

**Bu kitaba sığmayan
daha neler var!**



Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!



Kişiselleştirilmiş Öğrenme ve Raporlama

Zengin İçerik

Puan ve Armalar

Canlı Ders

Sosyal Etkileşim

EBA Portfolyo

eBa
www.eba.gov.tr

ISBN 978-975-11-6294-6



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

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

MAKİNE ELEMANLARI VE MADEN MAKİNELERİ

9

DERS KİTABI

MAKİNE ELEMANLARI VE MADEN MAKİNELERİ

9



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI

MAKİNE ELEMANLARI VE MADEN MAKİNELERİ

9

DERS KİTABI

YAZARLAR

İbrahim Halil HARRE

Sadi ŞAN



DEVLET KİTAPLARI

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....: 7562
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....: 1602

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.
Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı

Esengül ŞAN

Görsel Tasarım Uzmanı

Ahmet Arif ÖZEN

Levent AKBULUT

ISBN 978-975-11-6294-6

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



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 fişkırarak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

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

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

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

Mehmet Âkif Ersoy

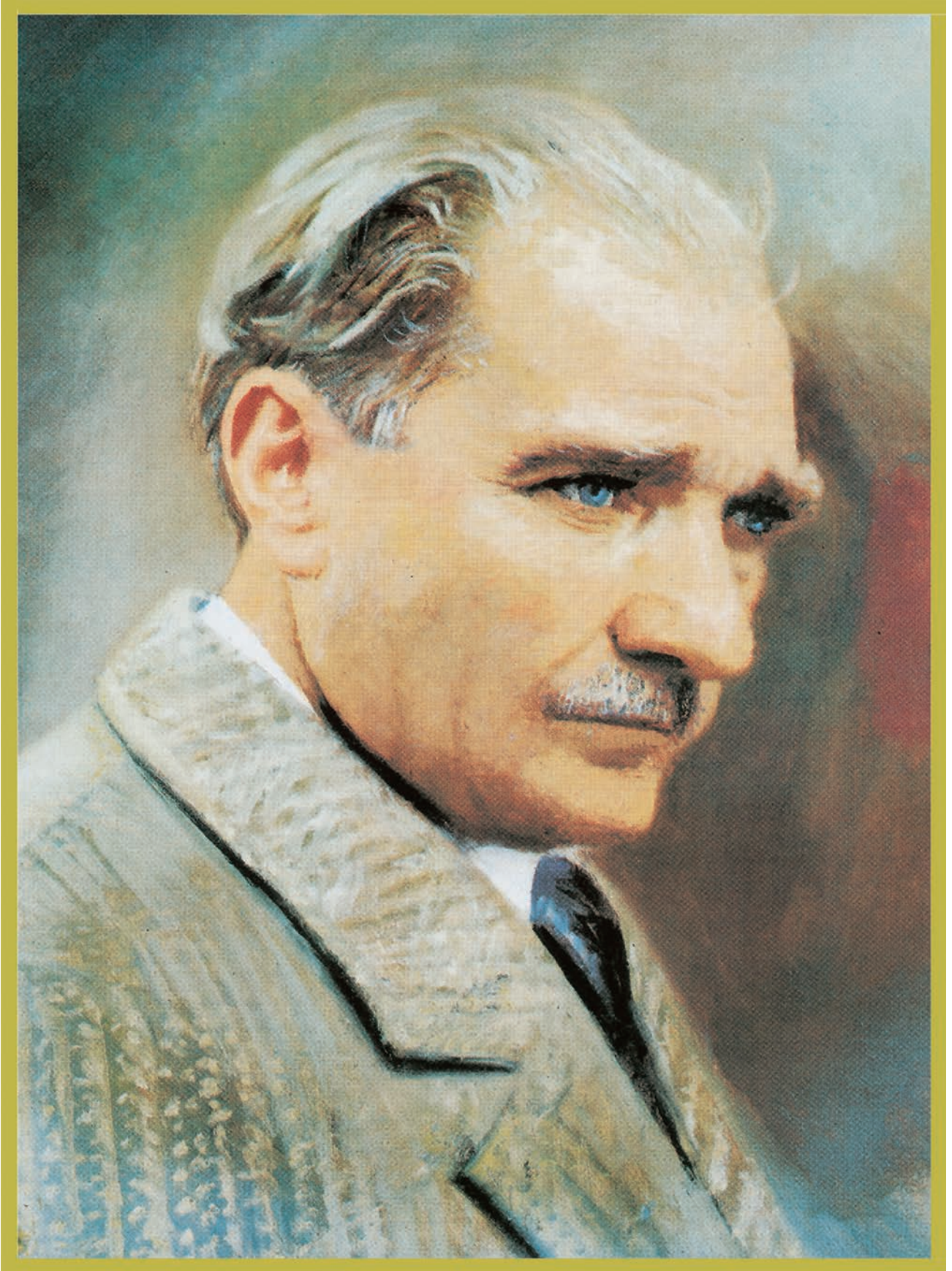
GENÇLİĞE HİTABE

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

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli 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 namüsaît 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

KİTABIN TANITIMI	11
1.ÖĞRENME BİRİMİ: BAĞLANTI ELEMANLARI	15
1.1. SÖKÜLEBİLEN BAĞLANTI ELEMANLARI	16
1.1.1. Cıvatalar	16
1.1.2. Vidalar	16
1.1.2.1. Vida Çeşitleri	17
1.1.3. Saplamlar	20
1.1.4. Somunlar	20
1.1.4.1. Somun Çeşitleri	21
1.1.5. Rondelalar	21
1.1.5.1. Rondelaların Kullanım Amaçları	21
1.1.5.2. Rondela Çeşitleri	21
UYGULAMA-1	22
1.2. EMNİYETLİ BAĞLANTI ELEMANLARI	23
1.2.1. Pimler	23
1.2.1.1. Pim Çeşitleri	23
1.2.1.2. Pimlerin Yapıldığı Malzemeler	24
1.2.2. Pernolar	25
1.2.2.1. Kullanıldığı Yerler	25
1.2.2.2. Yapıldıkları Malzemeler	25
1.2.2.3. Perno Çeşitleri	25
1.2.2.4. Pernolar ve Bağlama Usulleri	25
1.2.3. Kamalar	26
1.2.3.1. Kama Çeşitleri	26
1.2.3.2. Kamalı Miller	28
1.2.3.3. Kamaların Standart Gösterimi	28
1.2.4. Segmanlar	28
1.2.4.1. Segmanların Takılıp Sökülmesi	29
1.2.4.2. Emniyet Segmanlarının Gereçleri	29
1.2.4.3. Emniyet Segmanlarının Standart Gösterilmesi	29
UYGULAMA-2	30
1.3. SÖKÜLEMİYEN BAĞLANTI ELEMANLARI	31
1.3.1. Kaynak	31
1.3.1.1. Kaynak Ağzı Ölçüleri	31
1.3.1.2. Kaynak Ekleme Yöntemleri	31
1.3.1.3. Kaynak Yapma Metotları	31
1.3.1.4. Kaynak Sembolleri	33
1.3.2. Perçinler	34
1.3.2.1. Perçinlerin Sınıflandırılması	34
1.3.2.2. Perçinleme İşleminin Yapılışı	35
1.3.2.3. Pop Perçinler	36
1.3.2.4. Yapılarına Göre Perçin Çeşitleri	36
1.3.2.5. Perçinlerin Gereçleri	37
1.3.2.6. Standart Perçin Ölçüleri	37
1.3.2.7. Perçinlemenin Avantajları	37
1.3.2.8. Perçinlemenin Dezavantajları	37
UYGULAMA-3	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	39
2.ÖĞRENME BİRİMİ: HAREKET AKTARMA ELEMANLARI	43
2.1. MİLLER, MUYLULAR	44
2.1.1. Miller	44
2.1.1.1. Millerin Özellikleri	44
2.1.1.2. Millerin Yapıldığı Malzemeler	44
2.1.1.3. Mil Çeşitleri	45
2.1.2. Muylular	46

2.1.2.1. Muyluların Çeşitleri.....	46
UYGULAMA-1	48
2.2. YATAKLAR.....	49
2.2.1. Yatak Çeşitleri.....	49
2.2.1.1. Kayma Dirençli Yataklar.....	49
2.2.1.2. Yuvarlanmalı (Rulmanlı) Yataklar.....	51
UYGULAMA-2	55
2.3. KAVRAMALAR.....	56
2.3.1. Kavramaların Kullanıldığı Yerler.....	56
2.3.2. Kavramaların Özellikleri.....	57
2.3.3. Kavramaların Sınıflandırılması.....	57
2.3.3.1. Sıkı Kavrama Çeşitleri.....	57
2.3.3.2. Çözülebilir Kavrama Çeşitleri.....	59
UYGULAMA-3	60
2.4. KAYIŞ KASNAK SİSTEMLERİ.....	61
2.4.1. Kasnaklar.....	61
2.4.2. Kasnağın Kısımları.....	61
2.4.3. Kasnak Çeşitleri.....	61
2.4.4. KAYIŞLAR.....	64
2.4.4.1. Kayışların Sınıflandırılması.....	64
2.4.3.2. Kayış Kasnak Sistemlerinin Üstünlükleri.....	69
2.4.3.3. Kayış Kasnak Sistemlerinin Olumsuz Yanları.....	69
UYGULAMA-4.....	70
2.5. DIŞLI ÇARKLAR.....	71
2.5.1. Dişli Çark Çeşitleri.....	71
2.5.1.1. Çalıştıkları Millerin Konumlarına Göre.....	71
2.5.1.2. Açılış Şekillerine Göre Dişli Çark Çeşitleri.....	72
UYGULAMA-5.....	77
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	78
3.ÖĞRENME BİRİMİ: YER ALTI MADEN MAKİNELERİ.....	83
3.1. YER ALTI KAZI VE YÜKLEME MAKİNELERİ.....	85
3.1.1. Martopikör.....	85
3.1.2. Hidrolik (Darbeli) Kırıcılar.....	86
3.1.3. Potkabaç Makinesi.....	86
3.1.4. Sabanlar.....	87
3.1.4.1. Koparıcı Saban.....	88
3.1.4.2. Kayıcı Saban.....	88
3.1.4.3. Kayıcı Kılıçlı Saban.....	89
3.1.5. Galeri Açma Makineleri (Roadheader).....	89
3.1.5.1. Kol Eksenine Paralel Galeri Açma Makineleri.....	90
3.1.5.2. Kol Eksenine Dik Galeri Açma Makineleri.....	90
3.1.5.3. Çift Kollu Galeri Açma Makineleri.....	91
3.1.5.4. Sürekli Yeraltı Kazıcıları (Continuous Miner).....	91
3.1.6. Tamburlu Kesici Yükleyici Makineler.....	91
3.1.7. Tam Cepheli Tünel Açma Makineleri.....	92
3.1.7.1. Tünel Açma Makinelerinin Genel Özellikleri.....	92
ETKİNLİK.....	93
UYGULAMA-1.....	94
UYGULAMA-2.....	95
UYGULAMA-3.....	96
3.2. YER ALTI YÜKLEME MAKİNELERİ.....	97
3.2.1. Yükleyici Makineler.....	97
3.2.2. Sürekli Yükleyici Makineler.....	97
UYGULAMA-4.....	98
3.3. YER ALTI NAKLİYAT MAKİNELERİ.....	99

3.3.1. Bantlı Konveyör Nakliyatı.....	99
3.3.2. Zincirli Konveyör Nakliyatı.....	99
3.3.3. Demir Yolu Nakliyatı.....	100
3.3.4. Lastik Tekerlekli Araçlarla Nakliyat.....	101
3.3.5. Kuyu Nakliyatı.....	101
3.3.6. Yer Çekimi Yardımıyla Yapılan Nakliyat.....	102
3.3.6.1. Sabit Oluklar.....	102
3.3.6.2. Helezon Oluklar.....	102
3.3.6.3. Sallantılı Oluklar.....	102
3.3.6.4. Taşıma Bacaları.....	103
3.3.6.5. Platformlu Sistemler.....	103
3.3.7. Personel Nakliyatı.....	103
3.3.7.1. Bant konveyör.....	104
3.3.7.2. Teleferikler.....	104
3.3.7.3. Lokomotifler.....	104
3.3.7.4. Tavan Halatlı Mekik Taşıyıcılar (Monoray).....	105
3.3.7.5. Taban Halatlı Mekik Taşıyıcılar (Kulikar).....	105
UYGULAMA-5.....	106
UYGULAMA-6.....	107
3.4. YER ALTI MADEN OCAKLARINDAKİ KUYULAR, VİNÇLER, VARAGELLER, KULLANILAN MAKİNE VE YARDIMCI DONANIMLAR.....	108
3.4.1. Kuyu Tesisleri.....	108
3.4.1.1. Dik Kuyu ve Kuyu İhraç Sistemi.....	109
3.4.1.2. Eğimli Kuyu ve Kuyu İhraç Sistemi.....	109
3.4.1.3. Eğimli Kuyu ve Kamyon ya da Bant Nakliyatı Sistemi.....	109
3.4.1.4. Ana Galeri ve Kamyon, Ray ya da Bant Nakliyat Sistemi.....	109
3.4.1.5. Asansörler.....	110
3.4.2. Kuyu Vinçleri.....	111
3.4.3. Varageller.....	111
3.4.4. Makine ve Yardımcı Donanımlar.....	112
3.4.4.1. Kompresörler.....	112
3.4.4.2. Yürüyen Tahkimatlar.....	112
UYGULAMA-7.....	113
3.5. YER ALTI SONDAJ MAKİNELERİ.....	114
3.5.1. Martoperfaratör.....	114
3.5.2. Jumbolar.....	114
UYGULAMA-8.....	115
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	116
4.ÖĞRENME BİRİMİ: YER ÜSTÜ MADEN MAKİNELERİ.....	119
4.1. SONDAJ MAKİNELERİ.....	120
4.1.1. Takım.....	121
4.1.2. Diğer Ekipmanlar.....	121
UYGULAMA-1.....	122
4.2. YER ÜSTÜ DELME VE DOLDURMA MAKİNELERİ.....	123
4.2.1. Delme Makineleri.....	123
4.2.1.1. Darbeli Delme Makineleri.....	123
4.2.1.2. Dönerek Delen Makineler.....	124
ETKİNLİK.....	125
UYGULAMA-2.....	126
4.3. YER ÜSTÜ KAZI VE YÜKLEME MAKİNELERİ.....	127
4.3.1. Halatlı (Elektrikli) Ekskavatör.....	127
4.3.2. Hidrolik Ekskavatörler.....	128
4.3.2.1. Paletli Yükleyiciler.....	128
4.3.2.2. Lastik Tekerlekli Yükleyiciler.....	129
4.3.3. Çekme Kepçeler (Dragline).....	129

4.3.4. Döner Kepçeli Ekskavatörler.....	130
4.3.5. Zincir Kepçeli Ekskavatörler.....	131
4.3.6. Dozerler.....	131
UYGULAMA-3.....	132
UYGULAMA-4.....	133
UYGULAMA-5.....	134
4.4 YER ÜSTÜ KIRMA VE TAŞIMA MAKİNELERİ.....	135
4.4.1. Kırıcılar.....	135
4.4.1.1. Çeneli Kırıcılar.....	135
4.4.1.2. Darbeli Kırıcılar.....	135
4.4.1.3. Dik Milli Kırıcılar.....	136
4.4.1.4. Tersiyer Kırıcılar.....	136
4.4.1.5. Konik Kırıcılar.....	137
4.4.2. Taşıma Makineleri.....	137
4.4.2.1. Bantlı Konveyörler.....	137
4.4.2.2. Helezonlar.....	138
4.4.2.3. Kamyonlar.....	138
4.4.2.4. Skreyperler.....	140
4.4.2.5. Demir Yolu Nakliyatı.....	140
UYGULAMA-6.....	141
UYGULAMA-7.....	142
UYGULAMA-8.....	143
4.5. YER ÜSTÜ MADENLERDE (MERMER) KESME MAKİNELERİ.....	144
4.5.1. Elmas Telli Kesme Makinesi.....	144
4.5.2. Zincirli Kollu Kesme Makinesi.....	145
UYGULAMA-9.....	146
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	147
KAYNAKÇA.....	152
CEVAP ANAHTARI.....	156

3. ÖĞRENME BİRİMİ

YER ALTI MADEN MAKİNELERİ

Bu öğrenme biriminde;

- Yer altı kazı ve yükleme makineleri,
- Yer altı yükleme makineleri,
- Yer altı nakliyat makineleri,
- Yer altı maden ocaklarındaki kuyular, vinçler, varageller, kullanılan makine ve yardımcı donanımlar,
- Yer altı sondaj makineleri

ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak bu makine ve donanımların özelliklerini ve çalışma prensiplerini öğreneceksiniz.



TEMEL KAVRAMLAR

- Kazı ve yükleme
- Nakliyat
- Sondaj
- Yükleme
- Yardımcı donanım

KONULAR

- 3.1. YER ALTI KAZI VE YÜKLEME MAKİNELERİ
- 3.2. YER ALTI YÜKLEME MAKİNELERİ
- 3.3. YER ALTI NAKLIYAT MAKİNELERİ
- 3.4. YER ALTI MADEN OCAKLARINDAKİ KUYULAR, VINÇLER, VARAGELLER, KULLANILAN MAKİNE VE YARDIMCI DONANIMLAR
- 3.5. YER ALTI SONDAJ MAKİNELERİ

Kaçıncı öğrenme birimi olduğunu belirtir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme birimi içeriğini sezdirenen görselleri ifade eder.

Öğrenme birimindeki yer alan kavramları ifade eder.


Öğrenme birimindeki konuların neler olduğuna dair başlıkları gösterir.

Uygulamaya yönelik hazırlanmış dijital materyalleri içeren karekod ve bağlantı adresini gösterir.

Öğrenme biriminde kazandırılması amaçlanan bilgi ve becerileri değerlendirmeye yönelik çalışmaları gösterir.

MAKİNE ELEMANLARI VE MADEN MAKİNELERİ
ÖĞRENME BİRİMİ BAĞLANTI ELEMANLARI

UYGULAMA-3

<http://bit.ly/3a1g93b> 

Percin yapma işlemi yapınız.
İşlemi yapmaya hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

Gerekli Malzemeler

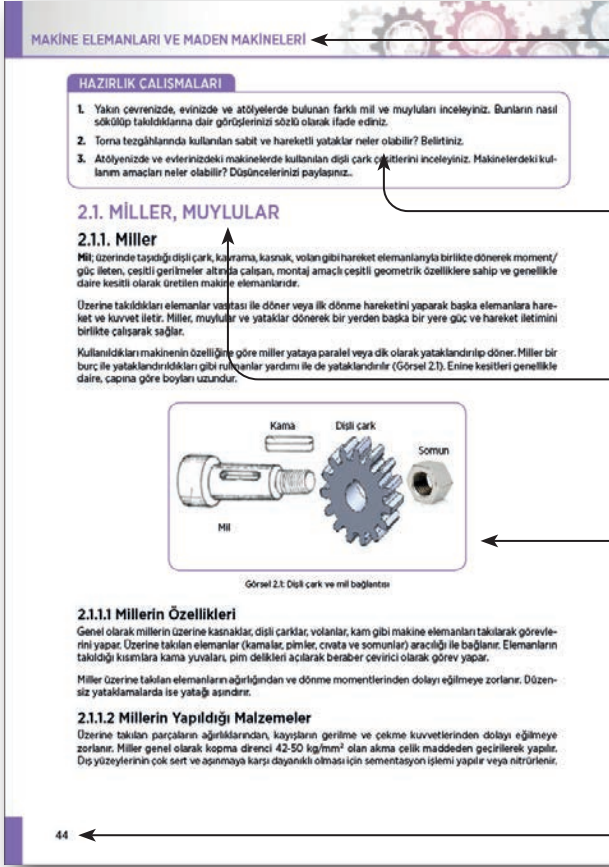
- Birleştirme işlemi için 40°100°5 mm ölçülerinde iki parça
- 8 mm çapında yuvarlak başlı bir perçin
- Çekic, pense
- İki parçayı delmek için uygun çapta matkap
- Tesviyeci menajresi
- Matkap tezgahı

İş ve İşlemleri yaparken iş güvenliği kurallarına uygun çalışınız!
Süreniz 40 dakikadır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Tüm malzemeler doğru seçilmiştir.	Bağlantı yapılacak iş parçası yanlış seçilmiştir.	Matkap yanlış seçilmiştir.	Perçin yanlış seçilmiştir.
MATERYAL	İş parçası düzgün delinmiştir.	İki parça aynı ekseninde delinmemiştir.	Parça çok geniş delinmiştir.	Parça küçük çaplı bir matkapla delinmiştir.
SUNUM BECERİSİ	İş güvenliği kurallarına uygun bağlantı yapılmıştır.	Bir elemanı yanlış kullandı.	İki elemanı yanlış kullandı.	Sağlıklı bir birleştirme oluşmadı.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +5 dakika uymadı.	Verilen süreye +10 dakika uymadı.	Verilen süreye +15 dakika uymadı.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

- Bir otomobilin tekerleğinin değiştirilebilmesi için tekerleğin araca hangi bağlama elemanı ile bağlanması gerekir?
 - Vidalı bağlantı ile bağlanmış olmalıdır.
 - Kaynakla bağlanmış olmalıdır.
 - Perçinle bağlanmış olmalıdır.
 - Pimli bağlanmış olmalıdır.
 - Rondela ile bağlı olmalıdır.
- İç ve dış silindirik veya konik yüzeylere açılan aynı profildeki helisel okuklara verilen isim aşağıdakilerden hangisinde belirtilmiştir?
 - Dipli
 - Mil
 - Perçin
 - Torna
 - Vida
- Profillerine göre vida çeşitleri sınıflandırıldığında aşağıdakilerden hangisi bu sınıflandırmada dışındadır?
 - Yuvarlak
 - Kare
 - Trapez
 - Elips
 - Üçgen
- Aşağıdakilerden hangi iki dönmeye göre vida çeşitlerindedir?
 - Metrik vida-whitworth vida
 - Yuvarlak vida-trapez vida
 - Üçgen vida-kare vida
 - Sac vidası-ağaç vidası
 - Sağ vida-sol vida
- Aşağıdakilerden hangisi vidaların ilgili bir terim değildir?
 - İtme
 - Dış dibi çapı
 - Adım
 - Dış üstü çapı
 - Bölüm daresi çapı
- Aşağıda somunlarla ilgili genel tanımlar yapılmıştır. Be tanımlardan hangisi doğrudur?
 - Somunlar dış vidalardır.
 - Somunlarda vida profili bulunmaz.
 - Somunlar kendi iki ağızlı yapılmaz.
 - Somun bir bağlama elemanı değildir.
 - Somunlar iç vidalı bağlama elemanlardır.
- Somunların sökülüp takılmasında, anahtarın somun arasında mesafe aşağıdakilerden hangisidir?
 - Adım
 - Anahtar ağız
 - Divizör
 - Rayba
 - Saplama
- Parçaları birbirine sökülebilir şekilde bağlanmaya yarayan, gövde kısmında vida dışı açılım, başı altıgen, dörtgen veya üçgen biçimlerde şekillendirilmiş standart makine elemanlarının genel adı aşağıdakilerden hangisidir?
 - Civata
 - Freze
 - Muyuk
 - Somun
 - Rondela



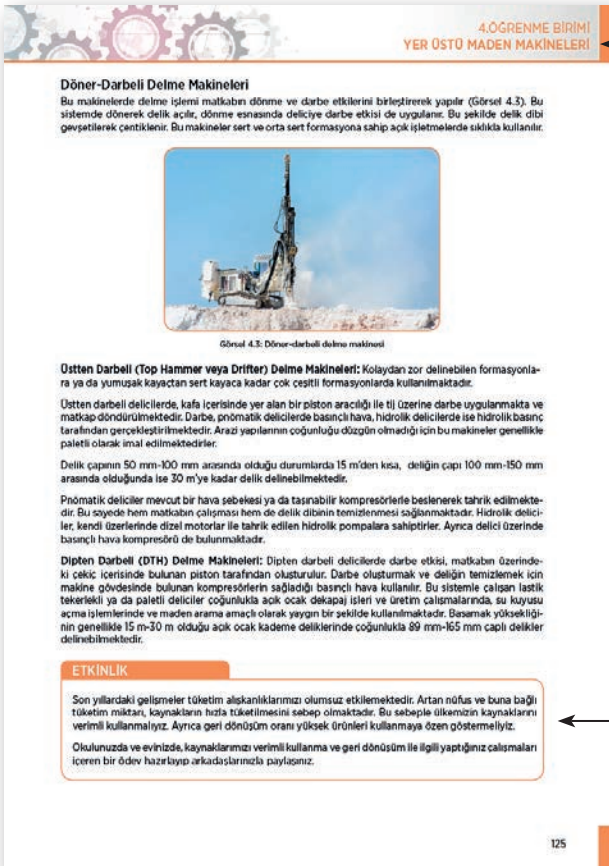
Kitabın adını gösterir.

Konuya dikkat çekmek, bilgi ve becerilere yönelik merak oluşturmak için yapılacak ön çalışmayı gösterir.

Öğrenme biriminin konu başlığını gösterir.

Öğrenme biriminde konular görsellerle desteklenmiştir.

Sayfa numarasını gösterir.



Öğrenme biriminin adını ve numarasını gösterir.

Öğrenme birimine uygun yapılan etkinliği gösterir.

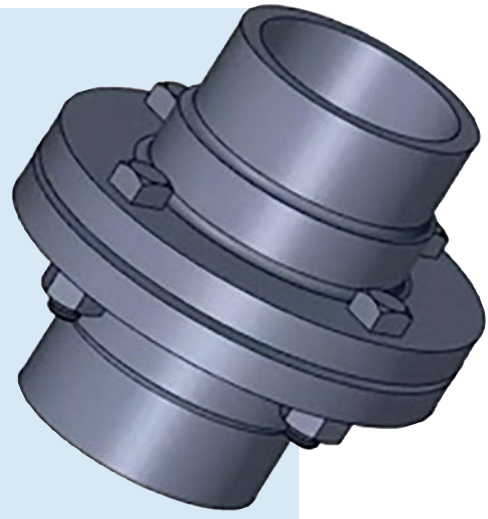
1. ÖĞRENME BİRİMİ

BAĞLANTI ELEMANLARI



Bu öğrenme biriminde;

- Standart bağlantı elamanlarını,
- Çeşitli sitemlerde kullanımını,
- Makine ve mekanizmada kullanımını iş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak öğreneceksiniz.



TEMEL KAVRAMLAR

- Cıvata
- Somun
- Segmanlar
- Perçin
- Rondelalar
- Pim
- Perno
- Kama
- Kaynak

KONULAR

- 1.1. SÖKÜLEBİLEN BAĞLANTI ELEMANLARI
- 1.2. EMNİYETLİ BAĞLANTI ELEMANLARI
- 1.3. SÖKÜLEMİYEN BAĞLANTI ELEMANLARI

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Size göre atölyenizde bulunan makinelerde emniyetli bağlama araçları nelerdir? Neden takılmış olabilir? Düşüncelerinizi sözlü olarak paylaşınız.
2. Evinizde ve okulunuzdaki değişik malzemeler üzerine yapılmış olan kaynaklı bileşmelere örnekler veriniz.

1.1. SÖKÜLEBİLEN BAĞLANTI ELEMANLARI

Sökülebilir bağlantı elemanları; cıvata, vida, sapma, somun ve rondela olarak sıralanabilir.

1.1.1. Cıvatalar

Cıvata; somun ve rondela ile birbirine bağlanmak istenen birden çok makine parçasının montajında kullanılır. Parçaları sökülebilir şekilde birleştiren, sıkma momenti genellikle somuna uygulanır. Altıgen başlı olan gövdesine dış açılmış, ucuna somun ve rondela takılarak parçaları sıkıştırılan bir silindirik bağlantı elemanıdır (Görsel 1.1).

Cıvatalar; demir, çelik, pirinç, titanyum, bakır ve alüminyumdan yapılır. Makine ve inşaat sektöründe en çok demir-çelik alaşımı tipleri kullanılmaktadır.

Cıvataların en çok kullanıldığı alanlar makine ve inşaat sektörleridir. Kelime kökü İtalyanca **giaveta** sözcüğünden gelmektedir.

1800'lü yılların ortalarında sıcak dövme tekniği ile cıvata imal edilmiştir. Cıvatalar 1900'lü yılların başından itibaren seri imalatın devreye girmesiyle modern üretim teknolojisi olan soğuk dövme sistemi ile üretilmeye başlanmıştır. Kullanılış amacına göre birçok cıvata çeşidi vardır. Bunların arasında en çok kullanılanları **altı köşe başlı** ve **alyen başlı** denen cıvatalardır. Somun ve cıvataların dişleri birbirine uygun olmalıdır. Farklı ölçeklerdeki somun ve cıvata bir bağlantıda kullanılamaz.

Baş şekillerine göre cıvata sınıflandırması aşağıdaki gibidir.

Altı köşe başlı cıvatalar	
Dört köşe başlı cıvatalar	
Silindirik başlı cıvatalar	
Mercimek başlı cıvatalar	
Havşa başlı cıvatalar	
Bombe başlı cıvatalar	
Tırtırlı başlı cıvatalar	



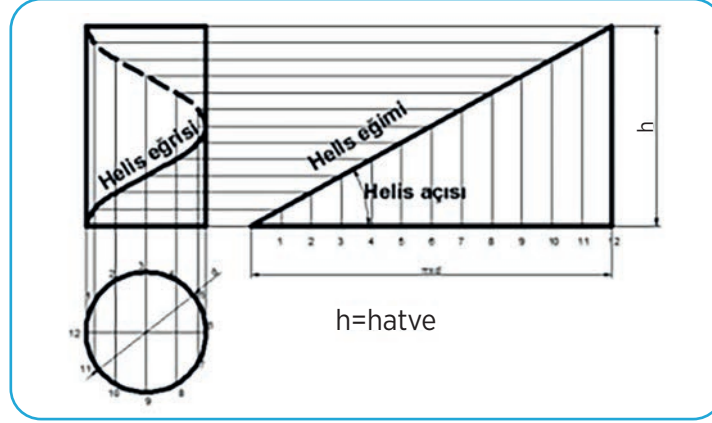
Görsel 1.1: Cıvata

1.1.2. Vidalar

Silindirik parçaların iç veya dış yüzeyine aynı adım ve profilde açılmış helisel oluklara **vida** denir. Dik üçgen şeklinde bir parçanın silindirik bir parçanın üzerine sarıldığı varsayılırsa üçgenin hipotenüsü helis eğrisini, kısa dik kenar ise vida adımını gösterir. Helisin silindir yüzeyini bir defa dolanışındaki ilerleme miktarı olarak tanımlanabilir.

Helisin silindir üzerine sarılma yönüne göre sağ ve sol vidalar oluşur (Görsel 1.2). Silindire sarılan helis birden fazla ise helis sayısına göre iki, üç veya daha çok ağızlı vida olarak adlandırılır. Kullanılan vidaların çoğunluğu sağ vidalardır. Saat ibresi yönünde takılır. Saat ibresinin tersi yönünde sökülür. Nadir kullanılan sol vidalar için ise takılma-sökülme yönleri bunun tam tersidir.

Son yıllarda matkapla delik açmayı gerektirmeyen, daha ziyade ahşap ve ince sac metaller için kullanılan matkap uçlu vidalar yapılmıştır. Türk standartlarına göre yapılmış olan bu vidalar da civata olarak adlandırılır.



Görsel 1.2: Vidanın oluşumu ve helis eğrisi

1.1.2.1. Vida Çeşitleri

Ölçü Sistemlerine Göre

- Metrik vidalar
- Whitworth vidalar

Dış Profillerine Göre

- Üçgen vidalar
- Trapez vidalar
- Testere vidalar
- Yuvarlak vidalar
- Kare vidalar

Helis Yönüne Göre

- Sağ helisli vidalar
- Sol helisli vidalar

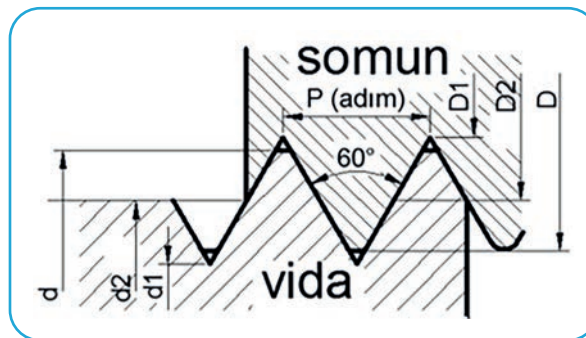
Ağız Sayısına Göre

- Tek ağızlı vidalar
- Çok ağızlı vidalar

Ölçü Sistemlerine Göre Vidalar

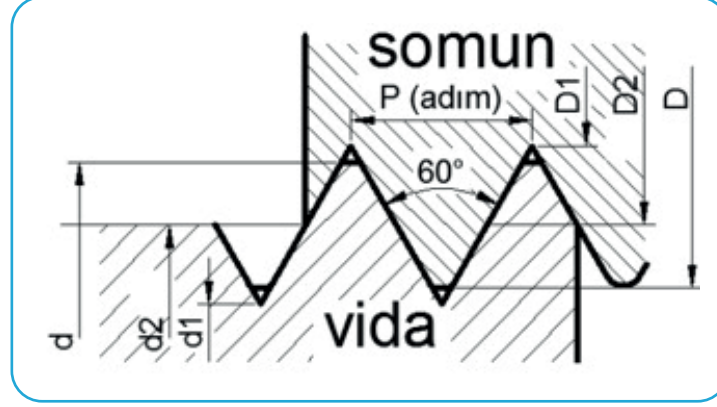
Bu sınıflandırmada yer alan ve tanıma uyan her vida, metrik (mm) sisteme ya da whitworth (inch) sisteme göre yapılabilir. Fakat uluslararası (ISO), Avrupa (EN) ve Türk Standartlarında (TSE) metrik sistem yaygın olarak kullanılmaktadır.

Metrik Vidalar: TS 61/1'de tanımlanan metrik vidalarda, vida elemanlarının boyutsal ölçüleri mm'dir. İki diş arası adımla ifade edilir. Metrik dişli vidanın dış profil açısı 60° olup dişlerinin kesiti eşkenar üçgen biçimindeki vidalardır. Vidanın en önemli elemanı olan adım, iki diş tepesi arasındaki mesafedir. Metrik vidalarda adım **p** harfiyle ve milimetre cinsinden ifade edilir. Vidanın elemanları adıma göre hesaplanır. Metrik vidanın ölçüsü diş üstü çapına göre adlandırılır ve **d** harfi ile gösterilir (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Metrik vida

Whitworth Vidalar: Bu vidaların ölçülendirilmesi inch (") ölçü sistemine göre yapılmaktadır. Metrik vidalardaki adım değeri yerine, bu vidalarda 1" (25,4 mm) uzunluktaki diş sayısı esas alınmıştır. Ülkemizde de whitworth vidalar kullanılmaktadır. Diş profil açısı 55°'dir. Dişlerinin kesiti ikizkenar üçgen biçimindedir. Vida dişlerinin uçları ve dipleri, üçgenin dik yüksekliğinin 1/6 'sı kadar kesilip yuvarlatılmıştır. Vidanın elemanları adıma göre belirlenir (Görsel 1.4).

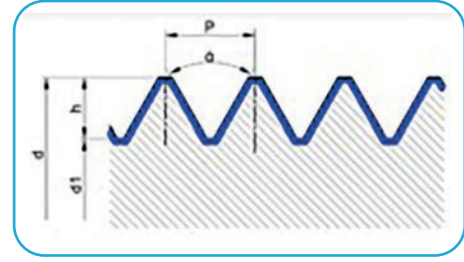


Görsel 1.4: Whitworth vidalar

Diş Profillerine Göre Vida Çeşitleri

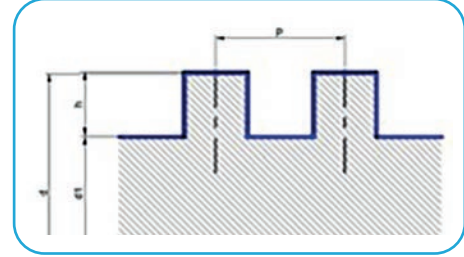
Vida profilleri kullanım amacına göre tespit edilir. Diş profillerine ve şekline göre isimlendirilmiştir.

Üçgen Vidalar: Diş profili üçgen biçimindedir (Görsel 1.5). İnce ve kalın vida olarak iki guruba ayrılır. Üçgen vidanın diş açısı büyük, helis adımı küçüktür. Bu sayede üçgen vidalar sıkma görevini iyi yapmakta ve bağlama vidası olarak kullanılmaktadır.



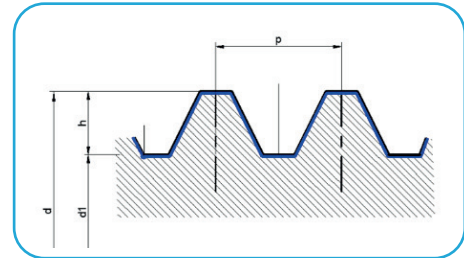
Görsel 1.5: Üçgen vidalar

Kare Vidalar: Diş profili kare biçimindedir (Görsel 1.6). Kare vidalar, hareket ve kuvvet iletmek amacıyla kullanılır. Genel olarak takım tezgâhlarının ana millerinde ve preslerde kullanılır.



