kirlenmeleri uzaklaştırarak işçilerin sağlığını korur. Bu nedenden dolayı, maden ocaklarında hava kalitesi ve oksijen düzeyi sürekli olarak izlenir ve havalandırma sistemleri, işçilerin güvenliği için kritik bir öneme sahiptir.
- **Karbondioksit:** Hafif asit kokulu ve tadında, $1,52 \text{ kg/m}^3$ yoğunluğu ile havadan ağır olan ve tabana yakın bölgelerde yoğunlaşan, zehirli olmayıp boğucu olan bir gazdır. Kömürün oksidasyonu, ahşap malzemelerin çürümesi, patlayıcı maddeleri ateşleme işleri, volkanik olaylar, yer altı yangınları karbondioksit kaynağı olaylardır. Dedektör tüpleri ve taşınır portatif dedektörlerle ölçüm yapılır. Emniyet tüzüğüne göre %0,5 karbondioksit içeren yerlerde çalışma yapılamaz.
- **Karbonmonoksit:** Özgül ağırlığı $1,25 \text{ kg/m}^3$ olan ocağın her noktasında bulunan düşük oranlarda dahi zehirleyici olan bir gazdır. Kömürün oksidasyonu ocak yangınları ve kömür tozu kaynakları, karbonmonoksit kaynaklarıdır. Yasal olarak havanın temizliği sınırı, %0,005



oranından yüksek ise bu yerler çalışmaya elverişli değildir. En yaygın ölçüm yöntemi renk değiştiren kâğıtların kullanılması, taşınabilir dedektör, kızılötesi ışın kullanan aletlerdir.

Hidrojen Sülfür: Çürük yumurta kokusunda olan ve $1,54 \text{ kg/m}^3$ ocak içerisinde her yerde bulunabilecek, zehirleyici ve patlayıcı özelliğe sahip gazdır. Sülfürlü cevherin ayrışması, ahşap malzeme çürümesi, patlamanın gerçekleşmemesi, kükürtlü gaz çıkaran volkanik kaynaklar önemli hidrojen sülfür kaynağıdır. Yasal sınır $\%0,002$ 'dir. Hidrojen sülfür ölçümünde kurşun asetat emdirilmiş kâğıdın renginin siyahlaşması ve taşınabilir ölçüm aletleri kullanılır. Ancak ortamda bulunan çürük yumurta kokusu ile gaz kendini belli eder.

Metan Gazı: Renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Ancak metanla beraber diğer hidrokarbonlar bulunduğu karışımın kendine has bir kokusu olduğu söylenebilir. $0,766 \text{ kg/m}^3$ yoğunluğuna sahiptir. Hafif gazlar genellikle atmosferde yüksek bölgelere doğru yükselir. Çünkü gazlar yoğunluğa bağlı olarak yer çekimi etkisiyle aşağı doğru çekilir. Bu nedenle havadan daha hafif olan gazlar genellikle yüksek bölgelere yükselir ve tavan bölgelerinde toplanabilirler. Örneğin metan gibi bazı gazlar hafif olduğu için maden ocaklarında tavan bölgelerinde birikebilir. Bu durum, havalandırma sistemlerinin tasarımında ve gazların kontrolünde önemli bir faktördür.

Kömür damarlarının karakteristik gazı olarak bilinir. Kömürleşme olayının her safhasında çeşitli gazlar oluşur. Metan gazı da bu şekilde oluşur. Zamanla çatlak ve kırıklardan, birikmiş olduğu bölgelerden sızarak yeryüzüne çıkmaya başlar. Doğal olarak ortamda çalışılmakta olan bölgelere dolmaya başlar ve zamanla ocak havasına karışır. Metan yapısı gereği yanıcı ve patlayıcı bir gazdır. Metanın hava ile karışımına **grizu** denir. Karışımın patlamasına ise **grizu patlaması** denilir.

Maden ocağında metan gazı için belirlenen yasal sınır $\%1$ 'dir. Metan gazının bu değerin üstüne çıkması durumunda maden ocağında çalışma yapılamaz. Maden ocağı birbirinden bağımsız fazla sayıda havalandırma bölümlerine ayrılmış olması gerekmektedir. Grizulu olan ocaklarda ölçüm istasyonları en fazla on günde bir ölçüm yapılması gerekir. Genel havadaki metan oranı $\%1,5$ geçtiğinde elektrikli cihaz kullanımı durdurulur.

Genel havada metan gazı çıkma ihtimalinin olduğu yerlerde yanıcı ve patlayıcı ortam oluşabileceği için grizulu kabul edilir. Havasında $\%2$ 'den çok metan tespit edilen yerlerde grizunun temizlenmesi için hiçbir çalışma yapılmaz. Emniyet lambası veya metan dedektörleri ile yapılan ölçümlerde $\%1$ 'den yüksek olan yerlerde ateşleme yapılmaz.

Ocak Tozları

Tüm sanayinin kollarında olduğu gibi madencilikte de tozlu ortamda çalışma, insan sağlığı için tehlike arz eden önemli konulardan biridir. Toz, çıplak gözle görülebileceği gibi mikroskopla dahi görülemeyecek kadar küçük boyutta da olabilir. Genel olarak 1 mm 'den küçük, hava içinde asılı kalabilen ya da zamanla çökebilen, kayaç ve cevherin mekanik işlemler sonucu küçük parçalara ayrılması ile oluşan parçalardır. Katı partiküle **toz** denir. Hava tozluluğu, gravimetrik ve sayısal toz olmak üzere iki şekilde belirtilir.

- **Gravimetrik Toz:** 1 m^3 hava içerisinde bulunan tozun mg olarak tanımlanmasıdır.
- **Sayısal Toz:** 1 cm^3 hava içinde bulunan partikül sayısıdır.

Ocaklardaki toz kaynakları şunlardır:

- Kazı işlemleri
- Nakliye işlemleri
- Yükleme işleri
- Delik delme ve patlatma sırasında



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

- Kayaçların kesilmesi, aşınması ve parçalanması sırasında Ocak tozlarının neden olduğu zararlar şunlardır:
- Toz patlamaları oluşur.
- Yer altında çalışan makineler zarar verir.
- Görüş mesafesini azaltır.
- Solunduğunda akciğer hastalığı olan pnömokonyoza neden olur.

Çalışma başlarında ve sonunda genelde ocaktaki toz miktarı azdır. Ancak kazı ve nakliyat işlerinde yoğunluk artmaya başlar. Çalışmalar ilerledikçe ortamda oluşan toz miktarı artar.

Özelliklerine Göre Tozlar

Solunum Sistemine Zarar Veren Tozlar: Havadaki tozlar uzun süre solunduğunda akciğerlerde birikim yaparak insan sağlığını olumsuz yönde etkiler. Asbest, kömür, demir, kuvars, kum taşı tozu bunlara örnek verilebilir.

Patlayıcı Gazlar: Kömür ve kükürt tozları belli bir konsantrasyona ulaştığında patlayıcı özellik gösterir. Patlama olması için ortamda yanıcı bir madde, oksijen ve ateşleyici bulunmalıdır.

Radyoaktif Tozlar: Kansere neden olan radyum, toryum gibi cevher tozlarıdır.

Tozla Mücadele Yöntemleri

Tozla mücadele, iş yerlerinde çalışanların sağlığını ve güvenliğini korumak amacıyla uygulanan önlemleri içerir. Öncelikle tozla mücadele yönetmeliğine uygun olarak hareket edilmesi çalışanların sağlığını korumak için önemlidir. Bu önlemler arasında su kullanımı önemli bir yer tutar. Delme, patlatma, kazma, yükleme, nakliye gibi toz oluşumuna neden olan işlemlerde su kullanılmak, tozun oluşmasını engeller. Ayrıca tozun olumsuz etkilerini azaltmak için toz bastırma sistemleri ve etkili havalandırma yöntemleri kullanılmalıdır. Kazı sırasında tozun suyla birleşerek yere düşmesini sağlamak için su püskürtme sistemleri kullanılmalıdır. Çalışanların kişisel koruyucu donanımları da unutulmamalıdır. Maske, gözlük gibi donanımlar, çalışanları tozun zararlı etkilerinden korur. Çalışanlara düzenli eğitim ve bilgilendirmelerle tozla mücadele konusunda farkındalık yaratılmalıdır. Bu önlemler, tozla mücadele yönetmeliğine uygun olarak hareket etmek ve iş yerinde sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak adına hayati öneme sahiptir. Alınan önlemlerle tozun oluşmasının önlenmesi ya da oluşan tozun olumsuz etkilerinin en aza indirgenmesi amaçlanır.

ETKİNLİK 3.2

Ocak tozlarının neden olduğu zararları önlemek için neler yapılabilir? Ayrıntılı şekilde açıklayınız.

.....
.....

3.2. YER ALTI MADENDE ÇALIŞMA ORTAMININ GAZ VE TOZ ÖLÇÜMLERİNİN KONTROLÜ

Ocak içerisindeki gaz ve toz miktarının kontrolü madencilerin sağlığı ve güvenliği açısından kritik bir önemi vardır.

Ocaklarda Toz Ölçümleri

Herhangi bir ortamda tozdan bahsedildiğinde bir vardiyada meydana gelen ortalama toz



konsatrasyonunun anlaşılması gerekir. Ocak içerisindeki toz, öncelikli olarak şekli ve yapısı ocak içindeki tozun yer altındaki bölgeler arası değişebilir olmasıdır. Toz örnekleri çalışanların sağlığına zarar verip vermemesi yönünden değerlendirmenin yapılabilmesi için toz örneğinin işçilerin baş seviyesinden alınması gerekir. Toz ölçümünde kullanılan aletler şunlardır:

- Konimetre
- Isısal çökelticiler
- Gravimetrik toz toplayıcı

Ocak Yangınları

Yer altında yangınlarla çok sık karşılaşılmasa da yangın meydana geldiğinde ortama yayılan zehirli ve boğucu gazlar nedeniyle sonu ölüm ile bitebilecek durumlar ortaya çıkabilir. Ocakta bir yangın meydana geldiğinde çalışma ortamına gönderilen hava yangının söndürülmesinde ve çalışanların güvenli bölgeye ulaşmalarının önünde bazı zorluklar oluşturmaktadır.

Bir yangının meydana gelebilmesi için oksijen, ısı ve yanıcı madde bileşenlerinin bir araya gelmesi gerekir. Ocak yangınları, eksojen ve endojen yangın olmak üzere iki çeşittir.

1. Eksojen Ocak Kaynakları: Yangına sebep olan ısı kaynağı dışsal kaynaklardır. Bunlar açık alevli yangınlardır. Yer altında çalışma yapılırken kullanılan makinelerin yanlış kullanılması, bakımların zamanında yapılmaması, ateşleme sonrası alev, elektrik kıvılcımı, kaynak işlemleri neden olur. Bu tip yangınlarla mücadelede elektrik ve sıvı yakıt yangınları dışında kalanlar için su ve köpük kullanılarak klasik yangın söndürme yöntemi kullanılır. Ancak elektrik kaynaklı bir yangın ise bu durumda karbondioksit veya kuru yangın söndürücüler kullanılmalıdır.

Ocak yangın riski olan yerlerde yönetmelikle ana vantilatörlerin tersine de çalışabilmesi zorunlu hâle getirilmiştir.

2. Endojen Yangınlar: Diğer adı gizli ocak yangınlarıdır. Alev kaynağı ortamın kendisidir. Ortam, kendi kendine ısınır. Çok fazla ağaç tahkimatın kullanıldığı kömür ocaklarında, sülfürlü cevherlerin bulunduğu ortamlarda meydana gelebilir. Bir ocakta gizli bir yangın varlığını tespit edebilmek için ocak havasının düzenli kontrol edilmesi gereklidir. Göçük bölgelerinde yanıcı madde bulundurulmamalı ve terk edilmiş bölgelerin hava ile teması mümkün olduğunca kesilmelidir.

Ocak Havalandırma Türleri

Yer altı madencilğinde ocak planlaması yapılırken tüm açıklıklardan geçecek hava miktarı hesaplanır. Buna göre ocağın tüm ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde havanın doğru bir şekilde dağıtılması sağlanır. Ancak yer altı ile ilgili olarak en başta yapılmış olan tüm değerlendirmelerin değişebileceği unutulmamalıdır. Çünkü yer altında yapılan çalışmalar değişken bir yapıya sahiptir.

Yer altına gönderilecek havanın hesaplanmasında dikkat edilmesi gereken kriterler şunlardır:

1. Çalışan işçi sayısı
2. Etrafa yayılan ve dizel motorların egzozlarından çıkan gaz miktarı
3. Patlayıcı madde miktarı
4. Toz miktarı

Yer altında özellikle kömür ocaklarında havalandırmanın birden fazla mekanik sistem kullanılarak yapılması yasal bir zorunluluktur. Havalandırma ile ilgili mevzuat hükümleri doğrultusunda bir yönerge hazırlanır. Hazırlanan bu yönerge işçilerin görebileceği yerlere asılır. Yer altı maden ocaklarında havalandırma doğal havalandırma, mekanik havalandırma ve tali havalandırma olmak üzere üç çeşittir.

Doğal Havalandırma: Ocak içinde herhangi bir mekanik cihaz kullanılmadan yapılan havalandırma türüdür. Yer altı ocak girişi ve yer altı ocak çıkışı arasındaki kot farkından kaynaklanan hava akı-



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

mından yararlanır. Doğal havalandırmanın yeterli olmadığı durumlarda ek olarak vantilatör kullanılması gerekir. Ocak içi ve ocak dışı arasında oluşan sıcaklık farkı, doğal havalandırmanın gücünü belirler. Mevsimlere göre hava akımının yönü değiştirebilir. Her yer altı maden ocağında doğal havalandırma oluşmayabilir.

Mekanik Havalandırma: Yer altı maden ocaklarında vantilatör kullanılarak yapılan havalandırma yöntemidir. Eğer bir ocakta doğal hava akımı oluşsa dahi ilave olarak havalandırma ihtiyacı duyulmaktadır. Bunun için vantilatör (fan) kullanılır. Kullanılan bu vantilatör emici, üfleyici, hem emici hem üfleyici olarak çalıştırılabilir.

Kullanılan ocak vantilatörleri genel olarak yer üstüne yerleştirilir. Yer üstüne yerleştirilen vantilatör özelliği emici ya da üfleyici tipte olur. Ancak yer altına yerleştirilen bir vantilatör hem emici hem üfleyici özellik taşımaktadır. Kömür ocaklarında mekanik havalandırma yapılması mecburidir.

Vantilatör

Vantilatör mekanik enerji ile dönen kanatlar vasıtasıyla havanın hareket etmesini sağlayan makinelerdir. Yer altı maden ocaklarında kullanılan vantilatörler yerleştirilme yerlerine, yapılarına ya da kullanılan özelliklerine göre sınıflandırılır.

Yerleştirildikleri Yere Göre Vantilatörler

Ana Vantilatör (Genel Havalandırmada Etkili Vantilatör), yer üstüne yerleştirilen vantilatörlerdir. Ocağın genel havalandırılmasından sorumludur. Büyük kapasiteli ve uzun ömürlü olacak şekilde seçilir. Bağımsız iki enerji kaynağı vardır. Bir tanesi arıza yaptığında diğeri kolay ve hızlıca devreye girer. Ana vantilatörün mutlaka yedeği bulunmalıdır. Havalandırmada süreklilik esastır. Herhangi bir olumsuz durumda ocak havasının akım yönünü tersine çevirecek özellikte olması zorunludur. Herhangi bir arıza durumunda sesli ya da ışıklı uyarı alarm sistemi olması gerekir. Büyük kapasiteli vantilatörlerdir.

- 1. Konum ve Sorumluluk:** Yer üstüne yerleştirilen vantilatörlerdir ve maden ocağının genel havalandırmasıyla görevlidir.
- 2. Kapasite ve Ömür:** Büyük kapasiteli ve uzun ömürlü olarak seçilir.
- 3. Enerji Kaynakları:** Bağımsız iki enerji kaynağına sahiptir. Bir tanesi arıza yaptığında diğeri hızlıca devreye girer.
- 4. Yedek:** Ana vantilatörün mutlaka yedeği bulunmalıdır.
- 5. Süreklilik:** Havalandırma sisteminin sürekli çalışması esastır.
- 6. Akım Yönü Tersine Çevirme:** Herhangi bir olumsuz durumda ocağın havasının akım yönünü tersine çevirebilmelidir.

Arıza Durumunda Uyarı: Herhangi bir arıza durumunda sesli ya da ışıklı bir uyarı alarm sistemi olması gerekir.

Yardımcı Vantilatör: Yer altında belli dönemlerde kullanılmak üzere ana hava akımına yardımcı olacak şekilde kullanılan vantilatörlerdir. Ana vantilatörler gibi kapasiteleri yüksek değildir. Belli bir süre için kullanılır.

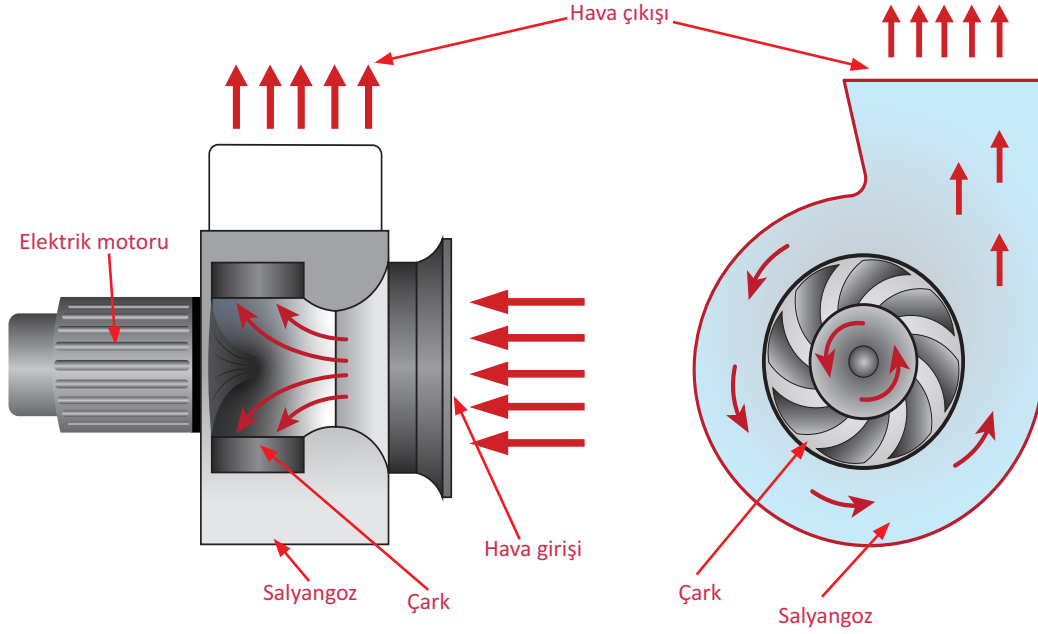
Tali Vantilatör: Ana hava akımının ulaşamadığı yerlerde kullanılır. Kuyu açma, galeri sürme kör galerilerin havalandırılmasında kullanılır. Kolaylıkla nakledilebilir.

Vantilatör Çeşitleri

Mekanik olarak yapılan havalandırmada santrifüj tip vantilatör ve aksiyel vantilatör olmak üzere iki tip vantilatör kullanılır.



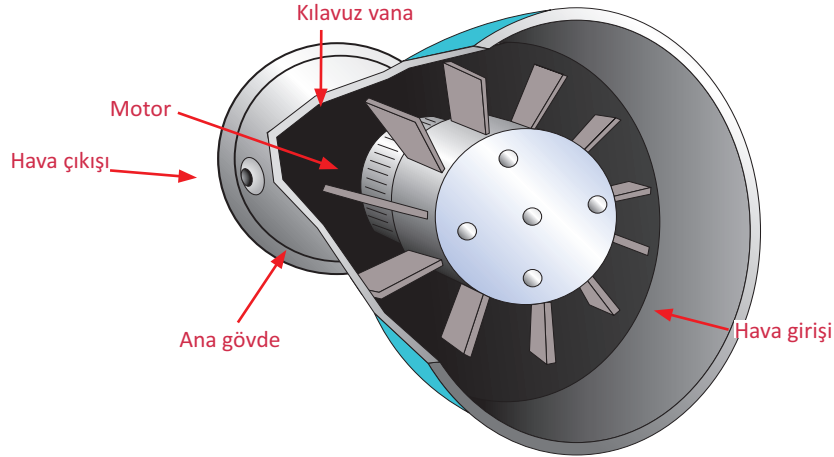
Santrifüj Tip Ventilator (Radyal): Yüksek basınçlı hava akışı sağlayan, farklı ortamlarda kullanılabilen ventilatörlerdir (Şekil 3.2). Dayanıklı ve uzun ömürlüdür. Basit bir yapıya sahiptir. Bu ventilatörler oldukça sessiz çalışır. Merkezkaç kuvveti esasına göre çalışır. Fan içerisindeki pervane elektrik motoru aracılığıyla döndürülür. Pervane havayı bu sayede merkezden dışarı doğru iterek fan çıkışına gönderir. Fan çıkışındaki kanatlar yoluyla çıkan hava istenilen tarafa yönlendirilir. Pervanenin boyut ve şekli dönme hızına bağlı olarak değişir. Oldukça sağlam bir yapıya sahiptir. Ancak boyutları büyük olduğu için montajı zordur. Bakımı ise maliyetlidir.



Şekil 3.2: Radyal ventilatörünün kesiti ve yandan görünüşü

Aksiyel Ventilator (Eksenel): Görünüm olarak uçak motorlarına benzer bir görünüme sahiptir (Şekil 3.3). Yer altı ventilatörü olarak konumlandırılır.

Aksiyel fanlarda basınç farkı ile oluşturulan havanın hareketinin eksenel yönde yapılarak yapılan havalandırma şeklidir.



Şekil 3.3: Aksiyel ventilatörünün kesiti ve yandan görünüşü



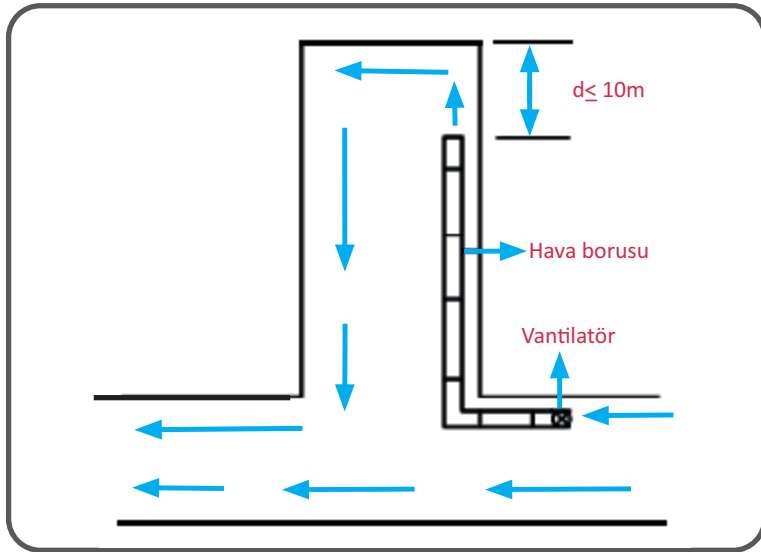
YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Çalışma Şekline Göre Vantilatör Tipleri

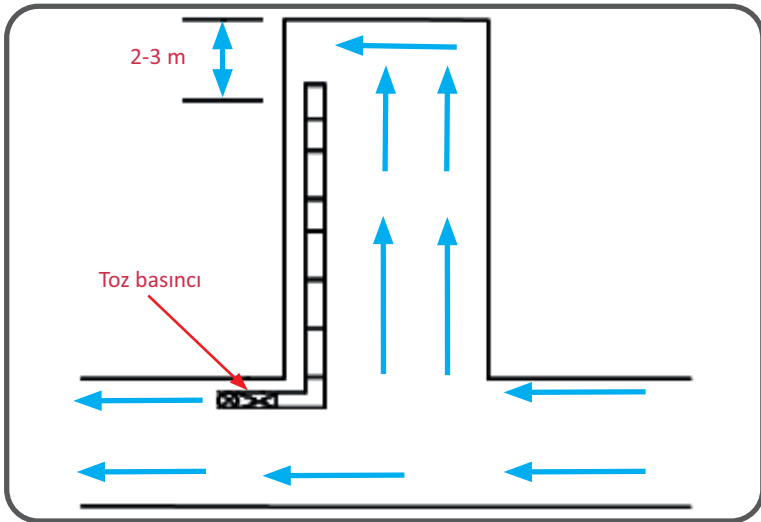
Vantilatörler, üfleyici ve emici olmak üzere iki çeşittir. Ocak içindeki hava basıncı yüksek ise üfleyici havalandırma, düşük ise emici havalandırma olacak şekilde yerleştirilir. Metan gazı miktarı yüksek olan ocaklarda emici havalandırma kullanılması gerekir.

Yeni açılan galeri havalandırılmasında temiz hava akımı ne yönde ise vantilatör o tarafa yerleştirmelidir. Havaya karışan kirletici maddelerin türüne göre vantilatör seçimi yapılır. Üfleyici vantilatör sistemlerinin (Şekil 3.4) üfleme hızının yüksek olması ve kısa sürede ortamı temizlemesi üfleyici vantilatörlerin avantajlarındandır. Ortamın çok tozlu olduğu durumlarda ise emici tipte (Şekil 3.5) olan vantilatörler tercih edilmelidir. Bu tür vantilatörün tercih edilmesiyle temiz hava akışı sürekli olur.

Büyük yer altı ocaklarında tek bir vantilatör yeterli gelmemektedir. Bu durumda birden fazla vantilatör birbirine bağlanarak kullanılır. Vantilatörlerin tek bir sıra hâlinde bağlanmasına **seri bağlantı** denir. Eğer vantilatör ayrı hava yollarından yan yana bir düzen oluşturacak şekilde bağlanmış ise buna **paralel bağlama** denir.



Şekil 3.4: Üfleyici havalandırma sistemi



Şekil 3.5: Emici havalandırma sistemi



Her iki sistemde bazı hâllerde ortak kullanılabilir. Açılacak galeride fazla ateşleme yapılmışsa galeri boyutları büyük ise her iki sistem devreye girebilir.

Havalandırma işletme maliyetleri açısından eğer uzun vadeli bir çalışma yapılacaksa vantilatör seçimi bu durum dikkate alınarak yapılmalıdır. İlk yatırım ve işletme maliyeti yönünden genel bir değerlendirme yapılmalıdır.

Tali Havalandırma: Ana havalandırma dışında kalan, kör galeri, yeni açılmakta olan galeri ve tünellerin havalandırılmasında kullanılan havalandırma şeklidir.

Tali havalandırma, havanın ocak içindeki dağılımını etkilemeyecek şekilde olmalıdır. Tali havalandırmada yaygın olarak vantüp adı verilen hava boruları kullanılmaktadır. Bu borular antistatik ve alev almayan özellikte olmalıdır. Vantüpler patlayıcı gaz içeren yerlerde kullanılabilir.

Maden Ocağı İçin Gerekli Hava Miktarının Hesaplanması

Ocak açılmadan önce ocak planlaması her maden işletmesinin hazırlık aşamasında önemli bir adımdır. Yeni bir maden ocağının açılmasında gerekli hava miktarının hesaplanması, planlamanın en zorlu kısımlarından biridir. Bu nedenle her maden ocağında etkili bir havalandırma planının bulunması büyük önem taşır. Yer altı çalışmalarında her noktaya ulaşabilmek için yeni keşifler yapmak gereklidir. Bu keşifle genellikle sondajlarla yapılarak üç boyutlu analize olanak sağlar.

Ocakta, herkesin kolayca erişebileceği bir yerde bulunan bir havalandırma planının olması büyük önem taşır. Havalandırma planı, çalışılan cevherin türüne bağlı olarak belirlenmelidir. Eğer çalışılan cevherde yoğun gaz çıkışı varsa hava miktarı buna göre hesaplanmalıdır. Öte yandan, metal madenleriyle çalışılıyorsa kullanılacak patlayıcı madde ve toz miktarı dikkate alınarak gerekli hava miktarı belirlenmelidir.

Ocak havalandırması için gerekli hava miktarı hesaplanırken dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Ocak içerisinde çalışan sayısı
- Ortama yayılan gaz miktarı
- Çalışma esnasında ortama yayılan toz miktarı
- Hava hızı miktarı
- Kullanılacak patlayıcı miktarı
- Dizel araç gücü

Ocakta çalışmanın ağır şartlarda olacağı göz önüne alındığında hava hızının 0,5-8,0 m/sn olması gerekir. Ancak belirlenen değer galeri kesitine göre değişebileceği göz önüne alınmalıdır. Havalandırmada yönetilecek değerler ise hava hızı, gaz ve toz limitleri, termal konfor ile basınç kayıplarıdır.

Yer Altında Hava Ölçme ve İzleme Ekipmanları

Yer altı havalandırma ölçmeleri düzenli ve doğru şekilde yapılmalıdır. Böylece çalışma ortamı hem güvenli olur hem de süreklilik sağlanır. Yer altı dinamik bir yapıya sahiptir. Yerin bir bölümünde çalışma yapılırken başka bir bölümünde yeni yollar sürülür. Bu nedenle yer altı maden ocakları hiç durmayan bir çalışma sistemine sahiptir. Çalışmaların sürekli olması nedeniyle yer altına gönderilen hava, sürekli bir değişim hâlinindedir. Yer altında yönetmelikle zorunlu hâle getirilen seyyar gaz ve sabit gaz ölçüm cihazlarıyla sürekli takip yapılması gerekmektedir. Ayrıca çalışma yerlerine gönderilen hava miktarını ölçmede yardımcı aletler kullanılmaktadır.

1. Hava Hız Ölçüm Cihazları

a) Pitot tüp: Paslanmaz çelikten yapılan pitot tüp şeklinde imal edilmiştir. Ocak içinde çok yüksek hız ölçümlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

b) **Anemometre:** Kullanılan cihaz içindeki kanatların belli bir zaman aralığı içinde dönme sayısı ile hesaplama yapılır. Orta ve yüksek hava hızını ölçmede kullanılır.

c) **Velometre:** Oldukça hassas bir cihazdır. Bu aletle 0,5 m/sn'ye kadar olan hava hızları ölçülebilir.

2. Basınç Ölçüm Cihazları

a) Manometre

b) Barometre

3. Nem Ölçüm Aletleri

a) Higrometre

b) Psikometre

Maden iş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliği ne göre havalandırma ile ilgili aşağıdaki ayrıntıları kapsayan ve ilgili mevzuat hükümleri doğrultusunda hazırlanan bir yönerge hazırlanır ve hazırlanan yönerge çalışanların görebileceği yerlere asılır. Bu yönergede bulunması gereken ifadeler şunlardır:

- Havalandırma sisteminin doğal ya da cebri olarak sağlandığına dair bilgi
- Havalandırma planı hakkında bilgi
- Havalandırma etkileyebilecek durumlar
- Havalandırmanın yapılmadığı bölgeler
- Hava ölçümlerinin kim tarafından, hangi aralıklarla ve nerelerde yapılacağı
- Yapılacak gaz ölçümleri
- Ölçümler sonrasında alınacak tedbirler

ETKİNLİK 3.3

Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Ocak havalandırmalarında gerekli hava miktarı hesaplanmasında hangi faktörler dikkate alınmalıdır?

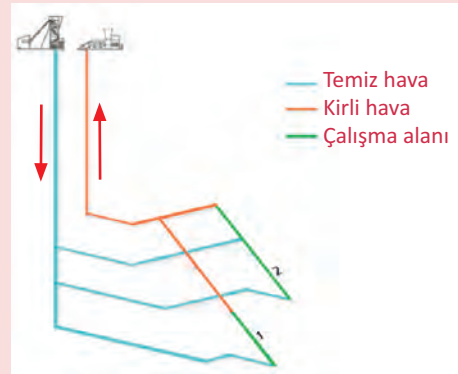
.....
.....

2. Gaz veya toz ölçümlerinin yapılmasında hangi cihazlar kullanılmalıdır?

.....
.....

3. Yer altı madenine giren ve çıkan havayı aşağıda görsel üzerinde göstererek ilgili boşluklara hava türünü yazınız.

.....
.....
.....





ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Yer altında yapılacak tüm çalışmalar için gerekli havayı istenen kalitede yer altına göndermek ve kalitesi değişen havanın ise dışarı çıkması için yer altından atılması işlemine denir.
2. Ocağa giren hava kalitesi ile çıkan hava kalitesi değildir.
3. Temiz hava içerisinde,, oluşur.
4. Boğucu hava denildiğinde ocak içindeki oksijen miktarının altına inmesidir.
5. Havanın yoğunluğu tür.

B) Aşağıdaki soruları okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi yer altı madenlerinde havalandırma yapmanın amaçlarından biri değildir?

- A) Ocak içerisinde sadece çalışan tüm personelin ihtiyacı olan havayı sağlamak
- B) Yer altında çalışma yapılırken ortaya çıkan tehlikeli gazların birikmesini engellemek
- C) Tozlu olan çalışma ortamını olabildiğince zararsız hâle getirmek
- D) Ocak yangınlarını engellemek
- E) Yer altında derinlere inildikçe artan sıcaklık ve nem miktarını kontrol altına almak

7. Yer altına gönderilecek hava hesaplanırken insan ve malzeme taşımada kullanılan kuyularda, ana nefeslik yollarında, eğimli ve düz yollarda hava hızı en fazla kaç olmalıdır?

- A) 0,1 m/sn B) 0,5 m/sn C) 3 m/sn D) 8 m/sn E) 15 m/sn

8. Aşağıdakilerden hangisi yer altına gönderilecek hava miktarı için göz önünde bulundurulması gereken unsurlardan biri değildir?

- A) Yer altında çalışan işçi sayısı
- B) Çıkan gaz miktarı
- C) Toz oluşumu
- D) Havadaki toz konsantrasyonu
- E) Havalandırma yapma

9. Tozlu ortamda çalışanların herhangi bir riskle karşılaşma olasılığında aşağıdakilerden hangisi dikkate alınmayabilir?

- A) Maruz kalma
- B) Tozun türü
- C) Etkilenme süresi
- D) Çalışanın cinsiyeti
- E) Yasal mevzuat

10. Aşağıdakilerden hangisi ocaklardaki toz kaynaklarından değildir?

- A) Kazı işlemleri
- B) Nakliye işlemleri
- C) Yükleme işleri
- D) Delik delme ve patlatma sırasında
- E) Kayaçların parçalanması sırasında su püskürtülmesi

C) Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını ilgili boşluklara yazınız.

11. Doğal havalandırma nedir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

12. Grizu patlaması nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

13. Eksojen yangınları nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....



14. Yer altında havalandırma neden önemlidir? Yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....

15. Mekanik havalandırma nedir? Açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....

4. ÖĞRENME BİRİMİ

ÜRETİM İŞLEMLERİ



KONULAR

- 4.1. YER ALTI MADENDE ÜRETİM YÖNTEMLERİ
- 4.2. YER ALTI MADENİNDE ÜRETİM

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yer altı madeninde kullanılan üretim yöntemlerini açıklama
2. Yer altı madeninde yapılan üretim işlemlerini açıklama

TEMEL KAVRAMLAR

- have
- kazı
- oda
- topuk
- yöntem

HAZIRLIK SORUSU

Yer altı madencilğinde planlama deyince ne anlıyorsunuz? Açıklayınız.



4.1. YER ALTI MADENDE ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Madencilik, iş sağlığı ve güvenliği açısından diğer sektörlerle göre daha zorlu bir meslektir. Çünkü çalışma koşulları oldukça ağırdır. Zorlu yer altı şartları, olası risklerin tespitini güçleştirmektedir.

Cevherin oluşumu uzun bir süreç gerektirir. Çıkarılan cevherin yeniden oluşması da uzun bir süreyi kapsar. Bu nedenle gelişen sanayi ve teknoloji sayesinde madenlerden en üst düzeyde verim almak önemlidir. Ancak bu hedefe ulaşırken ekonomik olmaya da dikkat edilmelidir.

4.1.1. Yer Altı Madenlerinde Üretim Yönteminin Planlanması

Maden çıkarılması genellikle iki şekilde gerçekleşir. Cevher yüzeye yakınsa açık ocak madenciliği tercih edilir. Ancak cevher daha derinlerden çıkarılacaksa yer altı madenciliği kullanılır. Yer altı madenciliği, ilerleyen teknoloji ve gelişmiş ekipmanlar sayesinde artan güvenli çalışma şartlarıyla birlikte daha verimli hâle gelmiştir. Bu nedenle gelecekte yer altı madenciliğinin yer üstü madenciliğinden daha fazla tercih edilmesi beklenmektedir.

Yer altı madenciliğinde, tüm zorluklara rağmen seçilecek üretim şekli, çevreye zarar vermeden güvenli bir çalışma ortamını sağlanmayı amaçlamalıdır. Bir madenin yer altında çıkarılması ve bu süreçte kullanılacak yöntemlerde dikkat edilmesi gereken özellikler şunlardır:

- Ocak uygun tenöre ve teknik olarak mekanizasyona elverişli olmalıdır.
- İlk yatırım maliyeti, işçilik, malzeme gibi giderler ekonomik olmalıdır.
- Çevreye zarar verilmemeli ve çevre kirliliği oluşturulmamalıdır.

4.1.2. Üretim Yöntemleri

Yer altı maden üretim işlerinde yıllar içinde farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler cevherin bulunduğu yere, rezerv durumuna ve işletildiğinde ekonomik olma koşuluna göre değerlendirilir. Üretim yöntemi seçilirken dikkat edilmesi gereken özellikler şunlardır:

- Jeolojik koşullar (Cevher, yan kayaç sertliği vb.)
- Cevher geometrisi (Cevher yatağının şekli ve boyutu)
- Yatak derinliği
- Yer altı madenlerinde kullanılacak ekipman seçimi
- Maden ömrü ve çıkarılacak cevher miktarı (Maden ömrü cevherin piyasadaki pazar oranı, üretim maliyeti, tenör vb.)

Yeraltı madencilikte kullanılan yöntemler ise şunlardır:

- Tahkimatsız yapılan yöntemler
- Göçertmeli yapılan yöntemler
- Tahkimat kullanılan yöntemler

Burada önemli olan yatak geometrisini dikkate alarak çıkarılacak cevherin ekonomik ve verimli bir şekilde çıkarılabilmesidir.

4.1.2.1. Tahkimatsız Yapılan Yöntemler

Bu üretim yönteminde, tavan ve tabanın orta veya yüksek sertlikte olması istenir. Cevherin kazılması ve çıkarılmasından sonra oluşan boşluğun herhangi bir destekleme yapılmadan bırakıldığı üretim yöntemidir. Tahkimatsız yapılan üretim yöntemleri şunlardır:

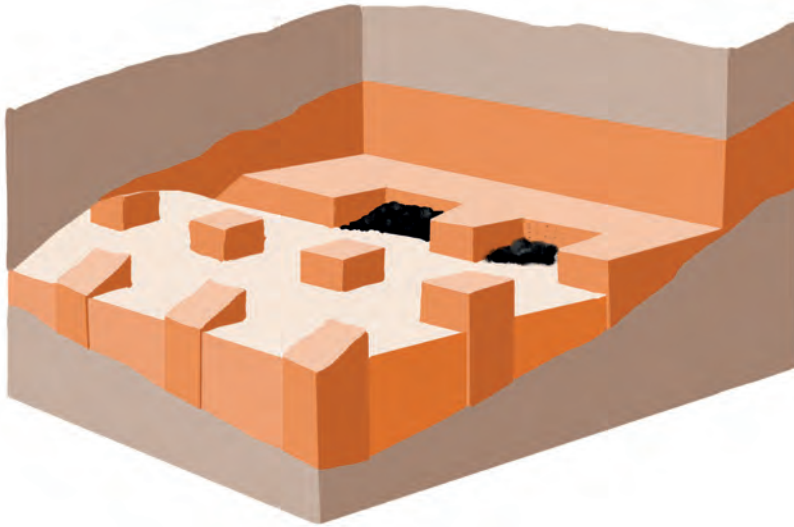


- Oda topuk yöntemi
- Kazı topuk yöntemi
- Ambarlı ayak yöntemi
- Ara katlı kazı yöntemi

Oda Topuk Yöntemi

Kömür madenciliğinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem olan oda-topuk yöntemi (Şekil 4.1), düşük eğime sahip ve damar kalınlığı fazla olmayan anhidrit, kömür, potas gibi yataklarda tercih edilir. Bu yöntemin etkili olabilmesi için çıkarılacak cevherin zayıf ya da orta sağlamlıkta, cevheri çevreleyen kayacın ise sağlam olması beklenir.

Oda topuk yöntemi, 4 veya 5 m'ye kadar olan damar kalınlıklarında başarılı bir şekilde uygulanabilir. Bu durum mekanize kazıya uygunluğu artırır ve verimi yükseltir. Ancak üretim sonrasında topuklarda kalan cevher nedeniyle üretim kaybı yaşanabilir. Üretim bittikten sonra topuklarda kalan cevherlerin alınabilmesi için göçertme işlemi yapılmalıdır.



Şekil 4.1: Oda topuk yöntemi

Yöntemin uygulanabilirliği açısından, oda-topuk yönteminin basit ve kolay bir hazırlık aşamasına sahip olması da önemlidir. Bununla birlikte, yöntemin mekanize kazıya uygunluğu, başlangıç maliyetlerini artırabilir. Bu nedenle ilk yatırım maliyetlerinin dikkate alınması önemlidir. Oda topuk yönteminde yapılacak işlemler şunlardır:

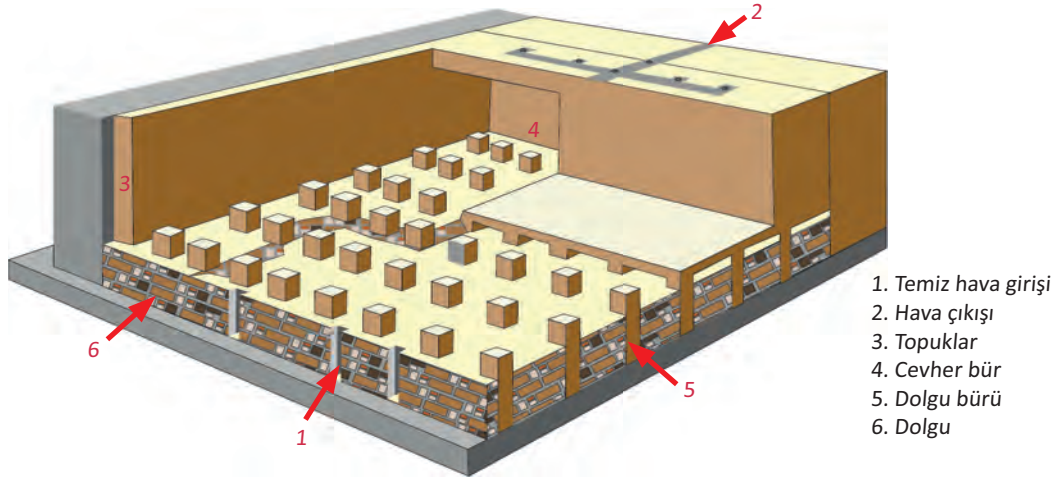
- Cevher içerisinde ana galerilerin açılması
- Açılan galerilerin büyük bloklara ayrılması
- Blokların ayrı panolara bölünmesi
- Pano galerilerine dik olarak sürülen oda giriş galeri açılmasıyla üretimin başlaması

Oluşturulan her iki oda arasında bırakılan alana **topuk** denir. Üretime başlandığında bu topuklarda cevher kalır. Üretim için derinlere inildikçe topuklarda bırakılan cevher kayıpları artar. Kömür ocaklarında topuklar daha düzenli olurken metal madenlerinde daha düzensiz olabilir.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Oda topuk yöntemi (Şekil 4.2), delme-patlatmaya veya sürekli kazı gereçlerinin kullanılmasına olanak sağlar. Yer altı kazı makineleri olarak ripper ve galeri açma makineleri sıklıkla kullanılır. Oda şeklindeki üretim yöntemi, havalandırma gibi hayati önem taşıyan işlemleri daha kolay hâle getirir.



Şekil 4.2: Oda topuk yöntemi

Kazı Topuk Yöntemi

Bu yöntem, oda topuk yöntemine benzer ancak aralarındaki temel fark düzenli ya da düzensiz topuk bırakma özelliğidir. Oda topuk yönteminde bırakılan topuklar genellikle düzenlidir. Ancak bu yöntemde düzensiz de bırakılabilir. Düzensiz bırakılma, topuklarda daha az cevher bırakma isteğinden kaynaklanır. Bu yöntem genellikle metalik cevher üretiminde tercih edilir. Kömür madenciliğinde bu yöntem kullanılmaz. Ancak oda topuk yöntemi kömür madenciliğinde ya da kömür dışı madencilikte kullanılabilir. Bu iki yöntem arasındaki belirgin fark, topuk bırakma düzeninin olup olmamasıdır.

Kazı topuk yöntemi (Şekil 4.3), geniş uzanıma sahip damar ya da mercek tipi cevherlerin çıkarıldığı, tavan taşının orta sağlamlıkta olduğu ve 30° eğime sahip yataklarda kullanılan bir madencilik yöntemidir. Bu yöntemde delme, patlatma, yükleme ve nakliyat işlemleri sırasıyla gerçekleşir.



Şekil 4.3: Kazı topuk yöntemi



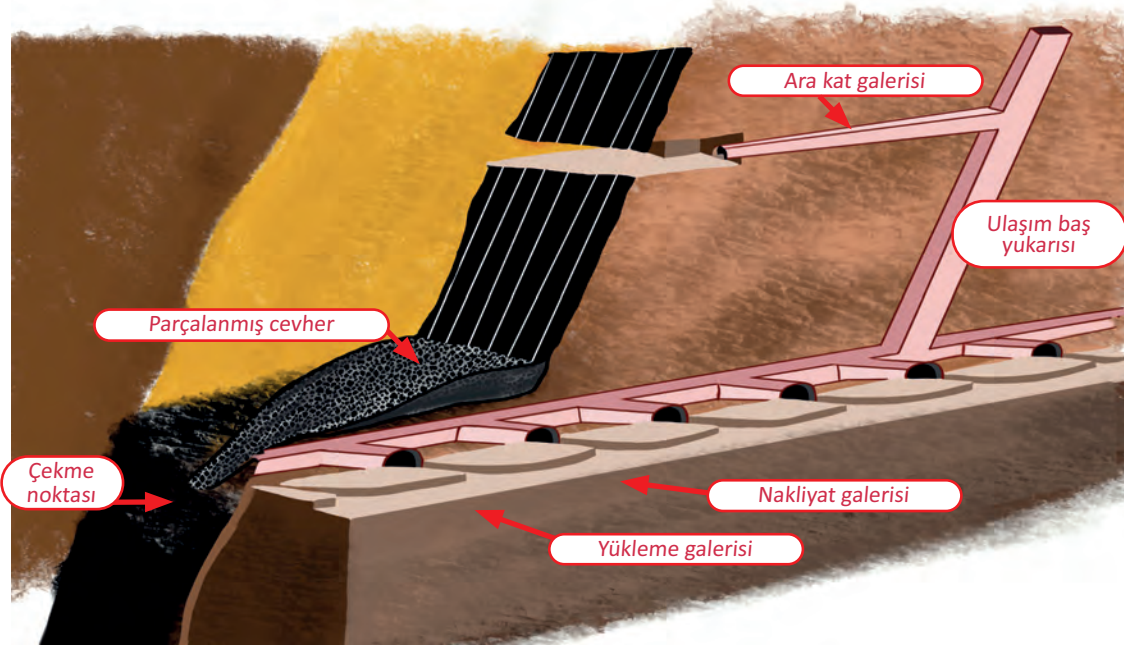
Delme işlemi, sert kaya üzerinde çalışılıyorsa darbeli veya döner delici; yumuşak kayada çalışılıyorsa elektrikli döner delici kullanılarak yapılır. Patlatma için anfo ya da nitrogliserin gibi patlayıcılar kullanılır. Yükleme işi, önden veya kollu yükleyicilerle nakliyat ünitelerine malzemenin sevk edilmesiyle gerçekleşir.

Kazık topuk yöntemi, fazla hazırlık gerektirmeyen, orta üretimde kullanılabilen bir yöntemdir. Ancak mekanizasyon için yüksek yatırım maliyetine sahiptir, düzenli topuk bırakmak zordur ve havalandırma sistemlerinde sorunlara yol açabilir. Ayrıca zemin ve tavanın sürekli kontrol edilmesini gerektiren bir yöntemdir.

Ambarlı Ayak Yöntemi

Ambarlı ayak yöntemi (Şekil 4.4), basit bir teknik olması nedeniyle eskiden kömür madenlerinde sıkça kullanılan bir madencilik yöntemidir. Ancak mekanizasyon sistemlerinin gelişmesiyle bu yöntemin kullanımı azalmıştır. Bu yöntem yukarıdan aşağıya doğru yapılan bir kazı tekniğidir. Üretim yönü ve yatağın ilerleme yönü tabandan tavana doğru gerçekleşir. Günümüzde küçük ölçekli, düşük rezervli maden yatakları için uygun bir seçenektir.

Sağlam bir cevher yataklanması olduğunda ambarlı ayak yöntemi tercih edilir. Bu yöntemde cevher yatağının boyutu en önemli kriterdir. Eğim en az 50° olmalıdır. Yüksek olan damar şekilli ve düzenli boyutlara sahip yataklar için uygundur.



Şekil 4.4: Ambarlı ayak yöntemi

Cevher, yatay dilimler hâlinde çıkarılır. Çıkarılan cevherin tamamı hemen taşınmaz. Cevherin alındığı kısımda meydana gelen boşluğun desteklemesi amacıyla bir kısmı bırakılır. Böylece istenmeyen göçmelerin önüne geçilir. Ancak ambarlı ayak yöntemiyle çıkarılan cevherin bir kısmının dolgu olarak bırakılmasından kaynaklı bazı sakıncalar bulunur. Çıkarılan cevherin kendiliğinden yanmaya meyilli olması ya da oksidasyona sebep olması bu yöntemin uygulanabilirliğini zorlaştıran etkenler arasındadır.

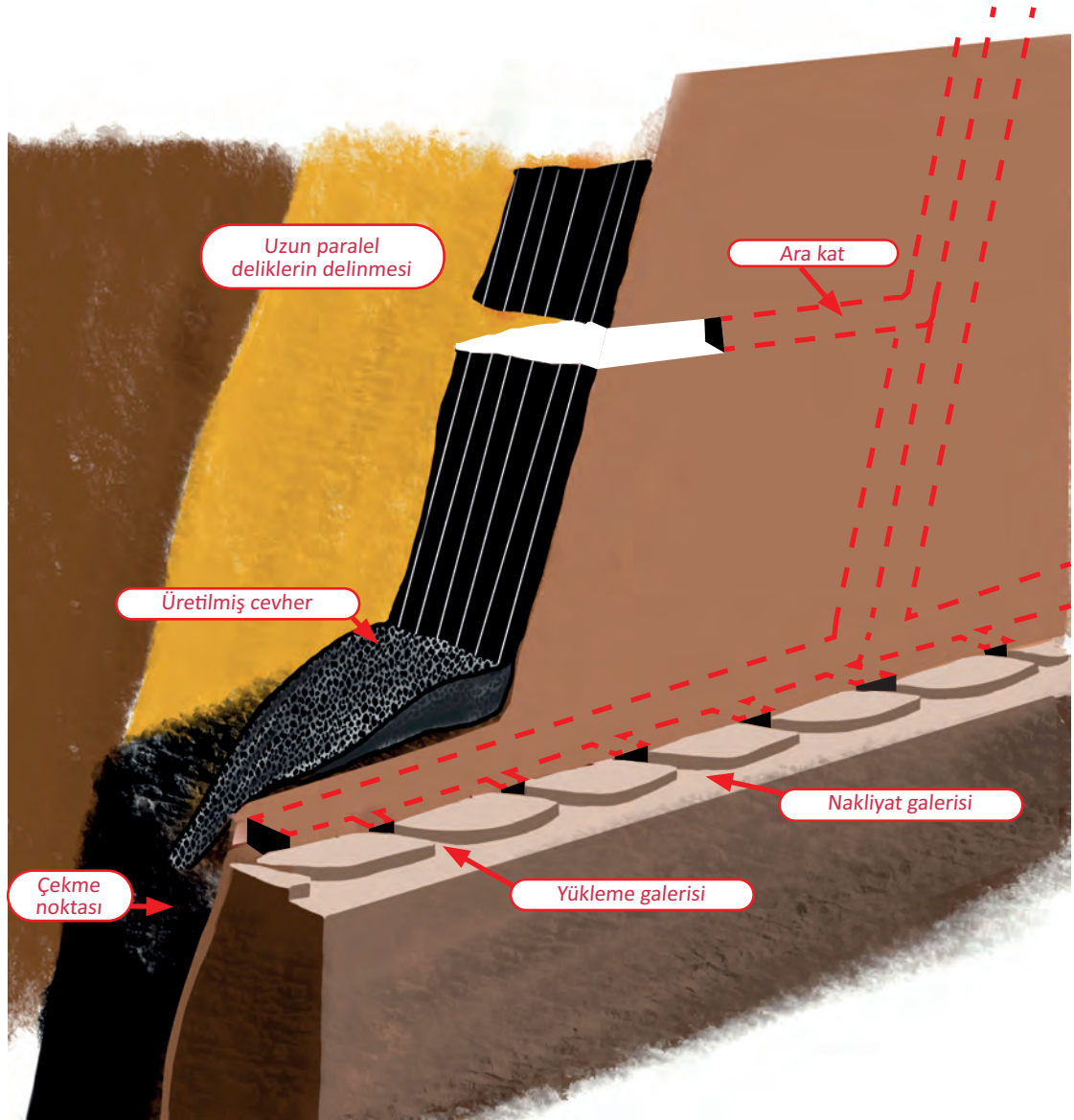


Ara Katlı Kazı Yöntemi

Ara katlı kazı yöntemi (Şekil 4.5), düşey yönde ilerleme yapılan bir madencilik yöntemidir. Özellikle 60-90° olan damar ya da mercek şekilli yataklarda kullanılır. Bu yöntemde cevher geometrisinin düzgün boyutlarda olması istenir. Cevher ve kayaç sağlamlığı orta seviyede veya daha sağlam olması gerekir. Ara katlı kazı yönteminde havalandırma işlemi kolaylıkla gerçekleştirilebilir.

Bu yöntem, katlar hâlinde bölünmüş cevherin en alt kısmından başlayarak yukarı doğru olan katların sırasıyla çıkarılması işlemine dayanır. Yatak üretim ilerlemesi için uygulanacak işlemler şunlardır:

- Pano ve topuklara ayrılır.
- Her pano için düşey ve yatay olarak sürülen galeriler ile dilimlere ayrılır.
- Yatay olarak sürülmüş olan galeriler ile ara katlar oluşturulur.
- Cevher üretimine geçilir.

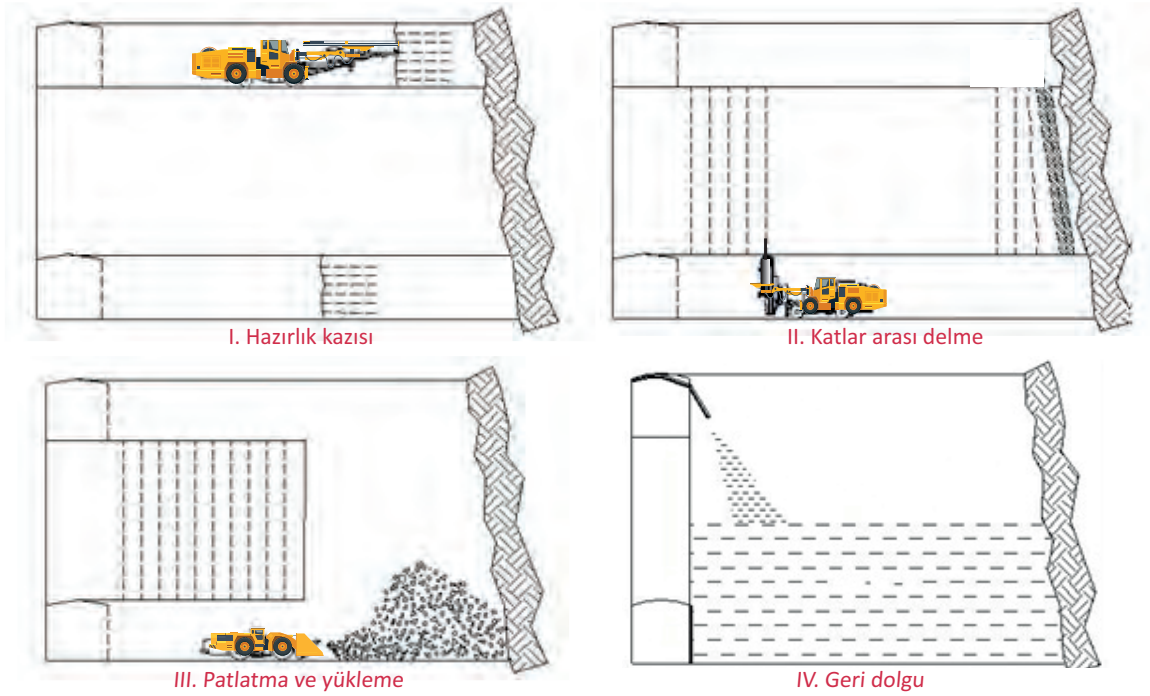


Şekil 4.5: Ara katlı kazı yöntemi



Üretime geçilirken önceden yapılan üretim planlaması doğrultusunda delme işlemi gerçekleştirilir. Delme işlemi sırasında sapmaların düşük seviyede olması gerekir. Bu yöntem, esnek bir üretim şekli değildir. Patlatma yapılarak ilerlendiği için yapılacak işlemlerde dikkatli bir şekilde plana uygun ilerleme kritiktir (Şekil 4.6).

İşçilerin kazı boşluğunda çalışma gerekliliği olmadığı için güvenli kabul edilen bir yöntemdir. Havalandırma işlemi kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Mekanizasyona uygun olması, kazı ve yükleme süreçlerinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Tahkimat kullanılmaması maliyetleri düşürür. Kazı ve yükleme işlemlerinin birbirini engellememesi avantaj sağlar. Ancak cevherin en yerinin iyi tespit edilmemesi, başlangıçta belirlenmeyen sınırlar nedeniyle topluklarda kalacak cevher miktarının artırabilir. Bu durum üretim işlerini ve maliyetleri artırır.



Şekil 4.6: Ara katlı kazı ilerleme aşaması

ETKİNLİK 4.1

Aşağıdaki tabloda karşılaşılabilecek bazı durumlar ve bu durumlarda kullanılması gereken üretim yöntemleri verilmiştir. İlgili durumlarda hangi yöntemin kullanılacağını tespit ederek ilgili kutucuğu "✓" sembolü ile işaretleyiniz.

Durum	Oda Topuk	Kazı Topuk	Ambarlı Ayak	Ara Katlı Kazı
Üretim aşamasında bırakılan topuklar düzenlidir.				
Küçük ölçekli madenlerde tercih sebebidir.				
Damar ya da mercer şekilli yataklarda kullanılır.				
Cevher geometrisi düzensizdir.				
Damar egimi 30° ve tavan taşı orta sağlamlıktadır.				



4.2. YER ALTI MADENDE ÜRETİM

Yer altından çıkarılan cevherin neden olduğu boşlukların ya da açıklıkların güvenliği tehdit ettiği durumlarda kullanılan yöntem **tahkimat** (güçlendirme) yöntemi denir. Oluşturulan boşluklar, uygun destekleme sağlanmadığı takdirde göçmelere neden olabilir. Bu da güvenli bir çalışma ortamını tehdit eder. Bu sebeple bu açıklıkların desteklenmesi için tahkimat yapılarak oluşabilecek tehlikelerin önüne geçilmiş olur. Tahkimatlı yöntemler şunlardır:

- Ahşap direk tahkimatı
- Küp tahkimatı (Kasa tahkimat)
- Kaz doldur yöntemi

Ahşap tahkimat ve küp tahkimat yöntemi günümüzde sınırlı bir kullanım alanına sahiptir. Bu yöntemler, büyük miktarda ahşap malzeme gerektirmesi ve mekanizasyona uygun olmaması nedeniyle tercih edilmez. Bu sebeple günümüzde, genellikle kaz doldur yöntemi daha fazla önem kazanmıştır.

Kaz Doldur Yöntemi

Kazı işleminin aşağıdan yukarıya doğru olduğu yöntem **kaz doldur yöntemi** denir. Bu yöntem, dik ya da dike yakın eğimlere sahip, mercek ya da damar şeklindeki maden yataklarında uygulanır. Cevherin sağlam veya orta sağlam dayanıma sahip olması ancak tavan ve taban taşlarının sağlam olmaması durumlarında tercih edilir. Bu yöntemde, tavan ve taban taşları sürekli bir tahkimat ile desteklenir. Bu durum makinelerle çalışanlar için uygun bir ortam sağlar.

Kaz doldur yönteminde dolgu malzemesi olarak boyutları küçültülmüş taş malzemesi kullanılır. Bu taş malzemesi, çimento ve diğer bağlayıcı malzemelerle karıştırılarak dolgu malzemesi oluşturulur. Bu yöntemle, atık malzeme kullanılarak çevre dostu bir yaklaşım benimsenirken aynı zamanda sağlam bir ortam yaratılması amaçlanır.

Üretim işleminde dikkat edilmesi gereken özellikler şunlardır:

- Ayak tabanından yatay dilim alınmalıdır.
- Üretimde çıkarılan cevher yerine dolgu malzemesi konulmalıdır.

Kaz doldur yönteminin hazırlık aşamasında kaya dayanımı, cevherin dağılımı ve mekanize kazı uygunluğu gibi faktörlere bağlı olarak ayak genişliği ve kat aralıkları düzenlenir. Bu yöntemde hazırlık işlemi daha basit ve esnek bir şekilde gerçekleştirilir. Yatak geometrisindeki değişikliklere hızlı bir şekilde uyum sağlanabilir. Ayrıca yöntemin yüksek cevher üretimine olanak tanınması, avantajlarından biridir.

ETKİNLİK 4.2

Tahkimatsız yapılan yöntemler ile tahkimat kullanılan yöntemleri kayaç sertliğine göre karşılaştırınız.

.....

.....

.....



Göçertmeli Yöntemler

Üretim açıklıklarının kontrollü bir şekilde göçertilmesi işlemidir. Cevher veya kayaç, kontrollü olarak göçertilir. Göçertmeli yöntemler şunlardır:

- Uzun ayak (Damar tipi yataklarda özellikle kömür)
- Ara katlı göçertme
- Blok göçertme

Uzun Ayak Yöntemi: Yatay ya da düşük eğimli cevher yataklarında, damarların içinde uzun aynalar oluşturularak ilerleme prensibine dayanan bu yöntem kömür, fosfat gibi tabaka hâlinde yataklanan cevherlerde kullanılır. Bu yöntem, büyük kütlelerde oluşmuş yatakları, geniş dilimlere ayrılarak (1-3 m) işler. İki damar arasında sürülen ve doğrusal bir şekilde ilerleyebilen uzun ayaklar, üretim işlemi boyunca kullanılır.

Uzun ayak yöntemi, yatay ya da düşük eğimli yerlerde kullanılır. Özellikle kömür madenciliğinde tercih edilir. Damar kalınlığı fazla değişken olmamalıdır. Planlama aşamasında üretim yönü, açıklıkların boyutları, üretim hızı ve kullanılacak tahkimat üniteleri önemlidir.

Uzun ayak yönteminde cevher kaybı azdır, kontrol ve denetim kolaylığı sağlar. Havalandırma işlemi daha kolay yapılır. Ancak kalifiye işçi gereksinimi yüksek olup yatırım maliyetleri fazladır.

Uzun ayak yöntemi tavan kontrolüne göre yapıldığı durumlarda dolgulu ya da göçertmeli uzun ayak olarak uygulanır. Seçilecek ayak uzunluğunda dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Jeolojik yapı
- Kazı cinsi
- Derinlik (Derinlere inildikçe artan kayaç basıncı nedeniyle ayak uzunluğu kısalmır.)
- Ocak sıcaklığı
- Tavan kontrolü
- Kayaç basıncı
- Metan gazı miktarı (Üretim esnasında ortama yayılan metan nedeniyle)
- Ocak tozu etkisi

Herhangi bir uzun ayak uygulamasında olması gereken boyutlar şunlardır:

- Ayak Uzunluğu: 900-2700 m
- Ayak Genişliği: 150-300 m
- Ayak Açıklığı: 2,4-3,6 m

Uzun ayak hazırlık sürecinde uyulması gereken özellikler şunlardır:

1. Ana ulaşım açıklıklarından farklı yönlerde ana galeriler sürülür.
2. Sürülen galeriden pano galerileri oluşturulur.
3. Pano içi galerilerle ayaklar oluşturulur.

Ayak uzunluğu arttıkça üzerine gelen yük de artar, kontrol zorlaşır ve ısı ile toz etkisi artar.

Pano Uzunluğu: Üretim yapılan ayağın başladığı yer ile bittiği yer arasındaki mesafeye **pano uzunluğu** denir. Pano ne kadar uzun olursa hazırlık maliyeti o kadar düşer. Ancak pano uzunluğu arttıkça nakliye, havalandırma ve üretim maliyeti artar. Kazı hızı, bir gündeki ilerleme miktarını ifade eder ve ilerleme miktarı, damar kalınlığı, ayak uzunluğu ve kömür yoğunluğu ile ilişkilidir.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Üretim miktarı = ilerleme miktarı X damar kalınlığı X ayak uzunluğu X kömür yoğunluğu

Üretim miktarı = ton/gün

İlerleme miktarı = metre/gün

Damar kalınlığı = metre

Ayak uzunluğu = metre

Kömür yoğunluğu = ton/m³

Tam mekanize yapılan bir çalışmada ortalama 3,5m/günlük ayak ilerleme hızına erişilebilir. Bu durum maksimum 10-12 m/gün olabilir.

Klasik olarak ilerleyen bir uzun ayakta kazı hızı 1 havedir.

Have: Bir üretim vardiyasında ilerlenmesi gereken asgari ilerlemedir. Bu durum damar kalınlığı ve sertliğine, tavan koşullarına ve kazı yöntemine bağlı olarak değişebilmektedir. Ortalama bu ilerleme 1,25 ila 1,50 m arasında değişir.

	Kazı	Nakliyat Şekli	Kullanılacak Tahkimat
<i>Tam Mekanize Sistemler</i>	<i>Saban Kesici-yükleyici</i>	<i>Zincirli konveyör</i>	<i>Yürüyen tahkimat</i>
<i>Yarı Mekanize Sistemler</i>	<i>Saban Kesici yükleyici</i>	<i>Zincirli konveyör</i>	<i>Sürtünmeli veya hidrolik direk</i>
	<i>Martopikör Kazma Delme patlatma</i>	<i>Zincirli konveyör</i>	<i>Yürüyen tahkimat</i>
<i>Klâsik Sistemler</i>	<i>Martopikör Kazma Delme-patlatma</i>	<i>Sabit oluk Zincirli konveyör</i>	<i>Ahşap Sürtünmeli veya hidrolik direk Çeliksarma</i>

Uzun Ayaklarda Kazı Şekilleri

Uzun ayak yöntemi, kömürün kırılğan yapısının mekanize kazıda avantaj sağladığı bir yöntemdir. Orta seviyedeki tavan taşının kolay göçme eğilimi, bu yöntemin yapılmasını kolaylaştırır.