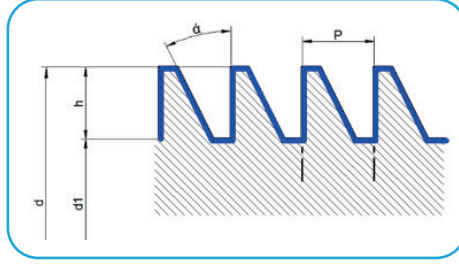
Görsel 1.6: Kare vidalar

Trapez Vidalar: Trapez vidalar eş kenar trapez biçimindedir. Diş profil açısı 30°'dir (Görsel 1.7). Trapez vida, hareket vidası olarak takım tezgâhlarının ana millerinde, sonsuz vidalarda vb. yerlerde kullanılır.



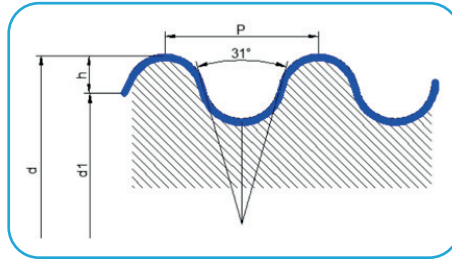
Görsel 1.7: Trapez vidalar

Testere Vidalar: Diş profili testere şeklindedir. Vida açısı 30° açılı ve tek yönlü eğiktir (Görsel 1.8). Testere vida, tek yönlü kuvvetleri taşımak için hareket vidası olarak vinçlerde, krikolarda vb. yerlerde kullanılır.



Görsel 1.8: Testere vidalar

Yuvarlak Vidalar: Diş profili yuvarlak olarak yapılmıştır. Vida açısı 31° 'dir (Görsel 1.9). Vida profilinin yuvarlaklığı (kaytanlığı) olması tozlu, kumlu, nemli yerlerde kullanılmasını sağlar.



Görsel 1.9: Yuvarlak vidalar

Helis Yönüne Göre Vidalar

Dönme yönüne göre sağ ve sol vida olmak üzere iki gruba ayrılır.

Saat yönünde döndürüldüğünde sıkma yapan vida sağ vidadır. Saat yönünün tersinde sıkma yapan vida ise sol vidadır. Sol vida ancak özel durumlarda kullanılır. Sağ vidanın gösterilmesinde vida yönünün belirtilmesi gerekmez.

Ağız Sayısına Göre Vidalar

Vidaya alından bakıldığında ağız sayısı görülebilir. Ağız sayısına göre tek ağızlı, iki ağızlı veya çok ağızlı vida dişi olarak sınıflandırılır (Görsel 1.10). Çok ağızlı vidalar uzun mesafeli vidası olan ve güçlü sıkma gerektiren yerlerde kullanılır.

- Tek ağızlı vidalar
- Çok ağızlı vidalar



Görsel 1.10: Tek ve iki ağızlı vida

1.1.3. Saplamlar

Her iki ucuna vida açılmış başsız bağlantı elemanlarına **saplama** denir (Görsel 1.11). Saplamlar, başsız oldukları için yerlerine takılmaları oldukça güçtür.

Sık sık sökülüp takılan cıvatalarda, takıldıkları yerin dişleri zamanla bozulur. Özellikle döküm ve alüminyum bloklarındaki dişler daha çabuk bozulduğundan bu gibi yerlerde genellikle saplama kullanılır.



Görsel 1.11: Saplama

Saplamların kolay takılıp sökülmesi için farklı seçenekler vardır. Şunlardır:

- İki vidalı kısım arasındaki silindirik kısımların yanları düzelterek anahtar ağızı açmak.
- Kontra somun kullanmak.
- Bir somun kullanmak.
- Bir somun bir cıvata kullanmak.
- Özel olarak yapılmış saplama anahtarı kullanmaktır.

Saplama bir tarafı parçalardan birine vidalandıktan sonra diğer tarafı ikincisine serbest geçirilir. Bir somun yardımıyla parçaları çözülebilir şekilde birbirine bağlar. Saplamlar vida çapına göre anılır. Siparişlerde vida çapı (d), serbest boyu (l), standart numarası ve malzemesi belirtilir.

Saplamlar her sektörde çeşitli çap ve boylarda kullanılır. Ağırlıklı olarak prefabrik yapı sektöründe ankraj (bir makine elemanının başka malzeme içerisine sokularak burada sabitlenmesi işlemi) bulonları, uydu ve iletişim sektöründe anten bağlantı sapması, makine sektöründe çeşitli çap ve boylarda, asansör sektöründe kabin bağlantılarında, otomotiv sanayinde aks parçalarını bağlamak için inşaat sektöründe çelik yapıların bağlantısında yüksek mukavemetli saplamalar kullanılmaktadır. Elektrik sektöründe çeşitli amaçlarla 1-2 metre uzunluğunda saplamalar kullanılmaktadır. Ürünün teknik adı vida mili olarak geçtiği gibi çeşitli isimlerle de anılmaktadır. Bunlar gijon, tij vb. genelde cıvata başı olmadığından tüm sektörlerde çeşitli amaçlara hitap eder.

1.1.4. Somunlar

Somun, genellikle saplama veya cıvatalar ile beraber kullanılan, sökülebilir bir bağlantı elemanıdır. Temel olarak, bir parçanın ortası delinerek kılavuzla vida açılmış olan basit bir parçadır (Görsel 1.12).

Somun üst yüzeyiyle oturma yüzeyi arasındaki mesafeye **somun kalınlığı** denir. Somunlardan en çok altı köşe somun kullanılır. Somunların sökülüp takılmasında, anahtarın somuna temas ettiği iki paralel yüzey arasındaki mesafeye **anahtar ağızı** (AA) denir.



Görsel 1.12: Altıgen somun

1.1.4.1. Somun Çeşitleri

Somunlar kullanılış yerleri ve amaçlarına göre çok değişik şekillerde yapılır. Kullanım amaçlarına göre çok farklı malzemelerden de yapılabilir.

- Yüksek dayanım metrik somunlar
- Metrik ince diş somunlar
- Çelik somunlar
- Ağaç somun
- Altı köşe kesme somunlar
- Fiberli somunlar
- Kilitlemeli somunlar
- Flanşlı somun
- Kaynak somunlar
- Kelebek somunlar

1.1.5. Rondelalar

Somun veya civata başı ile makine parçası arasında kullanılan ortası delik, genellikle halka biçiminde olan sacdan yapılmış parçalara **rondela** veya **pul** denir.

Rondela, cıvatalı bağlantılarda civata başının bağlandığı yüzey üzerinde temas yüzeyini genişleterek zedelenmeyi engellemeye yarayan makine elemanıdır. Ayrıca rondelalar civatanın kolay gevşemesini engeller.

1.1.5.1. Rondelaların Kullanım Amaçları

Somunlar ve cıvatalı bağlantılar, kullandıkları yerlere göre kuvvetlerin ve titreşimlerin etkisinde kalır. Bu titreşimlerin etkisiyle somun ve civatalar zamanla gevşeyebilir. Somun veya civatanın gevşemesi ise makinelerde değişik arıza veya sıkıntılar oluşturur. Çünkü bazı makine parçaları hassas olduğu için ayarları bozulabilir. Ayrıca makine parçalarının birbirinden ayrılması sonucu ölümcül kazalarla beraber büyük mal kayıpları da olur. Bu sakıncanın oluşmaması için somun veya civatanın gevşememesi, bunun için de frenleme işlemlerinin yapılması gerekir. Bu frenleme işlemi de rondelalar sayesinde yapılır. Rondela somunun zorlanmasını geniş bir yüzeye dağıtarak özellikle yumuşak maden, ağaç, sert kauçuk gibi malzemelerin birleştirilmesinde parçaya gelen basıncı azaltır. Böylece parçanın ezilmesi önlenir.

Rondelalar genel olarak temas ettikleri makine parçasının gerecinden yumuşak olmalıdır. Bu nedenle yumuşak çelik, bakır, pirinç, alüminyum, kurşun gibi gereçlerden yapılır.

1.1.5.2. Rondela Çeşitleri

Rondelaların kullanım yerine göre birçok çeşidi bulunur (Görsel 1.13). Genel olarak en çok kullanılan rondela çeşitleri şunlardır:

- **Düz Rondela:** Düz rondela genellikle yassı, yuvarlak veya dikdörtgen biçimli rondeladır.
- **Metrik Yaylı Rondela:** Yaylı rondela, vidalı elemanlarla sıkma sırasında, yerine yaylanarak oturan ve bağlantısı ancak anahtarla sökülebilen rondelalardır.
- **Kare (U) Rondela:** Dikdörtgen biçimli, bir kenardan konik rondeladır.
- **Tırtıllı Rondela:** Çevre kısmında düz veya yelpaze şeklinde tırnakları bulunan rondelalardır.
- **Özel Rondelalar:** Piyasada farklı amaçlar için değişik rondelalar kullanılmaktadır.



Görsel 1.13: Rondela çeşitleri

UYGULAMA-1

<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21055>

Cıvata, somun ve rondela kullanarak iki parçanın sökülebilir bir şekilde montaj ve demontajını yapınız.

İşlemi yapmaya hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

Gerekli Malzemeler

- Birleştirme işlemi için 40*60*20 ölçülerinde iki parça
- M16*60 cıvata somun ve rondela
- Somun ve cıvatayı söküp takmak için uygun anahtar
- İki parçayı delmek için uygun çapta matkap
- Tesviyeci mengenesi
- Matkap tezgâhı

İş ve işlemleri yaparken iş güvenliği kurallarına uygun çalışınız!

Süreniz 40 dakikadır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Tüm malzemeler doğru seçilmiştir.	Bağlantı yapılacak iş parçası yanlış seçilmiştir.	Anahtar yanlış seçilmiştir.	Cıvata veya somun yanlış seçilmiştir.
MATERYAL	İş parçası düzgün delinmiştir.	İki parça aynı eksende delinmemiştir.	Parça çok geniş delinmiştir.	Parça küçük çaplı bir matkapla delinmiştir.
SUNUM BECERİSİ	İş güvenliği kurallarına uygun bağlantıyı sağladı.	Bir elemanı yanlış kullandı.	İki elemanı yanlış kullandı.	Sağlıklı bir birleştirme oluşmadı.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde bağlantıyı tamamladı.	Verilen süreye +5 dakika uymadı.	Verilen süreye +10 dakika uymadı.	Verilen süreye +15 dakika uymadı.

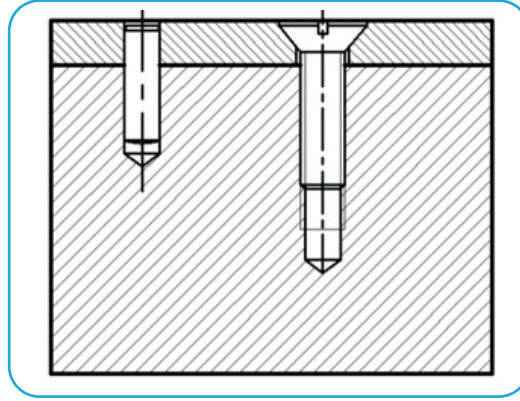


1.2. EMNİYETLİ BAĞLANTI ELEMANLARI

1.2.1. Pimler

Pimler, parçaların karşılıklı durumlarını sabit olarak merkezlemek amacıyla sökülebilir bir şekilde birleştiren makine elemanlarıdır.

Pimlerin görevi; parçaların karşılıklı durumlarını tespit etmek, emniyete almak, parçaların çeşitli yönlerde kaymasını engelleyerek bu parçaları birleştirmek ve bu parçaları merkezlemektir (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Vidalı ve pimli bağlantı

Pimler genellikle çapları çok küçük olan makine elemanlarıdır.

Bir konum üzerinde sabit iki veya daha fazla sayıda parça sık sık sökülüp takılacaksa cıvata kullanılarak birbirine bağlanır. Parçaların hep pozisyonda kalmaları için (en küçük kayma olmadan) birleştirilmesi isteniyorsa cıvatarla beraber pim de kullanılmalıdır.

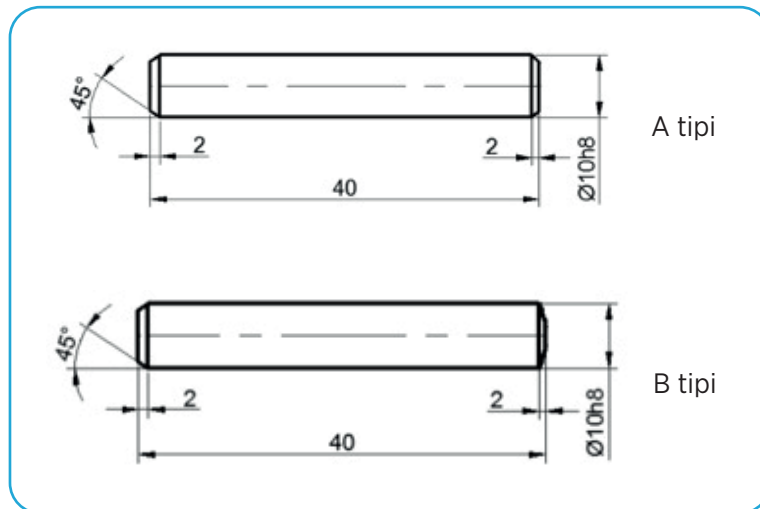
1.2.1.1. Pim Çeşitleri

Pimler genellikle şekillerine göre isimlendirilir. Dört ayrı grup içinde sınıflandırılabilir.

Silindirik Pimler

Silindirik pimler toleranslı olarak işlenir. Genellikle parçaların merkezlenmesi amacıyla kullanılır. Merkezleme işlemi yapacakları için takılacakları mil deliklerinin de hassas işlenmeleri gerekir.

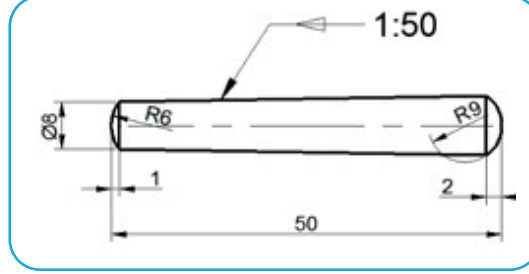
Silindirik pimler A ve B tipi olmak üzere iki gruba ayrılır (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Silindirik pim çeşitleri

Konik Pimler

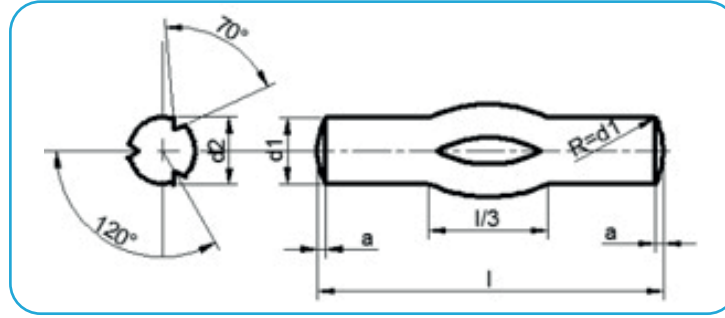
Konik olarak yapılan pim çeşididir. Koniklik oranı 1/50'dir (Görsel 1.16). Konik pimler merkezleme için en iyi sonucu verir. Silindirik pimlere göre sökölüp takılması kolaydır. Konik pimler istenildiği kadar sökölüp takılabilir. Konik pim delikleri için merkezlenecek parçalar monte edilip beraber delindikten sonra raybalanmaları gerekir. Bu nedenle konik pimlerle merkezleme diğer pimlere göre pahalıdır.



Görsel 1.16: Konik pim

Çentikli Pimler

Çentikli pimlerde deliklerin hassas işlenmesine gerek yoktur. Bu nedenle çentikli pimler daha ucuzdur fakat merkezleme işlerinde silindirik pimler kadar iyi netice vermez (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Çentikli pim

Vidalı Pimler (Setskur)

Bütün gövdesi üstünde vida olan başsız (setskur) cıvatalardır (Görsel 1.18). Bunlar esas itibariyle miller ve akslar üstündeki dişli çark, kasa ve volan gibi iş parçalarının konumunu emniyete almak için kullanılır. Mile sabitlenecek parça delinerek vida açılmış ve mile de pimin uç kısmına uygun küçük bir delik açılmıştır. Uç kısımları genel olarak sertleştirilmiştir. Mil üstüne her türlü tespit tarzına göre farklı şekillerde biçim verilmiştir.



Görsel 1.18: Vidalı pim (setskur)

1.2.1.2. Pimlerin Yapıldığı Malzemeler

Pratikte pimlerin imalatında en çok kullanılan malzeme St 50 ve St 60 çeliğidir. Özel durumlarda bakır, pirinç ve alüminyum gibi metaller pim malzemesi olarak kullanılmaktadır.

1.2.2. Pernolar

Perno, parçaları hareketli birleştirme yapmaya ve çözülebilir şekilde birbirine bağlanmaya yarayan, değişik baş biçimlerinde yapılmış, silindirik gövdeli makine elemanlarıdır.

1.2.2.1. Kullanıldığı Yerler

Hareketli birleştirme yapmaya yarayan pernolar makaralarda ve mafsallı birleştirmelerde çok kullanılır. Pernolar genel olarak makine imalatı, lokomotif ve vagon yapımında, madencilikte, motorlu taşıtların esnek bağlantıları ile kaldırma iletme mekanizmalarında kullanılır.

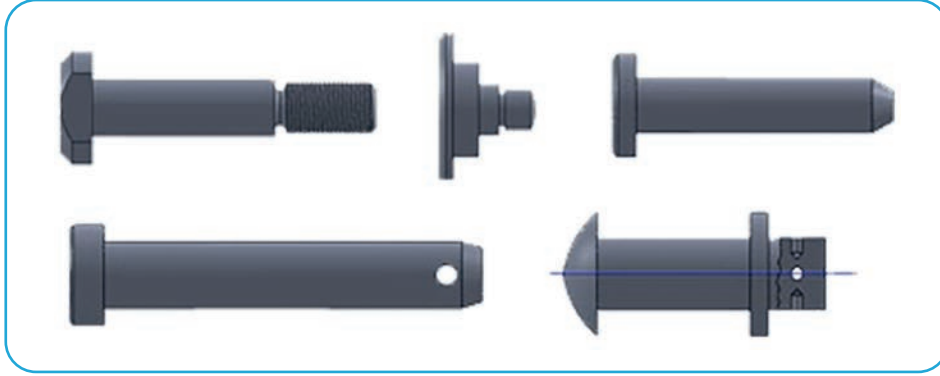
1.2.2.2. Yapıldıkları Malzemeler

Pernolar genellikle yay çeliği, akma çelik ve sementasyon çeliğinden yapılır. İstenirse üzerileri kaplanabilir. Kaplama malzemesi olarak bakır, nikel veya krom gibi malzemeler kullanılır.

1.2.2.3. Perno Çeşitleri

Pernolar biçimlerine göre sınıflandırılmıştır (Görsel 1.19). Aşağıdaki biçimleri mevcuttur.

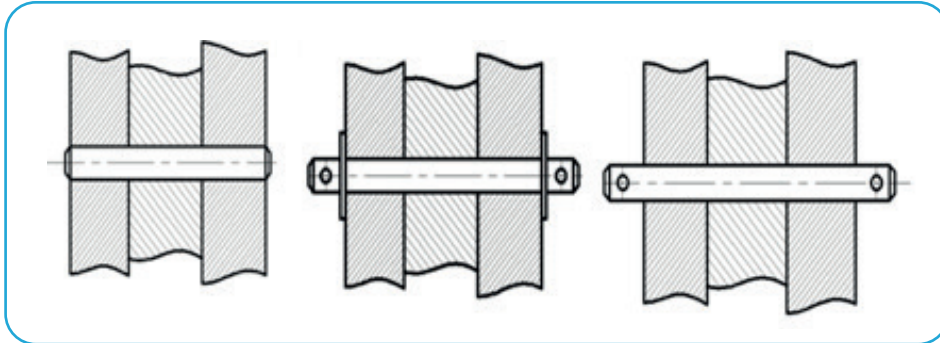
- Başsız pernolar
- Bombe başlı pernolar
- Faturalı pernolar
- Havşa başlı pernolar
- Yassı başlı pernolar
- Konik pernolar
- Pahlı başlı pernolar
- Vidalı pernolar



Görsel 1.19: Perno çeşitleri

1.2.2.4. Pernolar ve Bağlama Usulleri

Aşağıda Görsel 1.20'de değişik pernoların bağlantı şekilleri görülmektedir.



Görsel 1.20: Pernolarla bağlantı şekilleri

1.2.3. Kamalar

Kama; dişli çark, kasnak, kavrama gibi makine elemanlarını millerle sökülebilir şekilde bağlamaya yarayan makine elemanlardır. Dönen makine elemanlarından hareketi mile, mildeki döner hareketin makinelere iletilmesinde yardımcı olur. Sökülüp takılabilirliği sağlayıp aynı zamanda bağlantı temin eden elemanlardır (Görsel 1.21).

Kamalı birleştirmelerde kasnak, volan, dişli gibi makine parçalarının deliklerinin iç tarafına kama kanalı açılır. Aynı şekilde birleştirilmek istenen milin üzerine de aynı ölçülerde kama kanalı açılır.



Görsel 1.21: Kama ve bağlantısı yapılacak makine elemanları

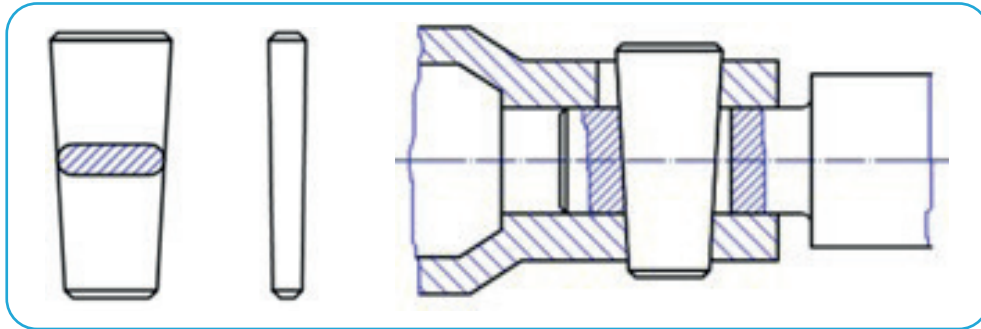
Mil, kasnağın göbeğine geçirilmeden önce kama kanalına **kama** denen parça yerleştirilir. Mile geçirilecek parça, kama kanalına kama oturacak şekilde yerleştirilir. Bu tip birleştirme ile hem istenince sökülebilir bir birleştirme sağlanır hem de yük iletimi esnasında mile gelen kuvvetleri kamanın karşılaması sağlanır. Zaman içinde kama kırılrsa bile mile ya da kasnağa zarar gelmesi engellenir.

1.2.3.1. Kama Çeşitleri

Enine Kamalar

Enine kamalar, millerin eksenine bağlı olan makine elemanını çevirmek için dik konumda takılan kamalardır. Bu kamalar, parçaları birleştirmeden çok, enine gelen kuvvetleri karşılama ve ayarlama işlemleri için kullanılır. Ayrıca sık sık sökülüp takılması gereken yerlerde de kullanılır. Enine kamalarda kamanın eğimi, çalışma şartlarına bağlı olarak değişik eğim açılarında yapılabilir (Görsel 1.22). Bu eğim sık sık sökülüp takılması gerekmeyen yerlerde 1/50-1/100, uzun süreli kendiliğinden çözülmemesi gereken yerlerde ise 1/15-1/20 ölçülerinde alınır.

Bu tür kamalarda çekme dayanımı yüksek olan sade karbonlu çelikler kullanılır.



Görsel 1.22: Enine çalışan kamaların şekli ve montajı

Enine Kama ve Buna Bağlı Ölçülerin Değeri

d = Mil çapı

s = Kama kalınlığı = $1/4d - 1/3d$

h = Kama yüksekliği = $d - 1,25d$

h_1 = Kama dayanma yüksekliği $2/3d - 3/4d$ oranında alınması uygundur.

Boyuna Çalışan Kamalar

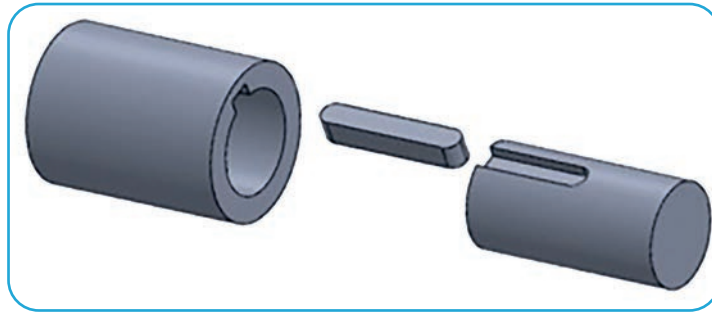
Boyuna kamalar, millerin eksenlerine paralel kuvvetler aktarılırken kullanılan kamalardır. Bu kamalara **uygu kamaları** da denmektedir (Görsel 1.23).

Boyuna kamalar kullanılış şekline göre üç gruba ayrılır.

- Eğimsiz kamalar
- Eğimli kamalar
- Yarım ay kamalar

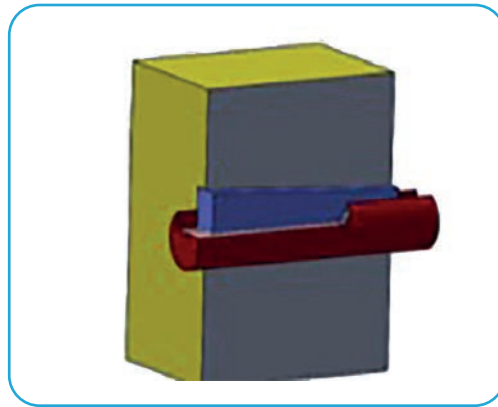
Boyuna kamalar sade karbonlu çeliklerden, ıslah çeliğinden ve sementasyon çeliğinden yapılır.

Boyuna kama kanalları kanal freze ve parmak freze çakıları ile açılır.



Görsel 1.23 Boyuna çalışan kama ve bağlantısı

Eğimli Kamalar: 1/100 eğim açısı olan kamalardır. Kamanın üst yüzeylerine ve göbeğe açılan kanala bu eğimin verilmesi gerekir. Bu eğim mil ile göbeği gerdirerek daha iyi bir sıkma işlemi sağlar (Görsel 1.24).



Görsel 1.24: Eğimli kama bağlantısı

Eğimli kamaların ölçülendirilmesi şöyledir:

Eğimli düz kamaların ölçülendirilmesinde mil çapının yanı sıra kanal genişliği ve derinlik ölçüsü belirtilmelidir.

Mil ve göbek kanallarının ölçülendirilmesinde belirtilen ölçüler TS 147'de belirtilmiştir.

Örneğin $b = 20$ mm $h = 11$ mm $L = 80$ mm olan A tipindeki bir eğimli düz kamanın sembollerle aşağıdaki gibi gösterilir.

Kama A 20 x 11 x 80 TS 147/1

Mil ve göbek üzerindeki kanal ölçüleri eğimsiz paralel yüzeyli kamalar gibidir.

Örneğin $b = 18$ mm $h = 7$ mm $L = 80$ mm ölçülerindeki eğimli düz yassı kamanın sembollerle aşağıdaki gibi gösterilir.

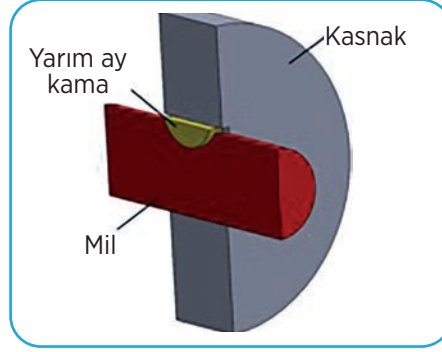
Kama 16 x 7 x 80 TS 147/2

Uygu Kamaları

Uygu kamaları dönen parçaların yan yüzeylerine gelen kuvvetleri iletmeye ve karşılamaya yarar. Alıştırma ve kayma kamaları olarak görev görür. Kama üst yüzeyi ile göbek arasında boşluk bulunur. Mil kanalı üzerine sıkıca alıştırılır.

Yarım Ay Kama

Bu kamalar yarım ay biçimindedir. Mil üzerine açılan yarım ay biçimindeki kanala yerleştirilir. Kama kanalları özel (T) freze çakıları ile açılır. Takım tezgâhlarında ve pompaların millerinin bağlantısında çok kullanılan kama tipidir (Görsel 1.25).



Görsel 1.25: Yarım ay kama

Örneğin $b=8$ mm $h=10$ mm ölçülerindeki bir yarım ay kamanın sembollerle gösterilmesi aşağıdaki gibidir.

Kama 8 x 10 TS 147/12

Teğet Kamalar

Çok büyük güçlerin iletiminde kullanılan kama çeşididir. Çapın 60 mm'den daha büyük olan mil ve göbek bağlantılarında, döndürme momentlerinin çok büyük olduğu yerlerde, darbeli çalışan kuvvetlerin bulunduğu yerlerde kullanılır.

Teğet kamaların eğimi 1/100 olarak alınır. Bu kamaların montajı esnasında 120° kaçık kama çifti kullanılır. Bir zorluk ile karşılaşırsa kamalar arasındaki kaçıklık 180°ye kadar çıkarılabilir.

1.2.3.2. Kamalı Miller

Milin yüzeyine eşit sayıda kanal açılarak elde edilen millerdir. Çok büyük momentlerin iletilmesinde kullanılır. Mil eksenini doğrultusunda hareket ederek çalışır. Beraber çalıştığı kasnak veya dişlinin içine de aynı şekilde kanallar açılmıştır.

1.2.3.3. Kamaların Standart Gösterimi

Kamaların siparişleri belirtilirken kama ismi, ebat ölçüleri ve TS numarası belirtilerek sipariş verilmesi gerekir.

Örneğin genişliği $b=16$ mm yüksekliği $h=10$ mm uzunluğu $l=150$ mm olan burunlu kamanın gösterilişi

Burunlu kama 16 x 10 x 150 TS 147/6

1.2.4. Segmanlar

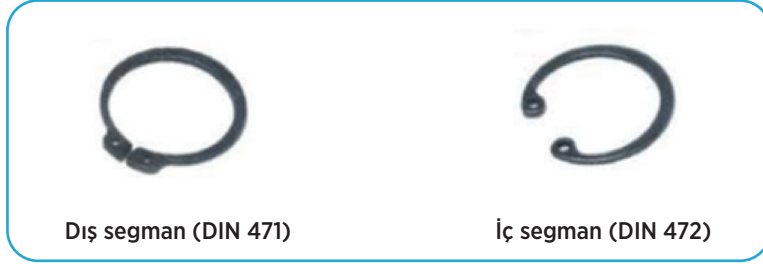
Segmanların çok farklı kullanım amaçları vardır. Motor teknolojisi alanında sızdırmazlık elemanı olarak makinecilikte ise millerle beraber çalışan makine elemanlarını mil üzerinde sabitlemek için kullanılır. Bu segmanlar emniyet segmanı olarak tanımlanır.

Mil üzerine veya delik içine açılan kanallara yerleştirilerek makine elemanlarının aksenal kaymalarını önlemek amacıyla kullanılan, kesilmiş halka şeklindeki makine elemanlarına **segman** denir. Segmanlar makinecilikte en çok yuvarlanmalı yatakların mil üzerinde aksenal hareketini emniyete almak amacıyla kullanılır.

Emniyet segmanlarının miller (DIN 471) ve delikler için (DIN 472) standartlaştırılmış iki ayrı tipi vardır (Görsel 1.26).

- Dış segmanlar
- İç segmanlar

Segmanların kullanılabilmesi için millerin yüzeyine veya deliklerin iç tarafına segmanın kalınlığında sekman kanallarının açılması gerekir. Açılan segman kanal genişliği, takılacak segman kalınlığından yaklaşık 0,1 mm daha geniş açılması gerekir. Teknik resim çiziminde bu farklılık ihmal edilerek eşit alınır (Görsel 1.27).



Görsel 1.26: Emniyet segmanı çeşitleri



Görsel 1.27: Segman pensesi

1.2.4.1. Segmanların Takılıp Sökülmesi

Segmanların takılıp sökülmesi için segman penseleri kullanılmaktadır. İç deliklere takılacak olan segmanların segman pensesi yardımıyla çapları daraltılır. Segman için açılan kanala gelindiğinde segman pensesi gevşetilerek segmanın yerine oturması sağlanır. Sökme işleminde yine segman pensesi yardımıyla segman çapı içe doğru daraltılarak sökme işlemi tamamlanır.

Millere segman takarken segmanlar segman pensesi yardımıyla genişletilerek yerine oturtulur. Millerden sekman sökme işleminde segman segman pensesi yardımıyla genişletilerek yerinden sökülür (Görsel 1.28).

Takma ve sökme işlemlerinde segmanların esnekliğinden faydalanılır.



Görsel 1.28: Deliklere ve mile segman takılması

1.2.4.2. Emniyet Segmanlarının Gereçleri

Emniyet segmanları ıslah çeliği de denen yay çeliklerinden yapılırlar. Bunlar C67-C75 gibi çeliklerdir.

Bu çeliklerde sertleştirme ve menevişleme işleminden sonra ıslah işleminin yapılabilmesi için karbon miktarının %0,30-0,60 seviyelerinde olması uygundur.

1.2.4.3. Emniyet Segmanlarının Standart Gösterilmesi

Emniyet segmanları TS 8201 Standardı esas olmak üzere ilgili standartlarında aşağıdaki gibi gösterilir.

Emniyet Segmanı	DIN 471-	d1 _____ x	s -	C75
	Sandart No.	Mil çapı	Kalınlığı	Gereç cinsi

Örnek: Anma çapı d1= 32 kalınlığı (s)= 2, C75 malzemesinden miller için yapılmış emniyet segmanının standart gösterilişi aşağıdaki gibidir.

Emniyet Segmanı DIN 472 - 32 x 2 - C75

UYGULAMA-2

<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21084>**Millere ve deliklere segman takma işlemini yapınız.****Gerekli Malzemeler**

- Segman pensesi
- İç segman
- Dış segman
- Segman yuvası açılmış mil ve delik
- Mengene tezgâhı

Segmanları takarken ve sökerken aşağıdaki uyarıları dikkate alınız!

- İş güvenliği tedbirlerini alınız.
- Mili mengene tezgâhına bağlayınız.
- Segmanı segman pensesi yardımıyla mile takınız.
- Uygun şekilde taktıktan sonra geri sökünüz.
- İç tarafında segman kanalı bulunan malzemeyi mengene tezgâhına bağlayınız.
- Segmanı segman pensesi yardımıyla deliğe takınız.
- Uygun şekilde taktıktan sonra geri sökünüz.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Segmanlar kanallara uygun seçilmiştir.	İş güvenliği kurallarına uyulmamıştır.	Segmanlardan biri uygun seçilmemiştir.	İki segmanda uygun değildir.
MATERYAL	Segmanlar uygun bir şekilde takılmış ve sökülüştür.	Segman deliğe düzgün takılmış ve sökülümüş.	Segman mile düzgün takılmış ve sökülümüş.	Segmanlar düzgün takılmamıştır.
İŞLEM SÜRELERİ 10 DAKİKA	İşlem zamanında tamamlanmış.	Süre +2 dakika uzamıştır.	Süre +5 dakika uzamıştır.	Süre +10 dakika uzamıştır.



1.3. SÖKÜLEMİYEN BAĞLANTI ELEMANLARI

1.3.1. Kaynak

Kaynak, metal malzemeleri ısı ve basınç altında aynı cinsten ve erime aralığı aynı veya yaklaşık bir malzeme katarak yapılan birleştirme işlemine verilen isimdir. Hâlen sanayide en çok kullanılan birleştirme yöntemidir. Teknolojinin bu kadar gelişmesine rağmen birleştirme yöntemlerinde kaynaktan daha iyi, hızlı ve güvenilir bir yöntem bulunamamıştır. Kaynak işlemlerinde malzemenin yapısı bozulur. PWHT denen, kaynağın sonrasında ısı ile düzeltilmeye çalışılsa da hiçbir zaman eskisi gibi olamaz. Kaynak işlemlerinde aşağıdaki terimlerle çok karşılaşılır.