Bu yöntemde ayakta ilerletimli ve geri dönüşlü üretim şekilleri mevcuttur. Ancak geri dönüşlü yöntem tavsiye edilir. Su geliri az ya da hiç olmamalıdır.

Ayakta üretilen kömür, ayak arkasından göçertilerek veya dolgu yapılarak ilerletilir. Cevherin kazılmasının ardından ayak arkasındaki tavan taşı göçertilir. Ancak yer üstünde etkilenecek alanlar varsa göçertme yerine ayak arkası dolgu yapılarak ilerleme sağlanır. Taban yoluna göre göçük ile birlikte ilerleyen ayaklar ilerletimli; göçüğü geride bırakarak ilerlenmesine **geri dönüşlü uzun ayak** denir. Ancak bu göçertmede işletme sahası üzerinde yerleşim yerlerinin bulunması ya da göçertildiğinde göçen kısım içinde ince damar hâlinde cevher bulunup yangınlara sebep olabilecek bir durum söz konusu ise ayak arkasında kalan boşluk dolgu malzemesi ile doldurulabilir. Uzun ayak madencilik tasarımında dikkat edilmesi gereken faktörler işletme yönü, açıklıkların boyutları ve kullanılacak ekipman türüdür.



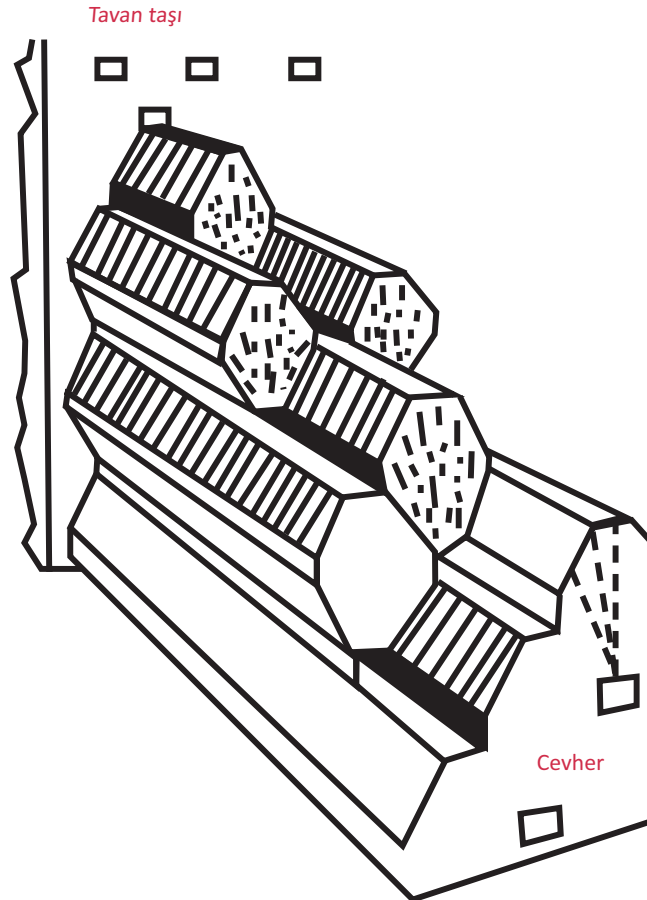
Ayak boyu genellikle 100-300 m arasında değişir. Ancak bu damar koşulları uygunsa 450-500 metreye kadar çıkabilir. Kalın ve tabakalı yataklarda kullanılan bu yöntemde mekanizasyon rahatlıkla kullanılabilir ve verim yüksektir. Ancak göçertmeli olması çevre sorunlarını beraberinde getirebilir. Ayak uzunluğu oldukça uzun olabilir. 0,8-2 metre genişlikte ayrılan bölümlere 1 have ile ilerlenir. Alınan cevher sonrası tahkimat indirilir ve ilerlemesi sağlanır. Alınan cevherin ardından tahkimat indirilir ve ilerleme sağlanır. Bu şekilde ilerlemiş olan tahkimatın arkasında kalan kısım göçmeye bırakılır. Ancak bu göçme nedeniyle taşmalar yaşanabilir ve çıkarılan cevherin kendiliğinden yanabilme özelliği varsa havalandırma sorunları ortaya çıkabilir.

Ara Katlı Göçertme

Dik veya dike yakın kalın cevherlerin üretiminde, metalik ve metal dışı cevherlerde kullanılır. Aşırı tahkimat gerektirmeyen ancak delme patlatma sonrası kendi ağırlığı ile göçebilen cevherlerde uygulanır. Göçmenin kolay olması için tavan taşının zayıf seviyede olması gerekir. Yüksek hazırlık maliyetine sahip olmasına rağmen yüksek miktarda üretim sağlanabilir.

Üretim, sürecinde öncelikle hazırlık galerileri sürülür. Daha sonra yatağa dik olarak sürülen galeriler aracılığıyla ara katlarda delme patlatma işlemine geçilir. Patlatılan cevher ara kat galerilerinden oluşturulan bürler aracılığıyla taşınarak ana nakliyat sistemine yönlendirilir.

Ara katlı göçertme sisteminde (Şekil 4.7) genellikle sürekli kazı makineleri kullanılmaz. Üretim delme patlatma döngüsüyle gerçekleştirilir. Patlayıcı madde olarak anfo patlayıcılar tercih edilir.



Şekil 4.7: Ara katlı göçertme

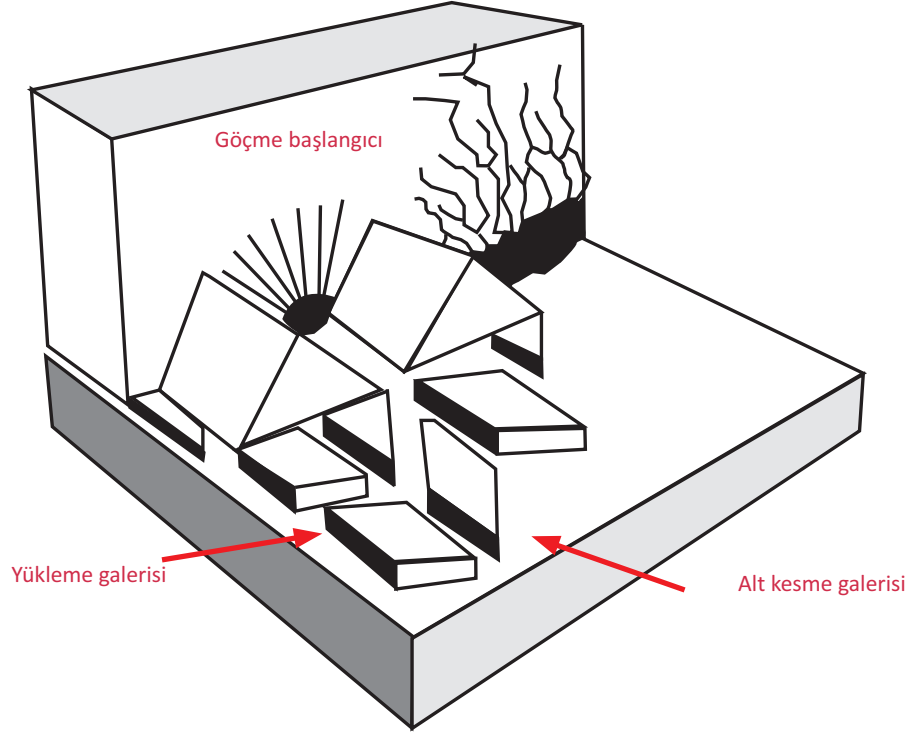


YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Ara katlı göçertme yöntemi yüksek hazırlık maliyeti gerektirir. Tavan taşının göçertilmesi nedeniyle yüzeyde bozulmalara yol açabilir. Mekanizasyona uygun olması hazırlık maliyetini artırabilir. Bu yöntemin en önemli avantajlarından biri, iş güvenliğine uygun bir ortam sağlamasıdır.

Blok Göçertme

Bu yöntem (Şekil 4.8), düzgün boyutlu ve tenör dağılımı olan eğimli ya da dik yataklarda tercih edilir. Göçme işlemi için tavan taşının ve cevherin zayıf ya da orta sağlamlıkta olması gereklidir. Cevherin blok hâlinde göçertildiği için tavanın çökmesi durumunda yeryüzünde beliren etkilere dikkat edilmelidir.



Şekil 4.8: Blok göçertme

Uygulanışı

- Maden yatağı, büyük hacimli bloklara bölünür.
- Blokları ayırmak için blokların yan ve alt kısımlarına kesmeler yapılır.
- Alt kesme işleminden sonra, alt tarafından parçalanmış olan cevherin kolayca alınabilmesi için dikdörtgen veya daire şeklinde huniler oluşturulur.
- Alt kesme işlemi sonrasında, cevherin kendi ağırlığı ile oluşturulan bu hunilere doğru göçmesi sağlanır.
- Önemli olan, cevherin nakliyatına uygun büyüklükte olmasıdır.

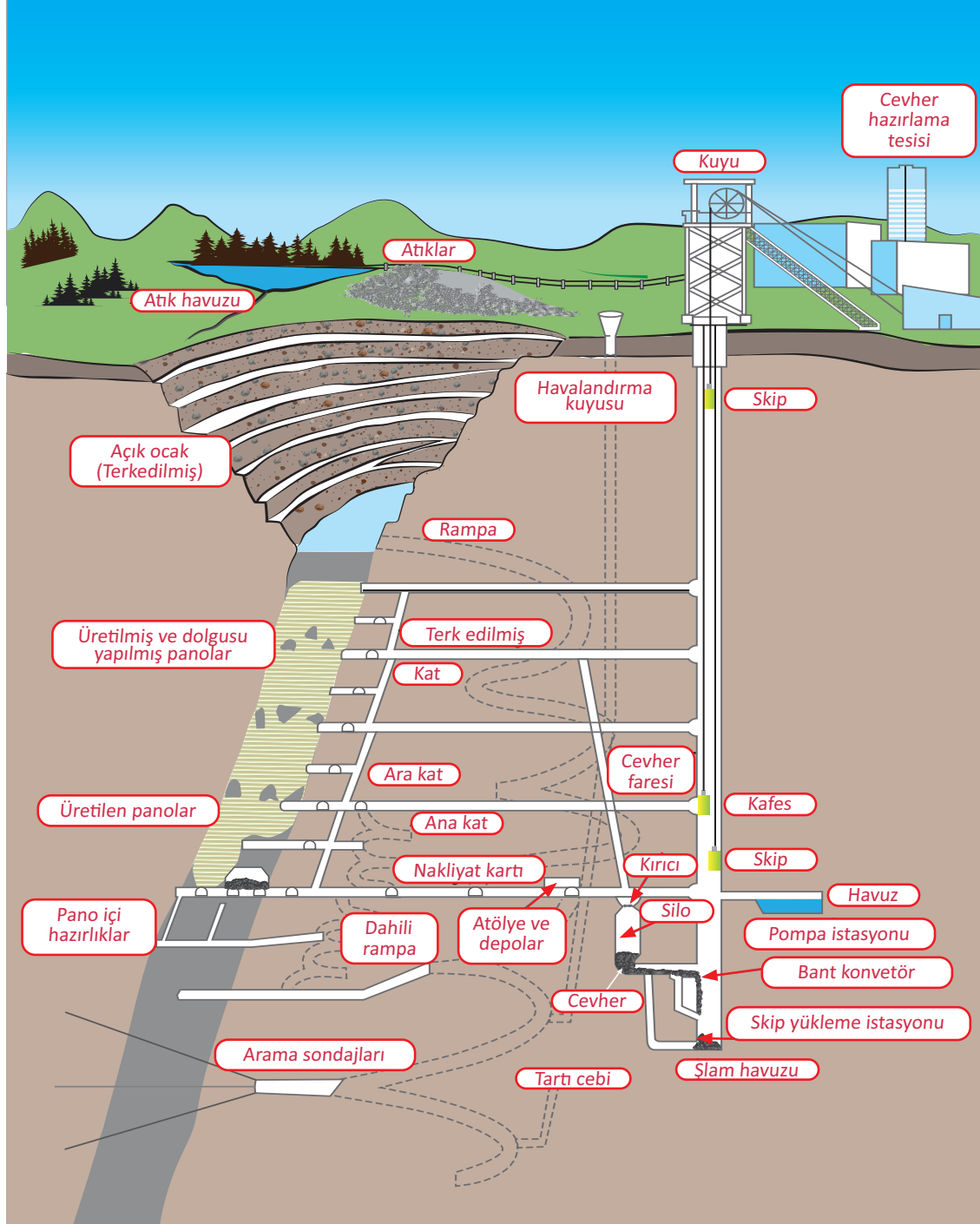
Değerli ancak düşük tenörlü cevherlerde, özellikle bakır, çinko gibi kıymetli cevherlerde kullanılabileceği gibi değeri düşük olan tuz yataklarında da uygulanabilir.

Bu üretim yönteminde havalandırma işlemi kolaydır. Alt kesme dışında iş güvenliği açısından oluşabilecek riskler düşüktür. Ancak cevherin ya da kayacın kendiliğinden yanma riski vardır. Yöntemin değişen şartlara uyum sağlaması zordur. Esnek bir üretim şekli değildir.



Üretim İşlemleri Tasarım Aşaması

Yer altı madenciliğinde (Şekil 4.9) madenin ömrü belirlendikten sonra seçilen üretim yöntemi-ne göre cevhere ulaşmak için gerekli hazırlıklar yapılır.



Şekil 4.9: Yer altı madenciliğinden bir kesit



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Yer altı madencilğinde, bir maden yatağına ulaşmak için yapılan işlemlere genel olarak **hazırlık** denir. Bu hazırlıklar şu şekilde ayrı gruplara ayrılır:

Yer Üstü Tesisleri

Yer üstünde oluşturulacak tesisler öncelikle cevherin nakliyatını sağlayan yükleme ve boşaltma üniteleri, bant konveyörler, cevher döküm sahaları gibi yapılardan oluşan yer üstü tesislerdir. Nakliyat sistemleri, güç tesisleri, çıkarılan cevherler için döküm sahaları ve idari binalardan oluşmaktadır.

Yer altında yapılacak hazırlıklarda cevhere ulaşmak için açılacak açıklıklar, oluşturulan katlar için gerekli donanımlar hazırlanır.

Kuyu Tesisleri

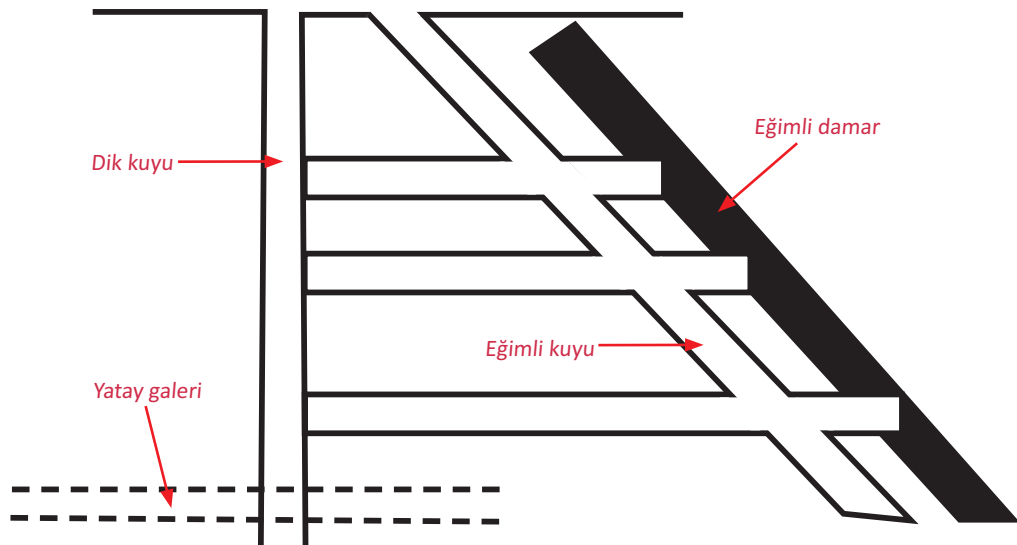
Yer altındaki iş yerlerine ulaşmak için açılan ve kesit boyutları derinliğine oranla sınırlı, genellikle düşey veya düşeye yakın bağlantı yolu olarak kullanılan yapı birimlerine **kuyu** denir. Bu kuyular, açıldıkları amaç doğrultusunda farklı isimlendirilir, Havalandırma kuyusu, ana kuyu, yardımcı kuyu vb.

Bu kuyuların temel amaçları şunlardır:

- İnsanların ve malzemelerin yer altına ulaştırılması
- Kazılan cevherin ve kirli havanın yer üstüne çıkarılması
- Temiz hava tedarikinin sağlanması
- Kullanılacak teçhizatın indirilmesi

Kuyuların açılmasında kuyu yeri seçimi, kuyu kesiti, zemin duyarlılığı gibi faktörler göz önüne alınır. Kuyunun açıldığı yer tektonizmaya uğramamış, sağlam bir zeminde olmalıdır. Böylece kuyu ömrü uzun ve bakımı daha kolay olur. Kuyu kesiti şekilleri kare veya dikdörtgen olarak açılır. Kömür madenlerinde hava gereksinimi daha fazla olduğu için genellikle dairesel, metal madenlerinde ise dikdörtgen şeklinde kuyu açılır.

Güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için en az iki giriş açılması yasal bir zorunluluktur. Açılmış yolların birbirinden bağımsız olması önemlidir. Cevhere ulaşmak için ise farklı giriş şekilleri bulunmaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: Cevhere ulaşmak için madene giriş şekilleri



Kat hazırlıkları için yapılacak işlemler şunlardır:

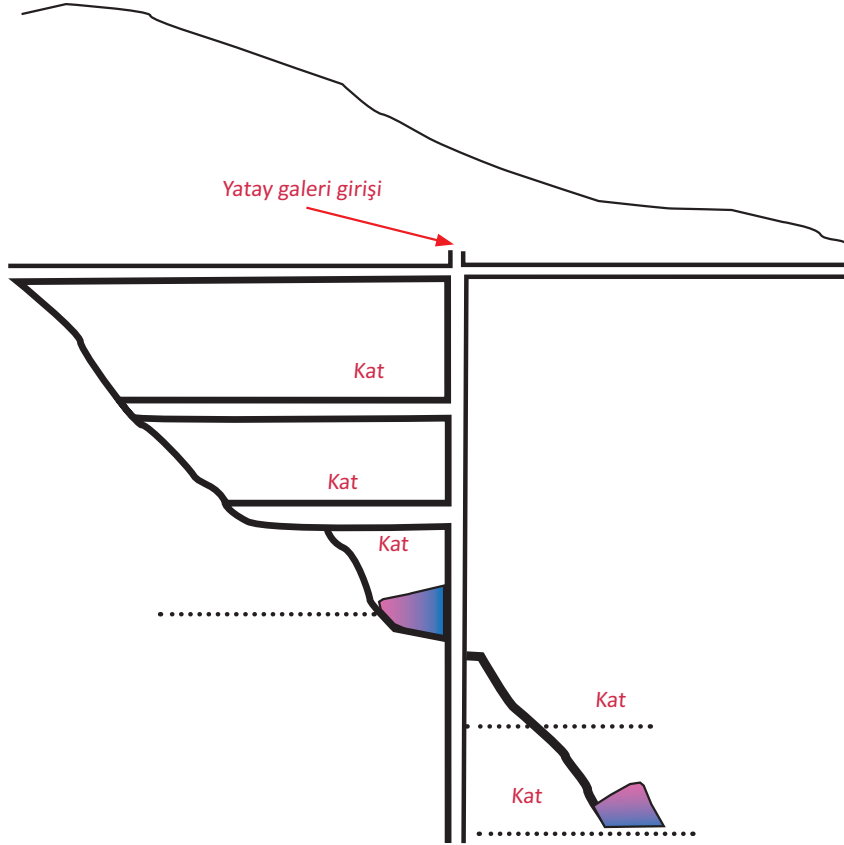
Kuyular

Ana ulaşım açıklıkları belirlenirken kayaç sağlamlığı, maden derinliği, yatak eğimi ve taşıma yöntemleri göz önüne alınır. Sağlam veya zayıf kayaçlar için dik kuyular tercih edilir. Derin veya düz yataklar için de dik kuyular seçilir. Eğer ocakta yüksek üretim mevcut ve nakliyat bant veya kamyonlarla yapılacaksa düz yatak eğimi; nakliyat düşünülüyorsa eğimli kuyular tercih edilebilir. Eğer yataklanma dik bir şekilde ise yatakları kesmek üzere ana galeri oluşturularak dik kuyular seçilebilir. Ancak birden fazla açıklık seçimi, maliyeti ve süreyi artırabilir.

Kat Hazırlıkları

Açılmış olan kuyulardan itibaren cevhere ulaşmak için açılacak olan galeriler sayesinde yapılacak olan işlem sırası kat hazırlıklarını kapsar.

Cevher veya damarların yer altındaki konumuna göre ana kat hazırlıkları ve ara kat hazırlıkları yapılır. Oluşturulacak olan katlar maden yatağının durumuna göre değişik düzende belirlenir (Şekil 4.11). Örneğin yatak tek ve yatay durumda ise oluşturulacak kat sayısı tektir.



Şekil 4.11: Galeriden katlara giriş şekilleri

Maden yatağına ulaşmak için açılan galeri ve kuyular neticesinde oluşturulan kat aralıkları kömürde 100 veya 200 m olarak ya da metalik yataklarda 30-60 m olarak belirlenir. Tespit edilen kat aralıklarına uygun olarak kuyulardan itibaren kat galerileri damar doğrultusu boyunca ve damarı kesecek şekilde taş içinde sürülür. Bu sayede maden yatağı panolara ayrılmış olur. Tüm bu yapılan hazırlıklar neticesinde panolara ayrılmış olan bölümlerde üretim işlemleri başlar.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan noktalı yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Üretim yöntemi seçilirken cevherin bulunduğu yere göre ve işletildiğinde ekonomik olma koşuluna göre değerlendirilir.
2. Üretimin aşağıdan yukarıya doğru olduğu yöntemidir.
3. Oluşturulmuş olan her iki oda arasında bırakılan kısma denir.
4. Pano uzunluğu, üretim yapılan başladığı yer ile bittiği yer arasındaki mesafeye denir.
5. Sondajlar yapılarak değerlendirilmiş olan bir maden yatağına ulaşmak için yer üstünde ve yer altında yapılan her türlü işleme denir.

B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi ayak uzunluğunda dikkat edilmesi gerekenler faktörlerden biridir?

- A) Jeolojik yapı
- B) Çalışacak işçi sayısı
- C) Bitki örtüsü
- D) Hava kalitesi
- E) Lavvar tesisinin yeri

7. Aşağıdakilerden hangisi ara katlı göçertme yöntemi için doğru bilgi değildir?

- A) Metalik ve metal dışı cevherlerde kullanılır.
- B) Dik veya dike yakın kalın cevherlerin üretiminde kullanılır.
- C) Aşırı tahkimat gerektiren bir yöntemdir.
- D) Bu yöntem yüksek hazırlık maliyetine sahiptir.
- E) Delme-patlatma sonrası kendi ağırlığı ile göçebilen cevherlerde uygulanır.

8. Aşağıdakilerden hangisi blok göçertme yöntemi için doğru bilgidir?

- A) Her türlü cevherde uygulanabilir.
- B) Düzgün boyut ve tenör dağılımı eğimli ya da dik yataklarda kullanılır.
- C) Her tür kazı makinesi kullanılmasına elverişli bir yöntemdir.
- D) Yöntem kıymetli ancak tenörü çok yüksek maden yataklarında uygulanır.
- E) Havalandırma işlemine gerek yoktur.

9. Aşağıdakilerden hangisi uzun ayak yöntemi için doğru bilgidir?

- A) Yatay ya da düşük eğimlerdeki cevher damarlarında uygulanır.
- B) Özellikle tuz madenciliğinde kullanılmaktadır.



- C) Havalandırma çok zor şartlarda yapılır.
 D) Bu yöntem dik oluşmuş maden yataklarında kullanılır.
 E) Bu yöntemde cevher kaybı fazla olur.

10. Aşağıdakilerden hangisi tahkimatsız yapılan yöntemlerden değildir?

- A) Oda-Topuk Yöntemi
 B) Kazı Topuk Yöntemi
 C) Ambarlı Ayak Yöntemi
 D) Ara katlı Kazı Yöntemi
 E) Blok göçertme

C) Aşağıdaki soruların cevaplarını ilgili boşluklara yazınız.

11. Tahkimatsız yapılan üretim yöntemlerini karşılaştırarak açıklayınız?

.....

12. Üretim yöntemi seçimi neden önemlidir? Açıklayınız.

.....

13. Maden işletmesi etütleri neden ayrıntılı yapılır? Açıklayınız.

.....

14. Üretim yöntemleri sınıflandırılmasında hangi kriterler göz önüne alınmıştır?

.....

15. Yer altı madencilğinde çıkarılmak istenen tüm cevherlere aynı yöntem neden uygulanmaz?

.....

5. ÖĞRENME BİRİMİ

SU ATIMI VE TAŞIMA



KONULAR

- 5.1. YER ALTI MADENDE SU ATIMI
- 5.2. YER ALTI MADENDE TAŞIMA
- 5.3. DÜZ GALERİLERDE TAŞIMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yer altı madeninde su atımını açıklama
2. Yer altı madeninde taşıma işlemlerini açıklama
3. Düz galerilerde taşıma işlemlerini açıklama

TEMEL KAVRAMLAR

- akifer
- kulikar
- monoray
- nakliyat
- su atımı

HAZIRLIK SORUSU

Günümüzde nakliye işlerinin sizce ne gibi avantajları vardır? Açıklayınız.



5.1. YER ALTI MADENDE SU ATIMI

Maden işletmeleri, güvenli bir şekilde çalışarak üretim yapar. Bu nedenle karşılaşılabilecek sorunlar araştırılarak büyümeden çözümlenmelidir. Maden işletmelerinde su atımı yer altı ve yer üstü maden işletmelerinde maddi kayıplara neden olabilir. Bu sebeple su atımı konusunda tedbir alınmalıdır.

Tüm maden işletmeleri, işletme projesi hazırlanmadan önce bölgenin geniş çaplı hidrojeolojik etütlerini yapmalıdır. Elde edilen verilere göre kapsamlı bir su atımı projesi oluşturulmalıdır. Yer altı maden işletmeleri, açık işletmelerden farklı olarak hava koşullarından daha az etkilenir. Ancak yer altı maden işletmelerinde derinlik arttıkça açılan boşluklara, kırık ve çatlaklara sızan suların dışarı atılması sorun hâline gelebilir. Ayrıca kırık ve çatlaklara gelen su miktarının önemi de unutulmamalıdır.

Yer altında yapılan çalışmalarda genellikle su kullanıldığı için su geliri sağlanmalıdır. Bu sular, kanalları aracılığıyla uzun mesafelere taşınmalı ve akan su, kuyu diplerine yönlendirilmelidir. Bu nedenle kuyu diplerinde havuzlar bulundurulmalıdır. Su, bu havuzdan pompa yardımıyla yer üstüne gönderilmelidir. Yer altı maden işletmelerinde yer altına inildikçe derinlik arttığından yer üstüne atılacak su için güçlü pompalara ihtiyaç duyulur.

Doğadaki Su Kaynakları ve Çevrimi

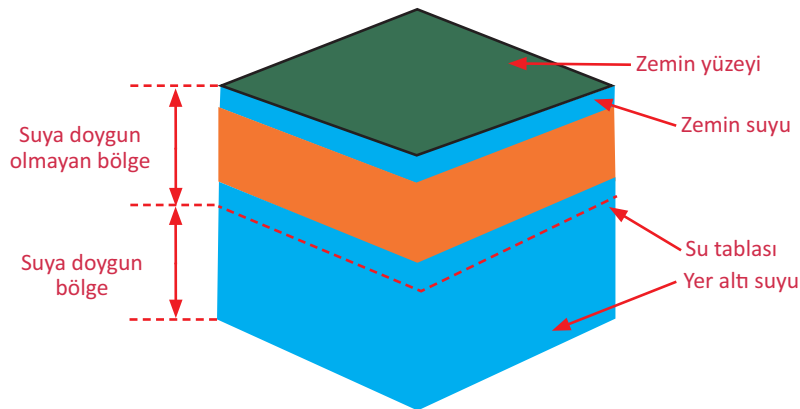
Dünya'daki su kaynaklarının oluşumunda kar, yağmur, dolu gibi yağışlar ve yer altından yeryüzüne çıkan sular etkilidir.

Yağmur sularının üçte biri buharlaşarak bu döngüye geri döner. Bunların üçte biri akarsulara gider, geriye kalan kısmı ise yer altı sularına karışır. Yer altına sızan suların özellikleri, zeminin kimyasal bileşimi ve bitki örtüsü gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir.

Akifer ve Akifer Türleri

Yer altında bulunan boşlukların tamamen yer altı suyuyla (Şekil 5.1) dolu olduğu, suyun bir noktadan diğerine aktığı ve birikmiş suyun dışarıya çıkmasına izin veren formasyonlara **akifer** denir. Akiferler üç ana türde olabilir. Serbest akifer, basınçlı akifer ve sızdıran akifer.

Serbest Akifer: Yer altındaki suyun taban kısmı hariç her yönden su alan bir formasyonda bulunduğu türdür.



Şekil 5.1: Yer altı suyu

Basınçlı Akifer: Birden fazla geçirimsiz tabaka arasında yer alır. Diğer adı artezyendir. Bu tür akiferde su, taban ve tavan arasında sıkışmış durumdadır. Atmosfer basıncından daha büyük bir basınç altında bulunduğu için her hangi bir sondaj yapıldığında fışkırma meydana gelebilir.



Sızdıran Akifer: Bu tür akiferlerin alt veya üst kısımlarında geçirimli veya yarı geçirimli bir tabaka bulunması durumudur. Sızdıran akiferlerde su, yer altında serbestçe hareket edebilir ve diğer tabakalara geçebilir. Bu, suyun daha serbest bir şekilde dolaşmasına izin verir.

Yer altı Maden Ocaklarında Su Geliri Kaynakları

Yer altı maden ocaklarında su geliri, maden üretimine başlamadan önce suyun kaynaklarını belirlemek adına önemli bir konudur. Su gelirini; ocağın bulunduğu yerin formasyonu, uygulanan madencilik yöntemleri ve yer altında bulunan karstik boşluklar ve mağaralar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Maden ocaklarında yapılan çalışmalarda karşılaşılan sular genellikle tuzlu ya da asidik özelliklere sahip olabilir. Ayrıca madencilik faaliyetleri sırasında ortaya çıkan atıklar suları kirletebilir ve içerisinde partiküller bulunan çamurlu yapıya dönüştürebilir. Bu nedenle su atımı yapılan yerlerde bu özelliklere dikkat edilmesi önemlidir.

Yer Üstünde Alınacak Tedbirler

Yer üstünde alınacak tedbirlerin birinci adımı yapılan çalışmaların maliyetinin hesaplanmasıdır. Ardından, çalışmanın devam edip edilmeyeceğine karar verilmelidir. Çalışma yapılan bölgede var olan bir akifer varsa öncelikle sondajla bölgedeki su çekilmelidir. Eğer geçirgen tabaka veya çatlak yapıdaki bir formasyon mevcutsa ve üzerinde akarsu, göl gibi su kaynakları bulunuyorsa bu kaynakların yataklarının yeri geçici olarak değiştirilmelidir. Ana kaynağın olduğu yerler sağlanmalıdır.

Yer Altında Suyun Kontrol Edilmesi

Yer altında suyun kontrol edilmesi için kullanılan yöntemler şunlardır:

Topuk Bırakmak: Bırakılacak topuğun herhangi bir su patlamasına sebebiyet vermemesi için uygun boyutlarda topuk bırakılmalıdır. Bu sebeple çalışılmakta olan bölge ile su içeren tabaka arasında 20 m'den az olmamak koşulu ile topuk bırakılmalıdır.

Dolgulu Çalışmak: Göçertmeli yöntemlerde tavan çatlağı gibi sorunlar ile karşılaşılabilir. Bu durumda hidrolik dolgu ile sorunlu bölgeler doldurulabilir.

Yer Altı Sondajları: İlerleme yönünde yapılan sondajla tespit edilen akiferlerin kontrollü bir şekilde boşaltılması sağlanmalıdır. Bu işler için yer altı sondajları kullanılır.

Sementasyon: Kırık ve çatlaklı tavan tabakalarına çimento ve kazan külü karışımının pompalar yoluyla enjekte edilmesi işlemidir. Bu sayede su geçirgenliği engellenir.

Uygun Setler, Barajlar Kurmak: Yer altında yapılan setlerin ve barajların amacı çalışma biten yerlerle yeni çalışma yapılan bölgeleri birbirinden ayırmaktır. Baraj yapılan yerin, sağlam ve çatlaklı olmaması gerekir. Ayrıca baraj yapılan yerde kırık ve çatlak oluşmaması için patlatma yapılmadan önce baraj yeri hazırlanmalıdır.

Kil Barajları: Su geliri az olan işletmelerde kil barajları inşa edilir. Kil, su ile temas ettiğinde şiştiği için uygun bir sızdırmazlık sağlamaktadır.

Beton Barajlar: İki duvar arasına ya da tamamen beton dökülerek yapılan barajlardır.

Su Atım Yöntemleri

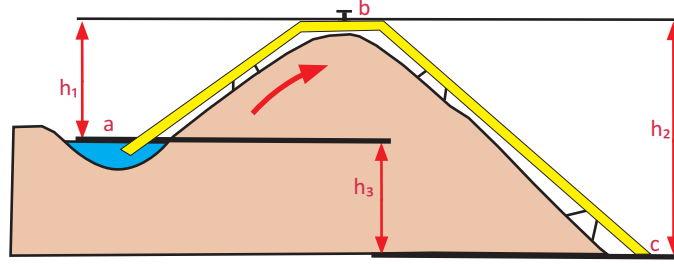
Yer altında ve yer üstünde biriken suların atımı için kullanılan yöntemler şunlardır:



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Kuyu Nakliye Sistemleri: Ocakta bulunan kuyularda kullanılan kafeslerin yardımıyla su boşaltımı gerçekleştirilir. Az miktarda bulunan suyun maliyeti düşük bir sistem olması avantaj sağlar. Kafesin altına takılan su tankı ile boşaltım sağlanır. Zamanla kuyu dibine çamur birikmesi ve kafes sistemini aşındırma gibi olumsuzluklarla karşılaşılabilir.

Sifon Yöntemi: Atmosfer basıncından faydalanarak yapılan bir yöntemdir (Şekil 5.2). Ancak her koşulda uygulanabilir değildir. Normal atmosfer basıncının 10,33 mb (milibar) olduğu göz önüne alındığında seçilecek sifon yüksekliği 8 m'yi geçmemelidir. Havuzunda toplanan suyun atılacak yerden yüksekte olması gerekmektedir.



Şekil 5.2: Sifon yöntemiyle su atımı

Pompa Yardımıyla Suyu Boşaltma: Havuzda biriken suyun boru hattı kullanılarak kademeli ya da doğrudan yeryüzüne pompalanması işlemidir. Kuyunun en derin bölgesindeki su, bir havuzlarda toplanarak yeryüzüne gönderilir. Yer altındaki suyun atılmasında, kuyunun derinliği çok fazla ise kademeli su atımı avantajlı olabilmektedir. Bu süreçte yer altındaki su, doğrudan veya kademeli olarak yeryüzüne çıkarılır.

Suyun doğrudan pompalanması için kuyunun en derin kısmında bir havuz oluşturulur. Maden-deki sular bu havuzda biriktirilir ve ardından pompalar aracılığıyla yeryüzüne çıkartılır. Derinliği 700 m'den fazla olan kuyularda aynı kapasite ve güçteki pompalar birbirine bağlanarak yeryüzüne pompalanır.

ETKİNLİK 5.1

Aşağıda yer altındaki suların kontrol edilmesi ile ilgili verilen ifadelerdeki boşlukları doğru şekilde doldurunuz.

1. Göçertmeli üretim yöntemi ile çalışılan bir ocakta göçme etkisi ile kırıklar ve çatlaklar meydana gelebilir. Böyle bir durumda yapılacak işlem işlemidir.
2. Yer altı çalışmalarında sondajlar ile cevher kalınlığı, akifer kaynağı tespit edilebilir. Böyle bir durumda tespit edilen su kaynağı yapılarak boşaltılması sağlanır.
3. Maden ocağında çalışılmakta olan bölgede az olmamak koşuluyla topuk bırakılabilir.

Su Atım Tesislerini Oluşturan Unsurlar

Yer altı madenlerinde su sızıntıları önemsiz gibi olsa da ilerleyen süreçte sorun çıkarıcı bir oluşumdur. Bu sebeple yer altı madenlerinde açığa çıkan suyun toplanması için su atım tesisleri önemlidir.



Su Toplama Havuzları

Kuyulara yakın inşa edilen su toplama havuzları; havuzun büyüklüğü, sayısı ve maden ocağındaki gelire göre değişiklik göstermektedir. Havuz büyüklüğü kullanılacak pompa kapasitesi ve sayısına göre belirlenir. Su toplama havuzları, günlük gelen su miktarına göre birincil ve yedek olmak üzere iki adet olarak inşa edilir. Eğer su geliri düzenli fakat az ise kuyuyu 15-20 m derinleştirmek yeterlidir. Pompa kapasitesi 24 saat içinde basılacak su miktarına göre seçilir. Mutlaka yedekli olacak şekilde inşa edilir. İki havuzdan bir tanesi kullanılırken diğeri temizlenir. Yılda bir veya iki kez mutlaka temizlenmelidir.

Pompa Daireleri ve Boru Şebekesi

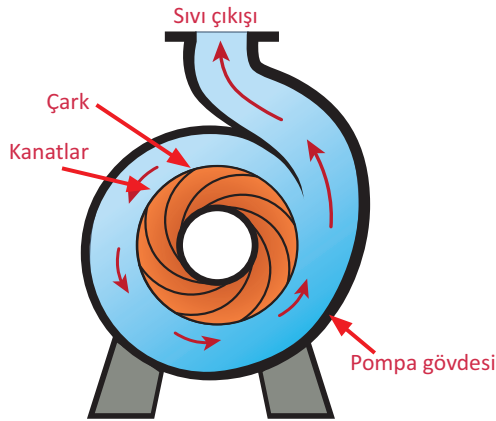
Pompa daireleri havuzlara yakın yerlerde oluşturulur. Pompa, boru sistemleri ve motor sistemlerinden oluşan bir düzenek içerir. Pompa, genellikle zeminden yüksek bir yere monte edilir.

Pompalar

Pompalar, akışkanların boru içinden yüksek kotlara çıkmasını sağlayan makinelere pompa denir. Toplanan sıvıların basıncını ve enerjisini artırarak sıvının konumunun yükselmesine olanak sağlar. Kuyu dibindeki havuzlarda biriken sular pompalar aracılığıyla yeryüzüne gönderilir. Pompa seçiminde sıvının özellikleri, viskozitesi bir akışkanın, yüzey gerilimi altında deforme olmaya karşı gösterdiği direncin ölçüsü, aşındırma durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Pompalar üç sınıfa ayrılır:

- Santrifüj pompa
- Rotatif pompa
- Pistonlu pompa

Santrifüj Pompa: Madende en çok kullanılan pompa türü santrifüj pompadır (Şekil 5.3). Maden pompaları olarak da isimlendirilir. Bu pompalar genellikle ucuz, güvenli ve daha düzenli ekipmanlardır. Merkezkaç kuvvetiyle suya hareket verir. Debi ve basınçları periyodik olarak değişmez ancak düşük debilerde ve yüksek basınçlarda verimleri düşüktür.



Şekil 5.3: Santrifüj pompa

Oldukça basit bir yapıya sahiptir. Hem yatay hem dikey yönde monte edilebilir. Düzenli bir akış sağlar. Ancak yüksek viskoziteye sahip akışkanlarla kullanılmamalıdır. Emme basıncı olmamasından dolayı suyun altına yerleştirilmelidir.

Pistonlu Pompa: Madencilikte kullanımı azdır.

Rotatif Pompa: Yüksek viskoziteli akışkanların pompalanmasında kullanılır.



ETKİNLİK 5.2

Pompaların zeminden yüksek bir yere monte edilmesi gerekliliğinin nedenlerini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

5.2. YER ALTI MADENDE TAŞIMA

Madenlerde, yer altında veya yer üstünden yapılan her türlü taşıma işlemine **nakliyat** denir.

Bu taşıma işlemleri, madenlerde çıkarılan cevherin yeryüzüne karılması, malzeme ve personelin taşınması gibi faaliyetleri içerir. Madencilikte nakliyat yöntemi seçimi ve tasarımında dikkate alınması gereken önemli faktörler arasında; nakliyat kapasitesi, yol eğimi, taşınacak cevherin fiziksel özellikleri (tane boyu, yoğunluk, sıcaklık vb.), nakliyat mesafesi ve kapasitesi bulunmaktadır.

Yer altı madenlerinde, çıkarılan cevherin yer üstüne taşınması önemlidir. Çünkü yeni çalışma alanlarına geçiş yapmak ve üretim yapılan bölgenin ilerlemesini sağlamak gereklidir. Bu süreçte, cevherin yer altından çıkarılıp yeryüzüne taşınması her aşamada farklı nakliyat araçlarının kullanılmasını gerektirir. Bu farklılık ayak eğimi, üretim yöntemi ve kapasitesine göre değişim gösterir.

Cevherin taşınması sırasıyla şu aşamalarda gerçekleşir:

- Ayaktan çıkan cevherin taban yoluna taşınması
- Ana galeriye veya taban yoluna gelen cevherin taşınması
- Katlar arası olan nakliyat
- Yeryüzüne nakliyat

Nakliyat Araçları

1. Zincirli Konveyörler (Zincirli Oluklar): Zincirli konveyörler (Görsel 5.1), 0-40° eğime sahip olan yatay veya hafif eğimli ayak içi nakliyatında kullanılır. Özellikle yer altı kömür madenciliğinde tam mekanize sistemlerde tercih edilir. Zincirli konveyörlerin ocak içerisinde ve ayakta taşınması, kurulması ve sökümü kolaydır. Yüksekliğinin az oluşu yükleme işlemlerini kolaylaştırır. Yüksek kapasiteleri sayesinde büyük miktarlarda malzeme taşıyabilir.

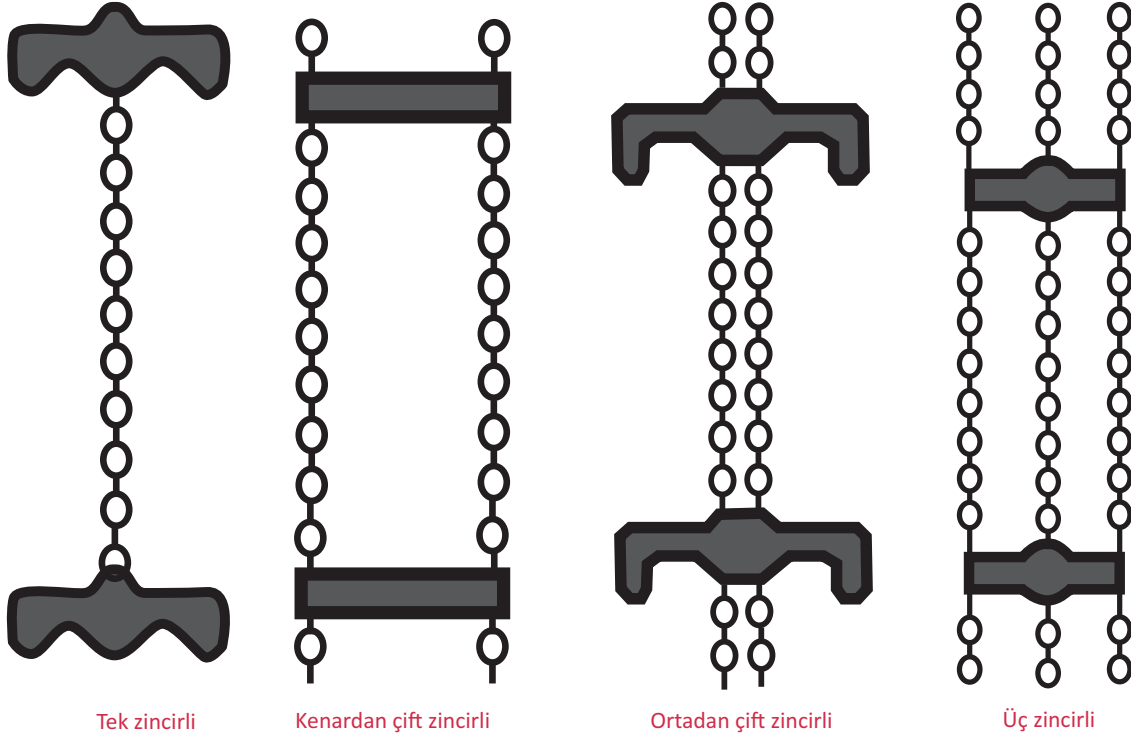


Görsel 5.1: Zincirli konveyör



Zincirli konveyörlerin başlıca elemanları şunlardır:

- Oluklar
- Zincir-palet (Şekil 5.4)
- Tahrik ünitesi



Şekil 5.4: Zincirli oluk palet takımı

Her bir oluk, 1,5 m uzunluğunda ve 30-60 cm genişliğinde üretilir. Bu oluklar, cıvata yardımıyla birbirine bağlanır. Böylece istenen uzunluk, elde edilmiş olur. Her bir oluk, içinde birbirine zincirlerle bağlı paletlerin hareket etmesi prensibine dayanır.

Oluk zincirini hareket ettiren takımların tümüne **tahrik ünitesi** denir.

Zincirli konveyör seçiminde olması gereken kriterler şunlardır:

- Büyük parçalar darbe etkisine, itmeye dayanıklı olmalıdır.
- Yüksek taşıma kapasitesine sahip olmalıdır.
- Kurulması, sökülmesi ve ayak içinde ilerletilmesi kolay olmalıdır.

Zincirli konveyörlerin önemli özellikleri şunlardır:

- Tek bir doğru ekseninde kurulmalıdır.
- Konveyör olukları arası boşluk bırakılmamalıdır. Aksi durumda boşluklara yabancı malzemeler girebilir.
- İlk çalıştırıldığında sesli ve ışıklı uyarı sistemleri devreye girmelidir.
- Konveyörü çalıştıran düğmeler güvenlik altına alınmış olmalıdır. Üzerine malzeme düşmesini önleyecek şekilde korunmalıdır.

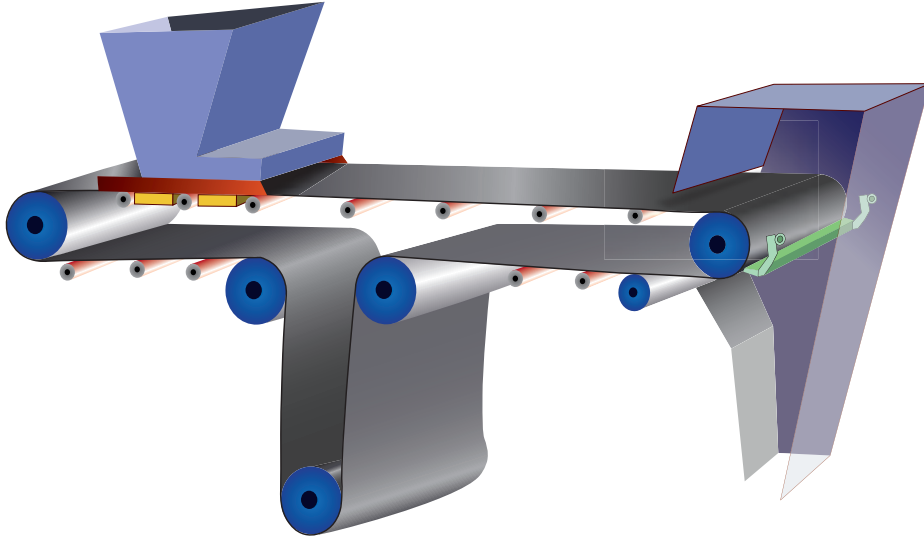


YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

2. Bant Konveyör: Yer altı ve yer üstü madencilik gibi birçok endüstri alanında kullanılan pratik ve ekonomik taşıma araçlarıdır (Şekil 5.5). Uygun şartlar altında cevher ve pasa (artık) taşınması için kullanılabilir. Kısa ve uzun mesafelerde kullanılabilir.

Yer altı madenciliğinde, taban yolu veya galeri nakliyatında sıkça kullanılan bant konveyörleri sürekli nakliyat sistemlerindedir. İki tambur arasında gerilen sonsuz bir bant sisteminden oluşurlar.

Bant konveyörler, değişen arazi şartlarına kolay uyum sağlar. Ayrıca düşük enerji ve işçilik maliyetleriyle farklı boyutlardaki malzemelerin taşınmasında kullanılır.



Şekil 5.5: Bantlı konveyör

Bant konveyörler, belli aralıklarla yerleştirilmiş rulolar ve bu rulolar üzerinde hareket eden bir bant sistemine dayanır. Kullanılan bantlar, çeşitli malzemelerden yapılır. Bant çeşitleri şunlardır:

- Kord bantlar
- Pamuk dokulu bantlar
- Sentetik bantlar
- Çelik telli bantlar

Bant konveyörlerin genel özellikleri arasında uzun ömürlü olma, darbelere karşı dayanıklılık, yüksek mukavemet ve yangına karşı direnç gibi özellikler bulunur. Bant konveyör kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Bant konveyörlerde her 50 m acil durum butonu bulunmalıdır.
- Bant boyunca uzanan ışıklı uyarı ve diyafon gibi sistemler bulunmalıdır.
- Bantın çalışması esnasında etrafında çalışan geçişi olmamalıdır.
- Bantın çalışması esnasında bantın üzerine düşebilecek malzemeler ve yaralama riski yaratacak durumlar varsa gerekli tedbirler alınmalıdır.

Yer altına indirilen bantlar rulolar hâlinde birbirine eklenerek uzun bir bant oluşturulur. Bantlar mekanik olarak raptiyeleme, soğuk yapıştırma ya da sıcak yapıştırma yöntemlerinden biriyle birleştirilebilir.

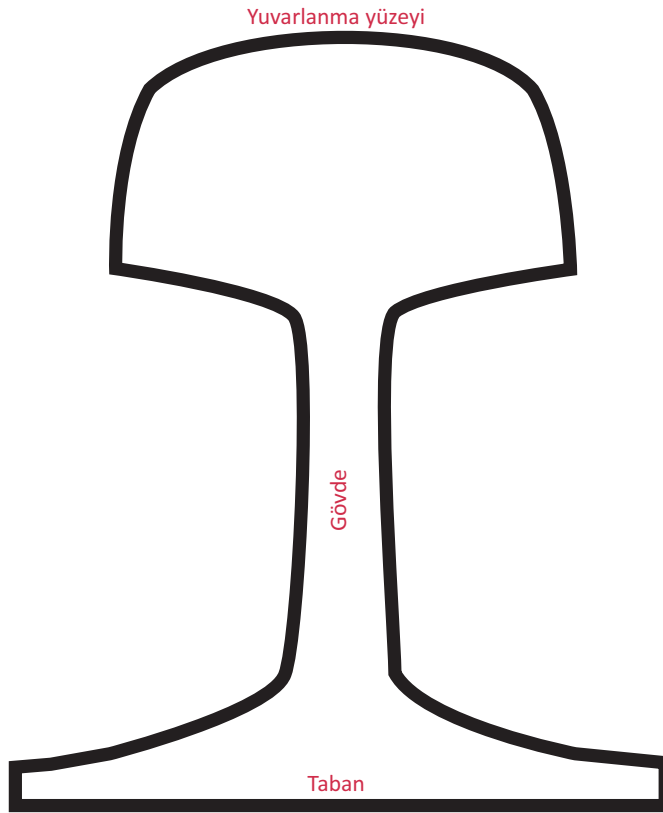


3. Sabit Oluklar: Sabit oluklar, yerçekimi etkisiyle cevherin kendiliğinden kayması esasına dayanarak çalışan bir nakliyat yöntemidir. Bu yöntemde herhangi bir güç kaynağına ihtiyaç duyulmaz. Üst kotlarda üretilen cevher ya da çıkan pasa, ekonomik bir şekilde daha alt kotlara taşınır. Bu nakliyat şekli fazla işçilik gerektirmez ve oldukça basit bir süreçtir.

Sabit oluklar genellikle çelik sac veya tahta malzemeden yapılıdır. Taban üzerine yerleştirilen bu olukların seçimi eğime bağlıdır. Eğimi 30-35° arasında ise tahta oluk tercih edilirken 20-30° arasında ise çelikten yapılmış oluklar kullanılır.

4. Demir Yolu Nakliyatı: Demir yolu nakliyatı, bilinen en eski nakliyat türlerinden biridir ve günümüzde hem yer altında hem yer üstünde kullanılmaktadır. Bu nakliyat yöntemi, uzak mesafelere büyük hacimli yüklerin güvenli ve ekonomik bir şekilde taşınmasını sağladığı için tercih edilir. Ancak yeraltında kullanılırken daha küçük hacimli ve hafif olması gerekir. Demir yolları genellikle taban yolları, desandriler ve ana galerilerde kullanılır. Ayak içlerinde kullanılmaz. Eğimin fazla olduğu yerlerde verimli çalışmamaktadır.

Demir Yolu Hattı: Ray, nakliyatın üzerinde gerçekleştirildiği demir yolu hatlarını oluşturan temel yapı taşlarıdır. Bu raylar pabuç ve cıvata yardımıyla birbirine bağlanır. Raylar, bir araya geldiklerinde travers, vagon ve balast üniteleriyle birlikte demir yolu hattını oluşturur.



Şekil 5.6: Ray bölümleri

Rayın önemli bir bölümü, aşınmaya karşı dayanıklı olması gereken mantar adı verilen tepe kısmıdır (Şekil 5.6). Bu kısım, yükün etki kuvvetini travers ve balast aracılığıyla zemine iletme için önemlidir. Yer altındaki raylar genellikle küçük boyutlarda imal edilir.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Travers, raylara destek sağlayan ve rayların birbirine paralel olarak tutulmasını sağlayan yapı elemanıdır. Ahşap, demir ve betonarme malzemelerden üretilen üç tür travers bulunur.

Ahşap olarak kullanılan traversler, montajlarının ve bakımlarının kolay olması nedeniyle tercih edilir ve genellikle çam, meşe gibi ağaçlar kullanılır.

Balast, demir yolu traverslerinin altına serilen, suya ve atmosferik koşullara dayanıklı malzemelerden yapılmış bir kuvarsit, granit, bazalt gibi dayanıklı kayalardan oluşur. Balastın temel görevi, traverslerin altındaki yükü daha geniş bir alana yayarak dağıtmaktır.

Demir yolu inşaatında, önce balast tabakası (15-20 cm kalınlığında) yerleştirilir. Ardından traversler bu balast yatağı üzerine yerleştirilir. Daha sonra yanlardan gelebilecek baskıya karşı traverslerin üzeri balast malzemesiyle doldurularak sabitlenir.

Vagonlar

Vagonlar (Görsel 5.2); kasa, şasi ve tekerleklerden oluşan taşıma araçlarıdır. Kasa, vagonun büyüklüğüne göre değişen kalınlıklarda üretilen saclardan yapılır. Vagon kasalarının eni hat genişliğinin iki katını aşmamalıdır. Küçük hacimli vagonlar çelik sacdan imal edilir ve 0,8-2 m³ hacme sahip, küçük vagonlardır. Yük boşaltma kolaylığı sağlamak için bazıları beşik şeklinde veya alttan kapaklı olarak tasarlanır.



Görsel 5.2: Vagon

Lokomotifler

Vagonlar, katar lokomotif tarafından çekilmek üzere birbirine kancalar aracılığıyla bağlanır. Lokomotifler elektrikli ve dizel olmak üzere iki çeşittir. Yer altı ocağında hangi tip lokomotifin kullanılacağını galeri kesiti, ekonomiklik, yedek parça ve güvenlik gibi etkenler belirler.

**ETKİNLİK 5.3**

Kullanım yerleri açısından; bant konveyör ile zincirli konveyörün farklılıkları nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

5.3. DÜZ GALERİLERDE TAŞIMA

Düz galerilerde personel ve nakliyat işleri monoray ve kulikar ekipmanları ile yapılmaktadır.

5.3.1. Monoray

Tek bir ray üzerinde ya da rayın altına asılı olarak dizayn edilen vagonların hareket etmesiyle tavan taban yollarında kullanılan bir taşıma sistemidir (Görsel 5.3). Bu sistem, özellikle 40° eğime kadar olan durumlarda personel ve malzeme nakliyatında kullanılır. Monoray tahrik ünitesi; dizel, akülü veya basınçlı havayla çalışan bir motor ünitesini içerir. Bu taşıma sistemi sayesinde insanlar ve malzemeler kolayca ve hızlı bir şekilde taşınabilmektedir. Sistem, galeride yapılan çalışmalardan bağımsız olarak kullanılabilir olduğu için önemli avantajlara sahiptir. Raylar tavanda asılı olduğu için balastaya gerek duyulmaz. Bu da kurulumun kolay ve hızlı olmasını sağlar.



Görsel 5.3: Monoray



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Yer altında bulunan boşlukları tamamıyla yer altı suyuyla dolmuş olan, bu suyu bir noktadan diğerine iletebilen ve bu sayede birikmiş olan suyun dışarıya çıkmasına imkân veren formasyonlara denir.
2. Normal atmosfer basıncı g'dır.
3. Yer altında yapılan havuzlar az geçirgen ve arazide yapılır.
4. Yer altında yapılacak havuz günlük gelen su miktarına göre bir tanesi yedek olmak üzere tane inşa edilir.
5. Akışkanların boru içinden yüksek kotlara çıkmasını sağlayan makinelere denir.

B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve soruların doğru cevabı işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi madencilikte nakliyat yöntemi seçiminde ve tasarımında dikkat edilecek unsurlar biri değildir?

- A) Nakliyat kapasitesi
- B) Nakliyat yolunun eğimi
- C) Nakledilecek cevherin fiziksel özellikleri
- D) Nakliyat mesafesi
- E) Her türlü nakliye kullanılması.

7. I. Ayaktan çıkan cevherin taban yoluna taşınması
II. Yeryüzüne nakliyat
III. Ana galeriye veya taban yoluna gelen cevherin taşınması
IV. Katlar arası olan nakliyat
V. Yeryüzünden nakliyat

Yukarıda karışık olarak verilen cevherin taşınması ile ilgili olarak olması gereken sıralama hangi şekildedir?

- A) V-II-III-I-IV B) I-II-III-IV-V C) IV-III-II-I-V D) I-III-IV-V-II E) I-III-IV-II-V

8. Aşağıdaki hangisi zincirli konveyörler için doğru bir bilgi değildir?

- A) 0-40° olan eğimlerde kullanılır.
- B) Ocak içerisinde ve ayakta taşınması kurulması ve sökümü kolaydır.
- C) Yüksekliğinin az oluşu yüklemeye kolaylık sağlar.
- D) Yatay ve ya az eğimli olan ayak içi nakliyatta kullanılır.
- E) Kapasiteleri düşüktür.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

9. Yer altına gönderilecek hava hesaplanırken insan ve malzeme taşımada kullanılan kuyularda, ana nefeslik yollarında, eğimli ve düz yollarda hava hızı en fazla kaç olmalıdır?

- A) 0,1 m/sn B) 0,5 m/sn C) 3 m/sn D) 8 m/sn E) 15 m/sn

10. Aşağıdaki şıklardan hangisi bant konveyörler için doğru bir bilgi değildir?

- A) Yer altı madencilikte taban yolu veya galeri nakliyatında kullanılır.
B) Bant konveyörler arazi şartlarına kolay uyum gösterir.
C) İşçilik maliyetleri düşüktür.
D) Bantlar çok değişik malzemelerden imal edilmeye uygun değildir.
E) Bant konveyörlerde her 50 m'de acil durum butonu olmalıdır.

C) Aşağıdaki soruların cevaplarını ilgili boşluklara yazınız.

11. Zincirli konveyörler neden sadece ayakta kullanılırlar?

.....
.....
.....
.....
.....

12. Madenlerde ayrıntılı hidrojeolojik etüt yapılması neden önemlidir?

.....
.....
.....
.....
.....

13. Yer altına sızan sular neden asitli ve tuzlu olmaktadır?

.....
.....
.....
.....
.....



14. Yer altında üretim ile nakliyat arasında farklı nakliyat araçlarının kullanılmasının nedenlerini yazınız?

.....
.....
.....
.....
.....

15. Yer altı nakliyatında gerekli olan iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili üç tane kuralı yazınız?

.....
.....
.....
.....

6. ÖĞRENME BİRİMİ



KUYULARDA, GALERİLERDE TAŞIMA (NAKLİYE)



KONULAR

- 6.1. DİK KUYULARDA TAŞIMA YAPMA
- 6.2. EĞİK KUYULARDA (VARAGEL, DESANDRE) TAŞIMA YAPMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Dik kuyularda taşıma yapma işlemlerini açıklama
2. Eğik kuyularda (varagel, desandre) taşıma yapma işlemlerini açıklama

TEMEL KAVRAMLAR

- desandre
- kafes
- kuyu
- nakliyat
- varagel

HAZIRLIK SORUSU

Geçmişten günümüze, taşımacılık sistemlerindeki değişimler ve gelişmeler, toplumları ve ekonomileri nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?



6.1. DİK KUYULARDA TAŞIMA YAPMA

Nakliyat, bir yerden bir başka yere taşınma işlemidir. Madencilik terimi olarak ise yeryüzünden yer altına veya yeryüzünden istenen bir noktaya yapılan her türlü taşıma işlemine **nakliyat** denir. Yer altı ve yerüstü maden işletmelerinde nakliyatın sağlayacağı kolaylıklar şunlardır:

- Üretilen hammaddenin çıkarıldığı yrden lavara veya tüketim noktasına iletilmesi sağlanır.
- Atık malzemeler pasa sahasına iletilir.
- Yer altında kullanılacak malzemelerin taşınmasında kullanılır (patlayıcı madde, tahkimat malzemesi, pompa vb.).
- Çalışanların iş yerlerine ulaştırılmasında kullanılır.

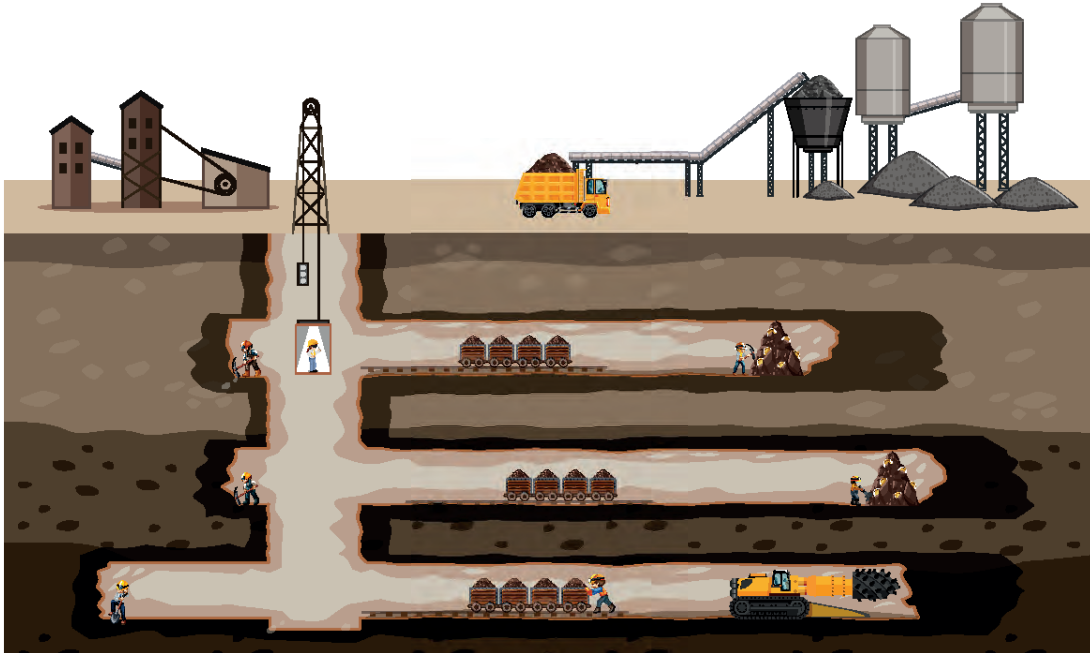
Maliyet hesaplamasında önemli olan çıkarılan cevher miktarıyla cevherin nakliyesinde kullanılacak yöntem seçimidir. Doğru bir planlama ve uygun nakliyat yöntemi seçimi, belirlenen üretim kapasitesine ve birim maliyetine ulaşmayı sağlar.

Eğimli galerilerde insan nakli için kullanılacaksa eğim 18°'yi geçemez. Ancak bu durumun sağlanmadığı eğimli olan ana yollarda insanların nakliyesi için uygun fren sistemi ve koruyucularla donatılmış mekanik araçlarla sağlanır. Mekanik taşıt sisteminin çalışması, işaretleşmesi gibi hükümleri kapsayacak bir yönerge oluşturulur. Yapılan tüm çalışmalar bu yönergeye uygun olarak çalışılır. Ayrıca yönergede yazan kurallar, uyarı levhaları çalışanların görebileceği uygun yerlere asılır.

Kuyu: Yer altında bulunan iş yerlerine ulaşmak amacıyla açılmış ve boyutları sınırlı, düşey ve düşeye yakın bağlantı yoludur (Görsel 6.1).

Kuyu yeri seçiminde göz önünde bulundurulacak faktörler şunlardır:

- Yer altı ile ilgili faktörler
- Maden yatağının konumu
- Galerinin uzunluğu
- Kuyunun ömrü



Görsel 6.1: Yer altı kuyu genel görünüm



Kuyu Nakliye Sistemi

Yer altı maden ocağına giriş, galeriler ve kuyular aracılığıyla gerçekleşir. Galeri ile girilmiş bir ocakta üst bölgedeki cevher alındıktan sonra alt kısımda kalan cevherin çıkarılması için mutlaka kuyu açılması gerekir. Açılmış olan kuyunun başlıca görevleri şunlardır:

- Kazılan cevherin nakliyatının yapılması
- İşçilerin ocağa giriş ve çıkışlarının sağlanması
- Gerekli olan havanın iletilmesi ve kirli havanın çıkması
- Elektrik hatlarının geçirilmesi
- Makine ve gerekli teçhizatların indirilmesi

Maden ocaklarında genellikle iki tür kuyu bulunur. Birinci kuyu, nakliye ve hava girişi için kullanılırken ikinci kuyu ise hava çıkışı için kullanılır. Bu şekilde varılmak istenen noktaya en kısa yoldan ulaşılır ve kullanılacak kablo, halat ve boru gibi malzemelerin sarfiyatı azalır. Ayrıca, kuyu ile nakliye yapılacak ocaklarda, iki kuyu arasında en az 30 m'lik topuk bırakılmalıdır.