- **Kaynaklı birleştirme**, malzemelerin ısı veya basınç altında dolgu malzemesi kullanarak veya kullanmadan çözülemez olarak birleştirilmesidir.
- **Kaynak yeri**, parçaların kaynakla birleştirildiği kısımdır. Kaynak yeri uzatma, mukavemet artırmak amacıyla çeşitli şekillerde olabilir.
- **Kaynak dikişi**, kaynak yerinde parçaları birleştirir. Kaynak yerinin durumu ve kaynak dikişinin şekli malzeme veya kaynak metoduna göre farklılıklar gösterir.
- **Kaynak ağzı**, kaynak yapmak için kaynatılacak malzemelerin kaynak yerlerinden boşaltılmış olan alanıdır. Kaynak işlemine başlamadan önce kaynatılacak parçalar kaynak ağzı açılmalıdır. Düzgün olmayan kaynak ağzı her türlü kaynak hatasına neden olabilmektedir. Ayrıca kaynak ağzının temizliği çok önemlidir. Kaynak yapılacak yerde herhangi bir yağ, pas, kir ve su olmamalıdır. Bunların olması, kaynağın gözenekli bir yapıya sahip olmasına sebep olur.

1.3.1.1. Kaynak Ağzı Ölçüleri

Kaynak metodunun uygulanması için kaynak yapılacak parçaların uygun şekilde hazırlanması gerekir. Uygulanan kaynak metoduna göre parçalara kaynak ağzı açılmalıdır.

Kaynağın başlangıç ve bitiş noktaları en çok dikkat edilmesi gereken yerler olup, parçanın başına ve sonuna bir parça kaynatılarak kaynak o parçalarda başlar ve biter. Böylece asıl önemli olan parçalarda herhangi bir hata olmaz. Bunun nedeni, kaynağın başlarken ve biterken arkin kararsız olmasıdır.

1.3.1.2. Kaynak Ekleme Yöntemleri

Parçaların konum ve durumuna göre farklı kaynak şekilleri kullanılabilir. Kaynak yapılacak parçalar, çeşitli şekillerde birbirine eklenebilir. Dört temel kaynak ekleme tipi vardır.

V (Alın) Kaynağı

Kaynatılacak iki parçanın uc uca getirilerek kaynatılmasıdır. Bu tür parçalar kaynatılmadan önce parçaların birleşim yerinde V şeklinde boşaltılması daha güvenli bir kaynak işlemi yapmayı sağlar.

Köşe Kaynağı

Bu tür kaynak işleminde kaynatılacak iki parçanın birbirine dik bir konuma getirilerek kaynak yapma işlemidir.

Bindirmeli Kaynak

Bu tür kaynak işleminde ise kaynatılacak iki parça birbirine bindirilerek kaynak yapılır.

T Ekleme

T kaynak işlemi kaynatılacak iki parçadan birinin diğer parça üzerine dik oturtulması ile yapılan kaynak işlemidir.

1.3.1.3. Kaynak Yapma Metotları

Kaynak işlemlerinde genellikle çalışma parçalarının kaynak yapılacak kısmı eritilir. Bu eriyen kısma dolgu malzemesi eklenir. Kaynak yapma işlemi bittikten sonra ek yeri soğutularak sertleşmesi sağlanır.

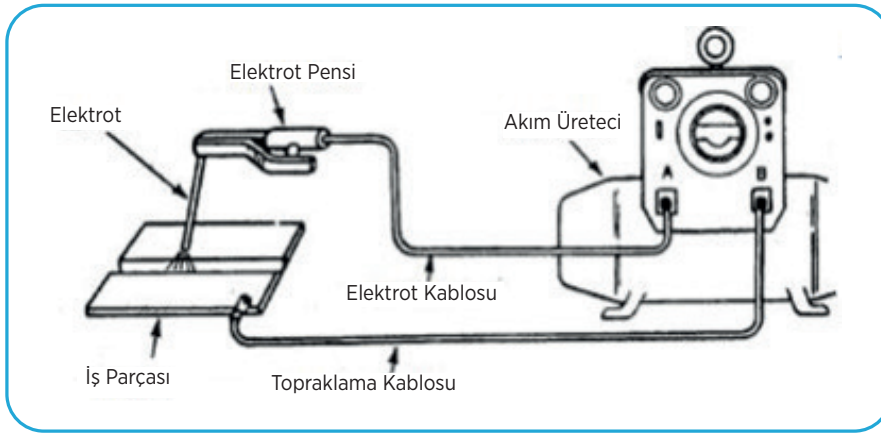
Bazı durumlarda ısı ile birleşme işlemi basınç altında yapılır. Bu yöntem lehim yapma işleminden farklıdır. Lehimleme işlemlerinde genelde çok düşük sıcaklık değerleri uygulanır (lehimin erime derecesi çok düşüktür). Çalışma parçaları erimeden birleşme meydana gelir.

Kaynak işlemlerinde ise gaz alevi, lazer, elektron ışını, elektrik arki gibi farklı enerji kaynakları kullanılmaktadır. Günümüz endüstrisinde kaynak işlemi açık hava, su altı ve uzay gibi farklı ortamlarda yapılabilmektedir. Bununla beraber, yapıldığı yer neresi olursa olsun kaynak çeşitli tehlikeler barındırır. Alev, elektrik çarpması, zehirli dumanlar ve ultraviyole ışınlar karşı önlem almak gereklidir.

Günümüzde kullanılan birçok kaynak yapma metodu vardır. Şunlardır:

Elektrik Ark Kaynağı

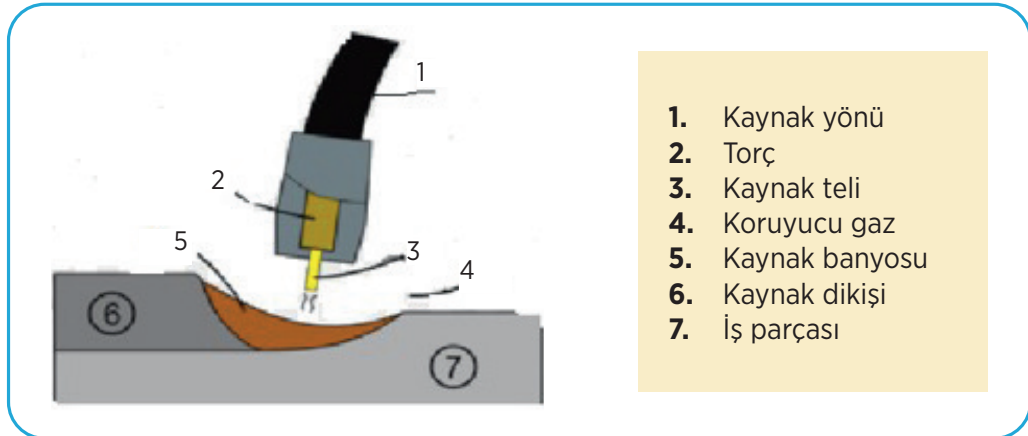
Bu yöntemde kaynak yapmak için kaynak elektrodu (dolgu metali) ve ana malzeme arasında bir güç kaynağı kullanılarak arki oluşturulur. Bu yöntemde doğru akım (DC) veya alternatif akım (AC) çeşitlerinin her ikisi de kullanılabilir. Kaynak yapılan bölge, bazı durumlarda koruma gazı kullanılarak elektrik ark kaynağı yapılır (Görsel 1.29).



Görsel 1.29: Elektrik ark kaynağının kaynağının yapılması

Gazaltı Kaynağı

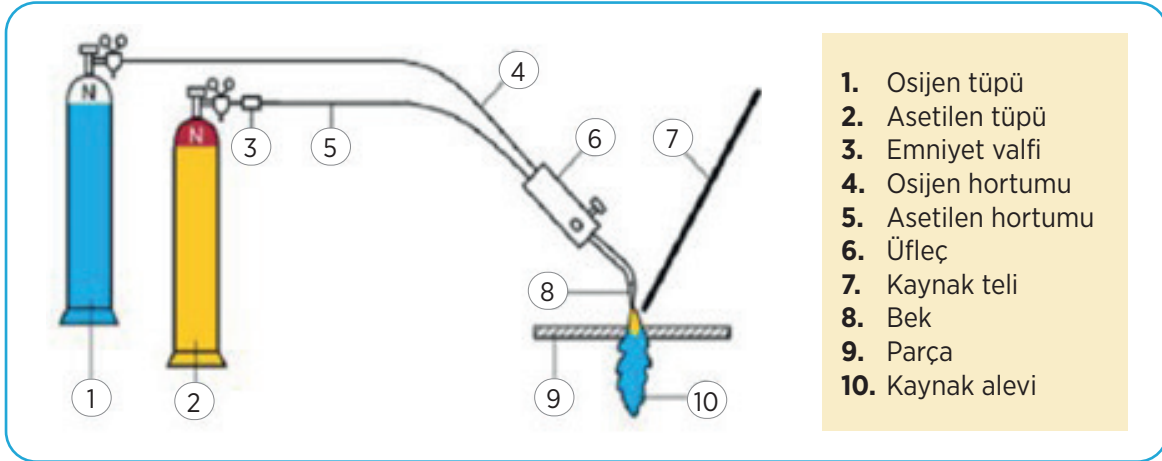
Kaynak işlemi yapılan yerin bir gaz atmosferiyle korunması sonucu yapılan ark kaynağına **gazaltı kaynağı** adı verilir. Başlıca türleri MIG-MAG ve WIG (TIG) gazaltı kaynak teknikleridir. Bu kaynak türünde koruyucu gaz olarak argon, helyum gibi gazlar kullanan MIG (Metal Inert Gas) kaynak tekniği ile koruyucu gaz olarak aktif bir gaz olan karbondioksit kullanan MAG (Metal Active Gas) teknikleri en yoğun olarak kullanılır. Diğerlerine göre nispeten daha az kullanılan WIG tekniğinin diğerlerinden farkı erimeyen Tungsten elektrot kullanılmaktadır (Görsel 1.30).



Görsel 1.30: Gazaltı kaynağının yapılması

Oksi-Asetilen Kaynağı

En eski ve çok yönlü kaynak yöntemlerinden biridir. Bu kaynak yöntemi asetilen kaynağı olarak da bilinir. Son yıllarda endüstriyel uygulamadaki popülerliği azalmış ama boruların kaynatılması ve tamir işlerinde hâlâ kullanılmaktadır. Ekipmanı ucuz ve basittir. Genelde kaynak alevi oksijen ve asetilenin yanması sonucu elde edilir (yaklaşık sıcaklık 3100 °C). Alev, elektrik arkından daha az güçlü olduğundan kaynak soğuması daha yavaş olur ve meydana gelen gerilme ve kaynak çarpılmalarının daha az olabilmesine imkân tanır. Yüksek alaşımlı metallerin kaynatılması veya kesilmesinde sık sık kullanılır (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: Oksi-asetilen kaynağının yapılıması

Tozaltı Kaynağı

Kaynak yerinin oksijen ve dış etkilerden korunarak toz örtü (silikat, kireç, magnezit, oksit vb.) altında yapılan kaynak işlemine **toz altı kaynağı** denir.

1.3.1.4. Kaynak Sembolleri

Kaynaklı birleştirmeler teknik resim çizimlerinde farklı sembollerle gösterilmektedir. Aşağıdaki tabloda bu sembollerin bazılarının teknik resim olarak çizimi ve sembolleri gösterilmektedir.

Tablo 1.1: Kaynaklı Birleştirmeler ve Sembolleri

YARDIMCI SEMBOL UYGULAMA ÖRNEKLERİ					
Adı	Sembol	Resim	Adı	Sembol	Resim
Düz V kaynağı			Sırtlı Y kaynağı		
Dış bükey çift V kaynağı			İşlenerek düz hâle getirilmiş V kaynağı		
İç bükey köşe kaynağı			Yüzeyi temizlenmiş köşe kaynağı		
Düz sırtlı düz V kaynağı			Yüzeyi temizlenmiş küt alın kaynağı		

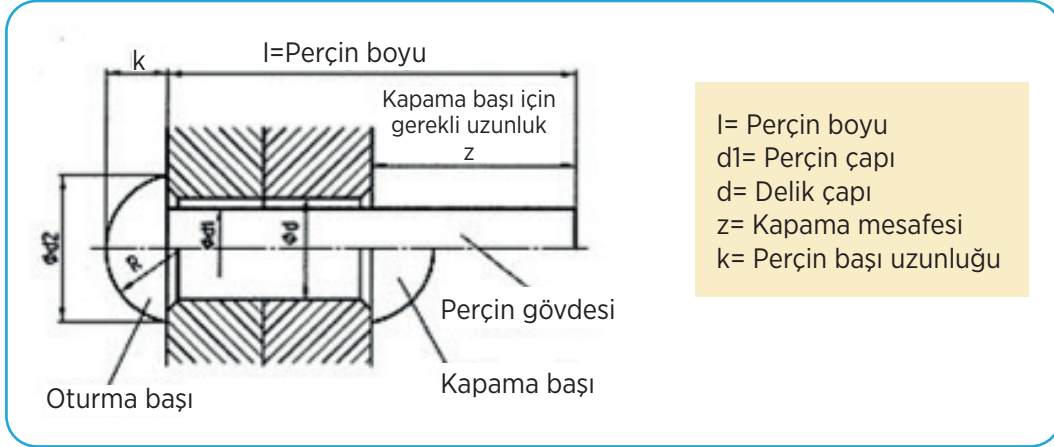
1.3.2. Perçinler

Perçinler; teknolojinin çok gelişmediği dönemlerde metal yapılar, heykeller, çelik konstrüksiyonlar ve köprüler yapılırken bağlantı elemanı olarak kullanılmıştır. Fransa'nın Paris kentinde bulunan, parçaların birleştirilmesi için kaynak yerine perçin kullanılan Eyfel Kulesi ve hâlâ ayakta duran metal köprülerde perçinler kullanılmıştır. Ayrıca hafifliğin çok önemli olduğu havacılık sektöründe bol miktarda kullanılmaktadır. Günümüz uçaklarında bile perçinleme işlemi ile montaj yapılmaktadır. II. Dünya Savaşı'ndaki bazı tanklarda perçinleme işlemi kullanılmıştır (Görsel 1.32).



Görsel 1.32: Klasik perçin

Perçin en temel anlatım ile iki ya da daha fazla parçayı birbirine bağlamak için kullanılan bir bağlantı elemanı olarak tanımlanabilir. Perçin, sökülemez bağlantılar yapar yani perçin kullanılan bağlantıların civata, saplama ve somun ile yapılan bağlantılardan farkı budur. Civata ve somun ile yapılan bağlantılar sonradan sökülebilir. Özellikle çekme ve kesme gerilmelerine karşı dayanıklıdır (Görsel 1.33).



Görsel 1.33: Perçin kısımları ve elemanlar

1.3.2.1. Perçinlerin Sınıflandırılması

Perçinler kullandıkları yerlerin özelliklerine göre çeşitli biçim ve tiplerde üretilir. Parçaları sökülemeyecek şekilde sızdırmazlık sağlamak veya sadece bağlamak amacıyla kullanılır.

Bunun için perçinler, biçimlerine, yapıldığı gereçlere ve kullanım yerlerine göre sınıflandırılır. Perçinler TS 94'e ve DIN 660'a göre standartlaştırılmıştır.

Bombe Başlı Perçinler

Bombe başlı perçin klasik ve en eski tip perçin budur. Tarih öncesi dönemlerden kalma kalıntılarının bulunması, bu tip bağlantıların o dönemde bile kullanıldığına işaret etmektedir. Basit bir çekiç ya da perçinleme tabancası ile birleştirme işlemi gerçekleştirilir.

Çelik Yapı Perçinleri: Çelik karkas, köprü, uçak vb. çelik levha ve profillerle yapılan ve belli mekanik yükleri taşıyan endüstri tesislerinde kullanılır.

Kazan Perçinleri: Buhar kazanları veya basınç altında çalışan, kapalı kapların yapımında kullanılır.

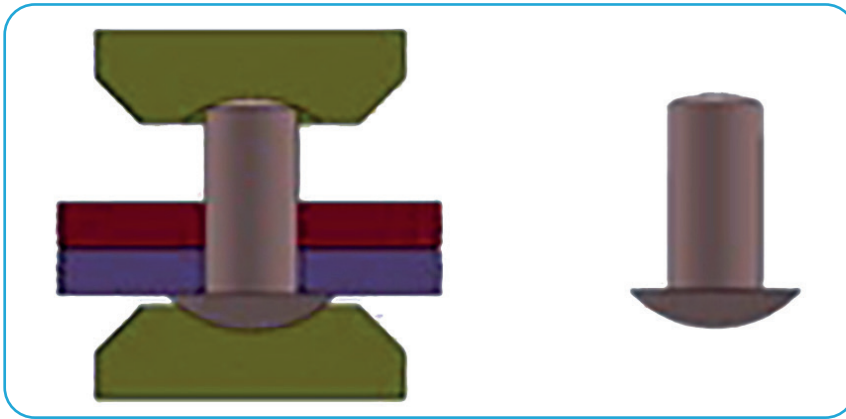
Lokomotif Perçinleri: Lokomotif ve çelik araç yapım ve onarımında kullanılır.

Diğer Perçinler: Gemi, mutfak eşyaları yapımında ayrıca kayış, balata birleştirmelerinde kullanılır.

Perçinli bağlantıların kullanılmasının temel nedeni, kaynaklı birleştirmelerde dinamik zorlanmalara karşı kaynağın mukavemetinin düşük kalmasıdır. Çünkü kaynak her ne kadar günümüzde en geçerli birleştirme yöntemlerinden biri olsa da malzeme yorulmasına karşı dayanımı düşüktür.

1.3.2.2. Perçinleme İşleminin Yapılışı

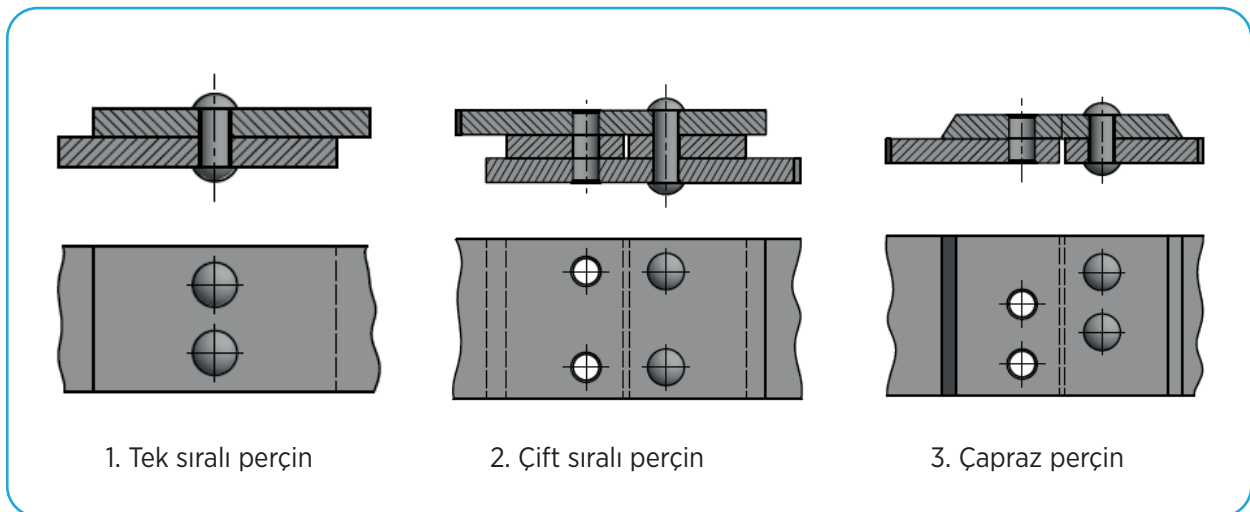
Perçin yapılacak malzemeler perçin çapına uygun bir matkapla delinir. Parçalar merkezlenerek perçin delinmiş olan yerden geçirilir. Deliğe geçiriliş olan perçin, perçin kapama başı ve oturma başı arasına yerleştirilerek bir çekiç yardımıyla dövülür. Sıkışma işlemi bitene kadar dövülme işlemine devam edilir. Ayrıca mecbur kalınan durumlarda birleştirilecek iki malzemenin çeşidi birbirinden farklı ise araya izolasyon konulmalıdır. Bu işlem yapılmaz ise yine galvanik korozyon meydana gelebilir. Bağlantı elemanlarında birleştirilecek parçaların her iki tarafına da erişim sağlanmalıdır (Görsel 1.34).



Görsel 1.34: Perçin yapımı hazırlanma aşaması ve yapımı

Perçinleme işlemleri görsel 1.35'te görüldüğü gibi farklı uygulanabilir. Bunlar şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Tek sıralı perçinleme
- Çift sıralı perçinleme
- Çapraz perçinleme



Görsel 1.35: Perçin uygulama örnekleri

1.3.2.3. Pop Perçinler

Özel amaçlar için kullanılan perçinlerdir. Perçinleme yapılacak iş parçasının arka tarafına ulaşılması imkânsız ya da gereksiz olan yerlerde kullanılır. Pop perçinin en önemli özelliği olan perçin başının desteklenme gereği olmaması işlem basamaklarını azaltmakta, dolayısıyla da perçinlemeyi pratikleştirmektedir (Görsel 1.36). Penseyi andıran sıkma kollarına el kuvvetiyle yaptırılacak hareket, çivinin yukarı doğru çekilmesini sağlar. Çivinin çekilmesi tutucunun birkaç hareketi sonucunda oluşur. Çivi, bu hareketler neticesinde perçin başının olduğu kısımdan çekilmenin etkisiyle bir süre sonra kopar. Kopma aşamasına gelmiş çivi alt kısımda kalan kovana yeterince parçaya yaklaştırmış olur. Baş bu şekilde oluşur. Bazı durumlarda çivi işlem bitiminde yerinden çıkabilir. Bunun perçinleme açısından bir sakıncası yoktur.

Birleştirme işlemi yapılırken bir adet çekiç, bir adet de hidrolik ya da pnömatik çalışan tabancaya ihtiyaç duyulmaktadır.



Görsel 1.36: Pop perçin

1.3.2.4. Yapılarına Göre Perçin Çeşitleri

Perçinler kullandıkları yerlere ve kullanım şekillerine göre farklı şekillerde yapılır. Perçinleri yapılarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- Yuvarlak başlı perçin
- Havşa başlı perçin
- Mercimek başlı perçin
- Silindirik başlı perçin
- Boru perçin
- Başsız perçin
- Kör perçin

Ayrıca Tablo 1.2’de görüldüğü gibi bu perçinlerde kendi aralarında çok farklı şekilde isimlendirilebilir.

Tablo 1.2: Yapılarına Göre Perçin Çeşitleri

PERÇİN ÇEŞİTLERİ					
PERÇİN ADI	STANDARDI	PERÇİN ŞEKLİ	PERÇİN ADI	STANDARDI	PERÇİN ŞEKLİ
Çapı 10-36 mm			Silindirik başlı (Balata)	TS 94/10	
Yuvarlak başlı inşaat için	TS 94/2		İçi delik perçin	TS 94/11	
Yuvarlak başlı kazan perçini	TS 94/3		Boru perçin	TS 94/12	
Havşa başlı	TS 94/6		İki parçalı	TS 94/12	
Çapı 1-9 mm			Başsız perçin	TS 94/14	
Yuvarlak başlı	TS 94/1		Kör perçin	DIN 7337	
Havşa başlı başlı	TS 94/7		Havşa düz başlı	TS 94/6	

1.3.2.5. Perçinlerin Gereçleri

Perçinler çelik, alüminyum, bakır ve bunların alaşımlarından yapılır. Çelik perçinler, TS 1909'a göre aşağıda adı ve standardı verilen çeliklerden yapılır.

- Düşük karbonlu çelik
- Soğuk şişirme ve çekme çelikler
- Otomat çelikler
- Alaşımsız parlak çelik
- İslah çeliği
- Sementasyon çeliği
- Genel yapı çeliği

1.3.2.6. Standart Perçin Ölçüleri

Standart perçin ölçüleri ve kullanılan perçin çaplarına göre perçinlenecek parçaya açılacak delik çapları aşağıdaki Tablo 1.3'te belirtilmiştir.

Tablo 1.3: Standart Perçin Ölçüleri

Perçin çapı mm	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
Perçin deliği çapı mm	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37

1.3.2.7. Perçinlemenin Avantajları

Bu tip bağlantılarda farklı malzemelerin birleştirilme işlemleri kaynak işlemindeki gibi problemlili değildir. Çünkü kaynak hatırlanacağı üzere kaynak işleminde farklı tip malzemeler için içine girdiğinde, yöntemler ve teknikler daha komplike bir hâl almaktaydı. Bir diğer avantajı ise iyi bir bağlantı yapıldığında sızdırmazlık tam olarak sağlanabilmektedir. Bu da tank ya da depolarda kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle çekme ve kesme (makaslama) gerilmelerine karşı yapıyı korur.

1.3.2.8. Perçinlemenin Dezavantajları

Ağırlığın önemli olduğu yapılarda tasarıma ilave ağırlığa neden olmaktadır. Bu da istenmeyen bir durum olarak karşımıza çıkar. Bağlantılar yapılırken deliğin açıldığı yerde mikro çatlaklar oluşabilir. Bu da titreşim ya da basınç altında çalışan yapılarda, ilerleyen zamanlarda çatlakların ilerleyip kırılmalara ve hasara neden olabilir. Parçaların üst üste bindirilmesi, o şekilde birleştirilmesi de tasarım ve mukavemet açısından istenen bir durum değildir.

UYGULAMA-3

<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21085>

Perçin yapma işlemini yapınız.

İşlemi yapmaya hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

Gerekli Malzemeler

- Birleştirme işlemi için 40*100*5 mm ölçülerinde iki parça
- 8 mm çapında yuvarlak başlı bir perçin
- Çekiç, pense
- İki parçayı delmek için uygun çapta matkap
- Tesviyeci mengenesi
- Matkap tezgâhı

İş ve işlemleri yaparken iş güvenliği kurallarına uygun çalışınız!

Süreniz 40 dakikadır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Tüm malzemeler doğru seçilmiştir.	Bağlantı yapılacak iş parçası yanlış seçilmiştir.	Matkap yanlış seçilmiştir.	Perçin yanlış seçilmiştir.
MATERYAL	İş parçası düzgün delinmiştir.	İki parça aynı ekseninde delinmemiştir.	Parça çok geniş delinmiştir.	Parça küçük çaplı bir matkapla delinmiştir.
SUNUM BECERİSİ	İş güvenliği kurallarına uygun bağlantıyı sağladı.	Bir elemanı yanlış kullandı.	İki elemanı yanlış kullandı.	Sağlıklı bir birleştirme oluşmadı.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +5 dakika uymadı.	Verilen süreye +10 dakika uymadı.	Verilen süreye +15 dakika uymadı.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Bir otomobilin tekerleğinin değiştirilebilmesi için tekerleğin araca hangi bağlama elemanı ile bağlanması gerekir?
 - A) Vidalı bağlantı ile bağlanmış olmalıdır.
 - B) Kaynakla bağlanmış olmalıdır.
 - C) Perçinle bağlanmış olmalıdır.
 - D) Pimle bağlanmış olmalıdır.
 - E) Rondela ile bağlı olmalıdır.
2. İç ve dış silindirik veya konik yüzeylere açılan aynı profildeki helisel oluklara verilen isim aşağıdakilerden hangisinde belirtilmiştir.
 - A) Dişli
 - B) Mil
 - C) Perçin
 - D) Torna
 - E) Vida
3. Profillerine göre vida çeşitleri sınıflandırıldığında aşağıdakilerden hangisi bu sınıflandırma dışında kalır?
 - A) Yuvarlak
 - B) Kare
 - C) Trapez
 - D) Elips
 - E) Üçgen
4. Aşağıdakilerden hangi ikisi dönme yönüne göre vida çeşitlerindedir?
 - A) Metrik vida-whitwort vida
 - B) Yuvarlak vida-trapez vida
 - C) Üçgen vida-kare vida
 - D) Sac vidası-ağaç vidası
 - E) Sağ vida-sol vida
5. Aşağıdakilerden hangisi vidalarla ilgili bir terim değildir?
 - A) Tabla
 - B) Diş dibi çapı
 - C) Adım
 - D) Diş üstü çapı
 - E) Bölüm dairesi çapı
6. Aşağıda somunlarla ilgili genel tanımlar yapılmıştır. Bu tanımlardan hangisi doğrudur?
 - A) Somunlar dış vidalardır.
 - B) Somunlarda vida profili bulunmaz.
 - C) Somunlar kendi iki ağızlı yapılamaz.
 - D) Somun bir bağlama elemanı değildir.
 - E) Somunlar iç vidalı bağlama elemanlarıdır.
7. Somunların sökülüp takılmasında, anahtarın somunu kavradığı birbirine paralel iki yüzey arasındaki mesafe aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Adım
 - B) Anahtar ağızı
 - C) Divizör
 - D) Rayba
 - E) Saplama
8. Parçaları birbirine sökülebilir şekilde bağlamaya yarayan, gövde kısmına vida dışı açılmış, başı altıgen, dörtgen veya değişik biçimlerde şekillendirilmiş standart makine elemanlarının genel adı aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Cıvata
 - B) Freze
 - C) Muylu
 - D) Somun
 - E) Rondela

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

9. Aşağıdakilerden hangisi cıvata sınıflandırmalarından biridir?

- A) Bağlantı şekline göre
- B) Boylarına göre
- C) Uç açlarına göre
- D) Renklerine göre
- E) Gövde şekillerine göre

10. Metrik ve whitworth sistemlerine göre açılmış olan vidaların uç açıları sırasına göre kaç derecedir?

- A) 55-60
- B) 60-55
- C) 50-55
- D) 55-55
- E) 50-60

11. Aşağıdakilerin hangisi rondelanın özelliklerinden değildir?

- A) Ortası deliktir.
- B) Darbelerin somuna gitmesini sağlar.
- C) Oturma yüzeyinin zedelenmesini önler.
- D) Çift rondela kullanılamaz
- E) Bağlantının kendiliğinden gevşemesini engeller.

12. Rondela yapıldığı gereçler, değmekte oldukları iş paralarına göre nasıl özellikte olmalıdır?

- A) Aynı özellikte olmalıdır.
- B) Kırılgan malzemeden yapılmalıdır.
- C) Rondela yumuşak olmalıdır.
- D) İş parçası yumuşak olmalıdır.
- E) Rondela sert malzemeden yapılmalıdır.

13. Rondelanın standart ölçüleri, kullanılacağı yerin hangi elemanına göre tespit edilir?

- A) Cıvata
- B) Delik çapı
- C) Mil çapı
- D) Gupilya
- E) Somun

14. Pernoların kendiliğinden sökülmemesi için kullanılan yardımcı bağlantı elemanları aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) Rondela, ayar bileziği, pim
- B) Rondela, kopilya, vida, segman
- C) Kama, perçin, ayar bileziği
- D) Perçin, pim
- E) Perçin, pim, ayar bileziği

15. Pernolarla konum olarak nasıl bir birleştirme yapılır?

- A) Dar geçme
- B) Hareketli
- C) Hareketsiz
- D) Orta sıkı
- E) Sıkı geçme

16. Aşağıdakilerden hangisi, pimlerin bağlantı özelliklerinden değildir?

- A) Merkezleme yapar.
- B) Hareketli birleştirme yapar.
- C) Hareketsiz birleştirme yapar.
- D) Sökülemez bağlantı sağlar.
- E) Sökülebilir birleştirme yapar.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

17. Bağlantıları anahtarla sökülüp takılabilen pimler aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kademeli
- B) Konik
- C) Havşa başlı
- D) Yay tipi
- E) Vidalı

18. Standart gösterimi kama 6 x 8TS 147/12 şeklinde olan bir kamanın genişliği kaç mm'dir?

- A) 4 mm
- B) 5 mm
- C) 6 mm
- D) 7 mm
- E) 8 mm

19. Takıldıkları deliklerin raybalanmasına ihtiyaç duyulmayan pim çeşidi aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

- A) Konik
- B) Silindirik
- C) Düz
- D) Yay tipi
- E) Yivli

20. I. Pim deliğın içine salınır.
II. Deliğē rayba salınır.
III. Birleştirecek parçalar matkapla pim çapından biraz küçük delinir.
IV. Plastik çekiçle deliğın sonuna kadar çakılır.

Silindirik pim montajı sıralaması yukarıda verilmiştir. Yapılan işlemin doğru yapılması için hangi sıralama doğru yapılmıştır?

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

21. Aşağıdakilerden hangisi segmanları söküp takarken kullanılan el aletidir?

- A) Çekiç
- B) Kargaburnu
- C) Pense
- D) Segman pensesi
- E) Tornavida

22. Segmanların yapıldığı malzeme aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) Alüminyum
- B) Bakır
- C) Döküm
- D) Islah çeliği
- E) Pirinç

23. Segmanların yapımında kullanılan çeliğın içindeki karbon oranı ne kadar olmalıdır?

- A) %0,3-0,6
- B) %1-1,6
- C) %2,3-2,6
- D) %0,3-0,6
- E) %0,3-0,6

24. Aşağıdakilerden hangisi perçinlerin yapıldığı malzemelerden değildir?

- A) Düşük karbonlu çelik
- B) Soğuk Şişirme ve çekme çelikler
- C) Döküm
- D) Alaşimsız parlak çelik
- E) Otomat çelikleri

25. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi perçin uygulamalarından birisidir?

- A) Yan sıralı
- B) Üç sıralı
- C) Dik
- D) Düz
- E) Çapraz

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

26. Aşağıdakilerden hangisi kaynak yapma yöntemlerinden birisidir?

- A) Elektrik ark kaynağı
- B) Gaz üstü kaynağı
- C) Oksi-hidrojen kaynağı
- D) Lehim
- E) Düz perçinleme

27. Perçin ile birleştirilecek iki malzemenin çeşidi birbirinden farklı ise araya hangi malzeme konulmalıdır?

- A) Çelik sac levha
- B) Alüminyum
- C) İzalasyon malzemesi
- D) Karton kâğıt
- E) Sert deri

28. Buhar kazanları veya basınç altında çalışan, kapalı kapların yapımında hangi perçinler kullanılır?

- A) Bombe başlı
- B) Çelik yapı
- C) Kazan
- D) Lokomotif
- E) Pop

29. Perçinleme yapılacak iş parçasının arka tarafına ulaşılması imkânsız ya da gereksiz olan yerlerde kullanılan perçin aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kör
- B) Bombe başlı
- C) Lokomotif
- D) Çelik yapı
- E) Pop

30. Aşağıdakilerden hangisi kaynak ekleme tiplerinden değildir?

- A) Alın (V) ekleme
- B) Yüzeysel ekleme
- C) Bindirmeli ekleme
- D) Köşe ekleme
- E) T ekleme

31. Oksi-asetilen kaynağında meydana gelen sıcaklık ortalama kaç dereceye kadar çıkabilir?

- A) 2100°
- B) 1800°
- C) 1500°
- D) 3100°
- E) 2500°

32. Kaynak yapmak için kaynatılacak malzemelerin kaynak yerlerinden boşaltılmış alanlar vardır. Bu alanlara ne isim verilir?

- A) Kaynak boşluğu
- B) Kaynak ağızı
- C) Kaynak yeri
- D) Kaynak alanı
- E) Kaynak dibi

33. Aşağıdakilerden hangisi metalik malzemelerin ısı, basınç veya her ikisinin etkisi altında gerçekleştirilen birleştirme işlemidir?

- A) Dişli
- B) Kaynak
- C) Lehim
- D) Mıyılı
- E) Perçin

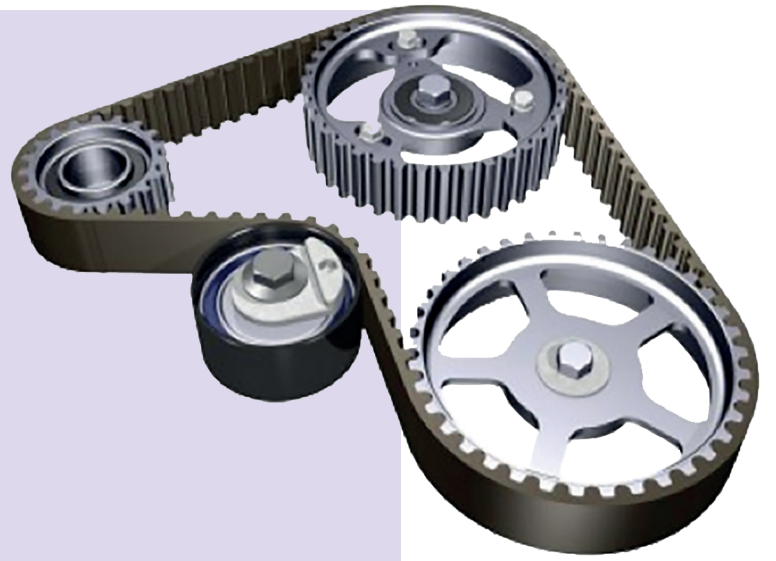
2. ÖĞRENME BİRİMİ

HAREKET AKTARMA ELEMENLARI



Bu öğrenme biriminde;

- Hareket iletim bağlantı elemanlarını,
- Elemanlarının çeşitli sistemlerde kullanımını,
- Makine mekanizmalarda kullanımı iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak öğreneceksiniz.



TEMEL KAVRAMLAR

- Miller
- Yataklar
- Kayışlar
- Dişli çarklar
- Muylular
- Kavramalar
- Kasnak sistemleri

KONULAR

- 2.1. MİLLER, MUYLULAR
- 2.2. YATAKLAR
- 2.3. KAVRAMALAR
- 2.4. KAYIŞ KASNAK SİSTEMLERİ
- 2.5. DİŞLİ ÇARKLAR

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Eviniz, atölyeniz ve yakın çevrenizde bulunan farklı mil ve muyluları inceleyiniz. Bunların nasıl sökülüp takıldıklarına dair görüşlerinizi sözlü olarak ifade ediniz.
2. Torna tezgâhlarında kullanılan sabit ve hareketli yataklar neler olabilir? Belirtiniz.
3. Atölyenizde ve evlerinizdeki makinelerde kullanılan dişli çark çeşitlerini inceleyiniz. Makinelerdeki kullanım amaçları neler olabilir? Düşüncelerinizi paylaşınız..

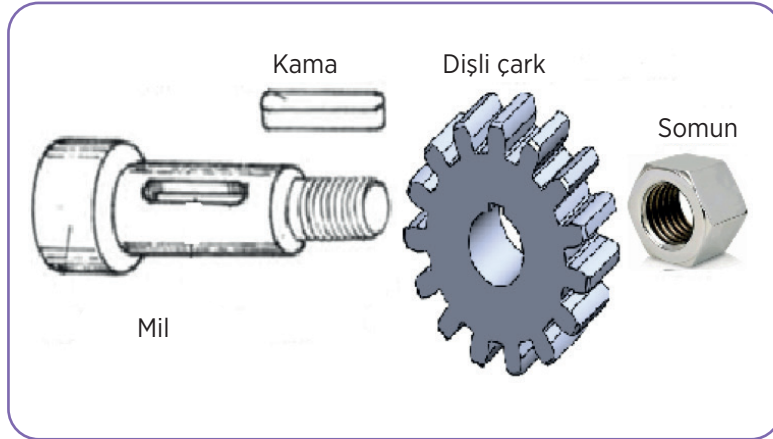
2.1. MİLLER, MUYLULAR

2.1.1. Miller

Mil; üzerinde taşıdığı dişli çark, kavrama, kasnak, volan gibi hareket elemanlarıyla birlikte dönerek moment/güç ileten, çeşitli gerilmeler altında çalışan, montaj amaçlı çeşitli geometrik özelliklere sahip ve genellikle daire kesitli olarak üretilen makine elemanlarıdır.

Üzerine takıldıkları elemanlar vasıtası ile döner veya ilk dönme hareketini yaparak başka elemanlara hareket ve kuvvet iletir. Miller, muylular ve yataklar dönerek bir yerden başka bir yere güç ve hareket iletimini birlikte çalışarak sağlar.

Kullanıldıkları makinenin özelliğine göre miller yataya paralel veya dik olarak yataklandırılıp döner. Miller bir burç ile yataklandırıldıkları gibi rulmanlar yardımı ile de yataklandırılır (Görsel 2.1). Enine kesitleri genellikle daire çapına göre boyları uzundur.



Görsel 2.1: Dişli çark ve mil bağlantısı

2.1.1.1. Millerin Özellikleri

Genellikle millerin üzerine kasnaklar, dişli çarklar, volanlar, kam gibi makine elemanları takılarak görevlerini yapar. Üzerine takılan elemanlar (kamalar, pimler, civata ve somunlar) aracılığı ile bağlanır. Elemanların takıldığı kısımlara kama yuvaları, pim delikleri açılarak beraber çevirici olarak görev yapar.

Miller üzerine takılan elemanların ağırlığından ve dönme momentlerinden dolayı eğilmeye zorlanır. Düzensiz yataklamalarda ise yatağı aşındırır.

2.1.1.2. Millerin Yapıldığı Malzemeler

Üzerine takılan parçaların ağırlıklarından, kayışların gerilme ve çekme kuvvetlerinden dolayı eğilmeye zorlanır. Miller genel olarak kopma direnci 42-50 kg/mm² olan akma çelik maddeden geçirilerek yapılır. Dış yüzeylerinin çok sert ve aşınmaya karşı dayanıklı olması için sementasyon işlemi yapılır veya nitrülendirir.

2.1.1.3. Mil Çeşitleri

Düz Miller (Transmisyon Milleri)

Çeşitli boylarda düz ya da kademeli işlenmiş millerdir. Üzerinde elemanların tespiti için kama kanalı, vida veya pim deliği açılmıştır (Görsel 2.2). Düz miller her çeşit ölçü, çap ve uzunlukta, işin gereğine ve biçimine göre şekillendirilir. Uzun olanları birden fazla yatakla desteklenir. Kısmen ya da tamamen sertleştirilerek kullanılır. Düz mil dendiğinde genelde akla transmisyon milleri gelmektedir ve sektörde düz miller transmisyon milleri olarak da anılmaktadır. Transmisyon milleri atölyelerde güç ve hareketin taşınması için kullanılır.



Görsel 2.2: Transmisyon mili

Eğilebilen Miller

Bu tür miller az zorlanan, sürekli bükülme ve eğilmelerin etkisinde çalışan yerlerde kullanılır. Bunun için imalatlarında daire veya dikdörtgen kesitli esnek çelik teller kullanılmıştır. Eğilip bükülebilen miller açıkta çalıştırılmaz ve elektrik kablolarının korunmasında kullanılan spiral çelik borulara benzer kılıflar içinde döner (Görsel 2.3).

Eğilip bükülebilen miller; gezer taş tezgâhlarında, diş hekimlerinin diş oyma aletlerinde, oyma işlemciliği yapılan el aletlerinde, araç kilometre tellerinde vb. kullanılır. Elektrik motoru veya basınçlı hava mili döndürür.



Görsel 2.3: Eğilebilen mil

İçi Boş Miller

Hafif olması için özel amaçlara uygun olarak içi boş olan miller de yapılır. Mil çapı ve boyu arttıkça ağırlığı da artar. Bu durum ise yatağının ve yatakladığı kısımda milin aşınmasını hızlandırır. Ağırlığın az olması istenen yerlerde içi boş (boru) miller kullanılır. İçi boş millerin iç kısımları çapının yarısı kadar boşaltıldığı gibi direk et kalınlığı fazla borular taşlanıp sertleştirilerek de kullanılır.

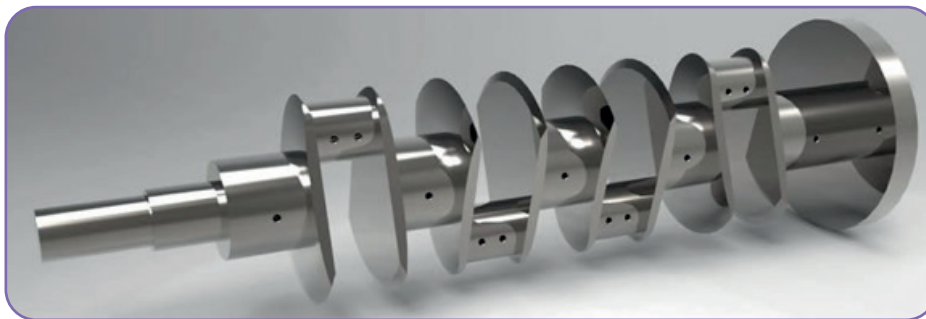
İş tezgâhlarında fener mili olarak kullanılan içi boşaltılmış millerdir (Görsel 2.4). Bu millerin içi boşaltılmakla ortalama %10 dayanımını kaybeder. Dayanma gücü zayıflar.



Görsel 2.4: İçi boş mil

Krank Milleri

Motorlarda, pistonların doğrusal hareketini dairesel harekete çeviren millerdir (Görsel 2.5). Krank millerinin dengeli çalışması gerektiği için hassas işlenmeleri gerekir.



Görsel 2.5: Krank mili

Krank milleri, yanma basıncı ile pistondan biyel kolu aracılığı ile aldığı doğrusal hareketi, dairesel harekete çevirir ve bu hareketi volan ve kavramaya iletir.

Krank milleri, özel çelik alaşımlarından dövülerek veya dökülerek yapılır. Bir seri talaş kaldırma işlemi ile biçimlendirildikten sonra aşınma burulma ve eğilmeye karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla ısı işlemleri uygulanarak muylu yüzeyleri sertleştirilir. Son işlem olarak muylular taşlanıp, parlatılarak standart ölçülerine getirilir.

Kamalı Miller

Kamalı miller çevresinde mil eksenine paralel en az dört girinti ve çıkıntı olan millerdir. Girinti ve çıkıntı sayıları 4-16 arasında olabilir. Güç ve hareket iletiminde ayrıca bir kamaya ihtiyaç yoktur. Büyük güç ve hareketlerin iletiminde kullanılır. Kamalı millerde dönme hareketi sağlandığı gibi doğrusal hareket de sağlanabilir.

Kamalı miller, frezede ya divizör tertibatıyla ya da kanal frezesi kullanılarak azdırma yöntemi ile açılır. Kamalı miller üzerine takılan elemanların aksenal kaymalarına engellemede yardımcı olur.

Motorlu araçların güç aktarma organlarında, traktörlerin kuyruk millerinde, takım tezgâhlarında kullanılır.

2.1.2. Muylular

Millerin yataklar içinde kalan (çalışan) ve yuvarlanarak dönmelerini sağlayan kısımlarına **muylu** adı verilir. Muylulara gelen yüklerin durumuna göre adlandırılır.

Muylular, yatak içerisinde dönerek çalıştılarından aşınır. Bunun için muylu kısımlar ya sertleştirilir ya da burç takılarak çalıştırılması sağlanır. Burçlar aşınınca yerine yenileri takılır.

Muylular çalışma ortamlarına bağlı olarak mille beraber döner. Bazı durumlarda muylu sabit kalıp sadece yataklanan eleman döner. Muylular sürtünerek çalıştıkları için yüzeyleri hassas işlenmelidir. Birbiri ile sürtünen metaller ısınır. Sürekli çalışmada ısının çok artması aşınmayı kolaylaştırır. Muylular yüksek devirle sürtünerek döndükleri için iyi bir yağlama sistemi ile birlikte çalışmalıdır. Milin kullanım ömrünü uzatmak için muylular üzerine burç yapılabilir. Aşınmalarda sadece burçlar aşınmış olur ve burçlar değiştirilir.

2.1.2.1. Muyluların Çeşitleri

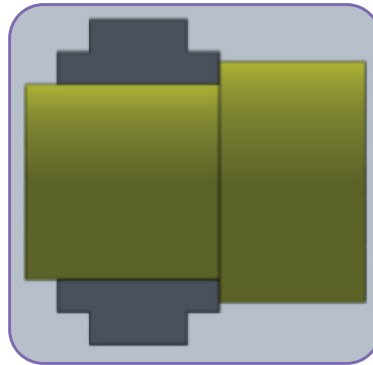
Eksene dikey olarak yük taşıyan muylulara **taşıma muylusu**, eksene paralel yük taşıyan muylulara da **dayanım muyluları** adı verilir.

Muylular çalışma şekillerine göre taşıma ve dayanma muyluları olarak iki ana grupta incelenebilir.

Taşıma Muylular

Bu muylularda muyluya etki eden kuvvet, muylu eksenine diktir. Yataya paralel olarak çalışır. Yapılış şekillerine göre aşağıdaki şekilde çeşitlendirilir.

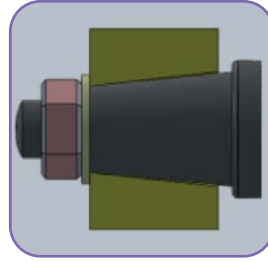
Uç Muylu: Millerin uç kısımlarından yataklanarak döndürülmesinin sağlandığı taşıma muylusudur (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Uç muylu

Ara Muylu: Millerin uç kısımlarından değil de arada bir yerinden yataklanarak döndürülmesinin sağlandığı muylulardır.

Konik Muylu: Millerin uç kısımlarının konik işlenip yataklanarak döndürülmesinin sağlandığı muylulardır (Görsel 2.7).



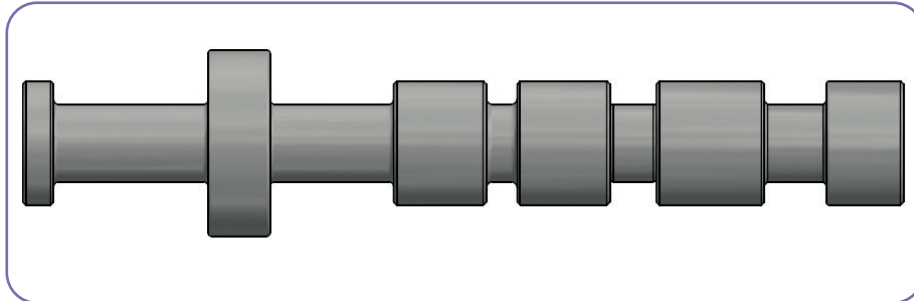
Görsel 2.7: Konik muylu

Küresel Muylu: Millerin uç kısımlarının küresel olarak işlenip yataklanarak döndürülmesinin sağlandığı taşıma muylusudur. Küresel muylularda eksenden kaçık dönmeler de gerçekleştirilebilir (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Küresel muylu

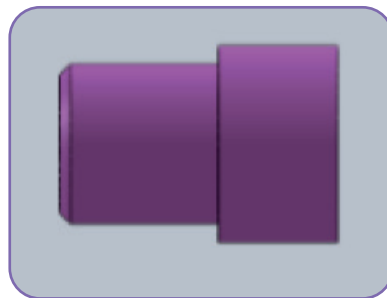
Taraklı Muylu: Çok büyük aksenal kuvvetleri etkisi altındaki kuvvetleri taşıması amacıyla taraklı biçimde yapılır (Görsel 2.9). Kuvvetler faturaların yan yüzeylerine eşit olarak dağıtılır.



Görsel 2.9: Taraklı muylu

Dayanım Muyluları

Bu muylularda tesir eden kuvvet ve ağırlıklar muylu eksenine paraleldir. Dolayısıyla mil yataya dik olarak çalışır. Kuvvet mile dik olarak etki eder (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Dayanım muylusu

UYGULAMA-1

<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21086>



Elektrik motoru milini sökme işlemini yapınız.

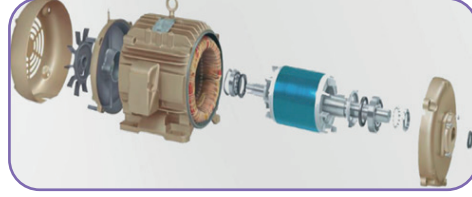
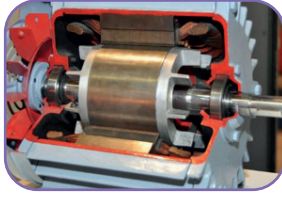
İşlemi yapmaya hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

Gerekli Malzemeler

- Elektrik motoru, anahtar takımı, çekiç, plastik çekiç, çektirme, tornavida

İş ve işlemleri yaparken iş güvenliği kurallarına uygun çalışınız!

Süreniz 40 dakikadır.



İşlem Basamakları

- Motor kapak civataları tornavida ile sökülür.
- Soğutma fanı kapağı sağlam bir ağaç çubuk yardımıyla hafif darbelerle çıkarılır.
- Soğutma fanı segman pensesi ile çıkarılır.
- Rulmanın sağlam olup olmadığı kontrol edilir.
- Açıkta kalan muylunun ucuna çekiç veya tahta takoz kullanılarak dişli ve kasnak takılan taraftan mil (rotor) çıkarılır.
- Mil ve yatak plastik çekiç yardımıyla birbirinden ayrılır.
- Rulman muylu üzerinde kalmışsa çektirme kullanılarak çekilir.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Tüm malzemeler doğru seçilmiştir.	Plastik çekiç ve Takoz alınmıştır.	Anahtar yanlış seçilmiştir.	Tornavida yanlış seçilmiştir.
MATERYAL	Tüm malzemeleri düzgün kullandı.	Yanlış anahtar kullandı.	Yanlış tornavida kullandı.	Çektirme kullanmadı.
SUNUM BECERİSİ	Tüm parçalar düzgün sökülmüştür.	Mil ve muylu düzgün sökülmüştür.	Dişli düzgün sökülmüştür.	Parçalar sökülememiştir.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +5 dakika uymadı.	Verilen süreye +10 dakika uymadı.	Verilen süreye +15 dakika uymadı.

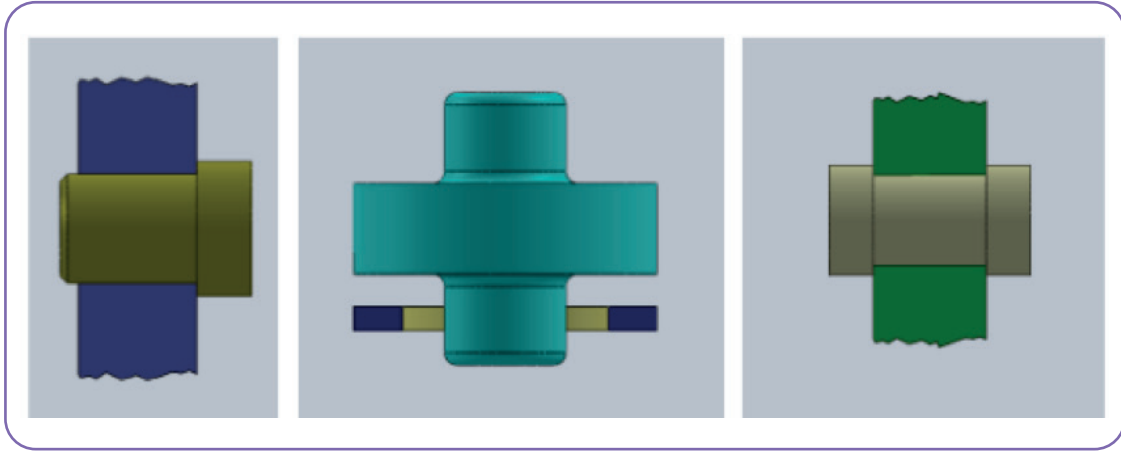
2.2. YATAKLAR

Dönen ve doğrusal hareket altında kuvvet ve hareket ileten mil, aks ve tabla gibi elemanların aksenal ve radyal yöndeki kuvvetleri taşıyan ve destekleyen elemanlara **yatak** denir.

Miller, dönel ve doğrusal hareketlerini bir yerden başka bir yere nakletmek amacıyla üzerlerine dişli çark, zincir, kayış-kasnak ve kavramalar bağlanır. Yataklar, millerin görevlerini yapabilmesi için desteklik yapar ve millerin hareketini kolaylaştırır.

Muyluları çevreleyerek destekleyen ve dönebilmelerini sağlayan makine elemanlarına **yatak** denir. Milleri muylulu kısımlarından destekleyen, radyal ve aksenal yükleri karşılayan, minimum sürtünme ve maksimum taşıma kapasitesine sahip elemanlardır.

Yataklar her makinede bulunmaktadır. Makinelerin gelişmesinde yatakların yapım özelliklerinin mükemmelliğinin etkisi büyüktür. Makinelerde hareket iletmek için kullanılan miller mutlaka yataklanmalıdır. Kullanılan yatağın özellikleri, makinenin gücünü, kapasitesini, verimini ve kullanım ömrünü doğrudan etkiler. En fazla kullanılan iç yatak gereçleri alüminyum alaşımı, bronz, kızıl döküm, pirinç ve dökme demirdir (Görsel 2.11).



Görsel 2.11: Yatakların kullanılış şekilleri

2.2.1. Yatak Çeşitleri

Yataklar, dönel hareketli, yuvarlak kesitli milleri taşımak ve onların dönmesini kolaylaştıracak şekilde genellikle dairesel şekilli olarak üretilir.

Yatak tiplerinin seçimi; sistemdeki hız, kuvvet, basınçlı sürtünme, yağlama, kapladığı yer, çalışma şartları ve bakım faktörleri dikkate alınarak yapılır.

2.2.1.1. Kayma Dirençli Yataklar

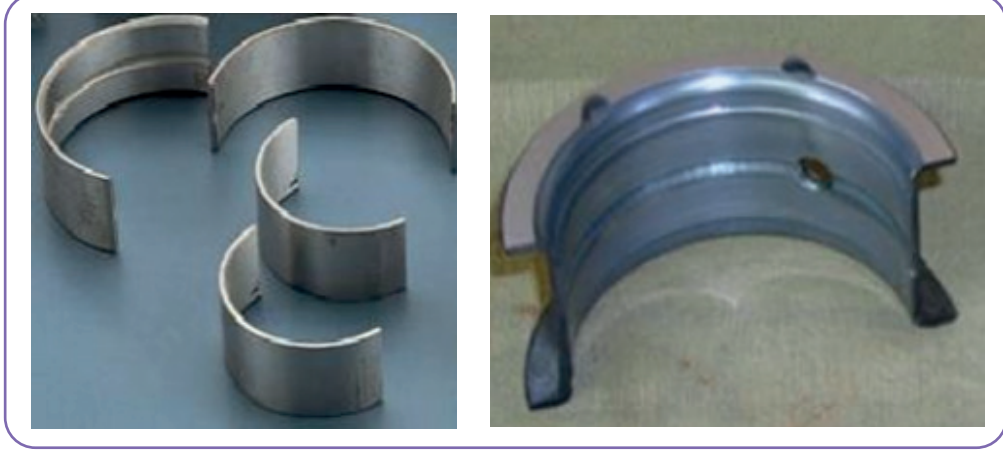
Mil ile muylular beraber çalışırken yüzeyleri birbirine göre kayarak çalışır. Zamanla bu sürtünmelerden dolayı mil ve muylulu yüzeyleri bozulmakta ve zamanla arızalar oluşmaktadır. Bu parçaların korunması gerekir. Bu nedenle mil ve muyluların iç içe kolay kaymasını ağırlamak için kayma dirençli yataklar kullanılır.

Yatağın gövdesi ve kapağı, dökme demirden veya çelikten yapılır. Yatağın en önemli parçası olan burç, muyluya alıştırılır. Burç, tamamen aşındığında değiştirilerek yatak gövdesi korunmuş olur. Burcun çalışan yüzeyinde ısı iletimi ile sürtünmenin dengeli olması ve kayganlığın sağlanması önemlidir. Bu özelliği sağlaması yönünden burç yapımında, bronz çok kullanılır.

Kaymalı yataklar, sarsıntı ve titreşimli yerlerde uygun ve sürekli yağlama yapıldığı takdirde uzun ömürlü olup çok kullanılır. Bu yataklar ucuzdur ve oldukça sessiz çalışır. Büyük güç veya kuvvetlerin iletilmesinde tercih edilir. Bir makinede millerin ve ana parçaların değiştirilmesi veya tamiri çok maliyetli olduğundan değiştirilmesi çok daha ucuz olan yataklar, sürtünme sonucu oluşabilecek aşınmayı kendi üzerinde toplayabilecek nitelikte (yumuşak) yapılır. Kullanılış yerlerine göre gruplandırılabilir.

Yağlamasız Yataklar

Bu tip yataklar; yağlamanın mümkün olmadığı, yağlama yağının sisteme zarar verebileceği veya yağlama yağının çeşitli nedenlerle sistemde tutulmasının mümkün olmadığı durumlarda kullanılır. Sürtünme katsayısı düşük malzemelerden yapılan bu yataklar yüzey basıncı ve dönme hızıyla orantılı olarak ısınır (Görsel 2.12). Bu nedenle soğutma önlemlerinin alınması gerekir.



Görsel 2.12: Yağlamasız yataklar

Yağlamalı Yataklar

Bu yataklar üzerinde **yağ cebi** denen kısımlarla üretilir ve çalışmanın başlamasından itibaren yağ bu cepheden basınçlı olarak doldurulur (Görsel 2.13). Yağın ısınması ile akıcılığı değiştiği için yağa soğutma önlemi alınması gerekir.



Görsel 2.13: Yağlamalı yatak

Kayma Dirençli Yatakların Gereçleri

Kaynaklı yatak gövdeleri genellikle dökme demirden yapılır. Çelik dökümden yapılanları güç ve hız gereken yerlerde kullanılır. Yatak gövdesi kaymalı yatak olarak kullanıldığında mil uçları doğrudan gövde gereci olan dökme demir üzerinde çalışır. Burada yağlamanın önemli olduğu gözden uzak tutulmamalıdır. Kaymalı yatak gereci olarak yumuşak gereçlerden yapılan alaşımlar kullanılır.

- Dökme demir
- Çelik döküm
- Bronzlar
- Beyaz metal
- Alüminyum ve alaşımları
- Gözenekli metal
- Metal olmayan yatak çeşitleri (grafitlenmiş, plastik)
- Diğer yatak gereçleri teflon (politetra-floretilen)

Kayma Dirençli Yatakların Kullanıldıkları Yerler

Kayma dirençli yataklar sağlam, değiştirilmesi kolay, yatak malzemesi oldukça ince ve ucuz olduğu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kayma dirençli yataklar şu yerlerde kullanılır:

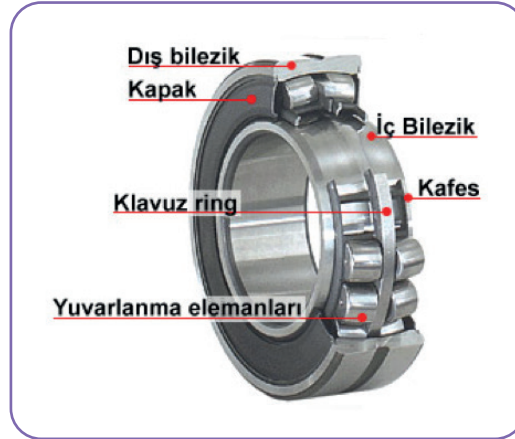
- İçten yanmalı motorlarda
- Krank millerinde
- Haddehane makinelerinde
- Takım tezgâhlarında
- Taşıma iletme
- Kaldırma makinelerinde
- Bantlı konveyörlerde
- Konkasörlerde
- Helezonlu taşıyıcılarda
- Kara ve demir yolu taşıtlarında
- Değirmen makinelerinde ve endüstrinin birçok alanında

2.2.1.2. Yuvarlanmalı (Rulmanlı) Yataklar

Yataklar Fransızca'da **yuvarlanma** anlamındaki roulement kelimesi, zamanla Türkçede **rulman** olarak kullanılmıştır. Rulmanlı yatak ya da yuvarlanmalı iç ve dış bilezikleri arasında bulunan yuvarlanma elemanları (rulmanlar) sayesinde minimum sürtünme ile millerin veya aksların istenen yöndeki hareketlerine müsaade eden, istenmeyen yönlerdeki hareketlerini de engelleyen yataklardır. Örneğin sabit bilyalı radyal bir rulman Z eksenini etrafındaki dönme hareketine müsaade ederken diğer eksenlerdeki harekete müsaade etmez.

Yuvarlanmalı (Rulmanlı) Yataklar Yapısı

Rulmanlı yataklar kayma sürtünmesi yerine bir yuvarlanma sürtünmesi sağlayarak enerji kayıplarını azaltmak için yataklar ile muylular arasına yerleştirilir. Hareket, kayma yerine yuvarlanma olarak meydana gelir. Bu da kaymaya göre sürtünme direncini azaltır, büyük dönme hızları sağlar (Görsel 2.14).



Görsel 2.14: Yuvarlanmalı (rulmanlı) yataklar yapısı

Rulmanlı/Yuvarlanmalı Yatakların Sınıflandırılması

Uygulanan kuvvetlere göre şunlardır:

- Enine/Radyal rulmanlı yataklar
- Eksenel/Boyuna rulmanlı yataklar

Yuvarlanma elemanlarının şekline ve biçimlerine göre şunlardır:

- Bilyeli rulmanlar
- Silindirik makaralı rulmanlar
- Fıçı makaralı rulmanlar
- Konik makaralı rulmanlar
- İğneli rulmanlar

Enine/Radyal Rulmanlı Yataklar: Rulmanın taşıyacağı yük yatak eksenine dikse bu tip rulmanlar radyal yataklardır. Mil eksenine dik yöndeki kuvvetleri karşılayan yataklara **enine (radyal)** yataklar denir. Enine (radyal) yataklar eksene dik gelen kuvvete ek olarak bir miktar ekseknel yük taşıyabilir.

Ekseknel/Boyuna Rulmanlı Yataklar: Mil eksenine paralel yöndeki kuvvetleri taşıyan yataklara da **ekseknel (boyuna)** yataklar adı verilir (Görsel 2.15). Ekseknel yataklar da eksen doğrultusundaki kuvvete ek olarak bir miktar enine yük taşıyabilir.



Görsel 2.15: Ekseknel / boyuna rulmanlı yataklar

Rulmanların içerisinde yuvarlamayı sağlayan elemanların şekillerine göre değişik gruplara ayrılır.

Bilyeli Rulmanlar: Bu tip rulmanlarda yuvarlanan elemanlar bilye şeklindedir (Görsel 2.16). Rulmanlar çalışma koşullarına bağlı olarak birden fazla sıra hâlinde ve değişik formlarda imal edilebilir.

Rulmanlı yataklar çoğu kez alın kısımları açıktır fakat bazılarının bir tarafı bazılarının da iki tarafı kapalıdır. Bu tür yataklara **örtülü** veya **kapaklı yataklar** da denir.

İki tarafı örtülü yataklara fabrikası tarafından dolgu gresi konur ve ileride gres yağı ilavesine gerek yoktur. Çünkü fabrikanın koyduğu dolgu gres yağı rulmanlı yatağın ömrü boyunca yeter. Örtüler dolgu gresinin dışarıya sızmasına ve toz, talaş gibi yabancı maddelerin de yatağın içerisine girmesini önler. İki tarafı örtülü yataklar rutubetsiz ve sıcak olmayan yerlerde bulundurulmalıdır.



Görsel 2.16: Bilyeli rulmanlar

Silindirik Makaralı Rulmanlar: Yuvarlanma elemanı silindir olan radyal ve ekseknel yataklardır (Görsel 2.17). Bu rulmanlar ağır yükleri taşıyabilir. Çünkü makaraların yuvarlanma yüzeyine teması bilyelerdeki gibi noktasal değil çizgiseldir. Bu rulmanların yüksek hızlarda ısınma eğilimleri daha fazladır.



Görsel 2.17: Silindirik makaralı rulmanlar

Fıçı Makaralı Rulmanlar: Fıçı makaralı yataklar yuvarlanma elemanı fıçı şeklindeki makaralardan meydana gelen radyal ve aksel yataklardır ve iki sıra hâindedir (Görsel 2.18). Çok fazla zorlanan, vuruntulu çalışmanın olduğu yerlerde ve ağır işler için en uygun yataklardır. Aynı zamanda sistemde bulunan bilyeli yatakların mil eksenindeki kuvvetlerini de karşılamada kullanılır.



Görsel 2.18: Fıçı makaralı rulmanlar

Konik Makaralı Rulmanlar: Yuvarlanma elemanı kesik koni olan radyal ve aksel yataklardır (Görsel 2.19). Makaralarla bileziğin değme yüzeyleri konik olduğundan bu tür yataklar aynı zamanda radyal ve aksel yönlerdeki kuvvetleri taşımaya elverişlidir. Konik makaralı rulmanlarda aksel yönde gelen kuvvet önemli ise koniklik açısı büyük olan yataklar seçilmelidir. Konik makaralı yataklar yükleme sırasında takılı oldukları mili ekseni doğrultusunda kaydırmaya çalışır. Bu kaydırma kuvvetinin etkisiyle milin yer değiştirmemesi için aynı mil üzerinde iki adet ve birbirlerine karşıt durumda konik makaralı rulman kullanılmalıdır. Böylece yatakların mili itme etkileri birbirini karşılayacağından mil yer değiştirmez.



Görsel 2.19: Konik makaralı rulmanlar

İğne Makaralı Rulmanlar: Burulmanlar 3-4 mm çapında veya klasik olarak 20-35 mm uzunluğunda, ince iğne şeklindeki makaralardan meydana gelir (Görsel 2.20). Diğer yatakların monte edilemeyeceği kadar dar olan yerlerde kullanılır.

Örneğin bazı piston kollarının baş kısımlarını, krankın dirsek muylusuna ve ayrıca ayak kısmının piston miliyle birleşme yerlerinde, vites kutusu grup dişli çarklarının göbek kısımlarında vb. yerlerde iğne makaralı rulmanlar kullanılır.



Görsel 2.20: İğneli rulmanlar



Yuvarlamalı Yatakların Üstünlükleri

Yuvarlanmalı yataklar, kaymalı yataklar gibi dönme ve salınım hareketinin olduğu yerlerde kullanılır. Hareket ve gücün miller aracılığıyla iletilmesi sırasında kaymalı yataklara göre ekonomik ve teknik yönden üstünlükleri vardır.

- Sürtünme katsayısı çok küçüktür.
- Sık sık durdurulup çalıştırılan (hidrofor, saç kurutma makinesi gibi) makineler için elverişlidir.
- İğneli rulmanların boyutlarının küçük olması (Diğer rulmanların boyutları büyüktür.) nedeniyle az yer kaplar. Bu nedenle makine boyları da küçülmüştür.
- Takıldıkları mil veya yuvalarda sıkı geçme takıldıkları için aşınma meydana getirmez.
- Dönen ve yuvarlanan elemanların temas noktaları az olduğu için kullanılacak yağ tüketimi azdır.
- Kolay merkezlenirler.
- Az bakım ister ve çalışma şartlarına bağlı olarak uzun ömürlüdür.
- Radyal yük taşıdıkları gibi eksenel yükler de taşıyabilir.
- Yatak boşlukları çok hassas olduğundan miller daha hassas yataklanabilir.
- Standardize edilmiştir. Mil çapına göre bütün ölçü ve şekilleri belirlenmiş olup kataloglardan bakarak ölçüleri seçilebilir.
- Yüksek sıcaklıklarda özel alaşımlı malzeme kullanılması ve uygun yağlama yapılması ile 600 °C'ye kadar kullanılabilir.
- Vakumlu ortamlarda çalışabilir.

Yuvarlamalı Yatakların Olumsuz Yanları

- Yuvarlanmalı yataklar kaymalı yataklara göre pahalıdır.
- Sarsıntılı ve darbeli yükler için standart bilyeli tipler güvenli değildir.
- Mil ve gövdeye hassas geçme toleranslarıyla takılırlar bu nedenle takılmaları ve sökülmeleri zordur.
- Nispeten ağırdır.
- Aşındıkları zaman aşırı ses yapabilir.
- Radyal (dikey) ölçüleri büyüktür.

Rulmanların Kullanıldıkları Yerler

Teknolojik şartlarda dönme hareketlerinin olduğu her ortamda ve makine elemanında rulmanlar kullanılmaktadır. Kullanıldığı yerler şuralardır:

- Motorlu taşıtlar
- Elektrik motorları
- Raylı taşıtlar
- Gemiler
- Hadde makineleri
- İş makineleri
- Tarım makineleri
- Uçak endüstrisi

UYGULAMA-2



Evlerinizde bulunan bir makinede kullanılan yatak mekanizmaları ile ilgili olarak sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler yatak konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır.
- Sunuda yazı, resim, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 5 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/- 2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 4 dakika uymadı.

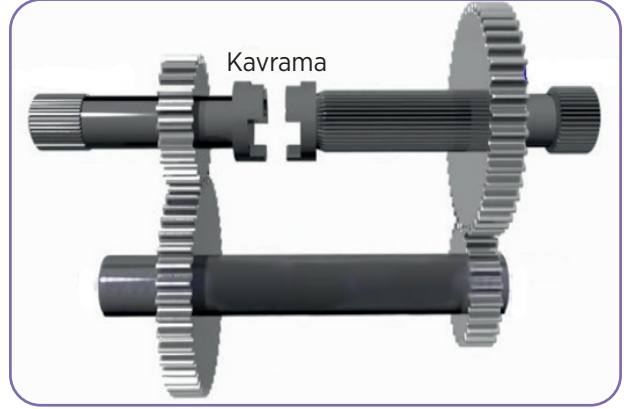


2.3. KAVRAMALAR

Aynı eksen üzerindeki çalışan milleri birbirine sıkı, hareketli, esnek veya çözülebilir şekilde bağlayarak kuvvet ve hareket iletimine aracılık yapan makine elemanlarına **kavrama** denir (Görsel 2.21).

Aynı eksen üzerinde çalışan, döndüren ve döndürülen millerin çevre hızları birbirinden farklıdır. Bu nedenle sistemde kullanılan dişlilerin kavratılmaya çalışılması, dişlerin birbirine çarparak kırılmalarına sebep olur. Bu ancak kavrama yardımıyla gerçekleştirilebilir. Kavramalar, standart mil çaplarına göre uygun ölçüde hazır bulunabilir.

Kavramalarla ilgili en iyi ve bilinen sistem araçlarda kullanılan vites kutularıdır. Bu sistemde bulunan kavrama hareket iletmez duruma getirilirse dişler üzerindeki basınç kalkacağından dişlerin birbirinden ayrılması kolaydır. Vites boş duruma gelince döndüren dişli serbest hâle geleceğinden diğer bir hız durumu için kavratılacak dişlilerin çevresel hızlarının denkleştirilmesi mümkün olur. Bunun sonucu olarak dişliler kolayca kavratılır. Bundan sonra kavrama tekrar kavramış duruma getirilerek motorun hareketi vites kutusu aracılığıyla bir başka oranda tekerleklere iletilir.