Kuyu ihraç sistemleri çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir ancak en yaygın yöntem, halatın bir ucunun tambura diğer ucununsa taşıma sistemine bağlı olduğu sistemdir. Halatın diğer ucunda ise genellikle skip veya kafes gibi taşıma sistemleri kullanılır. Bu kullanılan nakliye sistemi günümüzde en çok tercih edilen sistemlerden biridir.

Hareketin halata sürtünme yolu ile aktarıldığı sistem ikinci ihraç sistemidir. Bu yöntemde ise halatın her iki ucunda kuyu içerisinde kullanılan taşıma düzeneklerine bağlıdır. Kuyu nakliyatında tek bir halat kullanılıyorsa bu sisteme **koeppe sistemi** (Görsel 6.2) denir. Çok halatlı bir nakliyat kullanıldığında ise sistem, sürtünmeli tambur olarak adlandırılır.



Görsel 6.2: Koeppe sistemi



BUNU BİLİYOR MUYDUNUZ?

Taşıyıcı halatla kafes arasındaki koşum düzeni, altı ayda en az bir kez, zincirler, ayırma kanca-ları ve diğer parçalar sökülme, parçaların kesitleri uygun aletlerle ölçülme suretiyle aşınma, pas ve çatlak bulunup bulunmadığı yönünden muayene edilir. Muayeneler ve parça değiştir-meleri yetkililerin gözetimi altında yapılır. Bütün bağlama düzeni, yapımcı firmanın taahhüt ettiği süre ve esaslar içerisinde kalmak üzere, işletmenin çalışma koşullarına göre, sorumlu



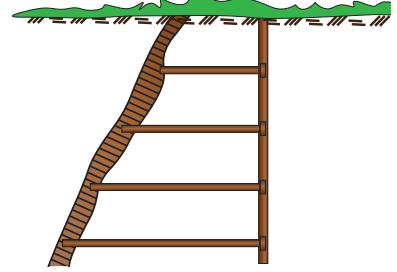
kişiler tarafından belirlenecek bir devreden sonra değiştirilir. Bağlama ve koşum parçalarının tamamının veya bir kısmının değiştirilmeleri halinde, hizmete konmadan önce, uygun ve yeterli bir yükleme deneyiyle dayanıklılıkları ölçülür. Muayene ve deneylerin sonuçları rapor defterine yazılır.

İnsan ve malzeme taşımada kullanılan kuyularda, lağımlarda, ana nefeslik yollarında, eğimli ve düz yollarda, hava hızı, saniyede 8 m'yi geçmez.

Dikey kuyular

Geniş, derin ve kalın maden yataklarında dikey kuyular tercih edilir. Dikey kuyular (Şekil 6.1), olumsuz zemin koşullarında rahatça kullanılabilir. Bu tür kuyularda genelde kafes sistemiyle çalışılır.

Düşey yönde açılmış kuyular, yerçekimi ile aynı yönde olduğu için yan duvarlara gelen basınç daha azdır. Bu kuyuların boyları daha kısadır ve kesitleri daha küçüktür. Kuyuda kafes veya skip gibi nakliye araçları tercih edilir.



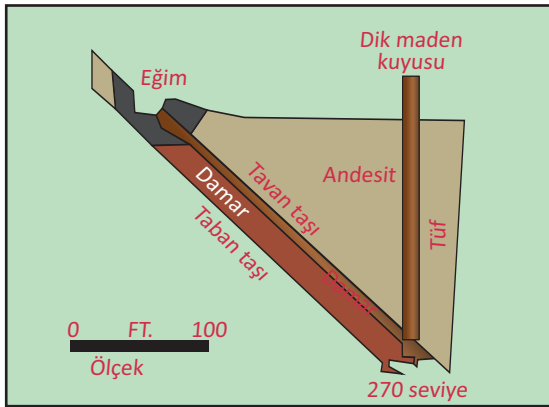
Şekil 6.1: Dikey kuyu

6.2. EĞİL KUYULARDA (VARAGEL, DESANDRE) TAŞIMA YAPMA

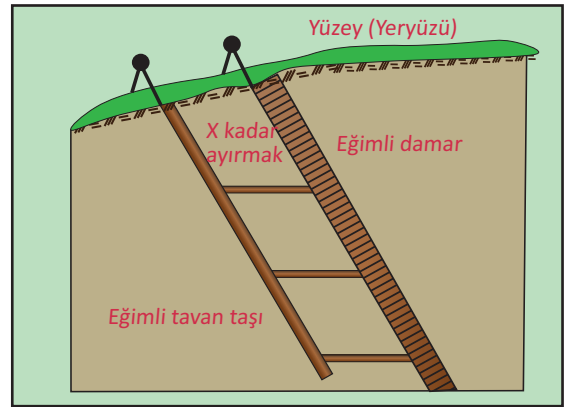
Maden aramalarında, yer altı kaynaklarının keşfi ve çıkarılması için kuyuların açılmasına ihtiyaç duyulur; bu kuyular, amaçları ve teknik imkânlarla uygun olarak hem düşey hem de eğik yönde inşa edilir.

Eğik Kuyular

Siğ derinlikte ve yassı olan maden yataklarında eğik kuyular (Şekil 6.2 ve 6.3) tercih edilir. Nakliyat işlemi özellikle kamyon veya konveyörler ile gerçekleştirilir.



Şekil 6.2: Yatak kuyu



Şekil 6.3: Meyilli kuyu

Kuyu Taşıma Araçları

Kuyu taşıma araçları kafesler ve skipler olmak üzere iki çeşittir.



1. Kafesler

İnsan, malzeme veya cevher taşımada kafes yöntemi (Görsel 6.3) kullanılır. Kullanılan kafesler, yüksek mukavemete sahip olmalıdır. İnsan taşımada kullanılan kafesler iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

Kafeslerin ön ve arka taraflarında bulunan kapılar dışa açılmamalıdır ve kafes içlerinde işçilerin el tutamaçları olmalıdır. Kapılar ise tel örgü şeklinde olmalıdır. Kafes boyutu kişi başına yaklaşık 0,2 m² düşecek şekilde tasarlanır ve aynı kafes cevher nakliyatında da kullanılabilir. Sadece ek olarak kafes içinde vagonları sabitleyecek donanımlar yerleştirilir. Ancak böyle bir durum söz konusuysa insan taşımada olabildiğince az yapılması gerekir.



Görsel 6.3: Kafes sistemi ile yer altına inen işçiler

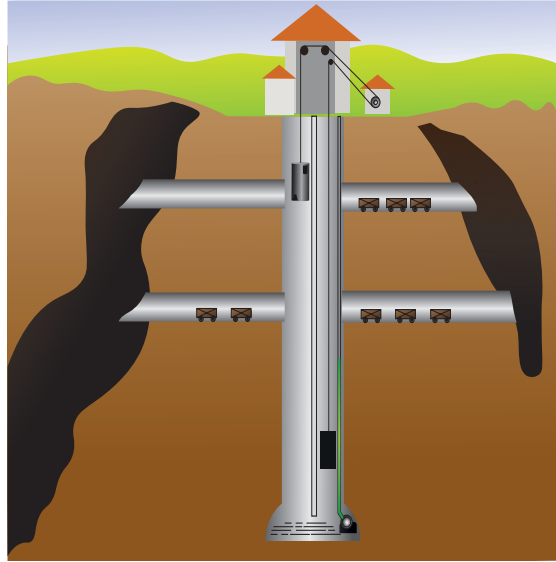
2. Skipler

Madencilikte ihraç kuyusunda cevher veya pasa taşınmasında kullanılan ve çıkan malzemenin içine doldurulup taşındığı özel kovalı sisteme **skip** denir.

Skip nakliyatında tek yönlü (Şekil 6.4) bir nakliyat söz konusudur. Genellikle havanın çıkış yaptığı kuyularda yer almaktadır. Kapalı tip skipler ve mafsallı (Görsel 6.4) sallanan skipler olmak üzere iki çeşidi mevcuttur.



Görsel 6.4: Mafsallı tip skip



Şekil 6.4: Tek yönlü nakliyat

Skipler genellikle çelik çerçeveden imal edilir. Yükleme ve boşaltma sırasında cevherin oluşturduğu darbelere ve aşınmalara karşı dayanıklı olmalıdır. İşçilerin taşınması için üst kısmında bir kat bulunur. Kafes sistemlerinde olduğu gibi dışarı açılmayan iki kapısı vardır.

Kuyu Ekipmanları

Kuyu ihraç sistemleri, halatın bir ucunun tambura diğer ucunun kafese veya skipe bağlı olduğu durumlarda kullanılan sisteme verilen addır. Tamburlu bir sisteme dayanır. Diğer bir ihraç yöntemi ise hareketin halata sadece sürtünme yoluyla aktarıldığı sistemdir.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Kuyu nakliye sisteminde genellikle kuyu kulesi, halat, halat tamburları, makaralar, tahrik donanımları, emniyet sistemleri, kafes veya skip gibi unsurlar bulunur.

ETKİNLİK 6.1

Dikey kuyularda ve eğik kuyularda yapılan taşıma işlemlerini karşılaştırma yaparak açıklayınız.



BUNU BİLİYOR MUYDUNUZ?

Kuyuların Kontrolü

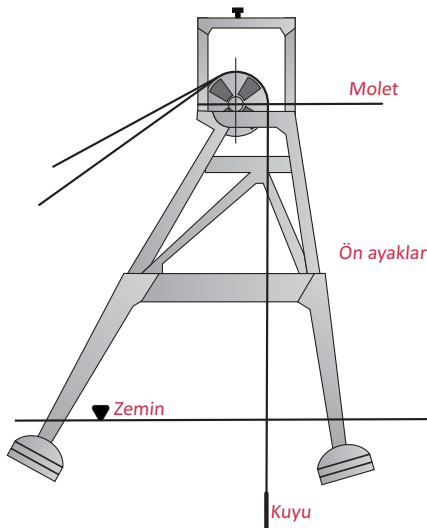
Sondaj kuyusu açılması işlemleri sırasında kullanılmak üzere püskürme ve yer altında bulunan zehirli ve patlayıcı gazların yayılması gibi risklerden korunmak için uygun kontrol ekipmanı bulundurulur. Bu ekipmanların dağılımında, açılan kuyular ve yürütülen işlemler dikkate alınır.

Petrol, doğal gaz, jeotermal ve kaya gazı sondajlarında mutlaka kuyu kontrol donanımları bulundurulması zorunludur. Bu donanımlar her kuyu için kurulur ve bu donanımların çalışır durumda olması sağlanır. Gaz ve sıvı püskürme ihtimali bulunan diğer sondaj kuyularında da kurulur ve işletilir.

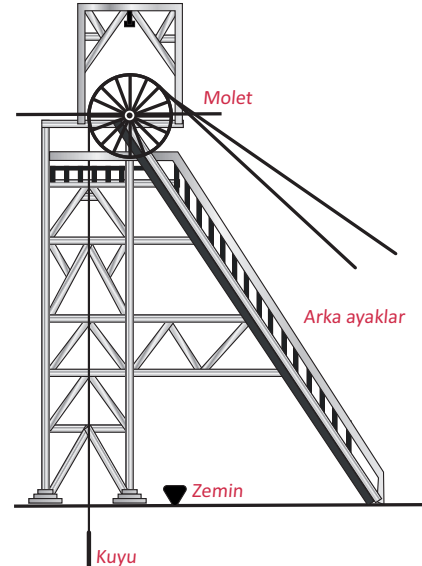
Sondaj kuyusu açılması işlemleri sırasında kullanılmak üzere, püskürme gibi risklerden korunmak için uygun kontrol ekipmanı ve gerektiğinde kuyuyu susturmak amacıyla sondaj çamurunu ağırlaştırmak için bant vb. malzemeleri bulundurulur. Bu ekipmanların ve malzemelerin dağılımında, açılan kuyular ve yürütülen işlemler dikkate alınır.

Kuyu Kuleleri

Yer üstünde kurulan yapılara **kuyu kuleleri** denir. Pasa, personel ve malzeme nakliyesinde kullanılır. Betonarme (Şekil 6.5) veya çelik (Şekil 6.6) olarak inşa edilir.



Şekil 6.5: Betonarme kuyu kulesi



Şekil 6.6: Çelik konstrüksiyon kuyu kulesi



Kuyu kulesi; tambur, makara, halat, tahrik üniteleri, emniyet donatımı sistemi, kafes veya skip elemanlarından oluşur.

Kuyu Kulesi; Sağlam temeller üzerine yerleştirilir. İnsan ve malzeme nakli için gerekli düzeneği taşımayı sağlar. Tambur, makara, halat, tahrik üniteleri, emniyet donatımı sistemi, kafes veya skip elemanlarından oluşur.

Tambur: Tahrik ünitesinden aldığı gücü halatlara iletir.

Makara: Halatlara bağlanan taşımaya yardımcı elemandır.

Çelik Halat: Yükleri üzerine alarak malzeme, personel ve cevhere yukarı aşağı veya aşağı yukarı hareket imkânı sağlayan elemandır.

Tahrik Ünitesi: Sisteme güç veren motorlardır.

Emniyet Elemanları: Kuyudaki arıza veya aksaklıklarda devreye giren elektrik kontrollü sistemdir.

Varagel: Eğimli yüzey üzerinde gerçekleştirilen nakliyat çeşitlerindedir. Karşılıklı ağırlık esasına dayanarak hareketini gerçekleştirir. Dolu araba aşağı inerken boş arabanında yukarıya çıkmasını sağlar. Sistemin kurulumunda eğim derecesi, vagon kapasitesi, yük taşıma kapasitesine fren sistemleri önemlidir.

Desandre: Ocaklarda, madencilik faaliyetlerinin devam edebilmesi için en az iki eğimli galeri veya bir kuyu oluşturulmalıdır. Bu galeriler veya kuyular, madencilik operasyonlarının ilerlemesi ve çalışanların güvenli bir şekilde gidiş geliş yapabilmesi için gereklidir. Bu tür yapılar, madencilik faaliyetleri sona erene kadar kullanılır.

Birçok yer altı madeninde insanların, malzemelerin ve ekipmanın taşınması işlemi eğimli galeriler ile sağlanır. Bu galeriler, desandreler olarak bilinir ve bazen bantlı konveyör taşımacılığı için kullanılır, genellikle yataydan 16-18° eğime sahiptir. Bu eğim sayesinde kuyulara göre kolay nakliyat işlemi yapılmaktadır.

Desandreler raylı hatlar (Görsel 6.5) ve elektrikle çalışan tambur şeklinde bir vinç ile donatılmıştır. Kuyu işlemine göre maliyeti ucuz, mesafe uzunluğu fazladır.

Desandrelerde açılan nakliyat araç gereç seçiminde önemli bir faktör eğimdir. Eğim, fazlaysa vinç sistemine bağlı vagonlarla nakliyat yapılırken eğim uygunsuzsa bant konveyörlerle taşıma yapılır.



Görsel 6.5: Desandre nakliyat



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

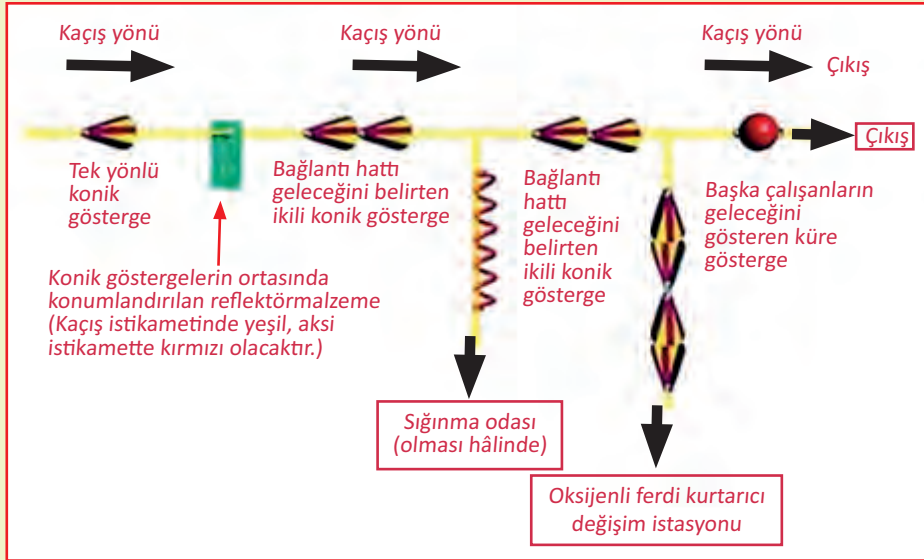
Mekanik olarak gerçekleştirilen taşıma işlemi haftada en az bir kere kontrol edilmelidir. Bu sayede oluşabilecek aksaklıklar herhangi bir kazaya sebebiyet vermeden tespit edilmiş olur. Vagonlar birbirine emniyet halatı ile bağlanmalıdır. Ayrıca son vagon arkasına taşıma sırasında herhangi bir halat kopması veya kancadan kurtulma olması durumuna karşı arabanın arkasına takılan bir ucu koç boynuzu ve diğer ucu çatallı olan yerde sürüklenen demir takılır.

Vagon kullanılarak yapılan nakliyat esnasında desandreye insan girmesine izin verilmez. Ayrıca işçilerin yük vagonlarına binmeleri kesinlikle yasaktır.



BUNU BİLİYOR MUYDUNUZ?

Yer altı madenlerinde, hazırlık faaliyetlerinin yapıldığı alanlar ve üretim panoları gibi yer altı maden işletmesinin bütün bölümlerini kapsayacak şekilde ve çalışanların yer üstüne çıkma-larını kolaylaştıran; yanmaya, kopmaya ve aşınmaya karşı dayanıklı bir hayat hattı kurulur. Bu hatlar acil durum planlarına uygun olarak yerleştirilir.



Hayat hattı, 7 mm çapında sarı renkli olup tek yönlü konik gösterge ile başlar. Konik göstergeler acil çıkışı gösterecek şekilde 10 m'yi geçmeyecek aralıklarla yerleştirilir. Konik göstergelerin tam orta mesafelerinde reflektör levhalar bulunur. Reflektör levhalar; 50 mm x 100 mm ölçülerinde, çıkışa doğru yani kaçış yönünde yeşil, aksi istikamette kırmızı renkte yanmaz malzemeden yapılır. Konik göstergenin üstünde altı adet reflektör şerit bulunur. Konik gösterge ve reflektör levha bulunduğu yerden düşmeyecek ve kaymayacak şekilde hayat hattının üzerine sabitlenir.

ETKİNLİK 6.2

Varagel tasarlayınız. Aşağıda verilen boş alana tasarımınızın taslak çizimini yapınız. Tasarım sonucunda yapmış olduğunuz varagel örneğini sınıfta arkadaşlarınızla paylaşarak inceleyiniz.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. En genel anlamıyla kütleinin bir yerden bir başka yere taşınması işlemidir.
2. Yer altında yapılacak olan çalışmalarda çıkan kullanılacak yöntem seçimi de önemlidir.
3. Maden ocaklarında genellikle kuyu bulunur.
4. Geniş, derin ve kalın maden yataklarında kuyular tercih edilir.
5. İki kuyu arası arasında en az topuk bırakılır.

B) Aşağıdaki soruları okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi yer altı ve yerüstü maden işletmelerinde nakliyat ile ilgili doğru bir bilgi değildir?

- A) Üretilen ham maddenin çıkarıldığı yerden lavvara veya tüketim noktasına iletilmesinde
- B) Atık malzemelerin pasa sahasına iletilmesinde
- C) Yer altında kullanılacak olan malzeme nakliyesinde
- D) Çalışanların iş yerlerine ulaşma işlemlerinin gerçekleşmesinde.
- E) Çıkarılan kömür yer altında torbalanmasında.

7. Aşağıdakilerden hangisi eğik kuyular için doğru bir bilgidir?

- A) Çok derin olan maden yataklarında tercih edilebilir.
- B) Nakliyat işi sadece konveyörler ile gerçekleştirilir.
- C) Dik olan maden yataklarında tercih edilir.
- D) Sığ olan maden yataklarında tercih edilirler.
- E) Kuyu yan duvarlarına gelen basınç çok fazladır.

8. Aşağıdakilerden hangisi dikey kuyular için doğru bir bilgi değildir?

- A) Genelde kafes sistemiyle çalışılır.
- B) Açılmış olan kuyuları boyları daha kısadır.
- C) Derin ve kalın maden yataklarında dikey kuyular tercih edilir.
- D) Kesitleri daha küçüktür.
- E) Bant nakliyat kullanılır.



9. Aşağıdakilerden hangisi kuyu kuleleri için doğru bir bilgidir?

- A) Kuyu sisteminin iskeletidir.
- B) Kuyu elemanları yer altında kurulur.
- C) Taşıma sistemi için sadece halatlar bulunur.
- D) Emniyet sistemi bulunur.
- E) Halatlar gerektiğinde kullanılır.

10. Aşağıdakilerden hangisi skip için doğru bir bilgi değildir?

- A) Skipler genellikle çelik çerçeveden imal edilir.
- B) Farklı boyut ve şekillerde üretilemez.
- C) Skipler darbelere ve aşınmalara karşı dayanacak güçte olmalıdır.
- D) İşçilerin taşınması için üst kısmında bir kat bulunur.
- E) Kapılar dışarı açılmayan tipte imal edilirler.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını ilgili boşluklara yazınız.

11. Kuyu ve desandrelerde yapılan nakliyat maliyetleri neden farklıdır?

.....
.....
.....
.....
.....

12. Kuyularda malzeme olarak beton neden kullanılır?

.....
.....
.....
.....
.....

13. Yer altına doğru ilerledikçe basınç değişimi nasıl olur?

.....
.....
.....
.....
.....



14. Yer altında açılan kuyuların neden iki tane olarak açılması gerektiğini açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....

15. Nakliyat işinde kullanılan kafeslerde kapıların dışarı doğru açılmama nedenini açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....

7. ÖĞRENME BİRİMİ



TAHKİMAT İŞLERİ



KONULAR

- 7.1. YER ALTI MADENDE ÜRETİM YÖNTEMİNE GÖRE TAHKİMAT SEÇME
- 7.2. YER ALTI MADENDE ANA GALERİLERDE VE KUYULARDA TAHKİMAT
- 7.3. YER ALTI MADENDE DAMAR İÇERİSİNDE TAHKİMAT

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yer altı madeninde üretim yöntemine göre tahkimat seçimini açıklama
2. Yer altındaki ana galeriler ve kuyularda tahkimat işlemi açıklama
3. Yer altı damar içerisinde tahkimat işlemi açıklama

TEMEL KAVRAMLAR

- bağ
- fırça
- kama
- tahkimat
- takoz

HAZIRLIK SORUSU

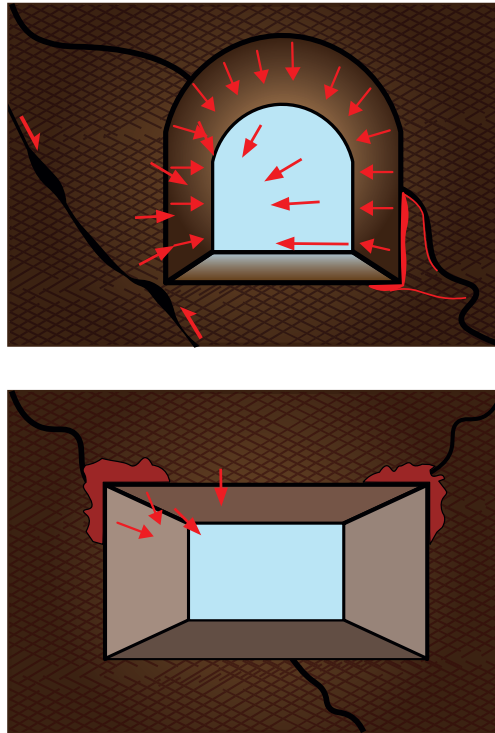
Destekleme yapılarının malzeme seçimi, dayanıklılık ve esneklik açısından ne kadar önemlidir?



7.1. YER ALTI MADENİNDE ÜRETİM YÖNTEMİNE GÖRE TAHKİMAT SEÇME

Yer altı madencilik faaliyetleri uzun bir süreci kapsar. Bu süre, hazırlık aşamasından başlayıp madenin üretim sürecinin bitmesine kadar devam eder. Bu süre zarfında, yer altında açılan tüm galerilerin ve yapıların üretim tamamlanıncaya kadar güvenli bir şekilde kalmasının sağlanması gerekir. Bu nedenle yer altında açılan galeri ve tünellerin yer altı yapısına uygun bir şekilde desteklenmesi gerekir.

Yer altı işletmelerinin ilk aşamasında oluşturulan kuyular, galeriler, üretim amaçlı açıklıklar üzerinde çeşitli baskı (Şekil 7.1) ve gerilmeler meydana gelir. Ortaya çıkan bu gerilme ve baskılar; çevredeki kayacın mekanik özelliklerine, inilen derinliğe ve açılan boşluğun geometrisine bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu sebeple bu açıklıkların uygun şekilde ve uygun malzemeler kullanılarak desteklenmesi gerekir. Böylece açılan boşlukların göçmesi önlenmiş olur. Ancak destekleme yeterli yapılmazsa yer altı açıklıkların göçmesi kaçınılmaz olur.



Şekil 7.1: Galerinin üzerine gelen baskı

Yer altı çalışmalarında oluşturulan açıklıkların güvenli bir şekilde tutulması için destekleme malzemesi olarak beton, ağaç, demir gibi malzemeler kullanılır. Seçilen destek malzemeleri kayacın özelliklerine bağlı olarak değişir.

Madencilikte yer altında açılan boşlukların çeşitli malzemeler kullanılarak desteklenmesi işleme tahkimatı denir.

Yer altında yapılan tahkimatların kullanılacak malzemeye göre çeşitleri şunlardır:

- Ahşap tahkimat (ağaç)
- Çelik tahkimat
- Beton tahkimat
- Kaya saptaması



Ahşap(Ağaç) Tahkimat

Madencilikğin ilk dönemlerinden bu yana kullanılan tahkimat çeşitlerinden biri ahşap tahkimattır (Görsel 7.1). Zamanla daha güvenli ve sağlam olan çelik malzemeden yapılan tahkimatlar öne çıkmıştır. Günümüzde birçok maden ocağında hâlâ kullanılmaktadır ancak büyük kapasiteli modern ocaklarda tercih edilmemektedir.

Ağaç tahkimatın sahip olduğu yapısal özellikler günümüze kadar tercih edilmesinin sebebidir.

Ağaç tahkimatın avantajları şunlardır:

- Hafif olmasına rağmen yüksek mekanik dayanıma sahiptir.
- Hafif olmasından dolayı yeraltına taşınması kolaydır.
- Yer altında kolayca boyutlandırılıp şekillendirilerek birleştirilebilir.
- Maliyeti düşüktür. Yer altında bırakılmış olsa bile maliyet sorunu oluşturmaz.
- Aşırı yük altında kırılma öncesinde kıymıklaşma, çatlama gibi belirtilerle uyarır.
- İşçilik açısından kolaydır ve kısa sürede yapılabilir.



Görsel 7.1: Ağaç tahkimat

Ağaç tahkimat sistemi, olarak yatay konulan bir boyunduruğun iki dikme ile desteklenmesinden oluşur. Boyunduruk ve dikmeler üzerinde oyuntular oluşturulur. Bu oyuntulara **çinti** denir. Boyunduruk ve dikmeler bu çintilerin üzerine oturtulur. Dikmeler 80°'lik bir açı ile konulur. Taşıyıcı sisteme gelen yüklerin eşit bir şekilde dağılması için kama ve takozlar kullanılarak sıkılama işlemi yapılır.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Ahşap tahkimat için kullanılacak malzemelerde mümkün olduğunca yapısal kusurları olan ağaçlar tercih edilmemelidir (Şekil 7.2), (Görsel 7.2 ve 7.3). Çam, meşe, ladin gibi mekanik dayanımları yüksek ağaçlar tahkimat malzemesi olarak kullanılmaktadır.



Budak



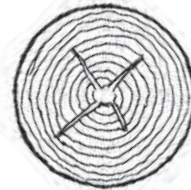
En kesit düzensizliği



Lif eğikliği



Dış çatlak



İç çatlak

Şekil 7.2: Ağaç tahkimatın yapısal kusurları



Görsel 7.2: İç çatlak olan ağaç



Görsel 7.3: Dış çatlak olan ağaç

Tahkimat malzemesi olarak kullanılacak ağaçların özellikleri şunlardır:

Sert, dayanıklı, yıllık halka sayısı fazla ve yüksek yoğunluğa sahip olan, rutubetten az etkilenmiş ağaçlar tercih edilir.

Ahşap Tahkimatın Dezavantajları

Ahşap tahkimat önemli ortamlarda bakteri ve mantarların etkisiyle zamanla çürüyebilir. Her ağaç cinsi ahşap tahkimat yapımı için uygun değildir. Ahşap malzeme kolay yanabilir bir malzemedir ve çelik tahkimata kıyasla daha az yük taşır. Homojen olmayan bir malzeme olduğu için zayıf noktaları bulunabilir.

Ağaç Tahkimat Elemanları

Yatay konulan (tavana paralel olarak) boyunduruk ve bunu destekleyen dikmelerden oluşan her bir üniteye **ahşap kasa** ya da **trapez** denir.



Ahşap tahkimatın temel elemanları şunlardır (Şekil 7.3):

Boyunduruk: Yer altında tavana paralel olarak yerleştirilen parçadır.

Dikme: Tavana paralel olarak yerleştirilen boyunduruk elemanının desteklemesi için dikey olarak yerleştirilen parçadır.

Fırça: Boyunduruk ve dikmelerin arasına yerleştirilen ve bu elemanlar arasındaki sıklığı artıran elemandır.

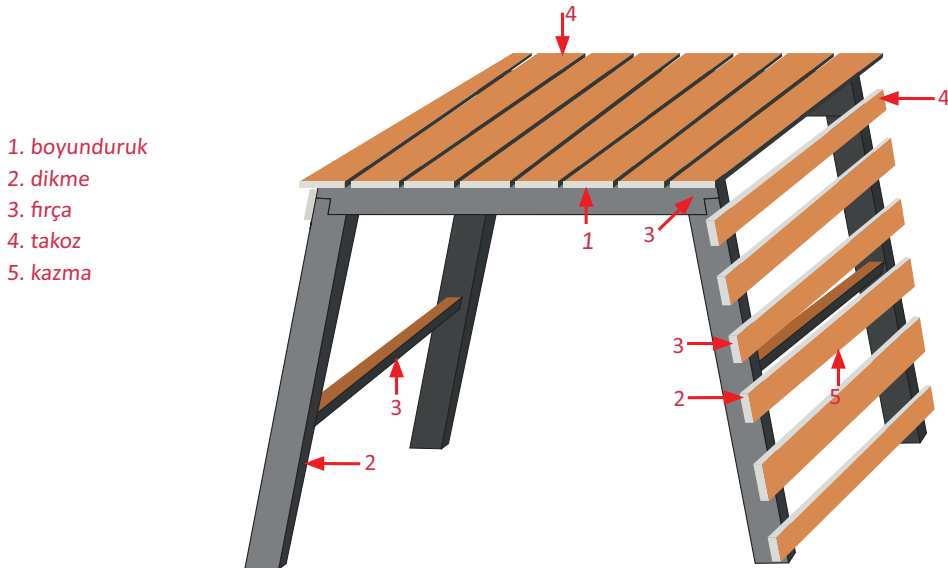
Takoz: Tavandaki yükü ve yan tarafta oluşan basınç kuvvetini alan ve diğer elemanlara aktaran elemandır. Boyundurukların ve dikmelerin üzerine yerleştirilir.

Kama: Tahkimat kasasına ek dayanım sağlayan ve boyunduruk ve dikmeler arasındaki boşlukları kapatmaya yardımcı olan elemandır.

Kasaların yerleştirilmesinde birbirleri arasındaki mesafe, yer altı formasyonunun özelliklerine bağlıdır. Eğer yer altındaki formasyon çatlaklı, kırıklı veya jeolojik bozukluğu içeriyorsa 0,4-0,6m'de bir kasa konur. Ancak sağlam yapılı bir formasyonda ise 1,5-2,5m'de bir kasa atımı yapılır. Yer altı koşullarına kasa atımı mesafeleri ayarlanmaları istenenilen biçimde yapılabilir.

Domuzdamı

Meşe, kayın gürgen gibi sert ağaçlardan yapılan dikdörtgen veya kare prizma şeklinde tavanı tutan özel bir tahkimat birimidir. Ayak arkasından tavanı destekler ve tavanın düzgün bir biçimde kırılmasını sağlar.



Şekil 7.3: Ağaç tahkimatın temel elemanları

Domuzdamları, travers parçaları, özel hazırlanmış domuzdamı direkleri veya bunların arasında profil demirleri de kullanılarak oluşturulur. Domuzdamları ayak ilerledikçe geriden sökülerek ileri alındığı için seyyar domuzdamı da denir.

Domuzdamları kurulumu yapılırken taban iyice temizlenmelidir. Dikdörtgen veya kare şeklindeki olan ahşap tahkimat direkleri sıra hâlinde tavanda kırılma, çatlak ve göçmeye neden olabilecek bölgelere yerleştirilir. Domuzdamlarının birbirlerinin üzerine gelen kısımları düz bir şekilde dizilir ve kamalar kullanılarak sıkıştırılır. Bu özel bir tahkimat çeşididir.



Çelik Tahkimat

Büyük ve uzun süreli çalışmaların yapıldığı maden ocaklarında, yer altında açılan boşlukların taşıyıcısı olarak çelik malzemeden yapılmış tahkimatlar kullanılır (Görsel 7.4).