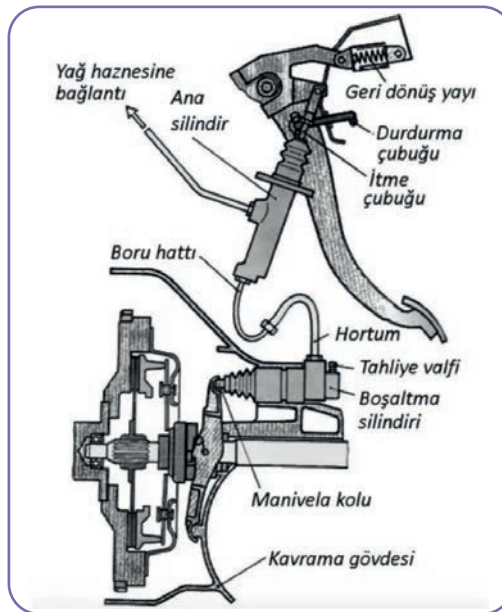
Görsel 2.21: Kavrama sistemi

2.3.1. Kavramaların Kullanıldığı Yerler

Motorlardan elde edilen dönme hareketi, diğer mili durdurmadan kavramalı birleşmeler vasıtası ile iletilir. Kavramaların en çok kullanıldığı alanlar taşıtlarda debriyaj sistemleridir. Motorlu taşıtlarda kullanılan bir debriyaj kavramasının pedal ile kontrolü şöyledir. Bu kavrama normalde yay kuvveti ile bağlanmış bir kavramadır. Sürücü pedala basarak çözülmeyi gerçekleştirir. Burada pedal kuvvetini azaltmak için hidrolik sistemler kullanılmıştır (Görsel 2.22).

Döndüreni durdurmadan ve dönüş yönünü değiştirmeden uygun bir kombinasyonla döndürülene enerji akışını kesmek ya da dönüş yönünü değiştirmektir. Bu tür sistemlere genel olarak **toristan mekanizmaları** da denir.

Kavramaların dengeli çalışması önemlidir. Dengesiz çalışması hâlinde mil uçlarını bozar. Randımsız çalışır.



Görsel 2.22: Manuel vites transmisyonda kavramanın kullanılışı

Kavramalar, standart mil çaplarına uygun ölçüde hazır bulunabilir. Kavramaların kullanıldığı yerler değişiklik gösterse de milden mile hareket iletiminin söz konusu olduğu her yerde kavramalar görülebilir.

2.3.2. Kavramaların Özellikleri

Çözülebilir-bağlanabilir kavramalarla frenler arasında temel prensip olarak bir fark yoktur. Kavramalar ile iki farklı bölümü aynı hıza getirmek amaçlanırken frenlerde dönen tarafı dönmeyen tarafın hızına getirmek yani durdurmak istenir. Birçok fren ve kavrama arasında büyük benzerlik vardır.

2.3.3. Kavramaların Sınıflandırılması

Kavramaların yapılarına ve kullanış yerlerine göre birçok çeşidi vardır. Kavramaların sınıflandırılması aşağıdaki gibi yapılabilir.

2.3.3.1. Sıkı Kavrama Çeşitleri

Bir milden diğer bir mile hareket iletirken çözülmeyen kavramalardır. Bu kavramalar kendi içlerinde birçok gruba ayrılır.

Bilezikli Kavrama

Dış kısımları konik iki yarım kovan biçiminde olup, miller uç uca getirilerek birleştirilir. Bu iki yarım kovayı tutmak için kovanların dışına iki taraftan bilezikler geçirilerek kavrama sıkılmış olur. Takılıp sökülmeleri kolay olduğu için yaygın olarak kullanılır. En çok nemli olan ortamlarda tercih edilir.

Çanaklı (Manşonlu) Kavrama

Çanak biçimli iki parçadan yapılan bu kavramalarda miller uç uca getirilerek manşonlar takılır. Cıvata ve somunlarla sıkılarak kavrama sağlanır. İş güvenliğine karşı çevresine yuvarlak saca kapatılır.

Flanşlı Kavramalar

Çevresinde cıvata delikleri bulunan plaka biçimindeki flanşlar, sıcak olarak veya hidrolik geçme ile mil uçlarına takılır. Flanşlar arasına merkezleme amacıyla iki parçalı bilezikler yerleştirilerek cıvata ve somunlarla sıkılır. Sızdırmazlığın gerekli olduğu yerlerde araya değişik contalar takılır.

Sellers Kavraması

Bu çeşit kavramada iki konik kovan, bir silindirin içinde üç uzun cıvata ile çektilerle miller uç uca getirilir. Cıvatalar kovanların ve silindirin içinden geçtikleri için kavrama parçaları milin dönmesi engellenmiş olur. Sellers kavramada koniklik oranı 1/10-1/20 arasında uygulanır.

Alın Kavraması

Kavrama parçalarının alın kısımlarına vida dişine benzer dişler açılarak içi boş millerin kavratılmasında kullanılır. Kavrama parçaları birbirine yaklaştırılarak kavramaların kenetlenmesi sağlanır.

Hareketli Kavrama Çeşitleri

Bu gruptaki kavramalar mil uçları arasında nispeten büyük geometrik uyumsuzluklar ve bazı eksen kaçıklığının bulunması durumunda kullanılan kavramalardır. Kavramalar iki milin eksenlerinin birbirine göre durumu ve olası kaçıklıklar önlenir.

Genleşmeli Kavrama

Bazı durumlarda miller ısı etkisinde çalışır. Isınan mil eksenini boyunca 1 m boyda 100 °C'de %1 mm uzayaçağından genleşmeli kavrama çeşidi ile buna müsaade edilir. Parmak biçimindeki girinti ve çıkıntılı olarak yapılan bu kavramada genleşmeden dolayı uzama payı bırakılır.

Sabit (Oldham) Kavraması

Miller arasında bir açıklık söz konusu olduğu zamanlarda kullanılır. İki kavrama parçası arasında birbirine dik açıda tırnaklı disk parçası yerleştirilerek bu açıklık giderilir. Makinecilikte en çok kullanılan kavrama çeşididir (Görsel 2.23).



Görsel 2.23: Oldham (sabit) kavrama

Sabit kavramalar, dönmeden ve boşluksuz bir şekilde yüksek güçleri aktarır. Mil kaymaları veya hizalama hataları mevcut olmadığında kullanılır. Aşınmaz ve bakım gerektirmez. Vida sabitleyici sayesinde civatalar, titreşimden dolayı çözülmez.

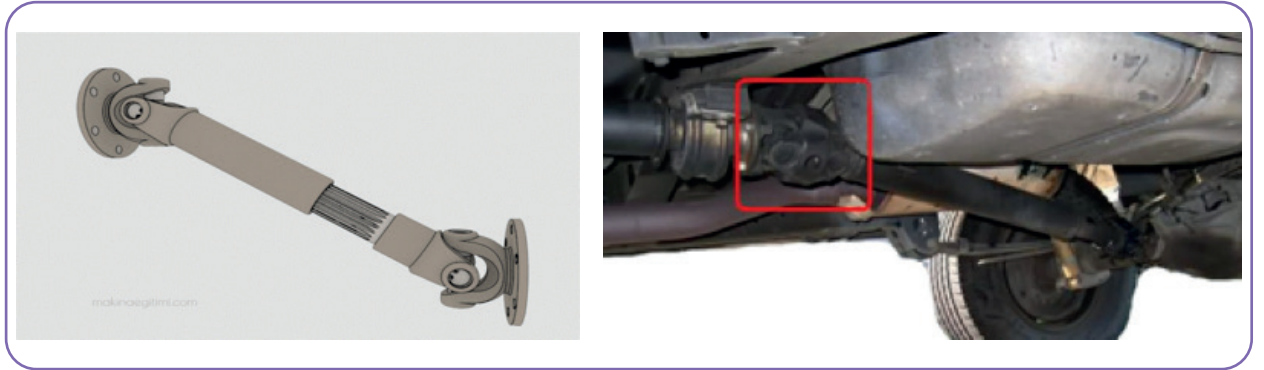
Maksimum güç aktarımı sadece miller en iyi şekilde monte edildiğinde ve ölçülere tam uyulduğunda mümkündür.

Sabit kavramaların kullanım alanları şunlardır:

- Özel makine yapımında
- Ölçüm sistemleri
- Takım makineleri
- Arıtma teknolojisi
- Savak teknolojisi
- Tekstil sanayi
- Gıda malzemeleri sanayi

Kardan Kavraması

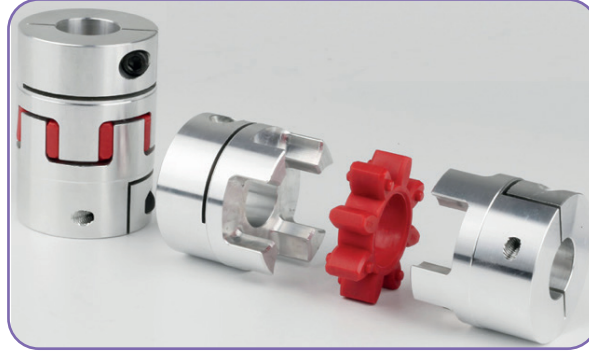
Millerin bir açı altında hareket etmeleri gerektiği durumlarda (örneğin taşıtların shaft mili uçlarında) kullanılır (Görsel 2.24). Bu açı 5°-7° arasında değişir. Kardan kavraması iki çatal göbek ve bir de artı biçiminde istavrozdan meydana gelir. Mil uçlarına takılan çatal göbekler, istavroz aracılığı ile birbirine bağlanır.



Görsel 2.24: Kardan kavrama ve kullanılış yeri

Esnek Kavrama

Makineler çalışırken çeşitli darbe ve vurutulara, sistemdeki montaj hatalarına karşı esnekliği sağlamak maksadı ile düşünülen esnek kavramalar, esnek gereçlerden (deri, yay, lastik) yapılarak hareketleri düzenli iletmeye yarar (Görsel 2.25).



Görsel 2.25: Esnek kavrama

Periflex Kavraması

Teknolojide geniş kullanma alanı bulunan bu kavramalar, bezli kauçuktan yapılan bir çember, bilezikler yardımı ile flanşlara bağlanır.

Kavramalarla genel olarak 8 mm boyuna, 5 mm enine 3-5° civarında da açısız hareketler emniyetle karşılanır. Elastik oluşları nedeniyle üzerine gelebilen momentleri mükemmel şekilde karşılar. Merkezleme güçlüğü çekilen yerlerde lamelli veya elektromagnetik kavramalarla beraber kullanıldığında iyi sonuç verir.

Bibby Kavraması

İki milin ucuna kama ile takılan flanşların çevresine kanallar açılmış ve bu kanalların içerisine dikdörtgen kesitli kıvrılmış yaylar takılarak kavrama geliştirilmiştir. Yaylar, kaliteli yay çeliklerinden yapılır. Darbeli çalışmalarda emniyetle kullanılır.

2.3.3.2. Çözülebilir Kavrama Çeşitleri

Lamelli Kavrama

Çok sayıda sürtünme yüzeyi oluşturarak elde edilen kavrama türüdür. Çok sayıda sürtünme yüzeyi, (lameller) sürtünme kuvvetini artırmak içindir. Merkezleme güçlüğü çekilen yerlerde elektromanyetik kavramalarla beraber kullanılarak iyi sonuç verir.

Pnomatik Kavrama

Hava ile kumanda edilen kavrama türüdür. Milin ortasındaki delikten gelen basınçlı hava kavrama olarak kullanılan parçayı lamellere doğru bastırarak kavrama gerçekleşmiş olur. Hava boşaltılınca asıl milde bulunan yaylı civatalar kavramayı çözerek iki milin ayrılması sağlanarak kavrama nakli durdurulur.

Hidrodinamik Kavrama

Barajlardaki su türbinlerinde, gemilerde, taşıt motoru vites kutularında vs. geniş kullanma alanı olan bu tip kavramalar, hidrolik prensiplerle çalışmaktadır. Taşıt motorlarında çevirme momenti iletelemeyen ölü nokta rahat atlatılmasına yardımcı olur.

Türbinli kavrama da denen bu kavramaların üstün yönleri aşağıdaki gibidir.

- Tatlı ve vuruntusuz çalışır.
- Düzgün hızlanır.
- Fazla yüklemeye karşı dayanıklıdır.
- Uzun ömürlüdür.
- İş mili dursa bile motor çalışmaya devam eder.

UYGULAMA-3



Evlerinizde bulunan bir makinede kullanılan kavrama sistemini araştırarak bir sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler doğrultusunda kavrama konusundaki tüm kazanımları kapsamalısınız.
- Sunuda yazı, resim, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 5 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

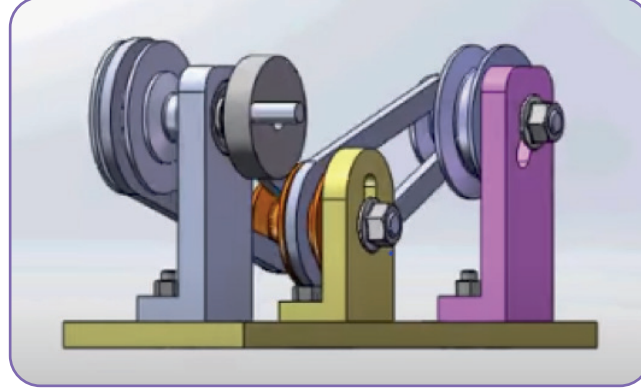
	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/- 2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 4 dakika uymadı.



2.4. KAYIŞ KASNAK SİSTEMLERİ

2.4.1. Kasnaklar

Miller arasındaki mesafenin uzun olduğu durumlarda döndüren mildeki güç ve hareketi bir veya birkaç kayış yardımıyla döndürülen mile iletmeye yarayan makine elemanlarına **kasnak** denir.



Görsel 2.26: Kayış kasnak sistemi

Görsel 2.26'da kayışlı kasnak sistemi görülmektedir. Motordan aldığı dönme hareketini kayış kasnak sistemi ile farklı bir mile iletilmektedir.

2.4.2. Kasnağın Kısımları

Bir kasnağın genel olarak üç ana kısmı bulunmaktadır.

İspit: Kayışın temas ettiği çember kısmına denir.

Göbek: Kasnağın mile takılmasını sağlayan kısımdır.

Gövde: İspitle göbeği birleştiren kısımdır.

Bu kasnakta gövde kısmı kollardan meydana gelmiştir. Bunun nedeni kasnağın ağırlığını azaltmaktır.

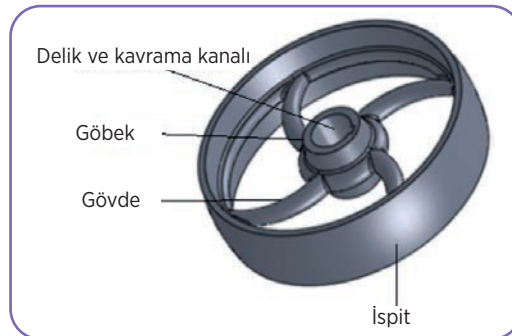
Küçük çaplı kasnakların gövdeleri dolu olarak imal edilir.

2.4.3. Kasnak Çeşitleri

Kasnaklar yapılış şekillerine göre değişik isimler alır.

Düz Kayış Kasnakları

Düz kayış kasnakları adından da anlaşılacağı üzere düz kayışlarla kullanılır (Görsel 2.27). Kasnağın ispitleri yani kayışın sarıldığı kısım tamamen düz veya hafifçe bombeli olarak imal edilir.



Görsel 2.27: Düz kayış kasnakları

V Kayış Kasnakları

V kayışı kasnağı, çevresine V şeklinde bir veya birkaç kanal açılmış bulunan kasnaktır (Görsel 2.28).

V kayış kasnak sistemi paralel olmayan yanakları ile halat ve düz kasnaklara göre daha çok yük taşımaktadır. V kayış kasnaklarının profil açıları 32-34-36° olarak standartlaştırılmıştır. V kayış kasnağının çapı büyüdükçe kayış ömrü uzar. Kayış ve kasnak kanal açısı ortalama çapa göre değişir. Kasnakların kayışla temas ettiği yüzeylerin düzgün ve pürüzsüz olması gerekir.



Görsel 2.28: V kayış kasnak

Yuvarlak Kasnaklar

Yuvarlak profilli kasnaklardır. Dikiş makinelerinde, elektronik aletlerde küçük kuvvetlerin iletilmesinde kullanılır (Görsel 2.29).



Görsel 2.29: Yuvarlak kayış kasnak

Senkronize Kasnaklar

Çevresine düzgün aralıklarla enine özel profilli dişler sıralanmış, kaymasız çalışan kasnaklardır (Görsel 2.30). Senkronize kasnaklar kendileri gibi dişli imal edilmiş olan senkronize kayışlarla kullanılır.

Senkronize kelimesi eş zamanlı çalışan anlamına gelmektedir. Bu tip sistemlerde kayış kayması meydana gelmediğinden birbiriyle koordineli çalışması gereken durumlarda kullanılır. Döndürme oranları dişli çarklarda olduğu gibi sabittir. İçten yanmalı motorların kam millerine krank milinden alınan hareketin iletilmesinde, CNC tezgâhların iş millerinin AC motorlardan alınan hareketle istenen açılarda ve hızlarda kontrol edilmesinde ve otomasyon sistemlerinde kullanılmaktadır.



Görsel 2.30: Senkronize kasnak

Poly Kayış Kasnakları

Çok sayıda ince V kanalı olan kasnaklardır (Görsel 2.31). Kanal derinlikleri azdır. Kayış olarak kasnaktaki kanal sayısı kadar kanal çokluğunda kanala sahip tek parça kayış kullanılır. Bu kayışın kasnakla temas eden kısmı kanallı diğer tarafı ise düzdür. Bu nedenle her kanala eşit kuvvet geleceğinden kayıp % 2-5 arasındadır. Bu da kayışın ve kasnağın ömrünü uzatır. Poly V kasnaklarda kayışın bütün yüzeyi sarması nedeniyle tutunma kuvvetli ve kayma az olur.

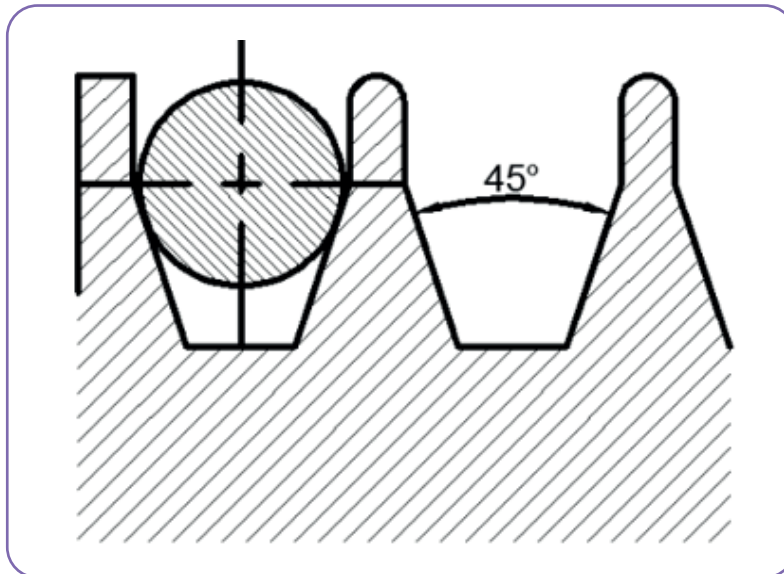
Poly V kasnaklarda kanal derinliği azdır. Bu nedenle küçük çaplarda imal edilebilmektedir. Ancak poly kasnaklarının bu avantajlarına karşılık işçiliğinin hassas ve önemli olması, genellikle maliyetlerinin yüksekliği bilinen olumsuz yanlarıdır.



Görsel 2.31: Poly kayış kasnakları

Halat Kayış Kasnakları

Halat kayış kasnaklarının profilleri yuvarlaktır. Bu kasnaklar büyük çaplı olarak üretilir. Bu yüzden ağır yüklerin iletilmesi ve kaldırılmasında, gemi vinçlerinde, kurtarma araçlarında vb. yerlerde kullanılır. Kasnak üzerine yan yana birçok halat yuvası açılabilir. Halatların çalışması sırasında yuvadan çıkmaması için yuva derinliği halat çapının 1,5 katı olmalıdır (Görsel 2.32).



Görsel 2.32: Halat kayış kasnakları

Gergi Kasnakları

Kayış kasnak sistemlerinde kayışın gerginliği önemlidir. Yetersiz gergi veya aşırı yüksek gergi kayışın ömrünü ve taşıdığı yükü azaltır. Ayrıca çalışma sırasında sürtünmeden dolayı oluşan ısıdan kayışlar gevşer. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak üzere iki kasnaktan biri ayarlanabilir veya hareketli yapılır. Bazen de iki kasnak arasına bir gergi kasnağı (gergi makarası) takılır. Kayış dıştan gergi makarasıyla gerildiğinde özellikle küçük kasnağın kavrama açısını artırarak kayışın küçük kaymaları da önlenmiş olur.

Kademeli Kasnaklar

Küçükten büyüğe doğru birden çok kasnağın sıralanmış şekline **kademeli kasnak** denir (Görsel 2.33). Kademeli kasnakların düz ve V kayışlı olanları kullanılmaktadır. Bunlar merdivene benzedikleri için **merdivenli kasnak** veya **basamaklı kasnak** olarak da anılır. Bu iki kasnağı biri diğerine göre ters çevrilmiş kasnaklar olarak düşünmek gerekir. Birbirine karşılık gelen kasnak çapları her durumda eşittir. Bundan dolayı aynı kayış her pozisyonda kullanılabilir.



Görsel 2.33: Kademeli kasnaklar

2.4.4. KAYIŞLAR

Hareket veren mile bağlı olan kasnaktan aldığı güç ve hareketi, çok defa paralel konumda bulunan diğer mil üzerindeki kasnağa ileten araçlara **kayış** denir. Oldukça esnek bir yapıya sahip olan kayışlar, döndüren kasnaktan döndürülen kasnak temas yoluyla aktarır. Hareketin iletimi sürtünme yolu ile olmakta ve meydana gelen titreşim kayış tarafından emilmektedir. Kayışlar; takım tezgâhlarında, tarım makinelerinde, taşıt motorlarında, dikiş makinelerinde, CNC tezgâhlarda, elektronik cihazlarda vb. kullanılır.

Kullanım yönünden kayışlardan beklenen özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Aşınma direncinin yüksek olması
- Sürtünme katsayısının yüksek olması
- Esnek ve kopmaya dayanıklı olması
- Eksiz yani sonsuz olması
- Çalışma şartlarından olumsuz etkilenmemesi
- Yorulma dayanımının yüksek olması
- Düşük maliyetli olması

Kayışlar genellikle motordan alınan hareketin aktarılmasında kullanılır. Aşırı yük durumunda kaydıklarından sistemi tahribattan korur. Makine teknolojisinde son zamanlarda meydana gelen değişikliklerle kayışların profillerinde, yapıldıkları malzemelerde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle senkronize kayışların kullanım alanları giderek yaygınlaşmaktadır. Bu kayışlar hassas iletim oranlarının elde edilmesinde rahatlıkla kullanılmaktadır.

2.4.4.1. Kayışların Sınıflandırılması

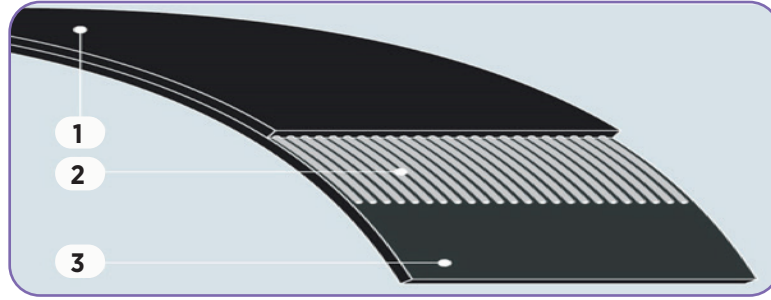
Kayışları profillerine göre şöyle sınıflandırmak mümkündür:

Düz Kayışlar

Düz kayışlar uzak mesafeler arası güç iletimini sessiz ve etkili bir biçimde sağlar (Görsel 2.34). Eksenleri paralel miller arasında güç iletiminde kullanıldığı gibi eksenleri açılı, hatta 90° olan millerde dahi kullanılır. Kayış, kasnak üzerine düz ve çapraz olmak üzere iki tür sarılır. Düz sarımda her iki kasnak da aynı yönde döner. Çapraz kayışta ise zıt yönde döner. Özellikle kademeli kasnaklarda kullanılmaya elverişlidir.

Kayışların ana malzemesi kösele, kauçuk ve yapay malzemelerdir. İç kısmına güçlendirici malzeme kullanılabilir. Yukarıdaki şekilde 1 ve 3 no.lu malzemeler kauçuk iken 2 no.lu malzeme güçlendirici olarak kullanılmıştır. Bunlardan başka plastik malzemelerden yapılan çok tabakalı kayışlar da vardır.

Büyük baş hayvanların sırt derilerinden yapılan kösele kayışların içine bitkisel malzemeler ve krom bileşikleri katılmaktadır. Asit ve neme karşı dayanıklıdır. Kalınlıkları 3-7 mm arasında değişir. Bazı durumlarda üst üste yapıştırılarak kalınlığı arttırılır. Kauçuklu kayışlar birbirine kauçukla yapıştırılmış çelik tel, naylon ya da pamuk ipliğinden dokunmuş bezden (bezli balata kayışları) oluşur. Tarım, yem ve un fabrikalarında, matkap tezgâhlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapay kayışlar sentetik yün, yapay ipek ve bazı hâllerde naylon gibi sentetik liflerden yapılır. Çok tabakalı kayışlar ise orta tabaka plastik, üst ve alt tabakalar kösele ya da biri kösele diğeri kauçuk olabilir. Düz kayışlar ucu açık olarak satılır. Gerekli kayış uzunluğuna erişildikten sonra iki açık ucu, kayış perçinleri, raptiye veya cıvata-somun ile mafsallanır.



Görsel 2.34: Düz kayışlar

V Kayışı

V kayışları düz kayışların aksine kısa mesafelerde kullanılır. V kayışı ile iletimde büyük sürtünme kuvvetleri oluşur. Kayış, kaynak üzerindeki kanallara oturduğundan kayışın kasnak üzerindeki kayması azdır. Kayışın eni dar olduğundan kasnak üzerinde birkaç kayış gerdirmek mümkündür (Görsel 2.35).

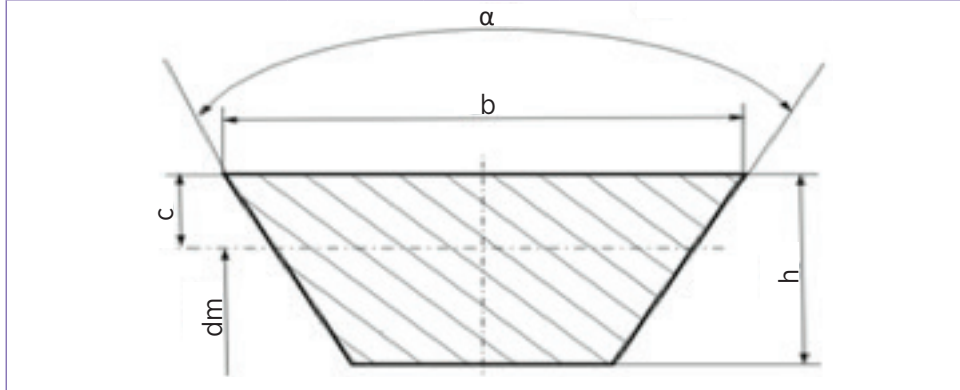
V kayışları standarttır. TS standardına göre normal V kayışları (TS 198/1, DIN 2215) ve dar V kayışları (TS 198/4, DIN 7753) olmak üzere ikiye ayrılır. Dar V kayışlarının ISO standardına göre SPZ, SPA, SPB ve SPC çeşitleri vardır.



Görsel 2.35: V kayışı sistemi

V kayışlarının kesitinde b harfi genişliği, h harfi yüksekliği ve sembolü imalat açısını göstermektedir. İmalat açısı 35-39 0±1 arasında değişmektedir. Tablo 2.1 normal V kayışlarının değerlerini göstermektedir.

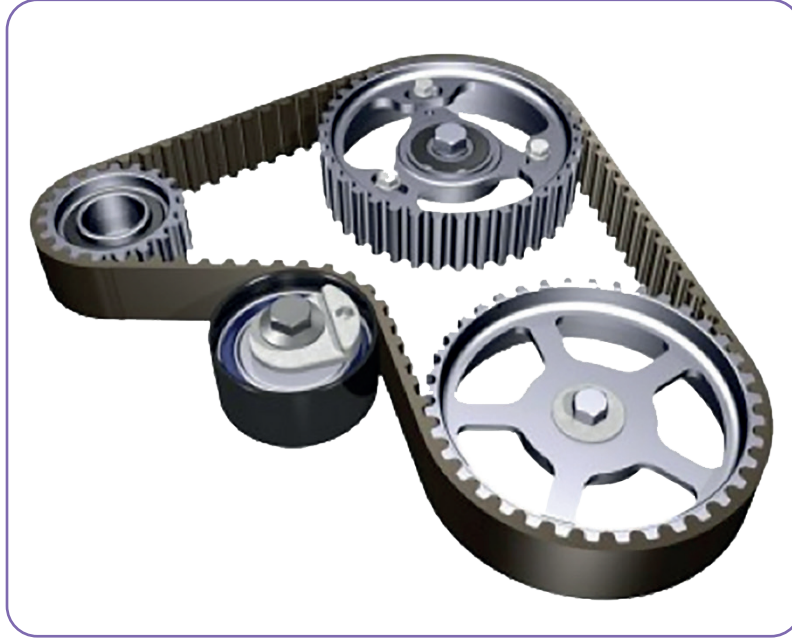
Tablo 2.1: Normal V Kayışlarının Boyutları



Genişlik, b	13	17	20	22	25
Yükseklik, h	8	11	12,5	14	
İç çerçeve uzunluğu Li	Dış Çerçeve Uzunluğu Lm (Lm= Li+2b)				
600	625	632			
630	655	662			
670	695	702			
710	735	742			
750	775	782			
800	825	832			
850	875	882	890		
900	925	932	940		
950	975	982	990		
1000	1025	1124	1130	1134	
.....	
1180	1205	1212	1220	1225	1230
2000	2025	2032	2040	2045	2050
2120	2145	2152	2160	2165	2170

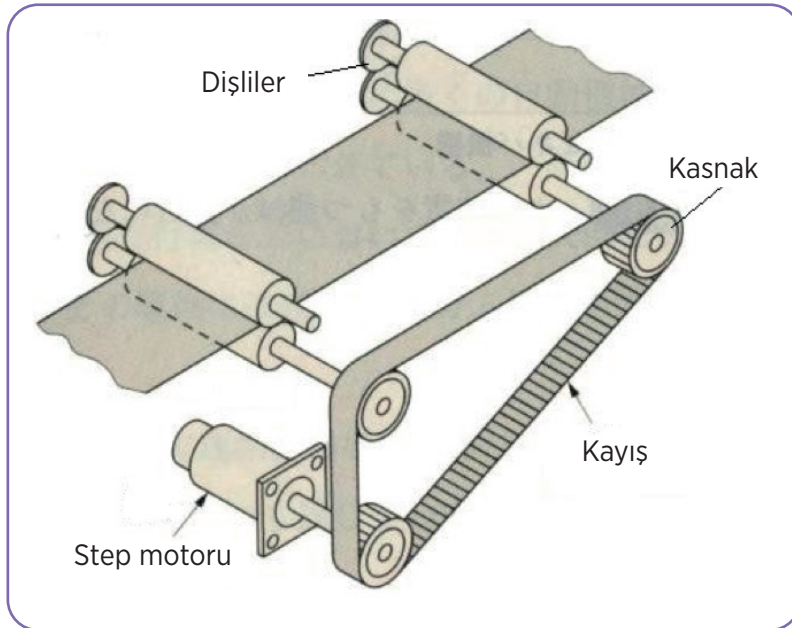
Triger (Senkronize) Kayışları

Triger kayışlarının üzerinde dişler vardır. Bu yüzden bunlara **dişli kayış** da denmektedir (Görsel 2.36). Bu dişler kasnak üzerinde açılan oluklara geçmektedir. Güç aktarımı sırasında dişlerinden dolayı kasnakla arasında bir kayma olmaz. Bu yüzden sabit açısal hızda hassas güç aktarımı mümkün olmaktadır. Gürültüsüz çalışması, küçük çaplı kasnaklarda bile kullanılabilmesi, gıda ve sağlık sektöründe, ofis makinelerinde kendine geniş kullanım alanı bulmuştur.



Görsel 2.36: Dişli kayış

Triger kayışları herhangi bir hız sınırlaması olmaksızın çalışabilir. Buna karşın darbeli ve beklenmeyen bir yükte karşılaştığında kayma hareketi yapmadığı için emniyet görevini yapamamaktadır (Görsel 2.37).



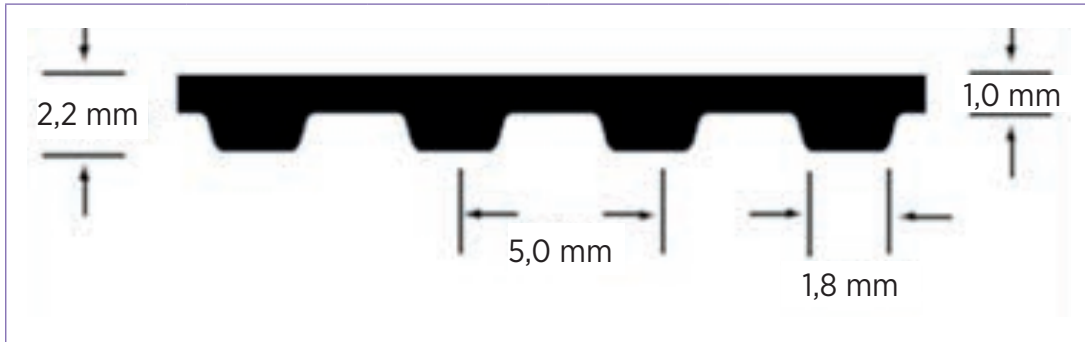
Görsel 2.37: Triger kayış ile konveyör hareketi

Triger kayışlarda çekme işini yapan çelik teller ya da bir ip doku, ince bir kauçuk tabaka içine yerleştirilmiştir. Bu eleman üzerine opren adı verilen sentetik kauçuk dökülerek eşit aralıklı dişler meydana getirilir.

Tablo 2.2: Temel Dişli Kayışı Ölçüleri

Kayış kodu	Anlam	Adım mm	Kayış genişlikleri mm
MXL	ExtraLight	2,032	3,05 4,826 6,35
XL	ExtraLight	5,08	6,35 9,652
L	Light	9,525	12,7 19,05 25,4
H	Heavy	12,7	19,05 25,4 38,1 50,8 76,2
XH	ExtraHeavy	22,225	50,8 76,2 50,8 76,2 101,6 127 101,6
XXH	DoubleExtraHeavy	31,75	50,8 76,2 101,6 127

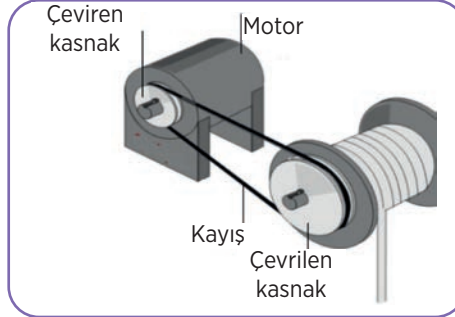
Tablo 2.3: Düzeltilmiş HDT Triger Kayışı ve Ölçüleri



Kayış No.	Adım	Diş Sayısı	Kayış No.	Adım	Diş Sayısı
	mm			mm	
TS-100	100	20	TS-630	630	126
TS-150	150	30	TS-640	640	128
TS-165	165	33	TS-650	650	130
TS-180	180	36	TS-660	660	132
TS-185	185	37	TS-690	668	138
TS-200	200	40	TS-695	695	139
TS-215	215	43	TS-700	700	140
TS-220	220	44	TS-720	720	144
TS-225	225	45	TS-750	750	150
TS-245	245	49	TS-780	780	156
TS-400	400	80	TS-1280	1280	256
TS-410	410	82	TS-1315	1315	263
TS-420	420	84	TS-1380	1380	276
TS-425	425	85	TS-1440	1440	288
TS-450	450	90	TS-1500	1500	300
			TS-1995	1995	391

Yuvarlak Kayışlar

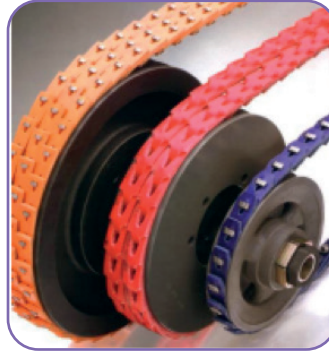
Güç ve hareket iletimi için kullanılan termoplastik poliüretandan ya da köseleden üretilen bu kayışlar pratik kaynak işlemi ile isteğe göre boyutlandırılmaktadır (Görsel 2.38). Yuvarlak kesitli kayışlar; dikiş makinesi, sinema ve kamera teçhizatı, pamuklu ve yünlü üretim makineleri, gıda, baskı ve paketleme makineleri, vantilatör ve benzeri makinelerde ufak güçlerin iletilmesinde kullanılır. 5, 6, 7, 8 ve 10 mm çaplarında yapılırlar.