Çelik, temel olarak demir ile karbonun belirli oranlarda alaşımlanmasıyla oluşan bir malzemedir. Yüksek mukavemete sahip olması, korozyona karşı direnç göstermesi ve büyük yükleri güvenli bir şekilde taşıyabilmesi nedeniyle tercih edilmektedir.



Görsel 7.4: Çelik tahkimat

Alaşım, bir metalin belli oranlarda bir veya birden fazla metalle karıştırılması sonucu oluşan yeni metaldir.

Çelikte aranan özellikler şunlardır:

- Çelik, büyük yükleri taşıyabilecek kadar yüksek dayanıklılığa sahip olmalıdır.
- Deformasyona uğradığında, bir kaç kez düzeltilip tekrar kullanılabilir.
- Malzemeye istenen şekli vermek kolay olmalı ve istenilen formu alabilmelidir.

Yer altında kullanılacak çelik tahkimatın tasarımı yapılırken ilk önce tavan yükü hesaplanmalıdır. Bu hesaplama, ayak uzunluğu, damar kalınlığı, sahanın jeomekanik özellikleri dikkate alınarak yapılır. Tahkimatlar arasındaki mesafe hesaplanmalı ve tahkimatların taşıma kapasitesi belirlenerek (direk yük taşıma kapasitesi) kullanılacak direk sayısı belirlenmelidir. Çelik tahkimatın kullanılmasının avantajları şunlardır:

- Mekanik dayanımı oldukça iyidir.
- İstenen boyut ve şekillerde üretimi mümkündür.
- Birden fazla kez düzeltilip kullanılabilir.
- Isı, yangın ve rutubetten çok az etkilenir.
- Ağaç tahkimatta bulunana budak, çatlak gibi yapısal kusurlar çelikte bulunmaz.



Çelik tahkimatın dezavantajları şunlardır:

- Taşınması, nakliyatı ve kurulumu zordur.
- Maliyet açısından pahalıdır.
- Korozyona uğrar.
- Kurulduğu yerde kalıcıdır ve taşınması zordur.
- Kurulumu, yedek parça tedariki ve imalatı uzun zaman alır.
- Şekil verilmesi genellikle ocak dışında yapılır ve bazı özel ekipman gerektirebilir.

Çelik Tahkimatların Kurulumundaki Bağ Çeşitleri

Ana galerilerde kullanılan çelik tahkimat, rijid bağ ve geçmeli bağ olmak üzere iki çeşittir. Genellikle birinci sınıf profil çelikler malzeme olarak tercih edilir.

Yer altı maden ocağında tahkimat yapılmadan önce bölgede gerekli güvenlik tedbirlerinin tamamlanmış olduğundan emin olunmalıdır.

Tahkimat yapılmayan yerlerde, tavan ve yan duvarlarda gerekli tüm kontroller yapılmalıdır. Çünkü bu bölgelerde kavlaklar ve düşme tehlikesi olan kayaç parçaları gibi riskler olabilir.

Rijit Bağlar

Galeri kesitine göre ray veya birinci sınıf profili çelik malzemeden üretilen tahkimat elemanlarının birleştirme işlemine **rijit bağlar** denir (Görsel 7.5). Bu birleştirme işlemi, pabuç adı verilen bağlama elemanları ile gerçekleştirilir. Galerinin genişliğine göre birkaç parçadan oluşan tahkimat, yer üstünde kavis verilerek hazırlanır ve ardından yer altına indirilir. Yer altına indirilen parçalar galeri kenarlarının tabanına gömülür. Tavan kısmına gelen bölümler ise kalın saçlardan imal edilmiş olan pabuçlar aracılığıyla birbirine bağlanır. Rijid bağlar uzun sürede taşıdıkları yüke bağlı olarak deforme olabilir. Ancak düzenli bakım takvimi ile gerekli bakımlar yapılarak rijid bağların güvenli bir şekilde kalması sağlanır.



Görsel 7.5: Rijit bağlar



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Geçmeli Bağlar

Geçmeli bağlar (Görsel 7.6), birbiri üzerine geçebilecek şekilde tasarlanmış çelik kavis profilli yapı ünitelerinden oluşur. Bu bağlar, özel bağlantı elemanları ile birbirine bağlanır. Ancak belirli zaman aralıklarıyla gevşetilmeleri gerekir. Bu işlem, üzerlerine gelen yükler nedeniyle oluşabilecek esnemeyi önlemek ve deformasyon süresini geciktirmek amacıyla yapılır. Bu şekilde tavan yükleri her bir ünite ve tabana eşit bir şekilde dağılımı sağlanmış olur.



Görsel 7.6: Geçmeli bağlar



BUNU BİLİYOR MUYDUNUZ?

Yer altı madenlerinde, hazırlık faaliyetlerinin yapıldığı alanlar ve üretim panoları gibi yeraltı maden işletmesinin bütün bölümlerini kapsayacak şekilde ve çalışanların yer üstüne çıkmalarını kolaylaştıran; yanmaya, kopmaya ve aşınmaya karşı dayanıklı bir hayat hattı kurulur. Bu hatlar acil durum planlarına uygun olarak yerleştirilir.

Beton Tahkimat

Beton tahkimat (Görsel 7.7), yer altında kuyu, galeri, taban yolları ve yangın barajlarında sıkça kullanılan bir malzemedir. Özellikle metalik maden yataklarında açılan, büyük boşluklarda beton tahkimat, beton cıvata ve çelik hasır oldukça yaygın bir şekilde kullanılır. Bu malzemelerin pürüzsüz bir yapıya sahip olması havalandırma sistemlerindeki yük kayıplarını en aza indirir.

Beton; çimento, su ve agrega gibi bileşenlerden oluşur. Agregası, farklı boyutlarda kırılmış, çeşitli mineral yapıda olan kum, çakıl, kırma taş gibi inorganik malzemelerden oluşur. Agregalar maliyeti ucuz, dayanıklı ve sert malzemelerdir. Bu durum dayanımlarının yüksek olmasını sağlar.



Görsel 7.7: Beton tahkimat



Beton tahkimat kullanım yerleri şunlardır:

- Kuyu ve galeriler
- Su ve yangın barajları
- Taban yolu takviyeleri

Beton tahkimat avantajları şunlardır:

- Nem, yangın ve sıcaklıktan etkilenmez.
- Malzeme temini ucuzdur ve üretimi kolaydır.
- Galerilerin ve kuyuların içindeki pürüzsüz yüzeyler, havalandırma akımı direnci düşürür.
- Beton tahkimatı, istenen her bölgeye uygulanabilir.
- Galeri ve kuyu tahkimatları bir kez yapılır ve uzun yıllar boyunca sabit şekilde kalabilir.
- Betonun dayanımı istenen şekilde artırılabilir.
- Kırık ve çatlaklar arasına girerek kayacın kayma dayanımını artırır.

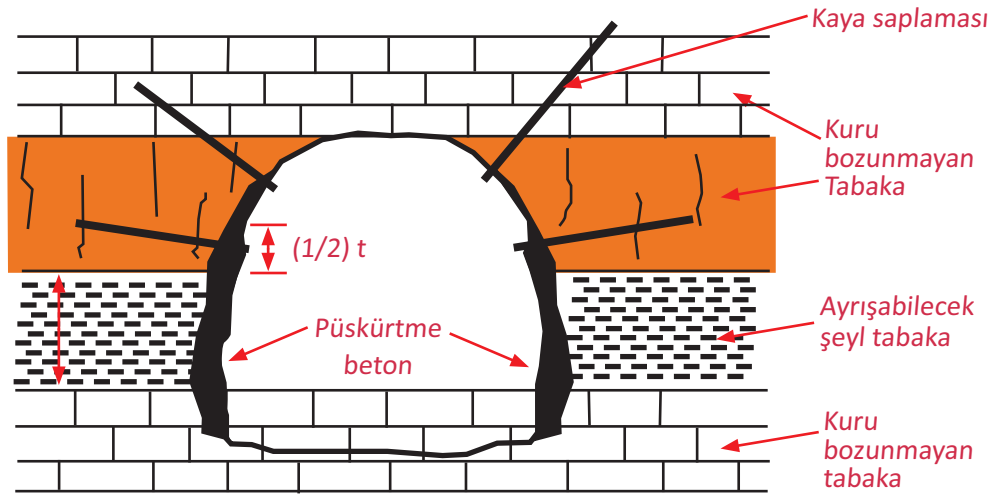
Beton tahkimatın dezavantajları şunlardır:

- Fazla yüklem durumunda aniden kırılabilir.
- Hasar görmüş ya da kırılmış bir beton tahkimatın tamiri zordur.
- Çekme gerilimine bağlı yüklem durumlarında dayanımı düşüktür.
- Dar alanlarda ve zorlu çalışma koşullarında yapımı ve uygulaması zordur.
- Deneyimli işçiler tarafından yapılması gerekmektedir.

Beton tahkimat yapılacak yüzeyin temizliği oldukça önemlidir. Çünkü kaya ile püskürtme beton arasına toz vb. parçalar girmezse yapışma sağlam olacaktır. Temizlik işlemi su jetleri kullanılarak gerçekleştirilir. Temizlik işleminden sonra borular aracılığıyla taşınan hortumlar bir veya iki metre uzaktan tutularak kullanılır.

Kaya Saplamları

Yer altında yapılan kazı çalışmalarında açılmış olan boşluklar. Kaya saplama (Şekil 7.4), zayıf olan tabakaları daha sağlam tabakalara bağlama işlemidir. Bu sayede kaya kütlesi güçlendirilir ve tabakaların çökme riski ortadan kaldırılmış olur.



Şekil 7.4: Kaya saplama



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Kaya saplamalarının yaygın olarak tercih edilme nedenleri şunlardır:

- Her türlü kazı şeklinde geçici veya kalıcı olarak tahkimat malzemesi olarak kullanılabilir.
- Diğer tahkimat elemanları ile uyumlu olarak kullanılabilir.
- Havalandırmaya karşı daha az direnç gösterir.

Kaya saplamalarının (cıvataları) yapıldığı malzemeye göre üç çeşidi vardır:

1. Mekanik cıvata
2. Betonlu cıvata
3. Reçineli cıvata

Tüm saplama türleri için yapılacak işler genel olarak aynıdır.

- Tavanda sondaj delikleri açılır.
- Açılan deliklere cıvatalar yerleştirilir.
- Cıvatalar deliklere sabitlenir.

ETKİNLİK 7.1

Tahkimat türleri ile ilgili aşağıda verilen özellikler sütununun önünde verilen boşluğa, tahkimat türleri sütunundan uygun olan harfi yazarak eşleştiriniz.

Durumlar		Tahkimat Türleri	
1	Korozyona uğrar.	A	Ağaç
2	Farklı tahkimat elemanları ile birlikte kullanılabilir.	B	Çelik
3	Yedek parça tedariki ve imalatı uzun sürer.	C	Beton
4	Yeraltında kolayca şekillendirilebilir.	D	Kaya saplaması
5	Hafif ve taşınması kolaydır.		
6	Havalandırmaya karşı gösterdiği direnç azdır.		
7	İstenen her bölgeye kolayca uygulanabilir.		

7.2. YER ALTI MADENDE ANA GALERİLER DE VE KUYULARDA TAHKİMAT

Kuyular; Yer altı maden ocağının yerüstünden yer altına ulaşmak için yapılan ilk işlemlerden biridir. Hazırlık aşamasından ocak ömrünün bitimine kadar sağlam bir şekilde inşası gerekir. Çünkü Yer altına doğru derinlik arttıkça açılan tüm açıklıklara gelen yükler artar. Herhangi bir tehlike ile karşılaşmamak için açılacak olan kuyu kesiti, kuyu derinliğine ve formasyon yapısının dayanımına bağlı olarak değişir. Açılacak olan kuyular kafes, skip, kablo, halat gibi taşıyıcı elemanlarının, insan ve malzeme nakliyatında kullanılması için tasarlanır. Kuyular daire, kare veya dikdörtgen kesitli olarak açılabilir. Açılan kesite göre kuyularda tahkimat elemanı olarak beton kaplama, çelik bağ gibi tahkimat çeşitleri kullanılır.

Kare kesitli olarak açılan kuyular uzun ömürlü olmayan, küçük ocaklarda, derinliği az, yan cıdarlarının basıncına karşı dayanımı az olan yerlerde açılır. Destekleme elemanı olarak ahşap tahkimat kullanılır. Ancak unutulmamalıdır ki kuyu açılacak öncelikle arazinin jeolojik yapısı ve kuyu geometrisi dikkate alınarak gelen tüm yükler hesaplanmalıdır. Bu şartlara göre tahkimat seçimi yapılmalıdır.



Daire kesitli kuyular: Büyük ocaklarda ve derinliği fazla olan kuyularda tercih edilirler. Kuyu yan arazi basıncı yüksektir. Bu sebeple gelen bu yükü dağıtmak için daha sağlam yapıda olan çelik ve beton tahkimatlar kullanılır.

Ana Galerilerde Tahkimat

Ana galeriler yer altı girildikten sonra yapılan ve üretime geçilmeden hemen öncesinde sürülen ve üretimlerin bitimine kadar kalan yollardır. Bu sebeple tahkimat yapıldığında sadece bir kez yapılır. Galeri tahkimatında ahşap, çelik veya beton tahkimat yapılır.

Ana galerilerde kullanılan Çelik tahkimat elemanları rijid ve geçmeli bağlardır. I profilli çelikten yapılan ve galeri genişliğine bağlı olarak 2 ya da 3 parçadan oluşurlar. Gerekli arazi koşullarına ve çalışılan alana göre kavis şekli verilen parçalar yoluyla tahkimatlar yapılır.

Rijit bağ, bağların en basit şeklidir. Galerinin genişliğine göre iki veya üç parçadan oluşur. I profillerin pabuç adı verilen bağlantı elemanları yardımıyla birbirine bağlanması şeklinde olur. Bu profiller birleşme noktalarından vidalanarak sabitlenmektedirler.

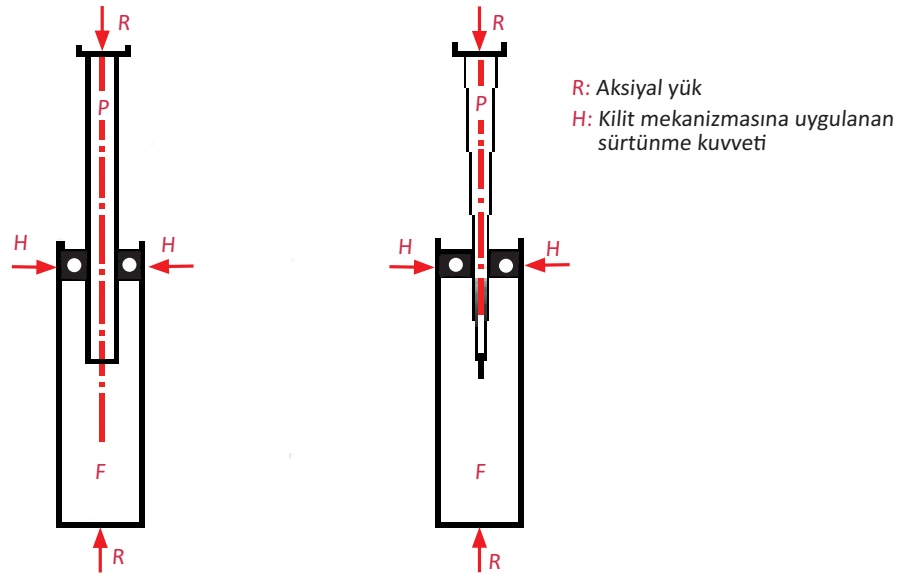
7.3. YER ALTI MADENDE DAMAR İÇERİSİNDE TAHKİMAT

Tahkimatta kullanılan ağacın gelen yüke karşı dayanımının az olması gelişen teknoloji ile artan mekanizasyon isteği damar içi tahkimatta çelik kullanılarak üretimin artırılması sağlanmıştır. Damar içerisinde yapılacak olan tahkimat panonun ömrü ile doğru orantılıdır.

Kullanılan çelik tahkimatlar arına dik olarak yerleştirilirler. Eğilmeye, bükülmeye karşı dirençli çelik tahkimatlar kullanılırlar.

Sürtünmeli Çelik Sarma

Teleskopik (Şekil 7.5) olarak iç içe girmiş iki çelik direkten oluşmuştur. Birbirine kilit sistemi ile bağlanmıştır. Damar kalınlığına göre boyları değiştirilebilir. Kolayca kurulup sökülebilir. Ucuz bir taşıyıcı sistemdir. Ancak ani yüklemelerde taşıyıcılığı sürekli değildir. Kilitleme mekanizmasının zamanla aşınması taşıma kapasitesini düşürür. Günümüz şartlarında kullanım yaygınlığını kaybetmişlerdir.



Şekil 7.5: Teleskopik direk



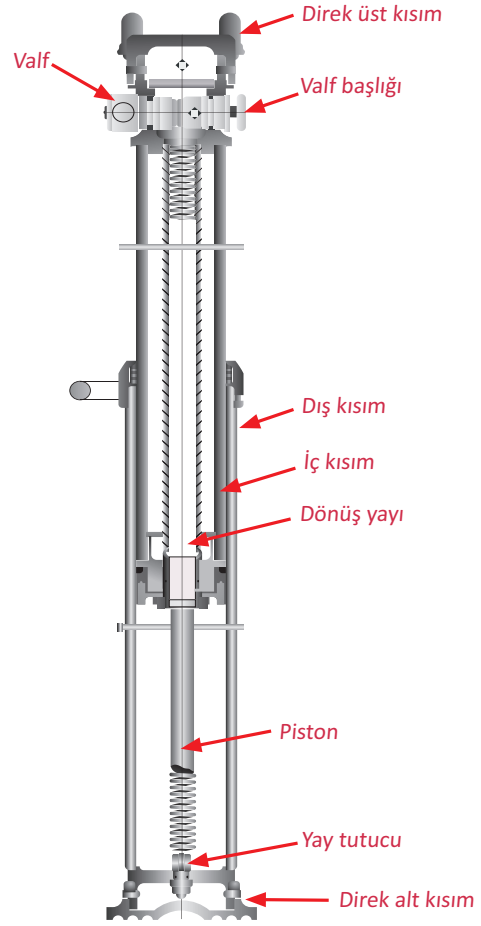
YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

Hidrolik Direkler: İç içe geçebilen ve bağlanmaların hidrolik bir sistemle sağlanması esasına dayanan bir sistemdir. Tahkimat yapılacak yerin boyutlarına göre direk boyu ayarlanabilir. Ocak içindeki paslanma ve toz olaylarına karşı dayanıklıdır. Sökülüp kurulması taşınması kolaydır. Ancak bakım ve onarım masraflarının yüksek olması ve karmaşık bir yapısı olması dezavantajlarındandır. (Şekil 7.6).

Yürüyen Tahkimat

Yer altı oluşan cevherler derinliklere indikçe geometrik şekli her yerde aynı olmaz. Her yer altı çalışmasında aynı üretim yöntemleri uygulanmaz. Dolayısıyla yeraltında çalışmaları kısıtlayan cevherin geometrisi, yayılımı, jeolojik yapısı aynı olmadığı için tüm yer altı şartlarında aynı üretim yöntemi ve dolayısıyla aynı tahkimat sistemleri kullanılmaz.

Klasik olarak yapılan tahkimat sistemlerinin sökülüp bir sonraki açıklığa tekrar yerleştirilmeleri oldukça zaman almaktadır. Dolayısıyla istenilen kazı hızı ve üretim miktarına yetişilememektedir. Bu sebeple mekanize olarak çalışılan ayaklarda yürüyen tahkimat sistemi kurularak, kullanılan bu tahkimat sistemi ilerletilerek kazı hızına paralel bir şekilde devam edebilmektedir.



Şekil 7.6: Hidrolik direk

Yürüyen tahkimatlar oldukça pahalı bir sistemdir. Yatırım yapılmadan önce tavan şartları, taban şartları, damar kalınlığı ve eğimi, pano ömrü ve ilerleme hızı gibi etkenler önemlidir.

Avantajları:

1. Tavanda oluşabilecek deformasyonlarda etkin bir şekilde kontrol altında tutulabilir.
2. İlerleme hızı artar. Dolayısıyla üretimde artar.
3. İş kazaları önemli oranda azalır.
4. Tahkimat işçiliği azalır.

Dezavantajları:

1. İlk yatırım maliyetleri yüksektir.
2. Jeolojik yapıda olan cevherlerin çıkarıldığı ocaklarda kullanılamazlar.
3. Bakım ve onarım masrafları yüksektir.
4. Çalışacak olan işçilerin yeteri kadar bilgiye sahip olması istenir.

Yürüyen tahkimatlar eskiden yeniye göre sıralarsak 3 çeşit tahkimat türü bulunur:

- Çerçeve tipi yürüyen tahkimat
- Domuzdamı tipi yürüyen tahkimat
- Kalkan tipi yürüyen tahkimat

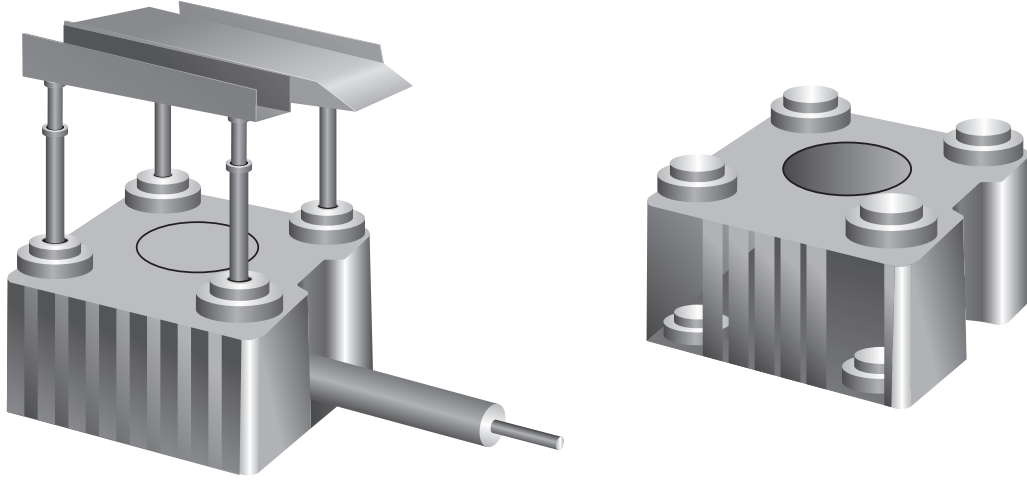


Çerçeve Tipi Yürüyen Tahkimat

Yürüyen tahkimatların ilk çıkan şeklidir. Zayıf tavan taşı koşulları için uygun değildir. Kullanılan hidrolik direkler tek veya iki sarmayı desteklerler. Ancak iki sarma arasında boşluk oluşur. Bu boşlukta kırılan tavan taşının ayak içine göçmesine engel olmadığından çok tercih edilmez.

Domuzdamı Tipi Yürüyen Tahkimat

Tek veya iki parçadan oluşan sarmanın 4 veya 6 hidrolik direk ile desteklediği tahkimat tipleridir (Şekil 7.7).



Şekil 7.7: Domuz damı yürüyen tahkimat

Kalkan Türü Yürüyen Tahkimat

Yürüyen tahkimat üniteleri genellikle 4 tane hidrolik direk, çelik kalkan, taban bloğu ve pistonlardan oluşur. Bu tahkimatta meydana gelen göçük hattı ayağın 3-4 m gerisinde meydana gelir. Kalkan (Görsel 7.8) şeklinde tasarlanmış olması göçük hattının tahkimatın hemen arkasında oluşmasıdır.



Görsel 7.8: Kalkan türü yürüyen tahkimat



ETKİNLİK 7.2

Kuyu ve galerilerde yapılan tahkimat ile damar içi yapılan tahkimat arasındaki en belirgin fark nedir? Ayrıntılarıyla açıklayınız.

OKUMA METNİ



Doğal Elmaslar Yerin Ne Kadar Derininde Oluşur?

Zaman zaman, elmasların kaynağının kömür olduğunu yani kömürün dönüşmesiyle oluştuğunu duymuş olabilirsiniz, ancak bu doğru değil. Doğal elmas yerin yaklaşık 150-160 km altında, Dünya'nın manto tabakasında oluşur.

Elmasın oluştuğu ortamda sıcaklık 1000° C'yi aşabilir, Cm^2 düşen basınç ise 49 atm gibi hayli yüksek değerlere ulaşabilir. Doğadaki en sert madde olan elmasta, karbon atomları birbirine düzgün dörtyüzlü biçiminde, kovalent bağlarla bağlanır. Zaman zaman, elmasların kaynağının kömür olduğunu yani kömürün dönüşmesiyle oluştuğunu duymuş olabilirsiniz, ancak bu doğru değil. Elmasların en az 990 milyon yıl



önce oluştuğu, pek çoğunun ise 3,2 milyar yıl kadar eski olduğu biliniyor. Bu, karada bitki oluşumunun başladığı yaklaşık 500 milyon yıldan öncesi demek. Kömürün kaynağının bitkiler olduğu düşünüldüğünde elmasların kömürden oluşmadığı açıktır. Ayrıca kömüre yerin 3-3,5 km derinliğinden sonra neredeyse hiç rastlanmaz. Yani elmasların oluştuğu yerde kömür bulunmaz. Elmaslar oluştukları bu derin yerlerden yeryüzüne volkanik patlamalarla ulaşır.

Elmasın kristal yapısını gösteren aşağıdaki animasyonda karbon atomları siyah, aralarındaki bağlar ise gri renktedir. Her bir karbon atomu diğer dört karbon atomuyla düzgün dörtyüzlü oluşturacak şekilde kovalent bağ yapar.



BUNU BİLİYOR MUYDUNUZ?

İş kazalarının %50'si kolay bir şekilde, Yüzde 48'i sistemli bir çalışma ile önlenabilir. Yani %98'i önlenabilir. Sadece %2'si önlenemez iş kazalarıdır.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Madencilikte yer altında açılan boşlukların çeşitli malzemeler kullanılarak desteklenmesi işlemine denir.
2. İlk Madencilik faaliyetlerinden itibaren kullanılan tahkimat çeşididir.
3. Ana galerilerde kullanılan çelik tahkimat rijit bağ ve olarak iki türü mevcuttur.
4. Havalandırmaya karşı daha az direnç gösteren tahkimat türü kaplamalarıdır.
5. Ağaç tahkimatta yıllık halka sayısı ve yoğunluğu fazla olan, rutubetten ise az etkilenmiş olan ağaçlar tercih edilir.

B) Aşağıdaki soruları okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi çelik tahkimat için doğru bir bilgidir?

- A) Hafif bir malzemedir.
- B) Yer altına taşınması kolaydır.
- C) Yer altında kolayca boyutlandırılıp şekillendirilebilir.
- D) Pahalı bir malzemedir.
- E) Aşırı yük oluştuğunda kırılmadan önce kıymıklaşma

7. Aşağıdakilerden hangisi tahkimat işinde kullanılacak çelikte istenilen özelliklerdendir biri değildir?

- A) Yüksek yük taşıyabilmelidir.
- B) Deformasyona uğraması
- C) Malzemeye kolay şekil vermesi
- D) İstenilen şekilde verilebilmesi sağlanarak imal edilmelidir.
- E) Korozyona kolayca uğramalıdır.

8. Aşağıdakilerden hangisi tahkimat çeşitlerinden birisidir?

- A) Ahşap Tahkimat (ağaç)
- B) Monoray
- C) Bakır tahkimat
- D) Gümüş tahkimat
- E) Kulikar



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

9. Aşağıdakilerden hangisi çelik tahkimat tasarımında dikkate alınan unsurlardan biri değildir?

- A) Ayak uzunluğu
- B) Damar kalınlığı
- C) Sahanın jeomekanik özellikleri
- D) Tahkimatlar arası uzaklık
- E) Kullanılacak bağ çeşidi

10. Aşağıdakilerden hangisi ağaç tahkimatın özelliklerinden biridir?

- A) Taşınması, nakliyatı ve kurulumu zordur.
- B) Maliyet açısından ucuzdur.
- C) Korozyona uğrar.
- D) Kurulduğu yerde kalıcıdır.
- E) Kurulumu uzun zaman alır.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını ilgili boşluklara yazınız.

11. Galerilerde kullanılacak tahkimat neden önemlidir?

.....
.....
.....
.....
.....

12. Beton tahkimat yapımında kullanılan malzemeler nelerdir?

.....
.....
.....
.....
.....

13. Domuz damı kullanılan yerler nerelerdir?

.....
.....
.....
.....
.....



14. Tahkimat seçiminde dikkat edilecek unsurlar nelerdir yazınız?

.....
.....
.....
.....
.....

15. Ağaç tahkimatta kullanılabilecek ağaçlar nelerdir yazınız?

.....
.....
.....
.....
.....

8. ÖĞRENME BİRİMİ



TAMİR / TARAMA İŞLERİ



KONULAR

- 8.1. YER ALTI MADENDE TAMİR
- 8.2. YER ALTI MADENDE TARAMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yer altı madende tamir işlemlerini açıklama
2. Yer altı madende tarama işlemlerini açıklama

TEMEL KAVRAMLAR

- caraskal
- desandre
- şöelman
- tamir
- tarama

HAZIRLIK SORUSU

Evde yapılan tamir ile yer altında yapılan tamir arasında ne gibi benzerlikler bulunmaktadır?



8.1. YER ALTI MADENDE TAMİR

Dünya genelinde yer altı madenciliği, enerji kaynaklarının yanı sıra metallerin ve minerallerin çıkarılması için kritik bir sektördür. Ancak bu sektörde çalışmak, çeşitli risklerle karşı karşıya olmayı gerektirir. Galerilerin ve kuyuların yapısal bütünlüğünün korunması ve işçi güvenliğinin sağlanması, yer altı madenciliğinde tamir ve tarama (Görsel 8.1) işlerinin hayati önem taşımaktadır.



Görsel 8.1: Yer altı maden tamir-tarama işleri

Tamir ve tarama işlemleri öncesinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili önlemler alınır ve yetkili amirin sorumluluğunda işçilerle (Görsel 8.2) birlikte düzenli bir şekilde çalışmaya başlanır. Her madende, tamir ve tarama işlerinden sorumlu tamir tarama söküm işçisi bulunur.



Görsel 8.2: Tamir tarama işçisi



Tamir ve tarama işlerinde kullanılan araç gereçler ve ekipman şunlardır:

1. Anahtar takımı
2. Bağlama teli
3. Balta
4. Basınçlı hava hortumu
5. Caraskal (Görsel 8.3)
6. Çektirme
7. Çivi
8. Demir kesme testeresi
9. Kazma

10. Kişisel koruyucu ekipmanlar (oksijenli bireysel kurtarma maskesi, kafa lambası, tek-melik/dizlik, koruyucu eldiven, güvenlik (çelik burunlu) botu/çizmesi, reflektör vb.)

11. Kriko
12. Kürek
13. Martoperfaratör (Görsel 8.4)
14. Martopikör
15. Piston
16. Sivriç
17. Somun sıkma tabancası
18. Testere çeşitleri (hızar, bıçkı vb.)
19. Tokmak



Görsel 8.3: Caraskal



Görsel 8.4: Martoperfaratör

Tamir işine başlamadan önce görevli işçi, görevine uygun olan malzemeleri ve ekipmanı nakliye araçlarına yüklemek üzere hazırlıklarını yapar.

Desandre, ana galeri ve kuyularda tamir işlerinin yapılması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- İhtiyaç duyulması hâlinde, ağaç kamalarla çalışma iskelesi kurulur.
- Eğer kamalarda bozulma, kırılma veya çürüme varsa, bunlar yenileriyle değiştirilir.
- Bağların durumuna göre kullanılacak malzeme (ağaç, demir vb.) belirlenerek makinenin ek-sik, bozulan, kırılan bağ fırçaları ve pabuçları değiştirilir.
- Kesiti, istenen boyuta getirmek için bozulan bağların yıpranma ve kayma durumuna göre kesit değiştirilir veya düzeltilir.
- Tamir sırasında oluşan pasalar uygun araçlarla toplanır ve çalışma ortamından uzaklaştırılır.
- Basınçlı hava borularında meydana gelen kopma, kırılma ve kayma gibi sorunlar sorumlu kişiye bildirilir.
- Kamalama yöntemi belirlenerek ağaç, hasır tel veya sac kamalama işlemleri gerçekleştirilir.
- Su borusu, hava borusu, ray demirleri gibi tamir gerektiren aksamlarda ilgili işçi, yetkisi dâhi-lindeki işleri yapar. Yapamadığı işleri ilgili kişilere bildirir.
- Yapılan tamir işlerini ilgili işçi ve yetkili kişi tarafından rapor hâline getirir.



ETKİNLİK 8.1

Tamir tarama işçisi Zeki Bey zamanla bozulan, çürüyen ve kırılan kamaları, bağları tespit ederek yenisi ile değiştirmesi gerekmektedir. Aynı zamanda tamir işlemlerini yaparken çıkan pasanın çalışma alanından kontrollü bir şekilde çıkarılmalıdır. Tüm bu işlemleri yapabilmesi içinde kullanılacak sarf malzemeleri çalışma alanına götürmesi gerekmektedir.

Aşağıdaki tabloda çalışma alanına götürmesi gereken ekipmanları ve bu ekipmanları kullanacağı alanı belirterek yazınız.

	<i>Ekipman</i>	<i>Kullanıldığı yer/şart/durum</i>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

8.2. YER ALTI MADENİNDE TARAMA

Yer altı madencilğinde, galerilerde veya kuyularda zamanla çeşitli yapısal sorunlar meydana gelebilir. Bu sorunlar, doğal olarak oluşan jeolojik etkilerden kaynaklanabileceği gibi madenin işletilmesi sırasında yapılan patlatmalar veya aşırı yüklenme gibi insan kaynaklı etkenlerden de kaynaklanabilir. Bu nedenle, galeri veya tünellerin düzenli olarak taranması ve yapısal bütünlüğünün kontrol edilmesi önemlidir.

Yeraltı madencilikte tamir ve tarama işleri, sadece işçilerin güvenliğini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda operasyonel verimliliği de artırır. Zamanında yapılan bakım ve onarımlar, maden ocağının sürekli ve güvenli bir şekilde işletilmesini sağlar.

Tamir işlerine başlamadan önce görevli işçi, görevine göre ihtiyaç duyduğu malzeme ve ekipmanı nakliye aracına yüklemek üzere hazırlıklarını yapar.

Tarama işlerinin yapılması için uygulanacak adımlar şunlardır:

1. Belirlenmiş ve işaretlenmiş yerlerde tarama yapılarak malzeme istenen kesite uygun hâle getirilir.
2. Tarama işleminin kazma, patlatma ya da martopikör tekniklerinden hangisi ile yapılacağını belirlenir.



3. Daralan kesitlerin kayaç yapısı incelenir ve buna göre kazma, martopikör ve benzeri işlemler yapılır.
4. Tarama işlemi patlatma yapılarak gerçekleştirilmesi durumunda kayaç yapısına göre martoperforatör (delik delme makinesi) kullanılır. Uygunluğa göre delik açılır.
5. Patlatma yapmak üzere çalışma yerine gelen ateşleyici ve tamir tarama söküm işçisi ile birlikte alanının güvenliğini sağlar.
6. Patlatma işleminden sonra çalışma ortamı (kavlak, gaz, su, patlamamış patlayıcı madde) sivriç yardımı ile güvenli hale getirilir.
7. Patlatma işleminden sonra çıkan pasanın çalışma ortamının dışarı çıkarılması sağlanır.
8. Patlatma sonrası bozuk olan kesitin martopikör veya kazma ile kazılarak kesite uygun hâle getirilir.
9. Akma, çökme gibi durumlarda meydana gelen boşluklar doldurularak kesite uygun hale getirilir.
10. Uygun hale getirilen kesite bağ yapılır. Yapılan ağaç veya demir bağların ağaç fırça veya demir fırça yardımıyla fırçalanır.
11. Kamalama yöntemi belirlenerek ağaç, hasır tel veya sac kamalama yapıldıktan sonra bağ araları temizlenir.
12. Galeride bozuk olan bağ demirleri belirlenir ve söküm işlemi yapılır.
13. Galeri tabanındaki bozulmaların tarama işlemi yapılarak istenen kesite uygun bir şekilde getirilir.
14. Tarama işlemi tamamlandıktan sonra yapılan tarama işlerin ilgili işçi ve kişi çalışmayı rapor hâline getirir.

Kuyu Bakım ve Onarım

Yer altı maden işlerinde kuyu bakım onarım işlemlerine başlamadan önce iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili önlemler alınarak yetkili amirin sorumluluğunda işçilerle birlikte organize bir şekilde işe başlanır. Kuyu bakım ve onarım işlerinden kuyu bakım ve onarım işçisi sorumludur.

Bakım ve onarımda kullanılan araç ve ekipman şunlardır:

1. Anahtar takımları (tork ayarlı lokma, yıldız, düz vb.)
2. Bağlantı elemanları
3. Elektrik motorlu cihazlar (el breyzi, kırıcı, delici vb.)
4. Halat çeşitleri ve elemanı
5. İletişim araçları (telsiz, telefon vb.)
6. Kafes
7. Kişisel koruyucu donanım (baret, gözlük, eldiven, toz maskesi, kulaklık/kulak tıkacı, reflektif yelek, güvenlik (çelik burunlu) botu/çizmesi, düşmeyi önleyici emniyet kemeri, paraşüt tipi emniyet kemeri vb.)
8. Makara çeşitleri
9. Metal aksamlar (kılavuz ray çeşitleri, flanş, mastar, duvar konsolu, köşebent çeşitleri, iskele direkleri, profil çeşitleri, saplama vb.)
10. Ölçme ve kontrol aletleri (metre, kumpas, mikrometre, gönnye, su terazisi, şakül, vibrasyon ölçüm cihazı vb.)
11. Skip
12. Temel el aletleri (tornavida, pense, çekiç, demir testeresi, işkence, kerpeten vb.)



13. Tork makinesi (Görsel 8.5)
14. Yağ çeşitleri (makine yağı, gres yağı vb.)
15. Yağ pompası

İşe başlamadan önce bir önceki vardiya raporu incelenir ve mevcut durum hakkında bilgi edinilir. Bakım ve onarım işlerine başlamadan önce ilgili işçi, görevine göre hazırlıklara başlar. Kuyuda bulunan makine, ekipmanların iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygunluğu kontrol edilir ve varsa eksiklikler ilgili amire bildirilir. Yapılacak bütün iş ve işlemler talimatlara uygun olarak sıralı bir şekilde yapılır.



Görsel 8.5: Tork makinesi

1. Kuyu İhraç Sistemini Monte Etmek

İlgili işçi kuyu kazılması sırasında kullanılan geçici ihraç sistemini, moletlerin duruş ayarlarını yaparak kuyu montajında kullanılmaya uygun hâle getirir. Halatların kullanıma uygunluğu kontrol edilir ve montajda kullanılacak geçici platform talimatlar doğrultusunda kurulur. Platformun hareket etmesini sağlayacak ve hava akışını engellemeyecek şekilde kuyu ağzına kapaklar monte edilir. Topograf tarafından tespit edilen noktalardan şaküller sarkıtlarak montaj eksenleri belirlenir.

Boru ve Hatları Monte Etmek: Talimatlarda belirtilen şekilde uygun boru ve hatların (atık su, elektrik, basınçlı hava, yağ-kuru ramble, azot, metan vb.) montajı için taşıyıcılar kuyu duvarına monte edilir ve taşıyıcılara sabitlenir.

Ray veya Profil Kayıt Sistemini Kurmak: Taşıyıcılar kuyu duvarına monte edilir. Talimatlar doğrultusunda ray ve profiller taşıyıcılara monte edilir.

Galerilerdeki Yükleme İstasyonlarını Monte Etmek: Kafes sistemi kullanılan kuyular için araba (vagon), itici-durdurucu ve fren sistemleri talimatlar doğrultusunda monte edilir. Kafes sistemi kullanılan kuyu ile galeri arasındaki bağlantı rayları, köprü sistemleri monte edilir. Vagonların kafes çıkışıdaki hareketini sağlayacak zincirli bant sistemleri hazırlanır.

Şövelmanı ve İç Kuleyi Kurmak: Talimatlar doğrultusunda şövelmana vinç operatörünün yardımıyla moletlerin montajı yapılır. Halatı topograf ile birlikte belirlenen iç kulenin üzerindeki yere şişeleme yöntemi ile merkezlenir. Talimatlar doğrultusunda belirtilen tonajdaki ağırlık halatın ucuna bağlanır. Nihai taşıyıcı, halatları kuyu dışındaki vinçten ve moletten geçirilerek taşıyıcı platforma (kafes/skip) bağlanır. Taşıyıcı platformu kuyuya yerleştirilir.

Taşıyıcı Platformun Kontrolünü Yapmak: Kafesin sinyalizasyon sistemleri ile uyumunun kontrolü yapıldıktan sonra talimatlara uygun şekilde taşıyıcı platform çalıştırılır. Kafesin kuyudaki katlar (galeri bağlantıları, silo, köprü vb.) ve kuyu ağzı bağlantı yerleri ile uyumlu olup olmadığı kontrol edilir. Kuyudaki bağlantı aparatlarının son kontrollerinden sonra sistem çalıştırılır.

2. Kuyu İhraç Sistemini Demonte Etmek

Madencilikte, kuyu ihraç sistemleri, yer altı kaynaklarının yüzeye çıkarılmasında kritik bir rol oynar. Ancak zaman zaman bu sistemlerin revize edilmesi, bakımı veya yenilenmesi gerekebilir. Bundan dolayı kuyu ihraç sistemlerini demonte etmek önemlidir.

Kuyu ihraç sistemlerinin demonte edilmesi, çeşitli nedenlerle gerçekleştirilebilir. Yeni teknolojiye



geçiş, verimliliği artırmak, bakım veya onarım işlemleri gibi nedenler olabilir. İhraç sistemlerinin doğru bir şekilde demonte edilmesi, dikkatli planlama ve uzmanlık gerektirir.

Geçici Platformu: Geçici platform uygun şekilde parçalarına ayrılır. Sökülmüş platformu oluşturulan ihraç sistemi uygun bir şekilde vinç yardımıyla kuyu dışına çıkarılır.

Galerilerdeki Yükleme İstasyonları: Kafes sistemi kullanılan kuyular için vagon, itici-durdurucu ve fren sistemleri demonte edilir. Kafes sistemi kullanılan kuyu ile galeri arasındaki bağlantı rayları ve köprü sistemleri demonte edilir. Vagonların kafes çıkışındaki hareketini sağlayacak zincirli bant sistemi demonte edilir.

Boru ve Hatları: Boru ve hatları (atık su, elektrik, basınçlı hava, yağ-kuru ramble, azot, metan vb.) taşıyıcılardan sökülür. Görevli işçi boru ve hatları (atık su, elektrik, basınçlı hava, yağ-kuru ramble, azot, metan vb.) taşıyıcılarını kuyu duvarından demonte eder.

Ray veya Profil Kayıt Sistemi: Ray veya profilleri uygun bir şekilde taşıyıcılardan sökülür. Talimatlara uygun bir şekilde kayıt sistemi için taşıyıcılar kuyu duvarından sökülür.

Şövelman ve İç Kule: Taşıyıcı platformu uygun bir şekilde sökülür. Talimatlar doğrultusunda şövelmana (Görsel 8.6) vinç operatörünün yardımıyla moletlerin demontajı yapılır.



Görsel 8.6: Şövelman

3. Kuyu İhraç Sistemlerinin Bakım ve Onarımı

Kuyu bakımı, kuyunun verimliliğini artırmak, ekipmanların düzgün çalışmasını sağlamak ve iş güvenliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Kuyu bakımı, aynı zamanda kuyuların verimli bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır.

Taşıyıcı Platformun Bakım ve Onarımı: Taşıyıcı platformda bulunan parçaların (kafes, skip, köpe, üst ve alt makaralar vb.) kaynak yerleri, bağlantıları ve yüzeyi uygun malzeme (basınçlı hava, basınçlı su, mazot vb.) ile temizlenir. Kayıt halatlı kuyuda halat ile bilezik/iç yatak aşınma durumu gözle kontrol edilir. Paraşüt sistemi bulunan kuyularda, paraşüt halatlarının gerginliği ve çeneleri elle ve gözle kontrol edilir. Kafes için vagon yolunun, durdurucularının ve yönlendiricilerin uygunluğu uygun alet ve gözle kontrol edilir.

Köpe sisteminde denge halatının periyodik bakımı düzenli olarak gerçekleştirilir. Talimatlarda belirtilen ani duruşlarda, taşıyıcı platform halatları temizlenir ve uygun ekipmanlarla (kumpas,



elektro röntgen vb.) ölçümleri yapılarak raporlanır. Belirlenen sürelerde taşıyıcı platform halatlarında uç kesme işlemi yapılır. Ayrıca bağlantı elemanlarının düzenli kontrolü yapılır ve belirlenen aralıklarla bağlantı elemanlarının değişimi sağlanır. Tamiri ve bakımı mümkün olan parçaların ve yerlerin bakımı yapılır. Tamiri mümkün olmayan durumlarda ilgili servis veya yetkili firma ile iletişime geçilir.

Taşıyıcı Platformun Bakım ve Onarımı: Kontroller sırasında bozulan parçaların onarımı yapılır eğer parçanın onarımı mümkün değilse parçanın değişimi yapılır.

Elektrik Hattı ve Boruların Bakım ve Onarımı: Hat ve borular üzerinde bulunan yabancı maddeler temizlenir. Hat ve borular ile bunların bağlantı noktaları kontrol edilerek hasar durumlarının olup olmadığı kontrol edilir. Hasarlı olan yerler tespit edilip ilgili kişilere bilgiler verilerek ilgili kişilere refakat edilir.

Galerilerdeki Yükleme İstasyonlarının Bakım ve Onarımı: Galerilerin kuyu ile bağlantı noktalarında bulunan makine ve donanımların temizliği yapılır. Bu noktalardaki makine ve donanımların hasar durumları uygun el aletleri ile kontrol edilir. Hareketli noktalar talimatlara uygun şekilde yağlanarak bakımı yapılır. Galeriden kuyuya dökülen siloların astar saclarının kontrolü sağlanır ve gerekliyse değişimleri yapılır. Kontroller sırasında bozulduğu veya deforme olduğu tespit edilen parçaların onarımı gerçekleştirilir. Eğer onarımı mümkün değilse parçanın değişimi gerçekleştirilir.

Şövelman ve İç Kulenin Bakım ve Onarımı: Şövelman ve iç kulede bulunan parçaların temizliği büyük parçaları el ile toplanarak, diğer partikülleri basınçlı hava ile temizlenir. Şövelman, iç kule ve makaraların kaynak yerleri, bağlantıları ve yüzeyi uygun el aletleri ile kontrol edilir.

Molet yataklar, talimat doğrultusunda yağlanır. Köpe sistemde hareketli moletler yağlanır. Kaplamalı moletlerde halat yuvalarının kaplamaları uygun ölçü aleti ile kontrol edilir. Kontroller sırasında aksaklık görülen yerlerin talimatlar doğrultusunda onarımı veya değişimi yapılır.

Kuyu Duvarının Bakım ve Onarımı: Kuyu duvarı kontrol edilerek kavlak ve çatlaklar tespit edilir. Tespit edilen kavlak ve çatlaklar ilgili işçi tarafından onarılır. Eğer işçinin yetkisi dışında bir onarıma ihtiyaç duyulan bir bölge varsa, bu durum amire bildirilir. Çelik şase ve civataların sağlam olup olmadığı uygun bir çekiçle vurularak kontrol edilir. Gerektiğinde kuyu duvarlarında beton güçlendirme çalışmaları yapılır.

ETKİNLİK 8.2

Yer altı madeninde yapılan bir tarama işleminde uygulanacak olan adımları önem sırasına göre aşağıdaki boşluklara yazınız.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.



OKUMA METNİ

**Ay'da Madencilik**

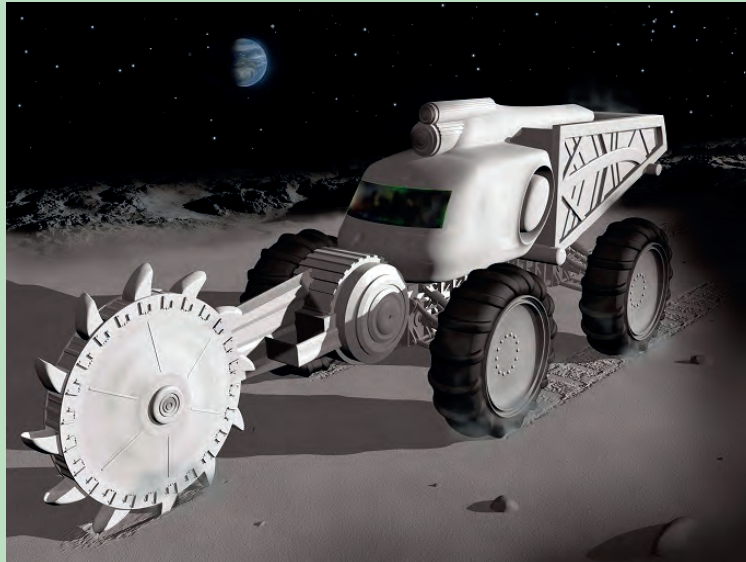
Gelecekte pek çok endüstride nadir bulunan elementler ile ilgili ham madde sıkıntısı yaşanabilir. Bu sorunun muhtemel çözümlerinden biri Dünya'da nadir bulunan maddeleri uzaydan getirmek.

Cep telefonları, bilgisayarlar ve araba aküleri gibi birçok cihazın üretiminde Dünya'da nadir bulunan maddeler kullanıldığı için gelecekte pek çok endüstride ham madde sıkıntısı yaşanabilir. Bu sorunun muhtemel çözümlerinden biri Dünya'da nadir bulunan maddeleri uzaydan getirmek. Örneğin Ay'ın yüzeyinin altında yaklaşık 1,6 milyar ton maden rezervi var. Ayrıca Ay'ın kuzey ve güney kutuplarında bol miktarda donmuş su olduğu da biliniyor. Bu yüzden pek çok uzay ajansı ve özel şirket Ay'daki rezervleri değerlendirmenin planlarını yapmaya başladı.

Ay'daki donmuş su, içme suyunun yanı sıra hidrojen ve oksijene ayrıştırılarak roket yakıtı elde edilmesinde de kullanılabilir. Örneğin Teksas merkezli Shackleton Enerji Şirketi (SEC), Ay'da gezegenler arası bir yakıt istasyonu kurmayı planlıyor. Böylece roketler Ay'da yakıt ikmali yaparak uzayın çok daha uzak yerlerine ulaşabilecek. Bilindiği üzere roket yakıtlarının Dünya'dan uzaya taşınması bir hayli maliyetli.

Ay'daki donmuş sudan yakıt elde etmeyi planlayan başka bir firma ise Moon Express. Bu firma donmuş suyu "high-test peroxide" (HTP) adlı bir kimyasal maddeye dönüştürerek yakıt üretmeyi planlıyor.

Ay'da madencilik faaliyetlerine önem veren ülkelerden biri ise Çin. Bu ülke 2013'ün Aralık ayında Jade Rabbit isimli robot uzay aracını Ay'ın yüzeyine indirerek Ay'da madencilik konusunda önemli bir atılım yaptı.





ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Basınç sonucu daralan galerileri eski boyutlarına getirmek veya bir galeriyi genişletmek için yapılan işlemlere denir.
2. Tamir esnasında dökülen toplanır ve çalışma ortamından uygun araçla götürülür.
3. Yapılan tamir işlerini ilgili işçi ve kişi haline getirir.
4. Daralan kesitlerin kayaç yapısına göre kazma, ve benzeri işlemler yapılarak kesite uygun hale getirilir.
5. Köpe sisteminde periyodik bakımı yapılır.

B) Aşağıdaki soruları okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi bakım ve onarımda kullanılan araç, gereç ve ekipmanlardan değildir?

- A) Anahtar takımları
- B) Bağlantı elemanları
- C) Elektrik motorlu cihazlar
- D) Halat çeşitleri ve elemanları
- E) Patlayıcı madde

7. Aşağıdakilerden hangisi tarama işlerinin yapılması ile ilgili olarak doğru bir bilgidir?

- A) Yer altında oluşturulan her yer tarama yapılmadan da istenen kesite uygun hâle getirilir.
- B) Daralan kesitlerin genişletilmesinde işe tüm ekipmanlar seçilebilir.
- C) Tarama işleminde rapor tutulmasına gerekmektedir.
- D) Patlatma işleminden sonra direk tarama işlemine geçilir.
- E) Açılan tüm kesite bağ yapılır.

8. Aşağıdakilerden hangisi tamir işlerinin yapılması ile ilgili olarak doğru bir bilgi değildir?

- A) Gerekli olduğu durumlarda ağaç kamalar ile çalışma iskelesi kurulur.
- B) Bozulan, kırılan, çürüyen kamalar varsa yenisi ile değiştirilir.
- C) İşçi görevi olmayan işleri yapar.
- D) Tamir esnasında dökülen pasalar toplanır.
- E) Bozulan bağların yıpranma ve kayma durumuna göre değiştirilir veya düzeltilir.

9. Aşağıdakilerden hangisi elektrik hattı ve boruların bakım onarımını sağlamak ile ilgili olarak doğru bir bilgidir?

- A) Hat ve borular üzerinde bulunan yabancı maddeler temizliğine gerek yoktur.
- B) Hat ve borular ile bunların bağlantı noktaları arza olursa kontrol edilir.
- C) Hasar durumlarının olup olmadığı kontrol edilebilir.
- D) Hasarlı olan yerler tespit edilip ilgili kişilere bilgiler verilerek ilgili kişilere refakat edilir.
- E) Pasa nakliyatı



10. Yer altı madenlerinde tamir tarama işçisinin görevleri içerisinde yer almaktadır?

- A) Kuyu yerini seçmek
- B) Galeri kesitlerini hesaplamak
- C) Patlatma işlemini gerçekleştirmek
- D) Rezerv hesaplamak
- E) Yapılan tarama işlerini rapor haline getirmek

C) Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını ilgili boşluklara yazınız.

11. Tamir tarama işleminde kullanılan kişisel koruyucu donanımlar nelerdir? Açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

12. Tamir tarama işleminde kullanılan Ölçme ve kontrol aletleri nelerdir? yazınız.

.....
.....
.....
.....

13. Madencilikte kullanılan Temel el aletleri nelerdir? yazınız.

.....
.....
.....
.....

14. Tamir tarama işleminde yapılacak herhangi bir işte öncelikle yapılması gereken işlem sırasını yazınız.

.....
.....
.....
.....

15. Galerilerdeki yükleme istasyonlarını monte etme aşamalarını yazınız.

.....
.....
.....
.....

9. ÖĞRENME BİRİMİ



MEKANİZASYON İŞLERİ



KONULAR

- 9.1. YER ALTI MADENDE MAKİNELERİN MONTAJ (KURULUM), DEMONTAJ (SÖKÜM) İŞLEMLERİ
- 9.2. YER ALTI MADENDE BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yer altı madende makinelerin montaj (kurulum), Demontaj (söküm) işlemlerini açıklama
2. Yer altı madende bakım ve onarım işlemlerini açıklama

TEMEL KAVRAMLAR

- bum
- galeri
- kazı
- keski
- uç

HAZIRLIK SORUSU

Dijital teknolojinin makine bakım ve onarımlarında ne gibi etkileri olabilir? Açıklayınız.



9.1. YER ALTI MADENDE MAKİNELERİN MONTAJ (KURULUM), DEMONTAJ (SÖKÜM) İŞLEMLERİ

Makinenin montaj ve demontaj işlemleri profesyonel kişiler tarafından yapılmaktadır. Bakım onarım işleri ilgili servis tarafından 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve Makine Emniyeti Yönetmeliği'ne göre yapılır.

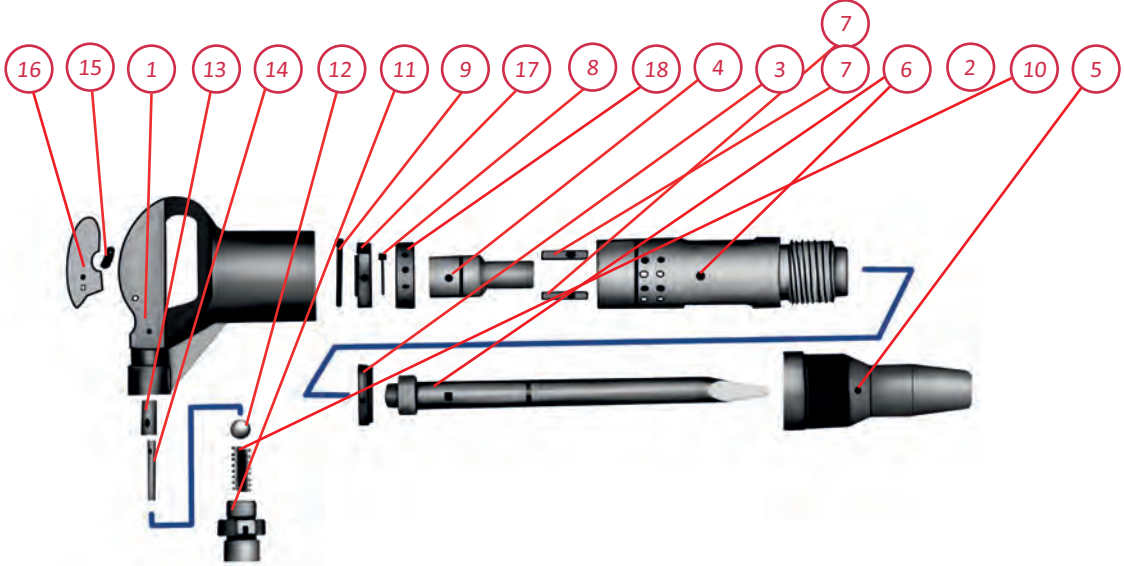
Martopikör

Basıncılı hava kullanarak ucu hareket ettiren mekanik delme aletine **martopikör** denir (Şekil 9.1). Orta ağırlıktaki (8-10 kg) Martopikörün çalışması için 4-6 atm (hava) basıncı gerekir. Darbe sayısı dakikada 700-1000'dir. Martopikörün ortalama ağırlığına göre hava tüketimi 0,7-1m³/dakika arasında değişir.

Çalışma ortamının özelliğine göre iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alındıktan sonra güvenlik ayakkabıları, koruyucu eldivenler, gözlükler, kulak koruyucuları, kask gibi uygun kişisel koruyucu ekipman kullanılmalıdır.

Martopikör montaj ve demontaj işlemleri yapacak kişi şu adımları takip etmelidir:

- Eğitim almalı ve makinenin teknik özelliklerini bilmelidir.
- Hortumun boyu ve uzunluğunu kontrol etmeli ve takılmalıdır.
- Hava bağlantılarını doğru şekilde sıkmalı ve takmalıdır.
- Çalışma ayar basıncını 6-8 bar arasına getirmelidir.
- Makine bağlantıları yapılır sonra kullanıma hazır hâle getirilir.
- Demonte işlemi yapılırken bağlantı noktaları sökülmeli ve gerekli adımlar takip edilir.



- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1. Kabze | 7. Subap yuvası montaj pimi | 13. Hava Subap yatağı |
| 2. Silindir | 8. Oynak klepe | 14. Hava Subap mili |
| 3. Kazma yuvası tespit contası | 9. Tevzi klepe yayı | 15. Mandal tespit pimi |
| 4. Piston | 10. Yol verme yayı | 16. Yol verme mandalı |
| 5. Kazma yuvası | 11. Hava girişi nipeli | 17. Üst tevzi klepesi |
| 6. Sivriç | 12. Tane bilya | 18. Alt tevzi klepesi |

Şekil 9.1: Martopikör



Hidrolik (Darbeli) Kırıcılar

Hidrolik enerjiyi darbe enerjisine dönüştürerek çalışan alete **hidrolik kırıcı** denir (Görsel 9.1). Hidrolik kırıcılar genellikle paletli veya lastikli araçlara monte edilir. Madencilik sektöründe galeri açmak için yaygın olarak kullanılır. Orta sert ve yumuşak kayaların kazılmasında etkilidir. Ayrıca yatırım maliyetinin ve masraflarının düşük olması nedeniyle geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Çalışma ortamının özelliğine göre iş sağlığı ve güvenliğine uygun onaylı güvenlik ayakkabıları, koruyucu eldivenler, koruyucu gözlük, kulak koruyucusu ve kask kullanılmalıdır.



Görsel 9.1: Hidrolik kırıcı

Kırıcıların monte edilmesinde dikkat edilmesi gereken özellikler şunlardır:

- Montaj kurulumu yapılmadan önce zemin, kaymalara (buz, su, yağ vb.) karşı temizlenmelidir.
- 20 kilogramdan ağır parçaların kaldırılması için profesyonel ekipmanlar kullanılmalıdır.
- Kırıcının tüm parçalarının ve civataların tam olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Kırıcıyı taşınırken uygun şekilde sağlamlaştırılmalıdır. Kırıcıyı taşıyıcı üzerine monte ederken daima yatay konumda tutulmalıdır.
- Ekipman üzerinde herhangi bir montaj, servis veya bakım yapmaya başlamadan önce taşıyıcıyı sabit ve düz bir zemine yerleştirilmelidir.
- Uç tespit pimleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gevşek olan yerler sıkılmalıdır.
- Bağlantı hortumlarının düzenli bağlantı noktalarına sahip olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili gerekli önlemler alındıktan sonra taşıyıcı kırıcıya doğru yürütülmelidir.
- Bom dikkatlice kırıcıya doğru hareket ettirilmelidir. Kırıcının veya bomun altında kimsenin olmamasına dikkat edilmelidir.
- Bom kırıcıya monte edilmelidir.
- Civatalar tork değerinde sıkılmalıdır.
- Koruyucu başlıklar çıkarılmalı, hortumlar bağlanmalı ve tüm yağlar uygun bir kap içinde toplanmalıdır.
- Bomdaki basınç hattı ve tank hattı vanaları açılmalıdır.
- Yağ akışı, çalışma basıncı ve dönüş hattı basınçları kontrol edilmelidir.

Kırıcının demonte edilmesinde dikkat edilmesi gereken özellikler şunlardır:

- Taşıyıcı ve kırıcıyı düz, sağlam ve temiz zemine götürülmelidir.
- Hidrolik kırıcıyı (Şekil 9.2) sağlam ve düzgün ahşap blokların üzerine yerleştirilir.
- Motor durdurulma, ana kumanda düğmesini kapatılmalı ve sıkışmış basınçlar boşaltılmalıdır.
- Yağın zemin yüzeyine sızmasını engellemek için bomdaki basınç ve tank hattı supapları kapatılmalıdır.
- Hortumları çıkarılmalı, tüm yağlar bir kap içinde toplanmalı ve yağların kırıcının içine sızmasına dikkat edilmelidir.
- Montaj destek parçası ve pimleri çıkarılmalıdır.



YER ALTI MADEN İŞLEMLERİ

- Aküden gaz basıncı ve kırıcının yağ basıncı boşaltıldıktan sonra kırıcı demonte edilmelidir. Yeniden doldurulan aküler için yalnızca nitrojen (N2) kullanılması gerektiği unutulmamalıdır.
- Kırıcının birkaç gün içinde kullanılmaması durumunda kırıcının üzerinin temizlenip branda ile örtülmelidir.

Hidrolik Kırıcının Uçunu Çıkartma ve Takma

Hidrolik kırıcının bakımı ve uç değişimi için izlenecek adımlar şunlardır:

Öncelikle hidrolik kırıcının içindeki yağ basıncının düşmesi için on dakika beklenir. Uçlar kullanıldıktan sonra aşırı sıcak oldukları için koruyucu eldivenler takılır. Daha sonra hidrolik kırıcıyı, düz bir yüzeye yerleştirilir ve taşıyıcı makinenin şanzımanı boşa alınır, el freni çekilir ve motor durdurulur. Kapaklar, hidrolik kırıcının gövdesinden, kama pimi lastik tapası alt gövdeden çıkarılır. Ardından uç çıkartıcı pim ve çekiç yardımı ile kama pimi çıkarılır. Daha sonra kamaları yuvasından oynatılarak yerinden çıkarılmalıdır. Yeni ucu takmak için işlemleri tersten uygulanır. Her uç değişiminde uç contasının durumu incelenir ve gerekiyorsa eskimiş conta değiştirilir.

Potkabaç Makinesi

Potkabaç makinesi (Görsel 9.2); yer altı madeninde damar içine doğru uzanan, bir zincir ve bu zincire belli bir düzen içinde yerleştirilmiş kesici dişlerden oluşmaktadır. Zincirin dönmesi ve makinenin ayak içinde ilerlemesiyle damarda bir yarık açılır. Bu yarık damar içinde serbest yüzeyler oluşmasını sağlar.

Potkabaç makinesinin performansı, eğim oranından önemli ölçüde etkilenmektedir. En uygun çalışma eğimi 0° ile 25° arasında yatayda olacaktır. Potkabaç makineleri genellikle maden ocaklarında kullanılır ve kömür kazı işlerinde tercih edilir. Elektrik veya basınçlı hava ile çalışır.



Görsel 9.2: Potkabaç makinesi

Sabanlar

Saban, iki tahrik ünitesi arasında gerilmiş zincire bağlanarak damardan ince dilimler sıyırması prensibine dayanan bir kazı aracıdır. Yer altı kömür madenciliğinde kullanılmaktadır. Sabanın çalışması genellikle yumuşak ile orta sert kömürler için daha uygun olmasına karşın, günümüzde sert kömürlerde de rahatlıkla kullanılmaktadır. Genellikle koparıcı, kayıcı ve kayıcı kılıçlı sabanlar tercih edilmektedir.

Galeri Açma Makineleri

Yumuşak, orta ve sert kayaların kazısında tercih edilen galeri açma makineleri (Görsel 9.3), genellikle bir kol (bom), kesici kafa ve yükleme ünitesinden oluşur. Makinenin altında bulunan hidrolik sistemler sayesinde makineyi sabitlemek veya yükseltmek mümkündür. Kayacın özelliğine göre farklı keski uçları kullanılabilir.