Görsel 2.38: Yuvarlak kayışlar

Özel Kayışlar

Endüstride yukarıda belirtilen kayışlardan farklı olarak kullanım amaçlarına ve yerlerine göre özel yapıları kayışlar da kullanılmaktadır (Görsel 2.39). Bunlara örnek mafsallı V kayışlarıdır. Kayış birbirine mafsallarla bağlanmış parçalardan yapılmıştır. Kayışın sıra sayıları çoğaltılarak dayanımı artırılabilir.



Görsel 2.39: Özel kayışlar

2.4.3.2. Kayış Kasnak Sistemlerinin Üstünlükleri

- Elemanları ucuzdur ve bulunmaları kolaydır.
- Birbirinden uzakta bulunan miller arasında güç ve hareket iletebilir.
- Ani yüklenmelerde kayışın kaymasıyla emniyet elemanı görevi görür.
- Sessiz çalışır.
- Triger kayışlarında kaydırma yoktur. Diğerlerinde verim %95-98 arasındadır.
- Yağlanmaya ihtiyaç duymaz.
- Kademeli kasnak kullanımıyla hız oranı kolayca değiştirilebilir.
- Kayış malzemesi esnek olduğundan darbeleri emer.

2.4.3.3. Kayış Kasnak Sistemlerinin Olumsuz Yanları

- Kayıştaki gerginlik nedeniyle millerin yataklarında büyük bir zorlanma oluşur.
- Kayışın kayması nedeniyle iletim oranı sabit değildir.
- Sıcaklık, nem ve yağ nedeniyle kayışta uzama meydana gelebilir.
- Kayışta meydana gelen uzamaların olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için ek gergi tertibatına ihtiyaç duyulur.
- Sürtünmeden dolayı statik elektriklenme oluşur.
- Kayış kopması hâlinde bazı sistemlerde (otomobil motorları gibi) ağır hasarlar oluşur.

UYGULAMA-4

<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21087>



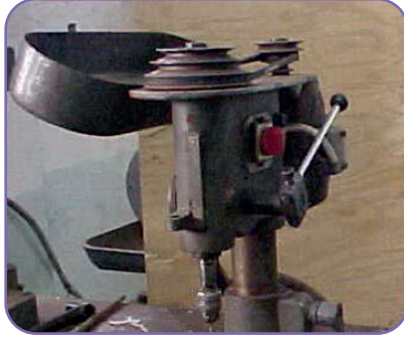
Sütunlu matkap tezgâhında kayış kasnak sistemini sökerek devir ayarını değiştirme ve bakımını yapınız.

İş ve işlemleri yaparken iş güvenliği kurallarına uygun çalışınız!

Süreniz 40 dakikadır.

Gerekli Malzemeler

- Sütunlu matkap tezgâhı
- Anahtar takımı
- Alyen takımı
- Tornavida takımı



	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Tüm malzemeler doğru seçilmiştir.	Alyen takımı almamıştır.	Anahtar yanlış seçilmiştir.	Tornavida yanlış seçilmiştir.
MATERYAL	Tüm malzemeleri düzgün kullandı.	Yanlış anahtar kullandı.	Yanlış tornavida kullandı.	Alyen takımını yanlış kullanmadı.
SUNUM BECERİSİ	Tüm parçalar düzgün sökülmüştür.	Kayışlar düzgün sökülmüştür.	Kasnaklar düzgün sökülmüştür.	Parçalar sökülememiştir.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +5 dakika uymadı.	Verilen süreye +10 dakika uymadı.	Verilen süreye +15 dakika uymadı.



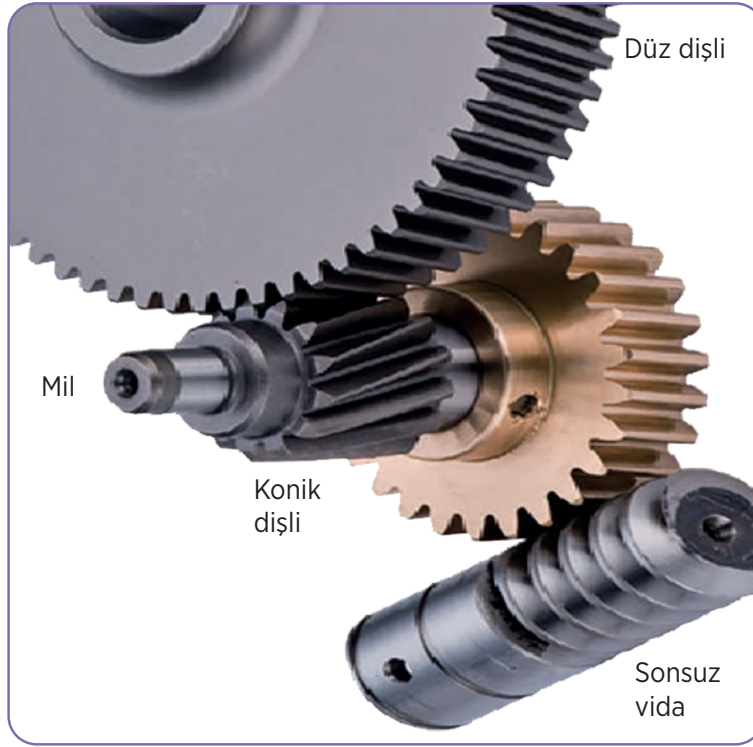
2.5. DİŞLİ ÇARKLAR

Tarihi çok eski çağlara uzanan dişli çark, teknik bilimlerin gelişmesinde önemli roller oynamıştır. Günümüzde de kullanım alanı çok geniştir ve çeşitli kullanım araçlarında dişli çark görev alır. Kullanım alanının böylesine geniş olması, amaçlarına göre çeşitli çarkların üretilmesine neden olur.

Dişli çark makineler ve düzeneklerde güç ya da hareketi aktarmak görevini üstlenen makine elemanıdır (Görsel 2.40). Üzerlerine açılmış dişlerin dönme sürecinde birbirlerini kavramasına paralel olarak bir milden diğer bir mile hareket ve güç aktarımı yapar. Bir dişli çark mekanizması biri döndüren diğeri döndürülen olmak üzere en az iki çarktan oluşmaktadır. Birbirlerine kenetlenmiş olan bu dişli çarklar, tahrik milinin verdiği gücü aktarır.

2.5.1. Dişli Çark Çeşitleri

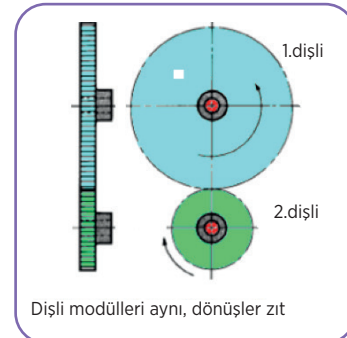
Kullanılan farklı dişli çarklar mevcuttur. Kullanım alanlarına göre dişli çarkları sınıflandırmak daha doğru olacaktır. Hareket ve kuvvetlerin iletilmesinde aktarım yapılacak miller arasındaki millerin duruş pozisyonları önemlidir. Miller çalışma konumları ve millerin pozisyonlarına göre sınıflandırılabilir.



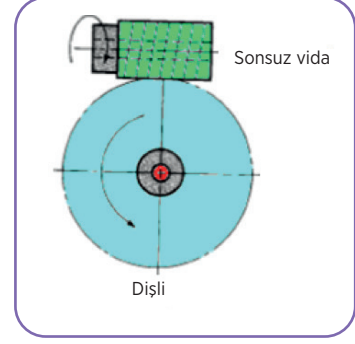
Görsel 2.40: Dişli çarklar

2.5.1.1. Çalıştıkları Millerin Konumlarına Göre

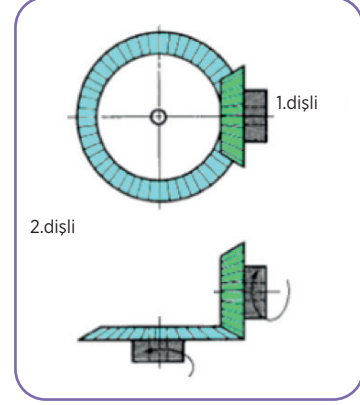
Eksenleri aynı düzlemde ve paralel olan iki mildir. Bu tür miller arasında genellikle düz, helis dişli çarklar ve kremayer dişliler kullanılır.



Eksenleri aynı düzlemde olmalarına rağmen belli bir noktada kesişen millerdir. Bu tür miller arasında konik, düz konik ve helis dişli çarklar kullanılır.



Eksenleri aynı düzlemde olmayan millerdir. Bu tür miller arasında gerekli bağlantıları sağlamak için sonsuz vida karşılık dişlisi ve helis dişli çarklar kullanılır.



2.5.1.2. Açılış Şekillerine Göre Dişli Çark Çeşitleri

Dişli çarklar dişlerin profillerine, şekillerine ve açılış yerlerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

Düz Dişli Çark

İlk olarak kullanılmaya başlanan ve elemana adını veren dişlilerdir (Görsel 2.41). Üretim maliyetleri yoğun şekilde kullanılmasına sebeptir. Bununla birlikte gürültü oranı oldukça yüksektir.

Düz dişli çarklar genellikle eksenleri birbirine paralel millerde hareket ve güç iletiminde kullanılır. Eksenler arası mesafenin fazla hassas olmadığı yerlerde rahatlıkla kullanılabilir. Aktardıkları güç, modül ve gereç cinsine göre değişir. Hareket hâlinde hız değiştirmek için aksenal kayma ile birbirini kavrayabildiğinden çok kullanılır. Düz dişli çarklar çift çalışır. Bu iki dişlinin çevre hızları birbirine eşit, dönüş yönleri ise terstir. Aksenal kuvvet olmadığından yataklanma bakımından daha basit konstrüksiyonlar kullanılabilir. Bu dişlilerde çevre hızı 2,5-30 m/sn. arasında (gereç cinsine göre) alınabilir.



Görsel 2.41: Düz dişli çark

Düz dişli çarklar birbirlerinin içinde veya dışında yuvarlanmasına göre iç veya dış silindirik dişli çarklar adını alır.

Dıştan Çalışan Dişliler: Dış tarafına diş açılmış olan dişli çarklardır. Aynı şekilde bir dişli çarkla birlikte çalışır.



İçten Çalışan Dişliler: İç kısmına diş açılan dişli çarklardır. Dışına dişli açılmış dişli çarklarla birlikte çalışır.



Düz çarklı elemanları (Görsel 2.42) şunlardan oluşmaktadır:

Bölüm Dairesi ve Çapı (d): Dişli çarkın yuvarlandığı dairedir ve dişler bu daire üzerinde oluşturulmuştur.

Diş Üstü Dairesi ve Çapı (da): Dişlerin üst kısımlarından geçen dairedir.

Diş Dibi Dairesi ve Çapı (df): Dişlerin dip kısımlarından geçen dairedir.

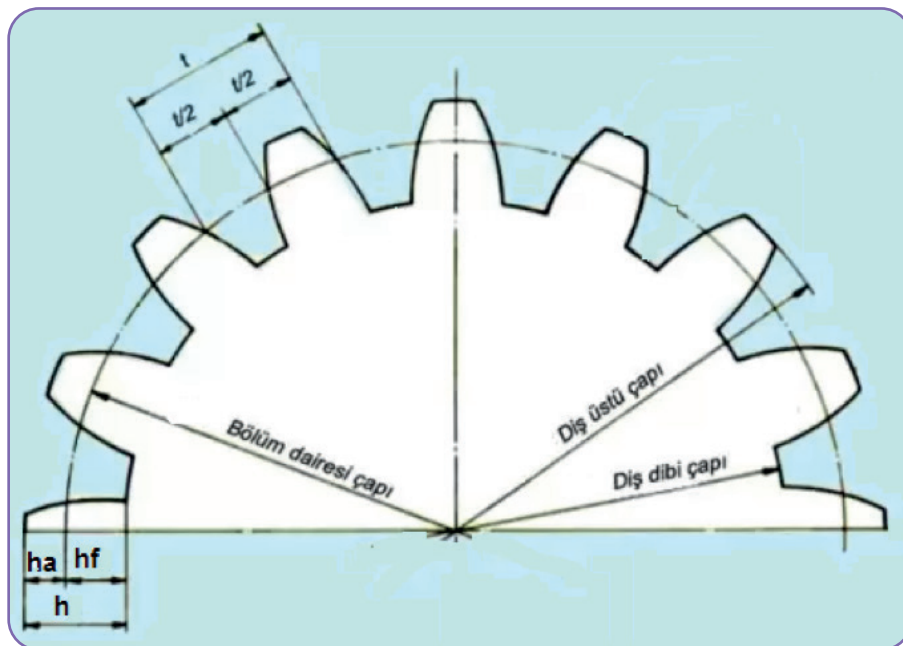
Adım (p): Bölüm dairesi üzerinde bir diş kalınlığı ve bir diş boşluğundan oluşan çevresel uzunluğa denir.

Modül (m): Birbiriyle çalışan dişlilerde sabit bir oran olup, bölüm dairesi çapının, diş sayısına bölünmesiyle bulunur. Çapsal adım olarak da kullanılır.

Diş Sayısı (z): Bölüm dairesi üzerinde bir dolu veya bir boş diş sayısıdır. Genellikle dolu kısım anlaşılmalıdır.

Diş Yüksekliği (h): Dişlinin diş başından diş dibine kadar olan mesafesidir.

Diş Başı Yüksekliği (ha): Diş üstü ile bölüm dairesi arasındaki mesafedir.



Görsel 2.42: Dişli çark elemanları

Helisel Dişli Çark

Düz dişli çarkların olumsuzluklarını ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar sırasında düz dişlilerden hemen sonra kullanılmaya başlanmıştır. Kavrama oranı daha yüksek, daha az gürültü oranına sahip ve düz dişlilere göre daha fazla verimli çarklardır (Görsel 2.43). Yüksek hız ve verim elde edilebilmesi, ihtiyaca göre bu alanlarda yoğun şekilde kullanılmasına sebep olur.

Dönme eksenlerinin paralel, dik veya açılı olduğu millerde ve büyük kuvvetlerin yüksek devirde iletilmesinde, araçların hız kutularında genellikle helis dişli çarklar kullanılır.



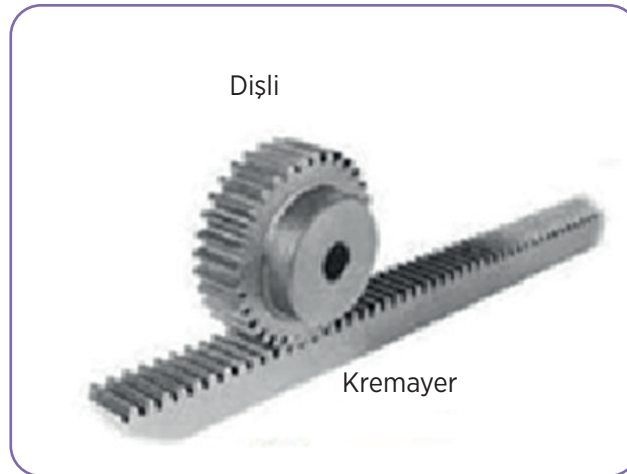
Görsel 2.43: Helisel dişli çark

Kremayerler

Üzerinde düz veya helisel dişler açılmış doğrusal çubuklara **kremayer dişliler** denir (Görsel 2.44). Yarıçapı sonsuz büyüklükte olan ve bir nevi içten teğet dişli gibi kabul edilen dişlidir. Dişler düz bir çubuk üzerine açılır. Düz ya da helis dişli çarklarla birlikte çalışır. Diş profilleri 30° - 40° açılı, trapez biçimlidir. Çalıştığı eş dişlinin adıyla anılır.

Kremayer dişli genellikle karşısında küçük bir silindirik dişli ile çalışır. Bu dişlilere **pinyon dişli** denir. Çalışma sırasında istenen düzgünlük ve sessizlik için dişlerin düz, helis, ok ve spiral şekilde açılması uygundur.

Kremayerler robotik uygulamalarda dairesel hareketi doğrusal harekete çevirmek için kullanılan birkaç önemli mekanizmadan biridir. El presi, iş kalıbı ve çeşitli iş tezgâhlarının tabla hareketlerinde, plazma, oksijen kesim makinelerinde, vinçlerde, kayar kapılarda ve çeşitli makinelerde kullanılmaktadır. İletilecek gücün miktarına, hareketin şekline ve yönüne göre kremayer dişlisinin, diş açılma şekli, yönü, profili ve dişlerin açıldığı çubuk farklılıklar göstermektedir.



Görsel 2.44: Kremayer dişli

Sonsuz Vida Mekanizması

Çarkların yük taşıma kabiliyetini yükseltmek için başvurulan dişli sistemidir (Görsel 2.45). Sürtünmenin yüksek olmasından dolayı artan aşınma, çok düşük verimlere sebep olmakla birlikte çeşitli alanlarda vazgeçilmez bir dişlidir.

Büyük devir oranlarının elde edilmesinde, yükün ağız sayısı ve hızın küçük olduğu yerlerde, çok az kuvvetle çok iş görülmesi gereken yerlerde kullanılır. Mil eksenleri birbirine dik ve çapraz olan sistemlerde hareket ve kuvvet iletimini sağlar.

Vinç; hız kutuları, asansörler, elevatörler, tekstil makineleri, dümen mekanizmaları, takım tezgâhları (divizör ve döner tablalarda), pompalar ve taşıma araçlarında çok kullanılır.

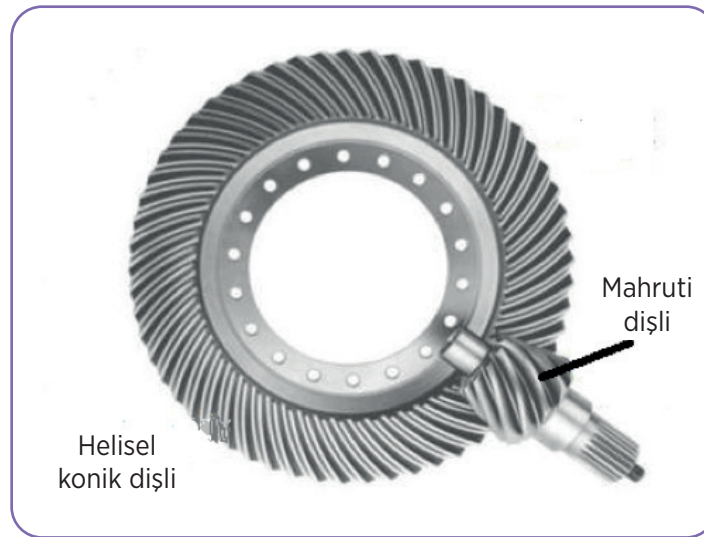


Görsel 2.45: Sonsuz vida mekanizması

Konik Dişli Çarklar

Eksenlerin uzantıları birbirini kesen miller arasında hareket ulaştırılmasında kullanılan ve dişlerin bulunduğu kesik koni biçiminde olan dişli çarklara **konik dişli** çark denir (Görsel 2.46). Konik dişli çarkların diş doğrultuları düz veya eğri biçimdedir.

Genellikle kuvvet ve hız aktarmalarının eksenleri, kesişen miller aracılığı ile yapılan sistemlerde kullanılır. Oldukça büyük kuvvetlerin taşınmasında, kuvvet makinelerinin ve taşıtların dişli kutularında çok kullanılır. Aşağıda diferansiyel kutularında kullanılan düz konik, helisel konik dişliler görülmektedir.



Görsel 2.46: Helisel konik dişli

Ok Dişliler

Ok dişliler, iki adet zıt yönlü helis dişlinin birleşiminden oluşur (Görsel 2.47). Zıt yöndeki helisler nedeniyle aksenal yöndeki kuvvetler birbirlerini dengelemekte ve böylelikle aksenal kuvvet meydana gelmemektedir.

Uygulamada kullanılan en fazla helis açısı 30 derecedir. Haddehane gibi büyük güç isteyen uygulamalarda kullanılır.



Görsel 2.47: Ok dişli

Zincir Dişli

Eksenleri birbirine paralel, aralarındaki mesafenin orta uzaklıkta olduğu bir milden diğer mile zincirler vasıtasıyla ve kayma olmadan hareket ve güç iletmek için kullanılan dişli çarklara **zincir dişli çark** denir (Görsel 2.48). Zincir dişliler, kuvvet-yük (kaldırma, taşıma) işlerinde kullanılır.



Dişli

Zincir

Görsel 2.48: Zincir dişli ve zinciri

UYGULAMA-5



Evlerinizde bulunan bir makinede kullanılan dişli çark çeşidini araştırarak bir sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler dişli çark konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır.
- Sunuda yazı, resim, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 5 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/-2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/-3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/-4 dakika uymadı.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki millerden hangisi doğrusal hareketi dairesel harekete çevirir?
 - A) Eğilebilen miller
 - B) Düz miller
 - C) İçi boş miller
 - D) Krank milleri
 - E) Kamalı miller
2. Dairesel ve doğrusal hareketin iletildiği miller hangisidir?
 - A) Düz
 - B) İçi boş
 - C) Krank
 - D) Kamalı
 - E) Eğilebilen
3. Aşağıdakilerden hangisi taşıma muylularının sınıflandırılmasında yer almaz?
 - A) Uç muylu
 - B) Ara muylu
 - C) Uç muylu
 - D) Konik muylu
 - E) Küresel muylu
4. Mil ve muyluların aşınmasını engellemek için aşağıdakilerden hangisi yapılmaz?
 - A) İyi bir yağlama sistemi olmalıdır.
 - B) Yüzeyleri hassas işlerin sürtünme direnci azaltılmalıdır.
 - C) Yüzeyleri sertleştirilmelidir.
 - D) Yüzeyler nikelajlanmalıdır.
 - E) Yüzeyleri yumuşak olmalıdır.
5. Millerin uç kısımlarından değil de arada bir yerinden yataklanarak döndürülmesinin sağlandığı muylular aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Ara muylu
 - B) Taraklı muylu
 - C) Küresel muylu
 - D) Yuvarlak muylu
 - E) Konik muylu
6. Üzerinde taşıdıkları dişli çark, kavrama, kasnak, volan gibi hareket elemanları ile dönerken güç ve hareket ileten, aşınmaya, burulmaya ve eğilmeye zorlanan yataklandırılmış silindirik makine elemanları aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Dişli
 - B) Kavrama
 - C) Mil
 - D) Muylu
 - E) Yatak
7. Millerin yatak içinde yuvarlanarak dönmelemlerini sağlayan kısımları aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Dişli
 - B) Kavrama
 - C) Mil
 - D) Muylu
 - E) Yatak
8. Bu muylularda tesir eden kuvvet ve ağırlıklar muylu eksenine paraleldir. Dolayısı ile mil yataya dik olarak çalışır. Kuvvet mile dik olarak etki eder. Yukarıda tanımı yapılan muylu aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Dayanım muylusu
 - B) Taraklı muylu
 - C) Küresel muylu
 - D) Yuvarlak muylu
 - E) Konik muylu
9. Özel amaçlara uygun olarak içi boşaltılmış olan içi boş millerin yapılış amacı aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Ucuz olması
 - B) Dayanıklı olması
 - C) Hafif olması
 - D) Uzun olması
 - E) Ağır olması
10. Genel olarak millerin üzerine kasnaklar, dişli çarklar, volanlar, kam gibi makine elemanları takılarak görevlerini yapar. Bu makine elemanları millere aşağıdakilerden hangisi ile bağlanmaz?
 - A) Civata ve somun
 - B) Civata ve somun
 - C) Kamalar
 - D) Perçin
 - E) Setskur

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

11. Çok fazla zorlanan, vuruntulu çalışmanın olduğu yerlerde ve ağır işler için en uygun yatak çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Fıçı makaralı
B) İğne makaralı
C) Silindirik makaralı
D) Üçgen makaralı
E) Konik makaralı
12. Aşağıdakilerden hangisi yuvarlamalı yatakların üstünlüklerinden değildir?
- A) Yuvarlanmalı yataklar kaymalı yataklara göre pahalıdır.
B) Darbelere karşı dayanıksızdır.
C) Sarsıntılı ve darbeli yükler için standart biyeli tipler güvenli değildir.
D) Nispeten ağırdır.
E) Yağ kullanmaya gerek yoktur.
13. Yataklar teknolojinin birçok alanında kullanılmaktadır. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi bu alanlardan değildir?
- A) Elektrik motorları
B) Gıda sektöründe
C) Hadde makineleri
D) Raylı taşıtlar
E) Gemiler
14. Makinelerde hareket iletmek için kullanılan miller mutlaka yataklanmalıdır. Aşağıdakilerden hangisi yatak kullanma sebeplerinden değildir?
- A) Makinenin gücünü
B) Makinenin kapasitesini
C) Makinenin verimini
D) Makinenin verimi
E) Makinenin kullanım amacı
15. Aşağıdakilerden hangisi hidrodinamik yağlamalı yatakların kısımlarından değildir?
- A) Flanş
B) Destek çelikleri
C) Kapak
D) Montaj tırnağı
E) Yağ kanalı
16. Dönen ve doğrusal hareket altında kuvvet ve hareket ileten mil, aks ve tabla gibi elemanların aksenel ve radyal yöndeki kuvvetleri taşıyan ve destekleyen elemanlar aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Dişli
B) Kasnak
C) Mil
D) Muylu
E) Yatak
17. Kayma dirençli yatakların yapıldığı malzemeler aşağıdakilerden değildir?
- A) Çelik döküm
B) Bronzlar
C) Beyaz metal
D) Çinko
E) Gözenekli metal
18. Yatak seçiminde hangisi kullanılış yerleri önemlidir. Aşağıdakilerden seçeneklerden hangisi dikkate alınmaz?
- A) Fiyatı
B) Hızı
C) Taşıyacağı kuvvet
D) Kapladığı yer
E) Dayanımı
19. Örtülü ve kapaklı rulmanlı yatakların yapımı esnasında konulan yağ çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Hidrolik yağ
B) Sentetik yağ
C) Gres yağı
D) İnce yağ
E) Sıvı yağ
20. Kaymalı yataklar kullanılış yerlerine göre gruplandırıldığında aşağıdakilerden hangisi bu yataklardan birisidir?
- A) Yağlamasız kaymalı yataklar
B) Aksenel yataklar
C) Hidrodinamik yağlamalı yataklar
D) Yağlamasız yataklar
E) Hidrolik yağlamalı yataklar

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

21. Döner hâldeki bir parçanın hareketini aynı eksen üzerinde bulunan diğer bir parçaya iletmek veya iletilmekte olan bu hareketi istendiği zaman durdurmak amacıyla kullanılan tertibata verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Diferansiyel
- B) Dişli
- C) Kavrama
- D) Moment
- E) Vites kutusu

22. Kadran kavramalarla hareket iletilen iki mil arasındaki açı kaç derecedir?

- A) 3-5
- B) 4-6
- C) 2-4
- D) 1-3
- E) 5-7

23. Sabit kavramalar günümüzde teknolojik alanların bir çoğunda kullanılmaktadır. Aşağıdakilerden hangisi bu alanlarda değildir?

- A) Ölçüm sistemler
- B) Tekstil makineleri
- C) Takım makineleri
- D) Arıtma teknolojisi
- E) Isıtma sistemlerinde

24. Aşağıdakilerden hangisi hidrodinamik kavramaların üstünlüklerinden değildir?

- A) Kontrol edilmeleri zordur.
- B) Tatlı ve vuruntusuz çalışır.
- C) Düzgün hızlanır.
- D) Fazla yüklemeye karşı dayanıklıdır.
- E) Uzun ömürlüdür.

25. Hava ile kontrol edilen kavrama çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Hidrolik
- B) Pnömatik
- C) Tırnaklı
- D) Bibby
- E) Sabit

26. Esnek kavramalarda aşağıda belirtilen malzemelerden hangisi kullanılmaz?

- A) Bakır
- B) Deri
- C) Kauçuk
- D) Lastik
- E) Yay

27. Döndüreni durdurmadan ve dönüş yönünü değiştirmeden uygun bir kombinasyonla döndürülen enerji akışını kesen ya da dönüş yönünü değiştiren mekanizmalara verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Diferansiyel
- B) Tornistan mekanizması
- C) Dişli çark mekanizması
- D) Kayış kasnak sistemi
- E) Cıvata somun bağlantısı

28. Millere gelen dik ve aksenal kuvvetleri, vuru ve darbeleri yok etmeye yarayan kavrama aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Hidrolik
- B) Hidrostatik
- C) Mafsallı
- D) Flanşlı
- E) Bilezikli

29. Çevresinde cıvata delikleri bulunan plaka biçimindeki flanşlar, sıcak olarak veya hidrolik geçme ile mil uçlarına takılan kavrama çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Hidrolik kavrama
- B) Hidrostatik kavrama
- C) Mafsallı kavrama
- D) Flanşlı kavrama
- E) Bilezikli kavrama

30. Aşağıdakilerden hangisi hidrodinamik kavramanın özelliklerinden değildir?

- A) İş mili dursa bile motor çalışmaya devam eder.
- B) Düzgün hızlanır.
- C) Maliyetleri düşüktür.
- D) Fazla yüklemeye karşı dayanıklıdır.
- E) Uzun ömürlüdür.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

31. Aşağıdakilerden hangisi uzak mesafelere iletim yapan makine elemanlarından değildir?

- A) Dişli kayış
- B) Keten ip
- C) Makaralı zincirler
- D) V kayışı
- E) Zincir dişli

32. Hangi makine elemanının kullanımında kuvvet elde edilemeyen bir sistemdir?

- A) Basit makara
- B) Çıkrık Palanga
- C) Dişli çark
- D) Mil muylu
- E) Palanga

33. Yüzeyinde çok sayıda ince V kanalı olan kasnak çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Poly kayış kasnakları
- B) V kayış kasnakları
- C) Yuvarlak kasnaklar
- D) Gergi kasnakları
- E) Gergi kasnakları

34. Aşağıdaki seçeneklerin hangisinde kullanım yönünden kayışlardan beklenen özelliklerinden değildir?

- A) Aşınma direncinin yüksek olması
- B) Dönme hareketini tam olarak iletir
- C) Sürtünme katsayısının yüksek olması
- D) Esnek ve kopmaya dayanıklı olması
- E) Eksiz yani sonsuz olması

35. Aşağıdakilerden hangisi standart kayış türü değildir?

- A) Triger
- B) Yuvarlak
- C) Dişli
- D) Düz
- E) V

36. Aşağıdakilerden hangisi dikey makinesinde kullanılan bir kayıştır?

- A) Yuvarlak kayış
- B) Dişli kayış
- C) Düz kayış
- D) V kayışı
- E) Triger kayış

37. Aşağıdakilerden hangisi kayış kasnak sistemlerinin üstünlüklerinden değildir?

- A) Elemanları ucuzdur ve bulunmaları kolaydır.
- B) Birbirinden uzakta bulunan miller arasında güç ve hareket iletilebilir.
- C) Ani yüklenmelerde kayışın kaymasıyla emniyet elemanı görevi görür.
- D) Yakın mesafelerde daha verimlidir.
- E) Sessiz çalışır.

38. Miller arasındaki mesafenin uzun olduğu durumlarda döndüren mildeki güç ve hareketi bir veya birkaç kayış yardımıyla döndürülen mile iletmeye yarayan makine elemanlarına ne denir?

- A) Dişli
- B) Kasnak
- C) Kavrama
- D) Mil
- E) Muylu

39. Aşağıdakilerden hangisi yapılış şekillerine göre kasnak çeşidi değildir?

- A) Düz kayış kasnaklar
- B) V kayış kasnakları
- C) Yuvarlak kasnaklar
- D) Gergi kasnakları
- E) Zincirli kayışlar

40. TS-215 numaralı standart bir kayışın diş sayısı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 42
- B) 43
- C) 44
- D) 45
- E) 46

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

41. Aşağıdakilerden hangisi dişli çark elemanlarından değildir?

- A) Diş dibi çapı
- B) Adım
- C) Bölüm dairesi çapı
- D) Diş genişliği
- E) Diş genişliği

42. Sonsuz vidanın daha kaliteli malzemelerden yapılmasının sebebi nedir?

- A) Yataklara sıkı geçmesi
- B) Sürtünmenin daha fazla olması
- C) Hareketin kolay iletilmesi
- D) Salgılı dönmesi
- E) Farklı eksenlerde olması

43. Çok büyük güç elde edilmesi istenen sistemlerde aşağıdaki dişlilerden hangisi kullanılır?

- A) Düz konik
- B) Evolvent
- C) Daire yaylı
- D) Ok
- E) Spiralli konik

44. Düz dişlilerde kullanılan malzemeye göre çevre hızı hangi değerler arasında alınmalıdır?

- A) 2-20 m/sn.
- B) 2-25 m/sn.
- C) 2,5-20 m/sn.
- D) 2,5-25 m/sn.
- E) 2,5-30 m/sn.

45. Dişleri kesik koni şeklindeki parçanın yanal yüzeyine açılmış olan dişli çarklara verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Düz dili çark
- B) Helis dişli çark
- C) Konik dişli çark
- D) Zincir dişli
- E) Kremayer dişli çark

46. Aşağıdakilerden hangisi çalışma konumuna göre konik dişli çark çeşidi değildir?

- A) Dik çalışan
- B) Düz çalışan
- C) Açılı çalışan
- D) İçten çalışan
- E) Dıştan çalışan

47. Eksenleri birbirine paralel, aralarındaki mesafenin orta uzaklıkta olduğu bir milden diğer mile hareketi iletirken hangi dişliler kullanılır?

- A) Düz konik
- B) Zincir
- C) Daire yaylı konik
- D) Spiralli konik
- E) Konik

48. Düz dişli çarkın yapılması için temel alınan değer aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Modül
- B) Diş sayısı
- C) π sayısı
- D) Diş derinliği
- E) Adım

49. Beraber çalışacak iki dişli çarkın hangi özelliğinin ortak olması gerekir?

- A) Diş sayıları
- B) Profilleri
- C) Adımı
- D) Modülü
- E) Çapları

50. Dairesel hareketten doğrusal veya doğrusal hareketten dairesel hareket elde etmek için hangi dişliler kullanılır?

- A) Düz
- B) Zincir
- C) Kramayer
- D) Konik
- E) Helis

3. ÖĞRENME BİRİMİ

YER ALTI MADEN MAKİNELERİ



Bu öğrenme biriminde;

- Yer altı kazı ve yükleme makineleri,
- Yer altı yükleme makineleri,
- Yer altı nakliyat makineleri,
- Yer altı maden ocaklarındaki kuyular, vinçler, varageller, kullanılan makine ve yardımcı donanımlar,
- Yer altı sondaj makineleri

ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak bu makine ve donanımların özelliklerini ve çalışma prensiplerini öğreneceksiniz.



TEMEL KAVRAMLAR

- Kazı ve yükleme
- Nakliyat
- Sondaj
- Yükleme
- Yardımcı donanım

KONULAR

- 3.1. YER ALTI KAZI VE YÜKLEME MAKİNELERİ
- 3.2. YER ALTI YÜKLEME MAKİNELERİ
- 3.3. YER ALTI NAKLİYAT MAKİNELERİ
- 3.4. YER ALTI MADEN OCAKLARINDAKİ KUYULAR, VİNÇLER, VARAGELLER, KULLANILAN MAKİNE VE YARDIMCI DONANIMLAR
- 3.5. YER ALTI SONDAJ MAKİNELERİ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Tarla sürme ile yer altı kazı işlemleri arasında bir benzerlik var mıdır? Düşüncelerinizi belirtiniz.
2. Sizce maden makineleri neler olabilir?
3. Çevrenizde maden ocakları var mı? Burada hangi makinelere rastladınız?

Madencilik Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Kurallarının Önemi

Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığının 2018 yılı çalışma hayatı istatistiklerine incelendiğinde iş kazalarının en çok inşaat, madencilik ve taş ocakları gibi iş kollarında meydana geldiği görülmektedir.

Madencilik sektöründe kullanılan makinelerin birçoğunun inşaat sektöründe de kullanıldığı düşünüldüğünde, iş sağlığı ve güvenliğinin çok önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Madencilik sektöründe çalışan bir kişinin dikkat etmesi gereken kurallar şöyledir:

- İş öncesinde kolye, yüzük (yer altında bulunan kömür işletmelerinde çakmak, cep telefonu ve benzeri yanma patlama tehlikesi bulunan maddeler dahil) gibi aksesuarlarını çıkarır.
- Yapacağı işlere göre talimatlara uygun kişisel koruyucu donanımlarını (özel koruyucu gözlük, toz maske, baret, burun koruyuculu güvenlik botu/çizmesi, oksijenli ferdi kurtarıcı maske, reflektif iş kıyafeti gibi) kullanır (Görsel 3.1).
- İş yerinde bulunan uyarıcı işaret ve levhalara uygun hareket eder.
- Acil durumlarda acil durum prosedürlerini tam ve doğru olarak uygular.
- Yapılan işlemlerde çevre koruma gerekliliklerini dikkate alarak çalışır.