Görsel 9.3: Galeri açma makinesi



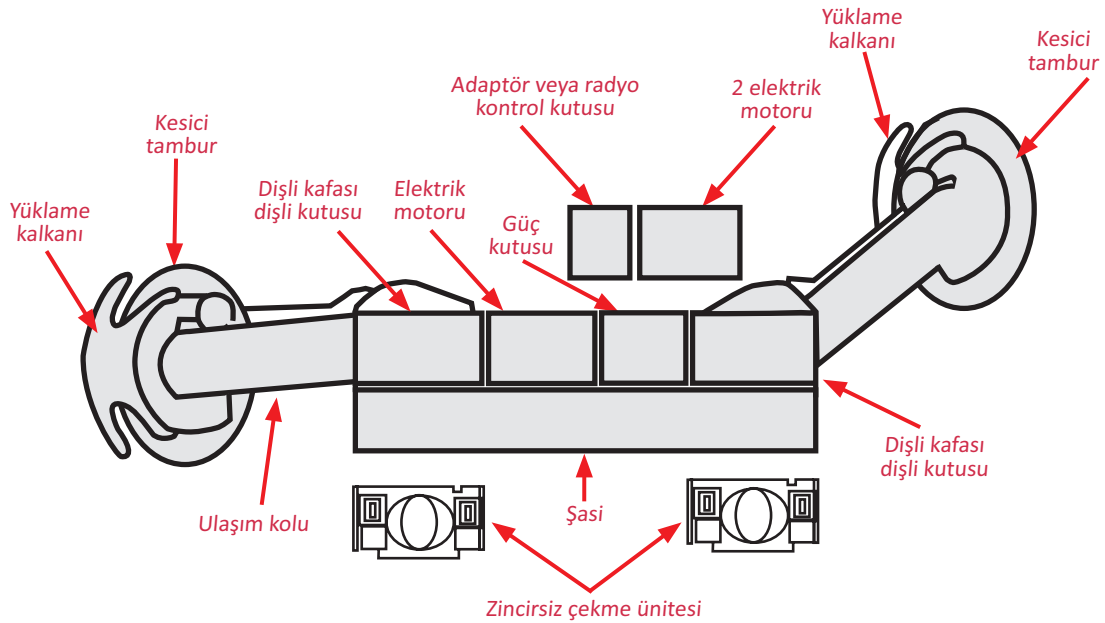
Ayrıca galeri açma makinelerine amacına göre delici jumbo, tahkimat kaldırma gibi parçalar eklenebilir. Kollu galeri açma makinelerinin çalışma prensibi genellikle dalma ve kesme şeklinde olur.

Tamburlu Kesici Yükleyici Makineler

Tamburlar üzerindeki donanımıyla kazı gerçekleştiren ve aynı tambur aracılığıyla çıkartılan kömürü zincirli konveyöre aktaran makinelerdir (Görsel 9.4). Tek ve çift tamburlu kesici olarak iki çeşittir. İlk model olarak ortaya çıkan tek tamburlu makineler, genellikle tek yönlü kazı işlemlerinde ve sabit damar kalınlıklarında kullanılmaktadır. Yüksek kazı verimi ve üretim hızından dolayı, çift tamburlu (Şekil 9.2) ve çift yönlü kazı yapabilen tamburlu kesici yükleyici makineler daha yaygın şekilde kullanılmaktadır.



Görsel 9.4: Tamburlu kesici yükleyici makineler



Şekil 9.2: Tamburlu kesici yükleyici makinesinin şematik gösterimi



Yükleyici Makineler

Paletli ve lastik (Görsel 9.5) tekerlekli yükleyiciler, farklı zemin şartları ve kullanım alanları için özel olarak tasarlanmış iki farklı modeldir. Paletli yükleyiciler genellikle zorlu zemin koşullarında ve dar tünellerde tercih edilir. Bu makineler, sınırlı manevra alanlarına sahip tünel içlerinde kepçe boşaltma işlemini yan tarafa devrilerek gerçekleştirir. Lastik tekerlekli yükleyicilerde kepçenin boşaltılması işlemi öne doğru devrilerek gerçekleştirilir.



Görsel 9.5: Lastik tekerlekli yükleyici

Sürekli Yükleyici Makineler

Nakliye araçlarına malzeme yükleme görevini etkili bir şekilde yerine getiren araçlara lastik tekerlekli ve paletli olmak üzere çeşitli modelleri bulunmaktadır. Bu makineler elektrik veya akü ile çalışmaktadır. Yükleme işi makinelerin önünde bulunan kavrayıcı kolu ve konveyör sistemleri aracılığı ile gerçekleşir. Makine, malzemeyi kavrayıcı kolu ile önündeki konveyöre iter, buradan zincirli konveyör yardımıyla malzemeyi toplar.

Martoperfaratör

Madencilikte uzun olmayan deliklerde kullanılan martoperfaratör (Görsel 9.6), basınçlı hava ile çalışmaktadır. Bu makineler, ağırlıklarına göre hafif (11-17 kg), orta (18-22 kg), ağır (23-30 kg) ve çok ağır (31-1000 kg) olarak sınıflandırılır. Hafif ve orta ağırlıktaki martoperfaratör genellikle el ile taşınabilirken ağır ve çok ağır modeller sehpa veya özel donanım ile kullanılır. Hafif martoperfaratör, özellikle yumuşak ve orta sertlikteki kayalarda etkili bir şekilde kullanılır. Orta ağırlıktaki martoperfaratör ise her türlü sertlikteki kayalarda kullanılabilir. Çok ağır martoperfaratörler özel donanımlarla desteklenerek arkadan itildikleri için daha büyük deliklerin oluşmasında etkilidir.

Martoperfaratörü kullanacak kişi iyi eğitim almış ve makinenin teknik özelliklerini iyi bilen biri olmalıdır. Martoperfaratörde sabit bir kurulum olabilmesi için sehpa ile donatılır. Kurulum ve söküm işlerinde sehpanın sabit olmasına dikkat edilmelidir.

Martoperfaratörün dişleri yağlanmalı ve temiz tutulmalıdır. Yağ bakımı dişlerin aşınmasını azaltır ve dişlerin rahat bir şekilde sökülmesini sağlamaktadır. Martoperfaratör sürekli kontrol edilmeli ve makinenin aşınmış parçaları değiştirilmelidir.



Görsel 9.6: Martoperfaratör



Jumbolar

Yer altı delme operasyonlarında kullanılan jumbo makineleri (Görsel 9.7) genellikle hidrolik ve pnömatik kollar olmak üzere iki çeşittir. Bu makine genellikle 27 ila 51 mm arasında değişen çaplarda delikler açmak için kullanılır. Yer altı delme işlemlerinde kullanılacak makinelerin seçimi, çalışılacak galerinin kesit alanına bağlı olarak yapılmaktadır. Jumbolar, dizel, elektrik veya akü ile tahrik edilir. Jumboların temel parçaları arasında hidrolik kol, hidrolik delici, zincirli ilerletme düzeneği, manşon adaptörü, kalpliner, tijler ve delici uçlar bulunmaktadır.



Görsel 9.7: Çift kollu jumbo delici

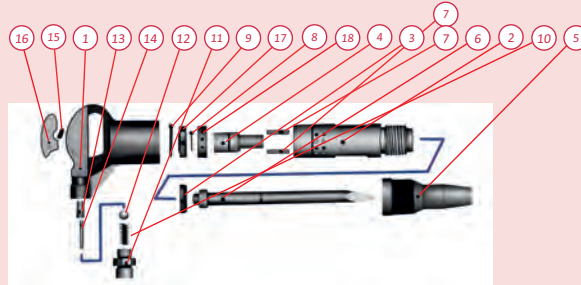
ETKİNLİK 9.1

Martopikör ile Martoperfaratör makineleri ile ilgili aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Martopikör ile Martoperfaratör birbirine çok benzeyen iki makine türüdür. Ancak birbirlerinden ayrıldığı noktalar vardır. Buna göre bu iki makineyi birbirinden ayıran en belirgin özellik nedir? Açıklayınız.

.....

2. Martopikör makinesinin montaj (kurulum) ve demontaj (söküm) işlemleri ile ilgili aşağıda verilen görselde numaraların karşılık geldiği parçaların adları nelerdir? İlgili boşluklara yazınız.



1.
 5.
 9.
 7.
 18.

13.
 2.
 10.
 12.
 4.



9.2. YER ALTI MADENDE BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ

Yer altında makine, araç gereç, tehlikeli madde ve diğer üretim araçları kurallara uygun şekilde kullanılmalıdır. İş makineleri operatörlük belgesine sahip kişiler tarafından kullanılmalıdır. Çalışmaya başlamadan önce operatör gözle muayene yöntemiyle hasar olup olmadığını kontrol eder. Herhangi bir arıza veya hasar tespit edilirse yetkili amire bildirim yapılır. İş yerinin çalışma şartları, kullanım süresi gibi etkenler göz önünde bulundurularak kullanılan makinenin periyodik kontrolleri yapılır. Haftalık, 3 aylık ve yıllık olarak bu süreler kullanılır. Ancak kullanıma bağlı olarak bu süreler kısalabilir. Ancak hiçbir şekilde bir yılı geçemez. Kontrollerde yapılan tüm işlemler kayıt altına alınır.

Jumbo, martoperfaratör, sürekli yükleyici makineler, yükleyici makineler, tamburlu kesici yükleyici makineler, galeri açma makineleri, saban ve potkabaç makinelerini yetkili kişi rutin kontrollerini yaparak başlar. Bakım onarım işleri ilgili servis tarafından yürütülür.

Martopikör Bakım ve Onarım İşlemleri:

- Martopikörü sökmek için önce hava bağlantısı kesilmelidir.
- Martopikör, üç ayda bir temizlenmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Çalışma sırasında veya kullanılmadığı durumlarda, martopikör yağlı tutulmalıdır.
- Verimli çalışma için uygun yağ bakımı düzenli olarak yapılmalıdır.
- Toz ve kirden dolayı tetik kısmı düzenli olarak temizlenmelidir.
- Martopikör uzun süre kullanılmadığında, gazyağı ile temizlenmeli ve kuru bir yerde saklanmalıdır.

Hidrolik Kırıcı Bakım ve Onarım İşlemleri

Hidrolik kırıcılar, yüksek basınç altında çalıştığı için sürtünme, aşınma ve contaların kırılması gibi sorunlarla karşılaşabilir. Bu durum, sızıntı veya sürtünmeden kaynaklanan çiziklere neden olabilir. Basınç, sıcaklık, yağ viskozitesi gibi faktörler göz önünde bulundurularak hafif sızıntılar genellikle kabul edilebilir ve normal olarak değerlendirilebilir. Ancak aşırı yağ sızıntısı durumunda ilgili servisle görüşülüp bakımı yapılmalıdır.

Hidrolik kırıcılar uzun süre kullanılmaması durumunda paslanma, yağın korozyonu ve contaların sertleşmesi gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Bu tür durumları önlemek ve kırıcının ömrünü uzatmak için düzenli olarak periyodik bakımlarının yapılması ve ilgili parçaların yenilenmesi önemlidir. Bu sayede, cihazın uzun süreli kullanımına olanak tanıyan güvenilir bir performans elde edilir. Düzenli bakım, hidrolik kırıcının sağlıklı bir şekilde çalışmasını sağlamak için önemlidir. Bu nedenle her üç ayda bir periyodik değişim yapılmalıdır. Kırıcıların sağlıklı çalışabilmesi için ortam sıcaklığı -20 °C ila +80 °C arasında olmalıdır.

Yağ Bakımı: Hidrolik kırıcı, makineye bağlıken uca dikey konumda aşağı doğru basınç uygulanır. Boşluk, uygun gresle doldurulur ve kırıcı yaklaşık her üç saatte bir greslenir. Özellikle zeminin kuru ve sert olduğu durumlarda gresleme sık sık yapılmalıdır. Hidrolik kırıcının ucu kuru olmamalıdır.

Hidrolik kırıcıya yeni uç takıldığında uç takılmadan önce üst kısmı bol miktarda greslenir. Eğer hidrolik kırıcının üst kısmı yağlanmazsa uç ve uç burcunda tutukluğa ve aşınmaya neden olur. Aşınmanın devam etmesi hâlinde uç ve pistonu zarar vererek kırıcının iç parçalarında hasar oluşturabilir.



Hidrolik Yağ Bakımı: Hidrolik kırıcılarda hidrolik yağ çabuk bozulduğu için belirli periyotlarda değişim yapılmalıdır. Hidrolik yağın sıcaklığı, mevsimine göre değişkenlik gösterir ve taşıyıcı makinelerle hidrolik kırıcıların içinde bulunan parçaların (conta vb.) belirli bir sıcaklık alt ve üst değerleri vardır.

Hidrolik kırıcılar, çalışma şartlarına göre belirlenen yağ sıcaklığında çalıştırılmalıdır. Sıcaklık olması gereken seviyenin üstüne çıktığında taşıyıcı makineye geniş çaplı basınç ve dönüş hatları takılmalıdır. Gerekirse ek soğutucu takılmalıdır.

Yağların kirliliği çok önemlidir. Çünkü kirlenmiş yağlar, taşıyıcı makinenin hidrolik pompasına zarar verebilir. Bu nedenle yağ kirliliği düzenli olarak kontrol edilmelidir ve gerekliyse yağ ve filtre değişimi yapılmalıdır. Bu değişimler, ilgili firmayla görüşülüp talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmelidir.

Makinelerin günlük muayenesinde şu adımlar izlenir:

- Hidrolik sızıntıların olup olmadığı kontrol edilir. Borular ve yağ hortumları kontrol edilir. Arka baş ve silindirin bağlantıları kontrol edilir. Ön baş ile uç arasındaki açıklık incelenir. Sızıntı tespit edilirse bağlantı parçaları sıkılır. Ancak sızıntı devam ederse parça değiştirilir. Devam eden sızıntı durumunda ilgili servis ile iletişime geçilir ve servis gelene kadar kırıcı kullanılmaz. Aksi takdirde kırıcının pistonlarında, iç aksamlarında veya silindirinde zarar oluşabilir.
- Uçların aşınma durumu kontrol edilir. Eğer uçlar eskimişse değiştirilir. Uçlar her üç saatte bir gres yağı ile yağlanır.
- Hidrolik yağ seviyesi ve kirlilik oranı kontrol edilir. Kırıcının ve hidrolik sisteminin genel kontrolleri yapılır.
- Hidrolik kırıcıdan basıncın boşaltılması için taşıyıcı makinenin motoru durdurulur. Hortum içinde sıkışmış basıncı boşaltmak için bom ve kırıcının kontrolleri çalıştırılır. Hidrolik kırıcının içindeki yağ basıncının düşmesi için on dakika beklenir. Son olarak kırıcı giriş ve çıkış hatları kapatılır.

ETKİNLİK 9.2

Yer altı maden makinelerinden Martopikör'ün bakım ve onarımı nasıl yapılmalıdır? Ayrintılı bir şekilde açıklayınız.

ETKİNLİK 9.3

Yer altı maden makinelerinin günlük muayeneleri yapılmadığı durumlarda oluşabilecek tehlikeli durumlara en az 5 örnek veriniz.

1.
2.
3.
4.
5.



OKUMA METNİ



Dünya'da ve Uzayda Biyomadencilik

Maden cevherlerinden metalleri özütlemek için mikroorganizmalardan yararlanılan yöntemler biyomadencilik olarak adlandırılır. Biyomadencilik yeryüzündeki tarihi 1950'lere kadar gider. Günümüzde bazı araştırmacılar Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (ISS) uzayda biyomadencilikle ilgili çalışmalar yapıyor.

Modern biyomadencilik sistemlerinin geliştirilmesine yol açan ilk olay, Kenneth Temple'in 1951 yılında Acidithiobacillus

ferrooxidans bakterilerinin demir, bakır ve magnezyum bakımından zengin olan ortamlarda hızla çoğaldığını keşfetmesi oldu. Bakteriler, litrede 2000 ila 26.000 miligram Fe+2 iyonları bulunan ortamlara bırakıldıklarında daha hızlı büyüyor ve daha hareketli oluyordu. Bu durum mikroorganizmaların metalleri algılayabildiğini ve yakalayabildiğini gösteriyordu.



Madencilikte mikroorganizmalardan yararlanılan yöntemlerin bir örneği piritten (FeS₂) demir elde edilmesidir. Normal şartlar altında cevherdeki pirit oksijenle ve mikroorganizmalarla temas hâlinde değildir. Ancak cevherin çıkarılmaya başlanmasıyla durum değişir.

Mikroorganizmalar kullanılarak metallerin özütlendiği tesislerde genellikle kemostat olarak adlandırılan ekipmanlar bulunur. İçinde madeni özütleyen mikroorganizmaların bulunduğu bu ekipman, üst kısmından sürekli olarak maden cevheriyle beslenir. Ekipmanın alt kısmında ise içinde metaller ve mikroorganizmalar bulunan sıvının toplanarak metalin çöktürüleceği ve saflaştırılacağı kısma aktarıldığı bir gider bulunur.

Günümüzde Ay'da ve Mars'ta koloniler kurmanın planları yapılıyor. Ancak bu amaç için gerekli metalleri Dünya'dan taşımak olasılık dışı. Dünya dışında kurulacak koloniler için gerekli metalleri yerinde elde etmenin bir yolu biyomadencilik olabilir. Ancak yeryüzündekinden farklı koşullarda süreçlerin nasıl gerçekleşeceğini tahmin etmek çok zor. Bu yüzden yakın zamanlarda ISS'de biyomadencilikle ilgili araştırmalar yapılmaya başlandı. BioRock adı verilen proje kapsamında, prototip bir biyomadencilik reaktörü kullanılarak ISS'deki gibi ağırlıksız ortamlarda ve Mars'takine benzer büyüklükte kütle çekimine sahip ortamlarda mikroorganizmalarla kayaçların nasıl etkileştiği inceleniyor. Üç ayrı mikroorganizma türünün kullanıldığı deneylerin temel amacı, mikroorganizmaların 20 ayrı türde metali kayaçlardan özütleme konusunda ne kadar yararlı olabileceğini tespit etmek.

Mikroorganizmaların metalleri yakalamasının faydalı olduğu bir başka alan biyo sağaltımdır. Kirli topraklardaki veya sulardaki metalleri temizlemek için de bazen mikroorganizmalardan yararlanılır. Üstelik biyo sağaltımın kullanım alanı sadece metallerle sınırlı da değildir. Örneğin 2010 yılında Meksika Körfezi'nde yaşanan çevre faciasından sonra körfezdeki petrol sızıntısını temizlemek için mikroorganizmalardan yararlanılmıştı.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. 4-6 atm (hava) basıncı ile çalışan mekanik delme aleti yapan alete denir.
2. Hidrolik enerjinin darbe enerjisine dönüştürerek çalışan alete denir.
3. Yer altı madende kullanılan damar içine doğru uzanan hareket eden bir zincir ve bu zincire belli bir düzen içinde yerleştirilmiş kesici dişlerden oluşan bir makinedir.
4. Potkabaç makinesinin verimli çalışması eğim oranı arasında olması gerekmektedir.
5. Yumuşak ile orta sert kömürler için ile kazı uygun olmaktadır.

B) Aşağıdaki soruları okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi tamburlu kesici yükleyici makineler için doğru bir bilgidir?

- A) Tamburlu kesici olarak tek çeşidi bulunur.
- B) Çıkarılan cevher direkt olarak vagona aktarılır.
- C) Yüksek kazı verimi mevcuttur.
- D) Makinenin düzenli olarak bakımı yapılmasına gerek yoktur.
- E) Yüksek üretim hızı mevcuttur.

7. Aşağıdakilerden hangisi yükleyici makineler için doğru bir bilgidir?

- A) Sadece lastik tekerlekli yükleyiciler olarak çeşidi bulunur.
- B) Yumuşak zemin şartlarında kullanılabilir.
- C) Yeraltında büyük tünellerde tercih edilmektedir.
- D) Paletlerin her vardiyada kontrol edilmesine gerek yoktur.
- E) Makineyi sadece iş makinesi operatörlük belgesi olan kişi kullanabilir.

8. Aşağıdakilerden hangisi galeri açma makineleri donanımlarından değildir?

- A) Kesici kafa
- B) Delici makine sehpası
- C) Teleskopik bom
- D) Yükleyici plaka
- E) Hidrolik motor



9. Aşağıdakilerden hangisi martoperfaratörlerin özelliklerindedir?

- A) Uzun olan deliklerin delinmesinde kullanılır.
- B) Martoperfaratörler yumuşak sertlikteki kayalarda kullanılabilir.
- C) Martoperfaratörün dişleri yağlanmalı ve temiz tutulmalıdır.
- D) Martoperfaratörler sadece sehpa ile taşınabilir.
- E) Pnömatik sistemle çalışmaktadır.

10. Aşağıdakilerden hangisi yer altı mekanizasyonda çalışan işçinin yapması gerekenlerden biri değildir?

- A) Çalışılan sistemin periyodik bakımını yapmaktır.
- B) Bakım sırasında tespit ettiği arızaları gidermektir.
- C) Kişisel koruyucu donanımları talimatlara uygun kullanmaktır.
- D) Delme patlatma işlemini gerçekleştirmektir.
- E) Çalışma öncesinde çalışma alanının kontrolünü yapmaktır.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını ilgili boşluklara yazınız.

11. Jumbo delik delici çalışma koşullarını açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....

12. Martopikör ve martoperfaratör arasındaki farkları belirleyip yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....

13. Tamburlu kesici yükleyici makinelerin kurulum özelliklerini açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....



14. Yer altında çalışmaya başlamadan önce kişisel olarak yapılması gerekenler nelerdir? Yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....

15. Yer altında kullanılacak makineleri kimler kullanabilir? Yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....

CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİNİN CEVAP ANAHTARI

1. Maden 2. Desandre 3. Kuyu 4. Galeri 5. Patlatma
6. E 7. C 8. C 9. C 10. D

2. ÖĞRENME BİRİMİNİN CEVAP ANAHTARI

1. Mekanize kazı 2. Galeri açma 3. Kesici uçlar 4. Tam kesit galeri açma 5. Kalem uçlu
6. E 7. D 8. A 9. C 10. C

3. ÖĞRENME BİRİMİNİN CEVAP ANAHTARI

1. Havalandırma 2. Aynı 3. Azot %78, Oksijen %21, Asal gazlar %1 4. %20 5. 1,29 kg/m³
6. A 7. D 8. E 9. D 10. E

4. ÖĞRENME BİRİMİNİN CEVAP ANAHTARI

1. Rezerv durumu 2. Kaz doldur 3. Topuk 4. Ayağın 5. Yer altı madeninde hazırlık
6. A 7. C 8. B 9. C 10. E

5. ÖĞRENME BİRİMİNİN CEVAP ANAHTARI

1. Akifer 2. 1033 gr 3. Sağlar 4. İki 5. Pompa
6. E 7. E 8. E 9. D 10. D

6. ÖĞRENME BİRİMİNİN CEVAP ANAHTARI

1. Nakliyat 2. Cevherin nakliyesinde 3. İki 4. Dikey 5. 5,30 m
6. E 7. D 8. E 9. A 10. B

7. ÖĞRENME BİRİMİNİN CEVAP ANAHTARI

1. Tahkimat 2. Ağaç tahkimat 3. Geçmeli bağ 4. Kaya saplamalarıdır 5. Sert
6. D 7. E 8. A 9. E 10. B

8. ÖĞRENME BİRİMİNİN CEVAP ANAHTARI

1. Tarama 2. Pasalar 3. Rapor 4. Martopikör 5. Denge halatının
6. E 7. C 8. C 9. D 10. E

9. ÖĞRENME BİRİMİNİN CEVAP ANAHTARI

1. Martopikör 2. Hidrolik kırıcı 3. Potkabaç makinesi 4. 0 ile 20 5. Saban
6. C 7. E 8. B 9. C 10. D

KAYNAKÇA

- Ank B. Bezir V. 4. Daimi Nezaretçi Eğitimleri Ankara 2017.
- Arođlu E. Birön C. (1985) Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı, Birsen Yayınevi.
- Aksoy O. Kömürlü E. Yaman H.E. (2017) Temel Madencilik Bilgileri, Mayep basın Yayın İnsan Kaynakları.
- Bulgurcu, H. (2023) Kömür Madenleri İçin Havalandırma Sistem Tasarımı. 15. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.
- Harre İ.H. Şan S. (2020) Makine Elemanları ve Maden Makineleri, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Gürgen S. Köse H. Tatar Ç. (2013) Madenlerde Su Atımı ve Pompaları, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:258.
- İpekoğlu Ü. Mallı T. Tatar Ç. Aksoy O. (2015), Madencilğe Giriş, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:319.
- Köse H. Gürgen S. Onorgan T. Yenice H. Aksoy O. (2012) ,Tünel ve Kuyu Açma, Dokuz Eylül Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi.
- Maden Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı 2020 .
- Mamat, H. S. (2014), Metal Madencilğinde Yeraltı Açıklıklarının Tahkimatı ve Nümerik Yöntemler İle Analizi.
- Saltođlu S. (1979), Madenlerde Yer Altı Üretim Yöntemleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.
- Saltođlu S. (1976), Madenlerde Hazırlık ve Kazı İşleri, İstanbul Teknik Üniversite Matbaası.
- Saim M.S. Genel Madencilik, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi.
- Keleş, S. (2005), Çayırhan kömür madenindeki orta ağırlıktaki yol başlığının kesme performansının değerlendirilmesi (Yüksek lisans tezi, Orta Dođu Teknik Üniversitesi) 15.
- Şimşir F. Özfirat M. K. Tatar Ç. (2017), Madenlerde Nakliyat, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No.: 296.
- Şimşir F. (2015), Yer Altı Madencilik Yöntemleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- Tatar Ç. Kahraman E. Suiçmez T. (2019) 7. Uluslar arası Maden Makineleri ve Teknolojileri Kongresi Bildiriler Kitabı.
- Tatar Ç. Özfirat M.K. (2011) Yer Altı Maden Makineleri ve Mekanizasyon, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No.: 309.
- TDK Güncel Türkçe Sözlük.
- TDK Yazım Kılavuzu.
- Ulusal Meslek Standardı Tamir Tarama Söküm İşçisi Seviye 4, Resmî Gazete Tarih-Sayı /10.03.2017-30003.
- Ulusal Meslek Standardı Kuyu Bakım-Onarım İşçisi Seviye 4, Resmî Gazete Tarih-Sayı /09.06.2018 – 30446.
- Ulusal Meslek Standardı Yer Altı Üretim İşçisi Seviye 4, Resmî Gazete Tarih-Sayı /13.09.2017-30179.
- Ulusal Meslek Standardı Mekanizasyon İşçisi Seviye 4, Meslekî Yeterlilik Kurumu Ankara 2018.
- Yer Altı Yer Üstü Maden İşletmelerinde İş sağlığı ve Güvenliği Rehberi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayın No.: 43.
- Yalçın E. (2017) Yer Altı Havalandırması, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No.: 336.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

<https://en.wikipedia.org/wiki/Roadheader>
https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/4015b7f368e6b48_ek.pdf
<https://railsystem.net/tunnel-boring-machine-tbm/>
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/145655>
<https://docplayer.biz.tr/2643897-Tunel-acma-makineleri-tbm.html>
<https://slideplayer.com/slide/10911519/>
<https://constructiontechnology.in/technology/details/1078/Roadheader-becoming-increasingly-popular-in-tunneling-project>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0886779819304420>
https://www.yerbilimleri.hacettepe.edu.tr/no32%282%29/Yerbilimleri_Dergisi_32_2.pdf
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0886779819304420>
https://www.yerbilimleri.hacettepe.edu.tr/no32%282%29/Yerbilimleri_Dergisi_32_2.pdf
<https://basiccivilengineering.com/2015/10/road-header-machine-in-construction.html>
<https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12606298/index.pdf>
<https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12606298/index.pdf>
<https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12606298/index.pdf>
<https://basiccivilengineering.com/2015/10/road-header-machine-in-construction.html>
<https://www.chinacoalintl.com/pd-682>
<https://railsystem.net/tunnel-boring-machine-tbm>
<https://railsystem.net/tunnel-boring-machine-tbm/>
<https://railsystem.net/tunnel-boring-machine-tbm>
<https://www.slideshare.net/teknoba/galeri-ve-tnel-ama>
https://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_d/article/viewFile/820/745
<https://docplayer.biz.tr/2643904-Kollu-galeri-acma-makinelerinin-secim-kriterleri-ve-zonguldak-havasina-uygulanmasi-mad-618-madencilikte-ozel-konular-ii-dersi-odevi.html>
https://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/730/Niyazi_Bilim_Tez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
<https://prosafety.com.tr/madenlerde-havalandirma>
<https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12606298/index.pdf>
<https://docplayer.biz.tr/2643897-Tunel-acma-makineleri-tbm.html>
<https://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2023/04/2023-MAD-004.pdf>
<https://www.isgkutuphanesi.com/tr/details/maden-isletmeleri-icin-talimatlar-egitim-kitabi-7232.html>
<https://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2023/04/2023-MAD-003.pdf>
https://madencilikturkiye.com/wp-content/uploads/2019/04/Temel-Madencilik-Bilgileri-www.madencilikturkiye.com_.pdf
<https://www.iccevrekalitesi.net/pdf/seminer/2015-23.pdf>
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/790032>
<https://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2023/04/2023-MAD-003.pdf>
<https://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2023/04/2023-MAD-004.pdf>
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18989&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
<https://docplayer.biz.tr/12039887-Yontem-cinsi-tahkimatsiz-yontem-tahkimatli-yontem-gocertmeli-yontem-metod-secimi.html>
<https://docplayer.biz.tr/105329537-Yeralti-maden-isletmeciligi-doc-dr-gokhan-aydin.html>
<https://madenmuhendis.blogspot.com/p/tbm-tunel-boring-machine-diger-bir.html>
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/375880>
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/374459>
https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/38222/mod_resource/content/0/1.%20Kaya%20Mekani%C4%9Fine%20Giri%C5%9F.pdf
<https://polen.itu.edu.tr:8443/server/api/core/bitstreams/751b73cd-4e31-40f1-b98c-55e515fcf7be/content>
https://karadenizisyandadir.net/wp-content/uploads/2018/07/1610016_IR20058313_PTD_18Temmuz18.pdf
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1197250>
https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/119624/mod_resource/content/0/Hafta7.pdf

<https://www.mining-technology.com/sponsored/exploring-the-technical-side-of-the-monorail-system-benefits-of-suspended-transport-for-mining/>
https://www.abdurrahmanince.net/ITK_Madenlerde_ISG_Rehberi.pdf
<https://www.eolss.net/sample-chapters/C05/E6-37-06-07.pdf>
https://www.researchgate.net/publication/258607332_Selection_of_ore_transport_system_for_a_metalliferous_underground_mine_Dobor_systemu_transportu_rud_w_kopalni_podziemnej_rud_metalu
<https://slideplayer.biz.tr/slide/3331941/>
https://www.researchgate.net/publication/258607332_Selection_of_ore_transport_system_for_a_metalliferous_underground_mine_Dobor_systemu_transportu_rud_w_kopalni_podziemnej_rud_metalu
<https://www.eolss.net/sample-chapters/C05/E6-37-06-07.pdf>
https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/a43108ded5aabc7_ek.pdf
https://www.researchgate.net/publication/258607332_Selection_of_ore_transport_system_for_a_metalliferous_underground_mine_Dobor_systemu_transportu_rud_w_kopalni_podziemnej_rud_metalu
<https://www.eolss.net/sample-chapters/C05/E6-37-06-07.pdf>
<https://www.csgb.gov.tr/media/1386/cansudirek.pdf>
<https://prezi.com/t4mulofzqmma/celik-tahkimat/>
<https://slideplayer.biz.tr/slide/3295926/>
https://prezi.com/rrqyv_9rwlpk/yeralti-ocagi-agac-tahkimati/
<https://en.wikipedia.org/wiki/Concrete>
https://www.researchgate.net/publication/350049659_Bir_Maden_Yatagi_Icin_Uygun_Yeralti_Uretim_Yontemi_Secimi_ve_Projelendirilmesi#pf64
<http://abakus.inonu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11616/6092/Tez%20Dosyas%c4%b1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://www.csgb.gov.tr/media/1386/cansudirek.pdf>
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=eY9s7U2mVBbLNt4_VasAqA&no=T64uEtCeW_UpUhyNufFuA
<https://polen.itu.edu.tr:8443/server/api/core/bitstreams/efa97a27-d0ae-436a-85fd-985db8889672/content>
<https://prezi.com/t4mulofzqmma/celik-tahkimat/?frame=2980c2113413182e2614ee35da1813b4a9dba383>
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=eY9s7U2mVBbLNt4_VasAqA&no=T64uEtCeW_UpUhyNufFuA
<https://docplayer.biz.tr/105329537-Yeralti-maden-isletmeciligi-doc-dr-gokhan-aydin.html>
<https://madenmuhendis.blogspot.com/p/tbm-tunel-boring-machine-diger-bir.html>
<http://www.iccevrekalitesi.net/pdf/seminer/2015-23.pdf>
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/790032>
<http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2023/04/2023-MAD-003.pdf>
<http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2023/04/2023-MAD-004.pdf>
<http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2023/04/2023-MAD-004.pdf>
<https://www.isgkutuphanesi.com/tr/details/maden-isletmeleri-icin-talimatlar-egitim-kitabi-7232.html>
<http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2023/04/2023-MAD-003.pdf>
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18989&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/119624/mod_resource/content/0/Hafta7.pdf
<https://www.mining-technology.com/sponsored/exploring-the-technical-side-of-the-monorail-system-benefits-of-suspended-transport-for-mining/>
https://www.abdurrahmanince.net/ITK_Madenlerde_ISG_Rehberi.pdf
<https://www.eolss.net/sample-chapters/C05/E6-37-06-07.pdf>
https://www.researchgate.net/publication/258607332_Selection_of_ore_transport_system_for_a_metalliferous_underground_mine_Dobor_systemu_transportu_rud_w_kopalni_podziemnej_rud_metalu
<https://slideplayer.biz.tr/slide/3331941/>
https://www.researchgate.net/publication/258607332_Selection_of_ore_transport_system_for_a_metalliferous_underground_mine_Dobor_systemu_transportu_rud_w_kopalni_podziemnej_rud_metalu
<https://www.eolss.net/sample-chapters/C05/E6-37-06-07.pdf>
https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/a43108ded5aabc7_ek.pdf



GÖRSEL KAYNAKÇASI

Görsel kaynakça sayfasına ulaşmak için yukarıdaki kodu tarayın yua da aşağıdaki linke erişim sağlayın.

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1596>

* Bu kitapta kaynakça, APA6 kaynak gösterme yöntemine göre oluşturulmuştur.