30 Haziran 2012 tarihli Resmî Gazete’de yayınlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, kişisel koruyucu donanımların iş yerlerinde kullanılması konusunda Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği ve Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik hükümlerine uyulmalıdır.



Görsel 3.1: Koruyucu iş kıyafetleri giymiş madenci

3.1. YER ALTI KAZI VE YÜKLEME MAKİNELERİ

El ile yapılan kazı işlerinin maliyetli ve verimsiz olmasından dolayı, makine ile kazı işleri, özellikle kömür işletmelerinde geniş uygulama alanı bulmuştur. Madencilikte makinelerin kullanımı 19. yüzyılın başlarında elektrik enerjisinin yeraltına girmesi ile hız kazanmıştır.

Yer altı madenciliğinde kazı işlemleri **klasik kazı** ve **mekanize kazı** olmak üzere ikiye ayrılır. **Mekanize kazı**, kayaç ortamının makineler aracılığı ile kazılıp bir nakliyat sistemine yüklenmesi işlemi olarak tanımlanabilir.

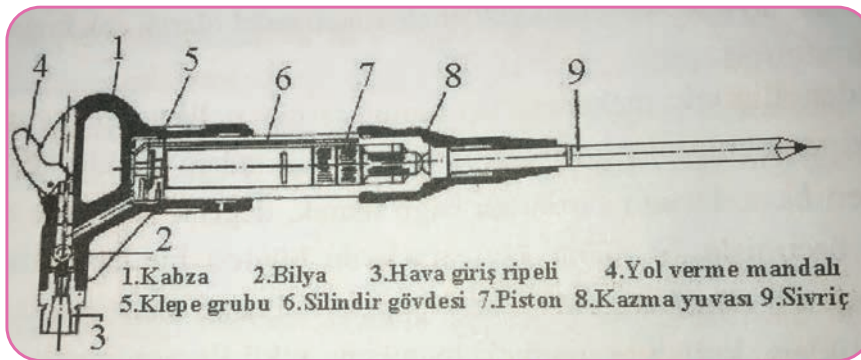
3.1.1. Martopikör

Basıncı hava ile çalışan ve madenciliğin üretim aşamasında kullanılan bir kazı ekipmanıdır. Martopikör, kazıcı ucun basınçlı hava yardımıyla hareketinin sağlandığı makineleşmiş bir kazıdır (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Martopikör kullanan madenci

Çalışma prensibi şöyledir: Tokmak görevini yapan piston, bir silindir içinde serbestçe hareket eder. Pistona bağlı kazıcı uç keski görevini görür. Uç kısım sivri veya yassı olabilir. Pistonun ileri geri hareketini sağlamak için basınçlı havanın yönünü değiştiren bir valf bulunur. Martopikörü tutmak üzere sap ve basınçlı hava mandalı vardır. Pistonun her vuruşunda meydana gelen enerji kazıcı uca iletilmekte ve kazı işi sağlanmaktadır (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Martopikör kesit görünüşü

Orta ağırlıktaki (8-10 kg) bir martopikörün çalışması için 4-6 atm (atmosfer) basınca ihtiyaç vardır. Darbe sayısı 700-1000 adet/dakikadır. Orta ağırlıktaki bir martopikörün hava tüketimi 0,7-1 m³/dk.dir. Martopikörlerle yapılan çalışma esnasında oluşan tozu bastırmak için su püskürten tipleri de yapılmıştır.

Martopikör kullanımı esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.1.2. Hidrolik (Darbeli) Kırıcılar

Hidrolik kırıcılar, hidrolik enerjinin darbe enerjisine dönüşmesini sağlayarak çalışır. Genelde paletli veya lastik tekerlekli araçlara monteli şekilde kullanılır. Yumuşak ve orta sert kayaların kazısında başarı ile kullanılması, ilk yatırım maliyetlerinin düşük oluşu ve bakım onarım masraflarının daha az olması nedeni ile diğer kazı makinelerine kıyasla kendilerine daha geniş kullanım alanı bulmuştur. Bu avantajlar sayesinde darbeli kırıcılar inşaat ve madencilik sektörlerinde başarı ile kullanılmaktadır. Darbeli kırıcılar, galeri ya da tünel açım işlerinde kullanılmaktadır. Bu tip kırıcılar genellikle yumuşak ya da orta sert kayaların kazısında kullanılır (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Hidrolik (darbeli) kırıcı

Darbeli kırıcının kazı performansını arttırabilmek için kazı işlemi sırasında jeolojik süreksizlerden kazı yapılmalı ve kırıcı gaga aynaya dik şekilde tatbik edilmelidir. Ayrıca kırıcı ile boş darbe yapılmamalı, kırıcı çalışırken taşıyıcı kol oynatılmamalı, kırıcı uç aynı noktaya 30 saniyeden fazla vurmamalı, tavsiye edilen yağlama süresine uyulmalı, vuruş adedinde düşme olursa veya basınç hortumları anormal derecede titresemeye başlarsa kırıcı hemen durdurulmalı, kırıcı dik olarak ve taşıyıcı kol ile bastırılarak kullanılmalıdır.

Darbeli kırıcının kullanımı esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.1.3. Potkabaç Makinesi

Potkabaç makinesinde, damar içine doğru uzanan bir kol üzerinde hareket eden bir zincir ve bu zincire belli bir düzene göre dizili kesici elmas dişler vardır (Görsel 3.5). Zincirin dönmesi ve makinenin de ayak içinde ilerlemesi ile damarda bir yarık açılmakta yani potkabaç çekilmektedir. Bu yarık sayesinde damar içinde yeni serbest yüzeyler meydana gelmekte, bu da üretimi kolaylaştırmaktadır. Kol adedi ihtiyaca göre iki veya daha fazla olabilmektedir.

Bu makine elektrikle veya pnömatik (basıncı hava) sistemler yardımı ile çalışmaktadır. Tabanda, kızak üzerinde veya oluk üzerinde hareket eder. Kullanılırken damar eğiminin de büyük etkisi vardır. Yatayda en uygun 0°-25° arasında eğimde çalışır.

Potkabaç makinesi, ayak verimini yükseltmek ve kazıya yardımcı olmak amacı ile genellikle kömür ocaklarında kullanılmaktadır. Kazılan kömürün oluğa yüklenmesi kürekle yapılırken sonraları bu yükleme işi de potkabaç makinesi ile yapılmak istenmiştir. Bu yöndeki çalışmalar bugünkü kesici-yükleyicilerin yapımı ile neticelenmiştir.

Potkabaç makinesi kullanımı esnasında, sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.



Görsel 3.5: Potkabaç makinesi

3.1.4. Sabanlar

Saban, kazı arını boyunca tarlada çift sürer gibi kesici bir uç ile kömürün kazılması fikrinden doğmuştur. İlk saban uygulaması 1937 yılında Almanya'da kömür ocaklarında kullanılmıştır.

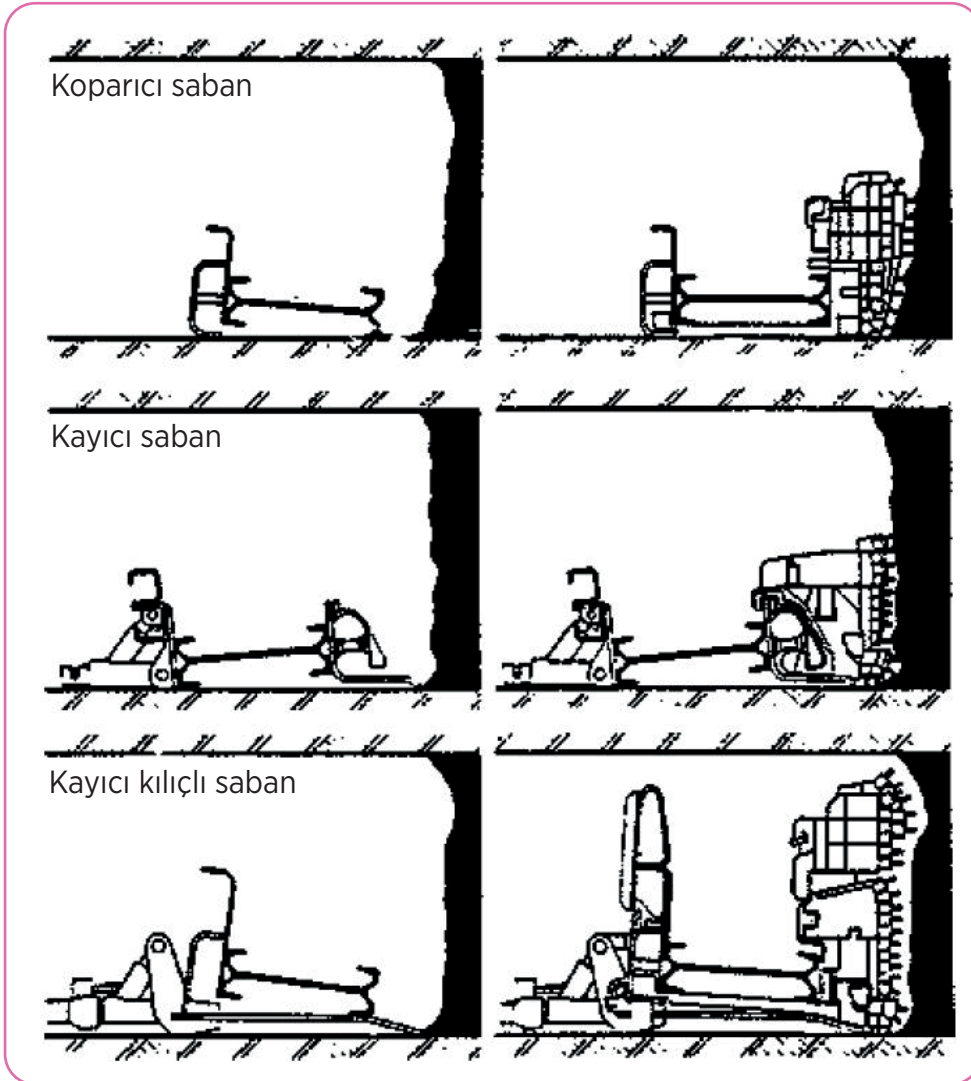
Sabanların kazı prensibi, iki tahrik ünitesi arasında gerilmiş olan zincire bağlanan sabanın, arın boyunca gidip gelirken damardan ince dilimler sıyırması esasına dayanır (Görsel 3.6).

Her iki uçta yer alan ana ve yardımcı tahrik üniteleri, sabanı 35-125 m/dk. hızla hareket ettirir. Kesme işlemi sırasında saban, ayak konveyörünün göçük tarafına bağlı hidrolik silindirlerle arına bastırılır. Tahrik motorlarından sisteme verilen gücün % 30-60'ı kesme ve yükleme işinde kullanılmakta, geri kalanı sürtünme kuvvetlerinin yenilmesinde kullanılmaktadır.

Sabanlı kazı, yumuşak ile orta sert kömürler için daha uygun olmasına karşın günümüzde sert kömürlerde de rahatlıkla kullanılabilir. Teoride 0,5-3 m arasındaki damar kalınlıkları saban ile kazıya uygundur fakat ekonomik ve teknik sebeplerden dolayı 0,5-1,8 m uygulama aralığı seçilmektedir.

Saban kullanımı esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

Koparıcı, kayıcı ve kayıcı kılıçlı saban en sık kullanılan sabanlardır.



Görsel 3.6: Bazı saban türlerinin uygulamaları

3.1.4.1. Koparıcı Saban

İnce, yumuşak ve orta sertlikteki damarlar için geliştirilmiştir (Görsel 3.7). 0,5-3 m damar yüksekliği ve 54° açılı eğime kadar uygulanabilmektedir. Koparıcı sabanın tabanı, konveyör altında hareket eden çelik bir levhaya tutturulmuştur. Sağlam taban taşında ve düşük dayanımlı kömürlerde uygundur. Göçük tarafındaki zincirlere ulaşım daha kolay olduğu için ince damarlarda daha verimlidir.

Koparıcı sabanın en önemli özelliği, sonsuz zincirin ve saban motorlarının konveyörün ayak arkasına bakan kısmına yerleştirilmiş olmasıdır. Saban gövdesine bağlı menteşeli bir taban plakası, konveyörün altından geçerek diğer kenarda çekme zincirine bağlanmaktadır. Çekme ve dönüş zincirleri, konveyör kenarına bağlı kapalı kanallar içinde hareket etmektedir.

Koparıcı saban sisteminde, taban kazı seviyesinin korunması daha başarılı olurken ayrıca az sayıda kesici de kullanılır. Böylece arına uygulanan kuvvet daha büyük olmaktadır. Koparıcı sabanın boyutları diğer tiplere göre daha küçüktür ve arın tarafındaki gövdesi daha dardır. Böylece daha küçük, tahkimatsız bir alanda kazı yapabilmekte ve zayıf tavan şartları için önemli bir üstünlük sağlamaktadır.

Ülkemizde verimli olarak ilk koparıcı saban uygulaması 1983 yılında Orta Anadolu Linyitleri İşletmesinde (Çayırhan/Ankara) kullanılmıştır.

3.1.4.2. Kayıcı Saban

Koparıcı saban sistemindeki sürtünme kayıplarını en aza indirmek için kayıcı saban sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde, konveyörün altından kömür arınına kadar uzanan çelikten yapılmış eğimli bir taban plakası bulunmaktadır. Saban bu plaka üzerinde kayarak hareket etmektedir. Sabanı çeken zincir de bu plaka içinde oluşturulan kanallar içinde hareket etmektedir. Böylece sürtünme için harcanan kuvvet azaltılarak kesmeye daha fazla kuvvet sağlanmış ve daha sert kömürlerin kesilmesi mümkün olmuştur.



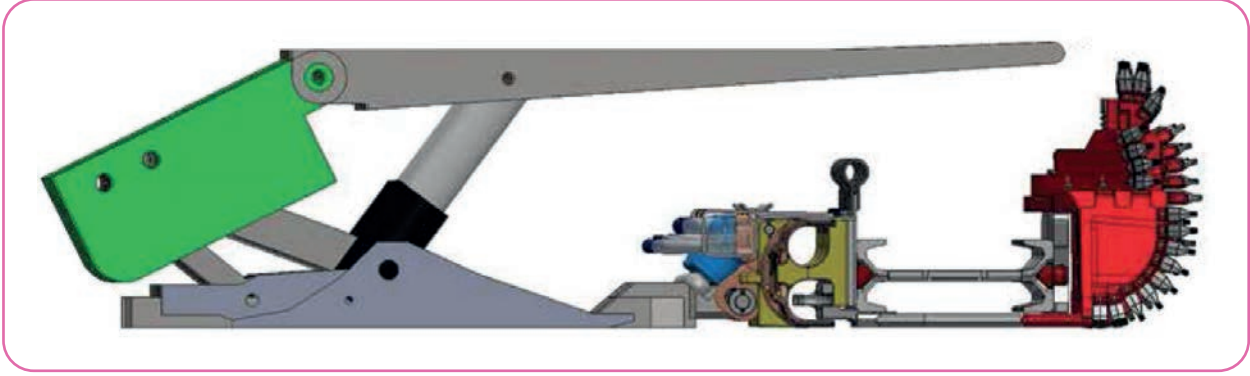
Görsel 3.7: Koparıcı saban (sol) ve kayıcı saban (sağ)

Saban üzerinde en altta bulunan ayarlanabilir alt kesiciler ve taban plakasına baskı yaparak arına doğru iten hidrolik pistonlar sayesinde, kesme derinliği kontrol edilebilmektedir. Ayrıca saban geçişinde oluşun kalkmaması gibi avantajları bulunmaktadır.

Bu iki sabanın en önemli farkları kayıcı sabanda, sabanı çeken zincir arın tarafında ve aynı zamanda konveyörün üzerinde hareket ederken koparıcı sabanda, sabanı çeken zincir ve saban motorları göçük tarafındadır. Saban, konveyörün altındaki taban plakası üzerinde hareket etmektedir.

3.1.4.3. Kayıcı Kılıçlı Saban

Kayıcı kılıçlı saban, koparıcı ve kayıcı saban sistemlerinin özellik ve avantajlarını birleştiren bir sabandır. Bu sistemde, konveyörün altından kömür arınına kadar uzanan bir kayma plakası bulunmaktadır. Bu kayma plakasının ucu, kömür arınına dayanarak kayıcı sabanda olduğu gibi belirli bir derinlikte kesme yapılmasını sağlamaktadır (Görsel 3.8). Koparıcı sabanda olduğu gibi saban gövdesine bağlı bir taban plakası, konveyör altı ile kayma plakası arasında kaymaktadır. Sonsuz zincir konveyörün ayak gerisine bakan kısmındaki kanallar içinde hareket etmektedir.



Görsel 3.8: Kılıç tipi sabanın mekanize bir şekilde kullanılması

3.1.5. Galeri Açma Makineleri (Roadheader)

Kollu galeri açma makineleri olarak da anılmaktadır. Genellikle yumuşak ve orta-sert olan kayaların kazısı için kullanılan bu makineler, madencilik sektöründe üretim amaçlı, tünellerde kazı amaçlı olarak kullanılır.

Bir galeri açma makinesinde istenen standart özellikler şunlardır:

- Kazı işini yapmak.
- Kazılan pasayı yükleyerek uygun bir nakliyat donanımına aktarmak.
- İleri doğru hareket etmek.

Galeri açma makineleri, kol (boom), kesici kafa ve yükleme ünitesinden oluşmaktadır.

Kol (Boom): Galeri açma makineleri sabit veya teleskobik kollu olabilmektedir. Teleskobik kol özellikle yumuşak tabanlarda avantajlı olmaktadır. Kılavuz kazı sırasında makineyi yürütmeden, teleskobik kol ile kılavuz kazının yapılması mümkündür.

Kesici Kafa: Kollu galeri açma makineleri kol eksenine paralel (axial) ve kol eksenine dik (transverse) olmak üzere ikiye ayrılır.

Yükleme Ünitesi: Galeri açma makinelerinde kazılan malzemeyi yüklemek üzere makine önünde bir yükleme ve taşıma ünitesi mevcuttur. Makinenin tipine göre paletli konveyör, çift zincirli paletler, yıldız çarklar, yengeç kolları, yükleyici kollu, yükleyici diskli veya yükleyici kanatlı gibi çeşitleri bulunmaktadır. Yengeç kollar kaba ve iri malzemelere uygunken yıldız çarklar ince malzemelerin yüklemesinde kullanılır. Zincirli paletler ise her iki koşulda kullanılmaktadır.

Kollu makinelerde genellikle formasyon özelliklerine bağlı olarak ek donanımlara ihtiyaç duyulur. Kollu galeri açma makinelerinin altında bulunan hidrolik sistemler ve besleyicinin manevraları sayesinde makineyi sabitlemek veya yükseltmek mümkün olmaktadır. Kesici kafada zemine göre farklı keski uçları ve çeşitli kesici kafa tasarımları kullanılabilir. Kesim sırasında oluşan tozu yönetilebilir seviyede tutmak için toz bastırıcı sistemleri de adapte edilmektedir. Çelik tahkimat yerleştirilmesi için çelik tahkimat kaldırma, kaya saptaması uygulaması için delici jumbo, insan çalışma platformu eklentileri de galeri açma makinelerine yerleştirilebilmektedir. Galeri açma makine üreten firmalar, kendi makinelerine özel kazı performansları tabloları sunmaktadır.

Kollu galeri açma makinelerinin çalışma prensibi, dalma ve kesme olmak üzere iki gruba ayrılır. Kesme periyodunun en zor işi olarak adlandırılan dalma işlemi, kesici kafanın arına dayanması ve dönmeye başlaması ile başlar. Kazı yüzeyi masif değilse ve süreksizlik içermiyorsa kesici kafaya etki eden kuvvetler yüksektir. Kesme işlemi ise kazı yüzeyinde oluşan derinliğin tüm kazı yüzeyi boyunca genişletilmesidir. Kesme işleminde harcanan enerji, dalma işleminde harcanan enerjiden daha azdır. Bunun nedeni dalma işlemi ile arında serbest bir yüzeyin oluşmuş olmasıdır.

Galeri açma makinelerinin kullanımı esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.1.5.1. Kol Eksenine Paralel Galerî Açma Makineleri

Bu tip makinelerde kesici kafa küçüktür (Görsel 3.9). Ana kesme kuvveti yanlara doğru uygulanmakta olup, kesilen malzeme arına paralel olarak atılmaktadır. Bu makinelerde kesici kafalar silindirik, konik, küresel veya bunların kombinasyonları biçiminde olabilmektedir.

Silindirik ve küresel kafaların dezavantajı, kesici kafayla sağa sola doğru yapılan kesme işlemi sırasında, yan mahmuzlar galeri yan duvarına erişemediğinden tam bir güç alamaz. Ayrıca kesilen malzeme yana doğru atılacağından tekrar yüklenmesi gerekir ve bu da zaman kaybına neden olur.



Görsel 3.9: Kol eksenine paralel galerî açma makinesi

3.1.5.2. Kol Eksenine Dik Galerî Açma Makineleri

Bu makinelerde arına paralel bir eksen etrafında dönen, tek veya çift kafa bulunmaktadır (Görsel 3.10). Ana kesme kuvveti yukarıdan aşağıya doğru kafanın dönüşü ile sağlanmakta, buna kolun aşağı doğru uyguladığı hidrolik güç yardımcı olmaktadır. Kesilen malzemenin büyük çoğunluğu (%80'i) doğrudan öndeki yükleyicinin üzerine atılmaktadır.



Görsel 3.10: Kol eksenine dik galerî açma makinesi

Kol eksenine dik galeri açma makinelerinin bazı dezavantajları vardır. Bu makineler kesim esnasında galeri iç yüzeyinde dalgalı bir kesit oluşturur. Makine paletleri dalgalı yüzeye tam oturmadığı için makine zorlanır, titreşim artar ve makinede arızalar oluşur. Ayrıca bu kazılan fazla alanın da çimentolanması gerekeceğinden yine maliyeti artırıcı bir etkisi olacaktır.

Arına paralel kesici kafalı makinelerle 130 MPa'a (megapaskal) kadar basınç dayanımına sahip kayalar kazılabilirken arına dik kesici kafalı makinelerle daha yumuşak kayalar kazılabilmektedir. Böylece daha düzgün tünel yüzeyleri ortaya çıkarılabilmektedir.

3.1.5.3. Çift Kollu Galeri Açma Makineleri

Çift kollu galeri açma makinelerinin çalışma prensibi, kol eksenine paralel galeri açma makineleri gibidir. Bu makinelerde bir yerine iki adet kol ve kesici kafa ünitesi vardır. Her iki kesici kafa da kol eksenine paraleldir. Bu makineler daha ağır olmakta ve dolayısıyla toplam güç ve kesici kafa gücü de fazla olmaktadır.

3.1.5.4. Sürekli Yeraltı Kazıcıları (Continuous Miner)

Kömür madenciliğinde toz ve gürültü problemlerini engelleyebilmek için geliştirilmiş mekanize kazı yapabilen makinelerdir (Görsel 3.11). Özellikle kömür, fosfat ve potas cevherlerinin kazısında kullanılmaktadır. Sürekli yeraltı kazıcıları yapısal olarak kollu galeri açma makinelerine benzetilmektedir.

Bu makineler, kola monte edilmiş silindirik tambur ile arını yukarıdan aşağıya doğru tarayarak keser. Kesilen malzeme öndeki yükleyiciye atılmaktadır.

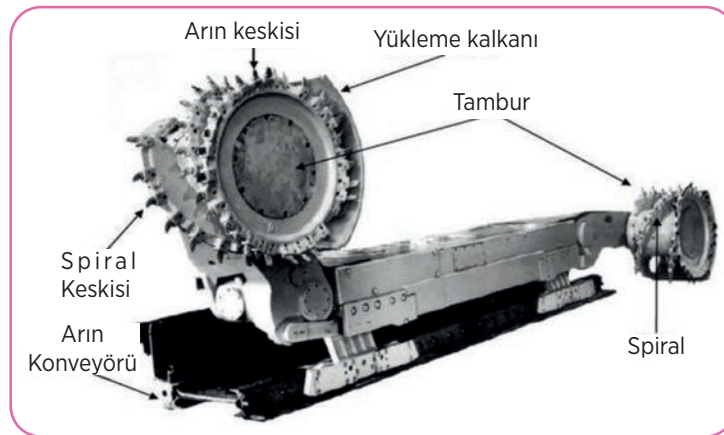
Yükleyici, kesilen malzemeleri sürekli yüzey kazıcıların arkasında bulunan başka bir nakliyat aracına nakleder.



Görsel 3.11: Sürekli kazıcı makine

3.1.6. Tamburlu Kesici Yükleyici Makineler

Tamburlu kesici-yükleyici makineler, üzerlerinde bulunan tamburlar ile kazı yapan ve kazılmış olan kömürü aynı tamburlar ile zincirli konveyöre yükleyen kazı makineleridir. Üzerlerinde bulunan tambur sayısına göre **tek tamburlu** ya da **çift tamburlu kesici yükleyici makineler** olmak üzere ikiye ayrılır. Tek tamburlu makineler ilk model olup genellikle kazı işleminin tek yönde yapıldığı ve damar kalınlığının sabit olduğu koşullarda kullanılmaktadır. Günümüzde genelde L tipi çift tamburlu ve çift yönlü kazı yapabilen tamburlu kesici yükleyici makineler kullanılmaktadır (Görsel 3.12).



Görsel 3.12: L Tipi kesici yükleyici makine ve bölümleri

Çift tamburlu kesici yükleyicilerin tek tamburlu kesici yükleyicilere göre birtakım üstünlükleri vardır (Görsel 3.13). Bunlardan en önemlisi makinenin arındaki malzemeyi arın yüksekliği ölçüsünde bir defada kesebilmesidir. Bu sayede yüksek kazı verimi ve üretim hızı elde edilebilmektedir. Kazı hızının yüksek olmasından dolayı tavan koşulları bu durumdan olumlu etkilenmekte, tahkimata da daha az yük binmektedir. İkinci önemli avantajı ise tahkimatın makinenin hemen arkasından yapılabilmesidir. Üçüncü avantajı ise ayak başında ve kuyrukta zincirli konveyör ünitelerinin gereksinim duyduğu ceplerin bu tamburlar yardımıyla açılabilir olmasıdır.

Tamburlu kesici-yükleyici makinelerin kullanımı esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.



Görsel 3.13: Kesici yükleyici makinenin kömür madenindeki uygulaması

3.1.7. Tam Cepheli Tünel Açma Makineleri

Madencilik ve inşaat sektöründe yer altı yapılarının önemi her geçen gün artmaktadır. Büyük şehirlerde elektrik, su, kanalizasyon, telefon, doğal gaz ve metro tünelleri gibi yer altı yapıların açılması sırasında, çevreye ve yer üstünde yapılara zarar vermemesi için kullanılacak kazı yönteminin seçimi önemlidir.

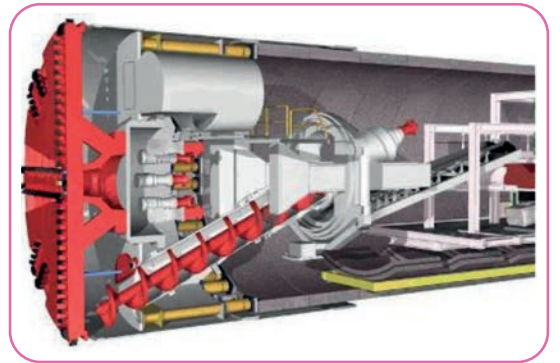
Daire kesitli kazı yapan tünel açma makineleri (Tunnel Boring Machine-TBM) farklı jeolojilerde, sert kayaç ile kum arasında kalan neredeyse tüm zeminlerde çalışabilmektedir. Tünel çapları bir metreden on beş metreye kadar çeşitlilik sergilemektedir.

Kesici kafa ve keski tipleri; sert, orta sert, yumuşak ve akıcı formasyonlar için kullanılır. Makine dengeleme sistemleri, tahkimat sistemleri, çıkarılan pasayı taşıma sistemleri çeşitli yönlerden farklılıklar göstermektedir. Açılacak yer altı boşluğu boyunca geçilecek formasyonların önceden tespiti, kullanılacak makinenin seçiminde en önemli faktörlerden biridir.

Tam cepheli tünel açma makinelerinin kullanımı esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.1.7.1. Tünel Açma Makinelerinin Genel Özellikleri

Tünel açma makineleri genel olarak kesici kafa, itme silindirleri, yönlendirme silindirleri, kilitleme pabuçları (gripper), kesici kafayı döndüren motorlar ve beton tahkimat elemanlarını yerleştiren erktörlerden oluşmaktadır (Görsel 3.14). Tünel açma makinelerinin destek donanımları da vardır. Bu kısımda hidrolik güç üniteleri, elektrik trafoları, tavan civataları için delici, havalandırma fanları, pasa nakliyatı için bant konveyör ve vagonlar bulunmaktadır.



Görsel 3.14: Tünel açma makinesinin kesit görünüşü

Genel olarak yumuşak zemin ya da kayalarda ripper dişler ve kalem keski kullanılır. Kompleks zeminlerde ise kesici kafa, ripperler ve disk keski kullanılır. Sert zeminlerde ise kesici kafada sadece disk keski kullanılır.

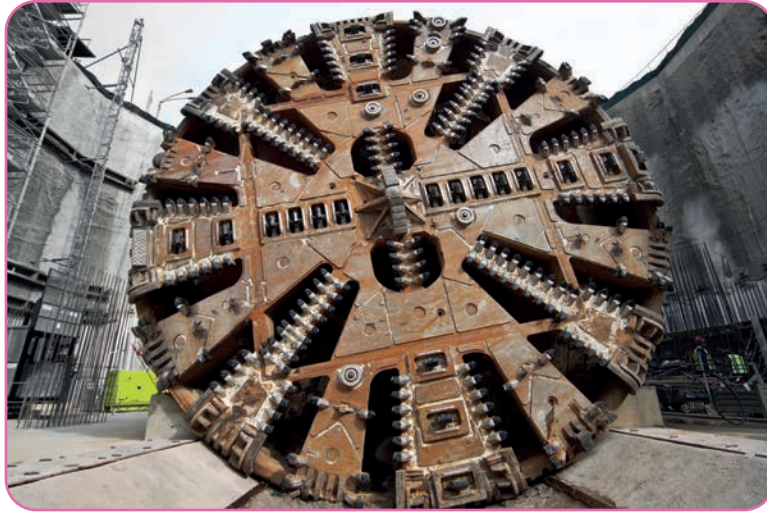
Tam cephe tünel açma makineleri çalıştıkları formasyonlara göre sınıflandırılır. **Sert kaya** ve **yumuşak formasyonlar** olmak üzere iki ana sınıf mevcuttur. Sert formasyondan, yumuşak formasyona doğru gidildikçe tam cephe tünel açma makineleri yapısal açıdan önemli ölçüde değişim gösterir (Görsel 3.15).

Tam cephe tünel açma makineleri şu şekilde sınıflandırılır:

- Sert kaya tünel açma makineleri
- Şiltsiz tünel açma makineleri
- Tek şiltli tünel açma makineleri
- Çift şiltli tünel açma makineleri
- Yumuşak zemin tünel açma makineleri
- Arazi dengeleme makineleri
- Çamur şiltli tünel açma makineleri

Tam cephe tünel açma makineleri, arının tüm yüzeyini keski ile kavrar ve kazı yapar. Kazma işleminin oluşabilmesi için iki önemli kuvvet vardır. Birincisi arına dik olarak itilen kesici kafadır, ikincisi ise itme kuvvetinin uygulanması sırasında kafanın dönmeye başlayarak moment oluşturmasıdır. Bu iki kuvvet ile kazı olayı gerçekleşmektedir. Arından kazılan pas, kesici kafa üzerinde bulunan kanatçıklar tarafından kesici kafa arkasındaki hazneye aktarılır. Hazne içerisinde bulunan konveyörle çıkan pasın nakli gerçekleştirilir.

Tam cephe tünel açma makinelerinin kesici kafa ve keski tasarımları, makinelerin çalışacakları formasyona göre değişmektedir.



Görsel 3.15: Tünel açma makinesinin önden görünüşü

ETKİNLİK

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte tüketim ihtiyaçlarımız değişmekte ve istediğimiz ürüne ulaşım daha da kolay olmaktadır. İsteklerin kolay ulaşılabilir olması tutumluluğu ortadan kaldırmıştır.

Okulunuzda ve evinizde tutumlulukla ilgili yaptığınız çalışmalarını görsellerle destekleyerek arkadaşlarınızla paylaşınız.



UYGULAMA-1



Yer altı kazı ve yükleme makineleri ile ilgili broşür hazırlayınız.

Broşürü hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Broşürde yer altı kazı ve yükleme makinelerinden en az dört tanesi tanıtılmalıdır.
- Broşürde yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Broşürde yer alan yeraltı kazı ve yükleme makineleri ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensiplerine yer verilmelidir.
- Broşür için bir A4 kâğıdının iki yüzü de kullanılmalıdır.
- Broşürün değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Broşür en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kâğıdın iki yüzü de etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmış.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamış.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmış.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamış.



UYGULAMA-2



Yer altı kazı ve yükleme makineleri ile ilgili bir sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler doğru olmalı ve “yer altı kazı ve yükleme makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Sunuda yazı, resim, tablo, grafik, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalı, dinleyicilerle göz teması kurulmalı, beden dili ve ses tonu doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 7 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/- 2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 4 dakika uymadı.

UYGULAMA-3



Yer altı kazı ve yükleme makineleri ile ilgili bir afiş hazırlayınız.

Afişi hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Afişteki bilgiler “yer altı kazı ve yükleme makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Afişte yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Afiş A3 kâğıdına hazırlanmalıdır.
- Afişin hazırlanmasında geleneksel ya da bilgisayar destekli teknikler kullanılabilir.
- Afişin değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Afiş en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kağıdın tüm yüzeyi etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmıştır.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamıştır.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmıştır.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamıştır.



3.2. YER ALTI YÜKLEME MAKİNELERİ

Madencilikte veya tünel açma işleminde delme, patlatma ya da kazma işlemi sonrası oluşan pasanın hızlı bir şekilde yüklenmesi ve nakliyesi gereklidir. Bunun için de yüksek kapasiteli yükleme ve nakliye araçlarının maksimum uyum içinde çalışması önemlidir.

3.2.1. Yükleyici Makineler

Lastik tekerlekli ya da **paletli yürüyüş sistemi ile** hareket eden modelleri vardır (Görsel 3.16). Paletli yükleyiciler, daha çok zor zemin şartlarında ve dar tünellerde tercih edilir. Tünellerde kullanılan paletli yükleyicilerin kepçe boşaltma düzenekleri farklıdır. Tünel içerisinde hareket alanının kısıtlı olmasından dolayı, normalde öne doğru devrilerek boşaltılan kepçe, bu yükleyicilerde yana devrilerek boşaltılır.

Lastik tekerlekli yükleyicilerde kepçenin boşaltılması, öne doğru devrilerek yapılır. Bunlar yer altı şartlarına göre daha dar ve alçak tasarlanmış yükleyicilerdir. Çoğunlukla elektrikle çalışır.



Görsel 3.16: Lastik tekerlekli yükleyici

Yükleyici makinelerin kullanımı sırasında, sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.2.2. Sürekli Yükleyici Makineler

Sürekli yükleyici makineler farklı nakliye araçlarına yükleme işini gerçekleştirebilir. **Lastik tekerlekli** veya **paletli** tipleri vardır. Bu makineler yükleme yapılacak malzemeyi kavrayıcı kolu ile önünde bulunan konveyöre iter, oradan da zincirli konveyör malzemeyi toplar. Yükleyici çalışma süresince adım adım ilerler. Makine, elektrik veya akü ile tahrik edilmektedir.

Sürekli yükleyici makinelerin kullanımı esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır (Görsel 3.17).



Görsel 3.17: Sürekli yükleyici



UYGULAMA-4



Yer altı yükleme makineleri ile ilgili bir afiş hazırlayınız.

Afişi hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Afişteki bilgiler “yeraltı yükleme makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Afişte yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Afiş A3 kâğıdına hazırlanmalıdır.
- Afişin hazırlanmasında geleneksel ya da bilgisayar destekli teknikler kullanılabilir.
- Afişin değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Afiş en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kâğıdın tüm yüzeyi etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmış.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamış.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmış.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamış.



3.3. YER ALTI NAKLİYAT MAKİNELERİ

Nakliyat genel anlamı ile malzemenin bir yerden başka bir yere taşınması işlemidir. Madencilikte nakliyat; cevherin kazıldığı yerden cevher hazırlama tesisine, lavvar tesisine, atık sahasına veya tüketim yerine kadar ulaştırılmasını sağlayan tüm çalışmalardır.

Madenlerde nakliyat yöntemleri, nakliyat araçlarının çalışma durumuna göre sürekli ve kesintili nakliyat olmak üzere ikiye ayrılır. Sürekli nakliyatta nakledilen malzemenin kendisi veya malzemenin üzerinde bulunduğu yüzey sürekli hareket hâlinindedir. Kesintili nakliyatta ise malzemeyi taşıyan ekipmanın dolu gidiş, boş dönüş şeklinde döngüsel hareketi söz konusudur.

Yer altında çalışma alanının darlığına ve her gün değişebilen işletme koşullarının getirdiği hareketliliğe uyma zorunluluğu vardır. Üretim yerinde, ana ve yardımcı nakliyat yollarında farklı nakliyat yöntemleri uygulamak gerekebilir. Seçilecek nakliyat yönteminin üretim kapasitesine uygun olmasına, ekonomik, basit teknoloji ve güvenli olmasına dikkat edilmelidir.

3.3.1. Bantlı Konveyör Nakliyatı

Kazılan pasanın, yükleyici ile bant sistemine yüklenmesi bantlı konveyör nakliyatını gerçekleştirir. Bantlı konveyör büyük miktarlarda yığın malzemelerin uzun mesafelere yatay ve eğimli olarak nakledilmesinde kullanılmaktadır (Görsel 3.18). Çalışma sistemi, iki tambur arasına gerdirilmiş sonsuz bir banttandır. İletilecek malzeme bir veya birkaç tambur tarafından tahrik ettirilen bu bant üzerinde taşınır. Uzun iletim mesafelerinde ve büyük kapasitelerde oldukça ucuz ve verimli bir nakliyata olanak sağladığından günümüz madencilik uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bantlı konveyörlerde -14° ile $+18^{\circ}$ eğimlerde sorunsuz nakliyat yapılabilmektedir. Bant sistemlerinin genişlikleri 300-1000 mm arasındadır. Nakliyat hızları 1-10 m/sn. arasında değişebilmektedir. Bantlar genel olarak **tekstil**, **çelik telli** ve **çelik saclı** olmak üzere üç tipe ayrılır. -20 ile $+125^{\circ}$ ortam sıcaklıklarında çalışabilir.

Bantlı konveyör nakliyatı sisteminin çalışması esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.3.2. Zincirli Konveyör Nakliyatı

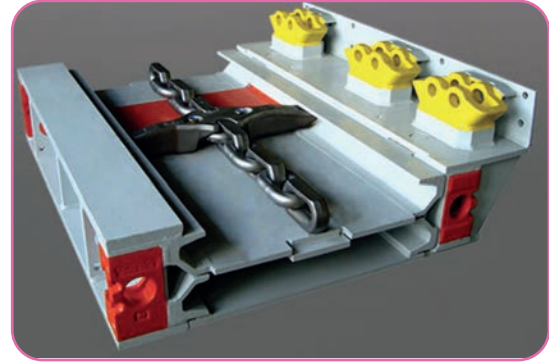
Zincirli konveyör, çelik sacdan yapılan oluk ve bu oluk içerisinde hareket eden zincirlerle birbirine bağlanmış çekme parçalarından oluşan bir nakliye sistemidir (Görsel 3.19). Yer altı kömür madenciliğinde tam mekanize kazı yöntemlerinde sıklıkla kullanılır.

Zincirli konveyör, kazıcı makinenin maksimum üretimine göre boyutlandırılabilir. Bu konveyörler 28° lik eğimlere kadar kullanılabilir (Görsel 3.20).

Elektrik motorlu redüktörler ile tahrik edilir. Bunun tehlikeli olduğu durumlarda basınçlı hava ile çalışan motorlarla da tahrik edilebilmektedir.



Görsel 3.18: Bantlı konveyör



Görsel 3.19: Zincirli konveyör



Görsel 3.20: Kömür madeninde kesici yükleyici ile birlikte kullanılan zincirli konveyör

Zincirli konveyörün avantajlı yönleri şöyle sıralanabilir:

- Her kapasitede çalışabilir.
- Güvenilirdir.
- Bakım giderleri düşüktür.
- Darbe etkilerine karşı dayanıklıdır.
- Yer altında taşınması, montajı, demontajı ve kaydırılması kolaydır.
- Kazılmış olan malzemenin yüklemesi kolaydır.

Dezavantajlı ise şöyledir:

- İlk kurulum maliyeti yüksektir.
- Arıza durumunda tüm sistem durmaktadır.

Zincirli konveyör nakliyatı sisteminin çalışması esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.3.3. Demir Yolu Nakliyatı

Demir yolu nakliyat sistemlerinin başlıca elemanları; ray, makas, balast, travers, vagon ve lokomotiflerdir. Vagonlara yüklenen malzeme raylar üzerinde nakledilmektedir (Görsel 3.21). Kullanılan vagon hacimleri çalışılan koşullara göre 1600 litre (l) ile 5000 l arasında değişebilmektedir. Kullanılan lokomotifler ise tahrik sistemine göre elektrikli, akülü, basınçlı havalı ya da dizel motorlu olabilir. Demir yolu nakliye sisteminde pratikte %3'lük eğime kadar çalışılabilir.

Avantajları

- Çok büyük nakliye kapasitelerine izin verir.
- Birçok kazı ve yükleme çeşitlerine uyumludur.
- Tahrik sistemi çeşitliliğine sahiptir.
- Diğer yöntemlere göre daha güvenlidir.
- Uzun mesafelerde çok ekonomiktir.

Dezavantajları

- Herhangi bir arızada tüm sistem durmak zorundadır.
- Boşaltma noktaları sabittir.



Görsel 3.21: Yer altında demir yolu nakliyatı

Demir yolu nakliyatı sisteminin çalışması esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.3.4. Lastik Tekerlekli Araçlarla Nakliyat

Lastik tekerlekli araçlarla oluşturulan nakliye sistemi, sabit raylara ya da geçiş noktalarına bağımlı olmaması nedeniyle son derece esnek bir sistemdir (Görsel 3.22). Bu sayede nakil hızı, yer altındaki kazı hızına ulaşabilmektedir. Bu esneklik sayesinde olası kaza veya arıza sonucu sistemin durma olasılığı en aza indirilmiştir. Bu sistemde kullanılan araçların büyük ebatlı olanları dizel, diğerleri genellikle elektrik motorludur. Dizel motorlu uygulamalarda çok iyi havalandırma koşullarına ihtiyaç vardır.

Lastik tekerlekli kamyonlar genellikle tünel kazısında kullanılan dizel motorlu araçlardır. Bu kamyonlar %10 eğimli olan tünellerde sorun yaşamadan çalışabilmektedir. Bunun yanında %25'lik eğime kadar çalışabilir. Yer altında yol koşullarına bağlı olarak 40 km/h'lik nakil hızına ulaşabilir. Kamyonların, yol koşulları ve havalandırma gibi sorunlar nedeniyle 3 km'den uzun tünellerde kullanılması ekonomik ve pratik değildir.



Görsel 3.22: Yeraltında lastik tekerlekli araçla nakliyat

Dar ve küçük yer altı şartları, nakliye yapan makinelerin en ve yükseklik ölçülerinde küçültme yapılması sonucunu doğurmuştur. Bu zaruret sonrası elektrik motorlu ve belden manevra yapma kabiliyeti olan yer altı nakliye kamyonları geliştirilmiştir.

Lastik tekerlekli araçlarla nakliyat sisteminin çalışması sırasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.3.5. Kuyu Nakliyatı

Yer altı madenciliğinin en önemli nakliyat yöntemlerinden biri de kuyu nakliyat yöntemidir. Galeri veya desandre ile yer altına giriş mümkün olmadığında, üretilen malzemenin yeryüzüne çıkarılmasında, gerekli çalışma malzemelerinin yeraltına gönderilmesinde, ocağın havalandırılmasında ve personelin ocağa giriş-çıkışında kuyular tek yöntem olmaktadır.

Diğer nakliyat yöntemleri yatay veya eğik düzlemlerde çalışırken kuyu nakliyatı dikey düzlemde çalışmaktadır. Kütleleri hareket ettirirken yer çekimi kuvveti (aşağı yönde hareket) ve sürtünme kuvveti gibi etkenler bulunmamaktadır. Bu da kuyu nakliyatının hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Kuyu nakliye sistemleri halatın bir ucunun kuyu kulesi üzerinde bulunan elektrik motoru ile tahrik edilen tambura diğer ucunun da taşıma düzeneğine (skip-kafes) bağlanması ve halatın tambura sarılarak sistemin hareket ettirilmesi esasına dayanmaktadır.

Kuyu nakliyatı sisteminin çalışması sırasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.3.6. Yer Çekimi Yardımıyla Yapılan Nakliyat

Yer çekimi kuvvetinin yardımı ile yapılan nakliyatta malzeme kendi ağırlığının etkisiyle hareket eder. Nakliyat aracı olarak sabit oluklar, helezon oluklar, sallantılı oluklar, nakliye bacaları ve platformlu sistemler kullanılır.

Yer çekimi kuvvetinin yardımı ile yapılan nakliyat sisteminin çalışması esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.3.6.1. Sabit Oluklar

Sabit oluklar yer çekimi yardımıyla taşıma yapan en basit taşıma araçlarıdır. Kazı yapılan yerlerdeki cevher veya pasa, tabanı yeterli eğimde ise taban üzerinde kendiliğinden kayar. Boyları 2 m, ağırlığı 30-40 kg/m (kilogram/metre), kalınlığı 3 mm çelik sacdan imal edilen parçaların birbirlerine zincir baklalarıyla bağlanması sonucu oluşur. Bu nakliye yönteminde taşınacak malzemenin kendiliğinden kayabilmesi için eğimin 30°den büyük olması gerekir. Sulu ocaklarda veya sulu delme uygulanan ocaklarda paslanmayı önlemek için genelde galvanize edilir. Sabit oluklar dairesel veya trapez kesitli olabilir.

3.3.6.2. Helezon Oluklar

Maden ocaklarında ara katlardaki üretimi ana nakliyat galerisine indirmeye yarar. Helezon oluklar, boş bir silindir içerisine çelik sacların helezon şeklinde kıvrılarak birbirine kaynakla eklenmesi sonucu oluşur (Görsel 3.23). Malzeme, helezon üzerinden kayarken merkezkaç kuvveti etkisi ile dış çeperlere doğru savrulur ancak helezonun dış çeperlerinin eğim açısı merkeze göre daha yüksek olduğu için malzeme belli bir hızda ilerler. Bu hız ortalama 1,5-2 m/sn. (metre/saniye) aralığındadır. Olukta tıkanmaya neden olmaması için nakledilen malzemenin fazla iri tane içermemesi gerekir.



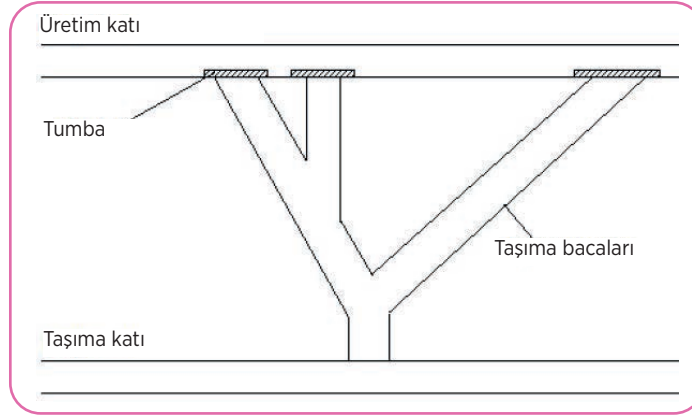
Görsel 3.23: Helezon oluk nakliyatı

3.3.6.3. Sallantılı Oluklar

Sallantılı oluklarda nakledilen malzeme, bir veya iki motorlu farklı ivmelerle ileri-geri hareket ettirilen oluk üzerinde her periyotta bir miktar ilerletilerek gerçekleştirilir. Malzeme transferinin gerçekleşebilmesi, malzeme ile oluk arasındaki sürtünme kuvvetine ve ileri-geri oluk hareketi ivmelerinin belli sınırlar içinde olmasına bağlıdır.

3.3.6.4. Taşıma Bacaları

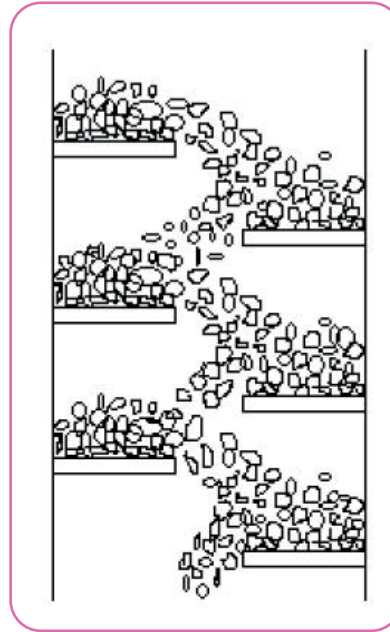
Bu nakliyat türünde malzeme, yantaş veya damar içerisinde dik veya yüksek eğimli açılmış bacalardan yer çekimi kuvvetinin etkisi ile kendi kendine kayarak bir alt kata veya ana nakliyat katına ulaştırılır (Görsel 3.24). Daha çok metalik cevher ve kömür ocaklarında dolgu malzemesi naklinde kullanılır. Bacaların boyutu en büyük malzeme boyutunun en az üç katı kadar olmalıdır. Bacada tıkanma olmaması için girişe ızgara yerleştirilmelidir. Bacaların kesit alanları 2-6 m² civarında olabilir.



Görsel 3.24: Taşıma bacaları

3.3.6.5. Platformlu Sistemler

Nakledilen malzemenin düşey bacalarda parçalanmasını önlemek ve hızını kontrol altında tutmak için platformlu sistemler kullanılır (Görsel 3.25). Bu sistemde baca kesitinin yarısından daha az bir kısmını kaplayan, yönleri birbirine ters olan 1-2 m aralıklarla yerleştirilmiş çarpma platformları bulunur. Malzeme bu platformlara çarpa çarpa indiğinden hızı fazla değildir.



Görsel 3.25: Dik bacada platformlu sistem

3.3.7. Personel Nakliyatı

Personel nakliyatında ana amaç, işçilerin vardiya değişimlerinde, iş yerlerine giderken yollarda geçen zamanın azaltılması ve zorlu yeraltı çalışma şartlarının gerektirdiği bedensel eforu azaltmaktır. Ayrıca ulaşım sırasında oluşabilecek iş kazalarını en aza indirmektir.

Personel nakliyatında kullanılan araçlar genellikle malzeme naklinde kullanılan araçlardır. Teleferik ve maden bisikletleri sadece personel nakliyatı için düşünülen sistemlerdir.

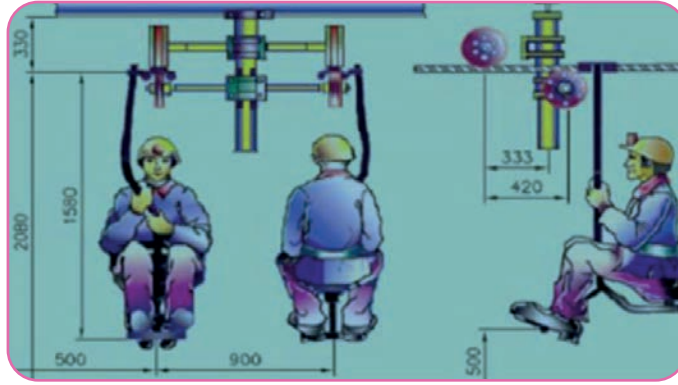
Personel nakliyatı sisteminin çalışması esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.3.7.1. Bant Konveyör

Uzun yıllardan beri kullanılan nakliye aracıdır. Alt ve üst bantların her ikisinin de personel taşınmasına imkân veren çift katlı bant konveyörler ile yapılır. Bandlı personel nakliyatı, eğimi -18° ile $+20^{\circ}$ arasında değişen her yolda mümkündür.

3.3.7.2. Teleferikler

Taşıma kapasitesi oldukça iyi ve personel nakliyatına iyi uyum gösteren bir sistemdir. Sistemi kurmak için ayrı bir galeri açılmalıdır ve bu galeri personel nakli dışında kullanılmamalıdır. **Teleferik**, sonsuz halat üzerine yerleştirilmiş taşıyıcı elamanlardan (sandalyeler) oluşan bir sistemdir. Halat, sandalye ve personelin hem ağırlığını taşır hem de onların nakliyesini gerçekleştirir (Görsel 3.26). Halatı hareket ettiren tahrik ünitelerinin gücü sistemin büyüklüğüne göre 30-90 kW arasında değişmektedir. Sistem yaralı taşıma için de uygundur. Nakliye sırasında oluşabilecek tehlikeli durumlarda sistemi otomatik olarak durduracak bir emniyet halatı ve taşımacılığın yapıldığı güzergâhta her 50 m'de bir seslenme uyarısı yapmak için ses vericiler kullanılmaktadır.



Görsel 3.26: Teleferikle personel transferi

3.3.7.3. Lokomotifler

Yer altı personel nakliyatında uzun yıllardır kullanılan bir sistemdir. Dizel, elektrikli ve akülü olanları vardır (Görsel 3.27). İki ray arasında döşenen dişli sistem sayesinde 14° eğime kadar kullanılabilir. Lokomotiflerle personel nakliyatı için özel tasarlanmış vagonlar kullanılmaktadır. Vagonların kapasitesi 12-16 kişi olarak değişebilmektedir. Katardaki vagonların sayısını değiştirerek istenen yolcu sayısına ulaşmak mümkündür. Personel nakli için verilen hız limiti 3 m/sn.dir.



Görsel 3.27: Akülü lokomotif

3.3.7.4. Tavan Halatlı Mekik Taşıyıcılar (Monoray)

Monoray, tavanda asılı raya kılavuzlanmış taşıyıcı elemanların halatla çekildiği bir sistemdir (Görsel 3.28). Bu sistem genelde malzeme nakliyatı için kullanılmaktadır. Ancak personel nakliyatı için de özel tasarlanmış vagonlar kullanılmaktadır. Bu sistemin taşıma kapasitesi düşüktür. Bir seferde yaklaşık 35 kişi taşınabilmektedir. İzin verilen hız 2 m/sn.dir ve 20° eğime kadar güvenle kullanılabilir.

Monoray tahrik üniteleri dizel, elektrikli, akülü veya basınçlı hava ile çalışabilmektedir.



Görsel 3.28: Monoray taşıyıcı

3.3.7.5. Taban Halatlı Mekik Taşıyıcılar (Kulikar)

Yer altı madenciliğinde taban halatlı mekik taşıyıcıların çok değişik türleri kullanılmaktadır (Görsel 3.29). Prensip olarak hepsi malzeme nakliyatında kullanılmak için kurulmuştur. Bu grupta personel nakliyatında kullanılan ise bantlı kızaktır. Burada ray görevini yan duran U profilli çelikler üstlenmiştir. Vagonlar küçük lastik tekerleklerle ray üzerine kılavuzlanmıştır. Bir seferde taşınan yolcu kapasitesi 5-50 kişi arasında değişmektedir. İzin verilen hız 2 m/sn.dir.



Görsel 3.29: Halatlı kulikar taşıyıcı



UYGULAMA-5



Yer altı nakliyat makineleri ile ilgili bir sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler doğru olmalı ve “yer altı nakliyat makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Sunuda yazı, resim, tablo, grafik, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalı, dinleyicilerle göz teması kurulmalı, beden dili ve ses tonu doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 7 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/- 2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 4 dakika uymadı.



UYGULAMA-6



Yer altı nakliyat makineleri ile ilgili bir afiş hazırlayınız.

Afiş hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Afişteki bilgiler “yer altı nakliyat makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Afişte yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Afiş A3 kâğıdına hazırlanmalıdır.
- Afişin hazırlanmasında geleneksel ya da bilgisayar destekli teknikler kullanılabilir.
- Afişin değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Afiş en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kağıdın tüm yüzeyi etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmış.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamış.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmış.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamış.



3.4. YER ALTI MADEN OCAKLARINDAKİ KUYULAR, VİNÇLER, VARAGELLER, KULLANILAN MAKİNE VE YARDIMCI DONANIMLAR

3.4.1. Kuyu Tesisleri

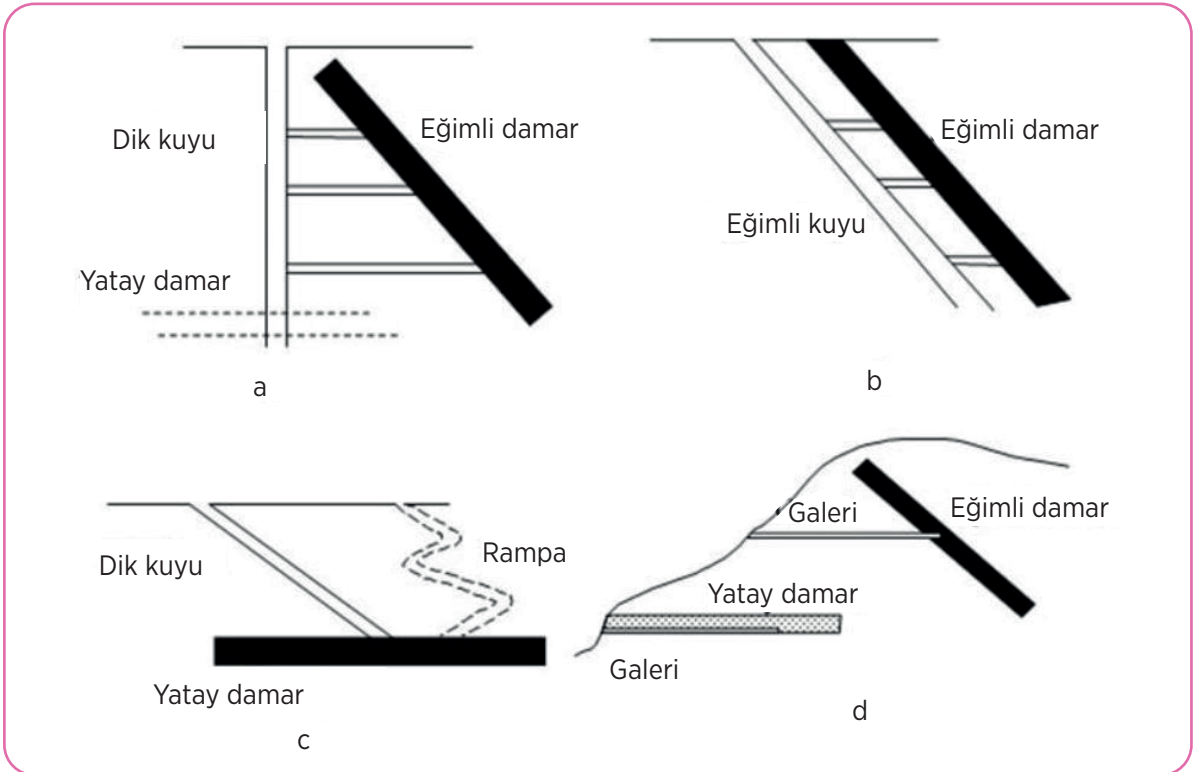
Kuyu tesisleri üretilecek kömür ya da cevherin yer üstüne naklini sağlar (Görsel 3.30). Ayrıca yer üstünden ocağa malzeme ve insan naklinin sağlanması amacıyla kullanılacak sistemleri kapsar. Bir yer altı işletmesinde yasal olarak en az iki açıklık gerektiğinden kuyulardan birisi nakliyat için kullanılır. Kuyu açma ve kat hazırlıkları aşamasında kuyular birbirleri ile irtibatlandırılmadan önce ana kuyu bütün işlevlerini yerine getirebilecek duruma getirilir. Havalandırma, hazırlık süresince yüzeyde bir fana bağlı fantüplerle sağlanır.

İki kuyu birbirine bağlandıktan sonra hazırlık ve üretim işlemleri süresince gerekli olacak diğer düzenlemeler yapılır. Skip ihracı kullanılacaksa ihrac (cevher nakli) kuyusu bölümlendirilir. Skipler, kuleye monte edilmiş tamburun hareket ettirdiği halatlara bağlıdır. Bir skip, dört adet kılavuz arasında hareket eder.

İnsan ve malzeme nakli aynı kuyuda skiplerle birlikte sıralı (aynı halat üzerinde birbiri ardına bağlı olarak) çalışan kafes ya da asansörler kullanılarak yapılabilir. Ayrı bir bölmede skipten bağımsız olarak çalışan kafes ya da asansörler de kullanılabilir. Son zamanlarda insan ve malzeme naklinin ayrı bir kuyudan yapılması yaygınlık kazanmıştır. Acil durumlarda ihrac sistemine müdahale etmek ya da işçilerin çıkmasını sağlamak üzere kuyuda bir bölme **emniyet bölmesi** olarak tutulur. Enerji hatları ve su boruları da kuyu alanı içinde kullanılan boşluklara ya da emniyet bölmesine yerleştirilir.

Ana ulaşım açıklığının eğimli kuyu veya galeri olduğu durumda nispeten daha az karmaşık bir düzenleme gereklidir.

Kuyu tesislerinde yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.



Görsel 3.30: Yatak geometrisine göre ana ulaşım açıklığı seçenekleri

3.4.1.1. Dik Kuyu ve Kuyu İhraç Sistemi

Derin ve yatay (30°) ya da dik (> $70^\circ</math>) yataklarda özellikle de zayıf tavan koşulları altında uygundur. Yüksek üretim kapasiteleri ve yüksek maden ömürleri için seçilebilir.$

3.4.1.2. Eğimli Kuyu ve Kuyu İhraç Sistemi

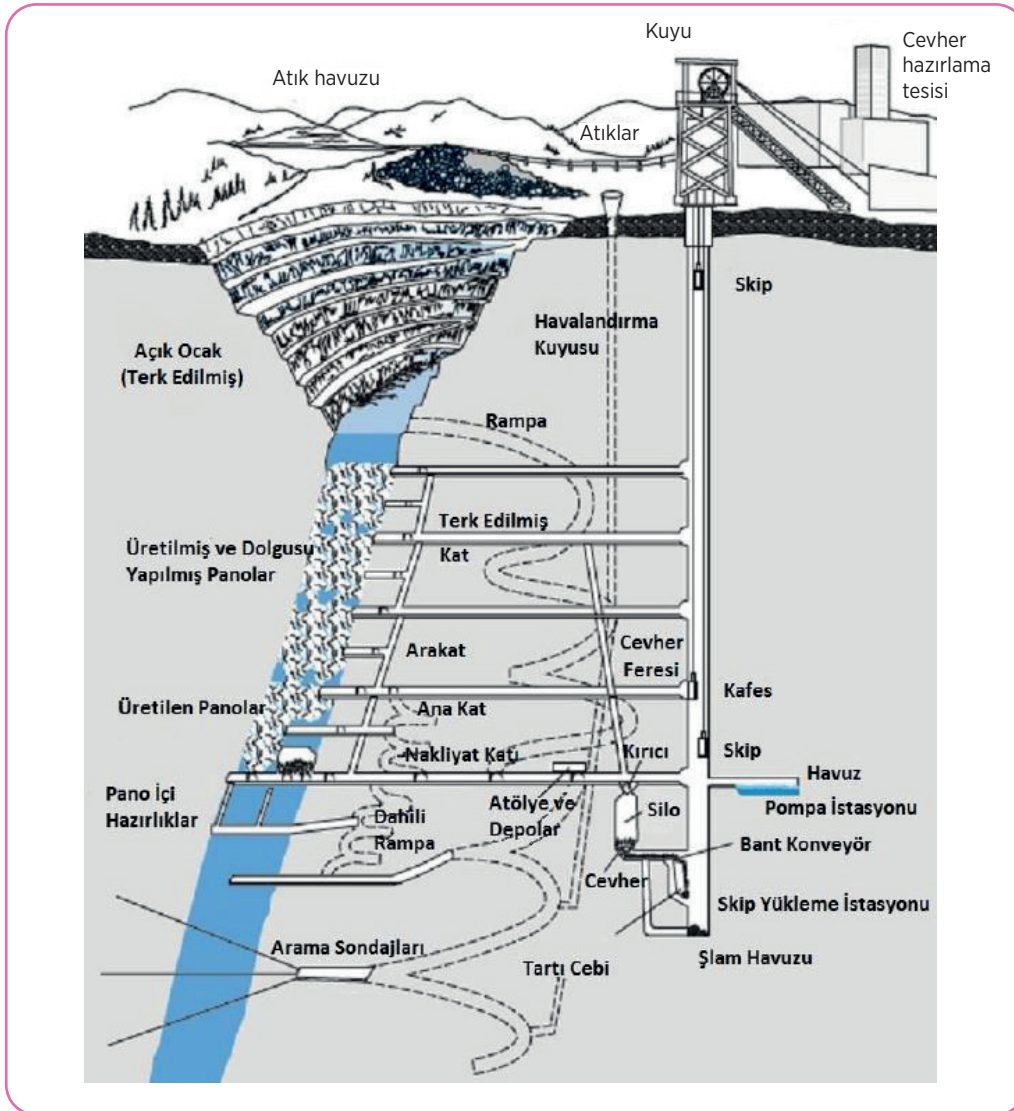
Orta eğimlerdeki ($30^\circ-70^\circ</math>) yataklarda ve kaya kütlesinin çok zayıf olmadığı (orta sağlam-sağlam tavan) yataklar için uygun bir seçenektir. Düşük veya orta seviyedeki üretim oranları için uygundur.$

3.4.1.3. Eğimli Kuyu ve Kamyon ya da Bant Nakliyatı Sistemi

Yüzeye yakın yataklar için uygundur. Bu sistem çok sağlam veya orta sağlam kaya yapısının olduğu yerlerde uygulanır. Orta ve yüksek üretim oranları yani uzun maden ömürleri için uygundur. Vinç sistemi ile birlikte ray nakliyatı olanağı vardır. Kuyu eğiminin kamyon nakliyatı için $12^\circ</math>den ve bant nakliyatı için $20^\circ</math>den fazla olmaması gereklidir.$$

3.4.1.4. Ana Galeri ve Kamyon, Ray ya da Bant Nakliyat Sistemi

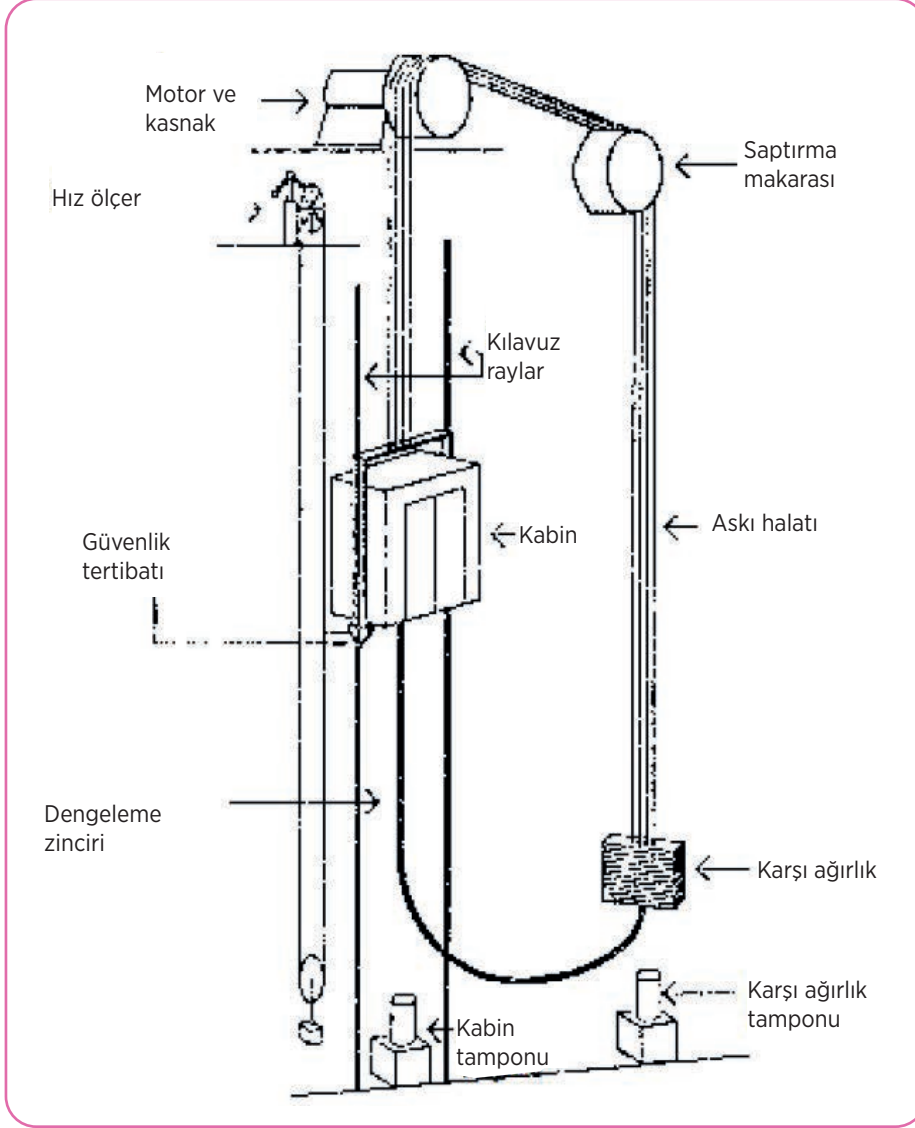
Yüzeye yakın ya da yüzeyde mostra veren yatay damarlar ile yamaçta mostra veren dik/dike yakın eğimlerdeki yataklar için uygun bir seçenektir. Farklı kaya mekaniği koşulları ile yüksek üretim oranları ve yüksek maden ömürleri için uygundur (Görsel 3.31).



Görsel 3.31: Bir yer altı madenin planı ve yer altı madencilüğünün temel elemanları

3.4.1.5 Asansörler

Maden kuyusu asansörleri; yer altından elde edilen kömür, maden filizi gibi maddelerin düşey doğrultuda taşınarak yeryüzüne çıkarılması amacı ile yapılan, aynı zamanda personelin de taşındığı sistemlerdir (Görsel 3.32). Bu sisteme **koepe-mekanizması** gibi adlar da verilir.



Görsel 3.32: Asansörün şematik gösterimi

Tipik asansörlerde, kasnağın etrafından dolanan halatların bir ucu kabine diğer ucu ise karşı ağırlığa bağlıdır. Elektrik motoru tahrik ettiği kasnak kabinin aşağı ve yukarı hareketini sağlar. Kabin yukarı doğru çıkarken karşı ağırlık onu ivmelendirici yönde, aşağı inerken ise kabini yavaşlatıcı etki yaparak motorun harcadığı enerjiyi azaltır. Kabinin altından karşı ağırlığın altına bağlanan dengeleme zinciri ile kabin ve askı halatları arasında denge sağlanır.

Raylar, kabinin ve karşı ağırlığın lineer çalışmasını sağlar. Kabini yukarı aşağı hareket ettiren çekiş gücü, halatların yivli kasnak üzerinde oluşturduğu sürtünme kuvveti ile oluşur.

Hızın tam olarak ayarlanabilmesi, düzgün hızlanma ve yavaşlama sağladığı için doğru akım motorları daha fazla kullanılır. Modern düzeneklerde ise statik tahrik sistemi kumandası kullanılır. Kabinin kuyudaki konumuna göre sinyaller yardımıyla geri besleme alan motorun, kendi hızını bu bilgilere göre belirlediği yazılımlar vardır. Kabin durağa yaklaştığında gönderilen sinyaller, kabinin tam olarak durması gerektiği noktada durmasını sağlar.

Modern asansörlerde birçok hız kontrolü ayarı vardır. Bu sistemler çalışmaz ise kontroller motora bildirilemez. Bu da motorun devre dışı kalması anlamına gelir. Kabinin altına sabitlenmiş çeşitli güvenlik önlemleri de vardır. Asansör normal hızının %25 fazlasına ulaştığı anda güvenlik düzeneği devreye girer. Bu da kabinin alt tarafında kalan emniyet mandallarını tetikler, rayları kavrayan mandallar kabinin durmasını sağlar. Böylece sistem daha güvenilir bir hâl alır.

Asansörlerde yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.4.2. Kuyu Vinçleri

Çok halatlı sistemlerde meydana gelen gelişme, taşınan yük ve tonajların artmasında belirgin bir etken olmuştur. Gelişmelerin bugünkü ilerleme hızı, taşıyıcı halatların gerçek ihtiyaçlara göre seçilmesine olanak vermektedir. Denenmiş teknikler kullanılarak yüklerin halatlara dengeli bir şekilde dağıtılması ile uygun bir çözüm bulunmuştur.

Tek halatlı sürtünmeli ihraç vinci sayılmazsa bugüne kadar imal edilen tüm vinçler çift sayıdaki halatlar için özellikle dört halatlı tasarlanmıştır (Görsel 3.33).

Emniyetle ilgili olarak önemli olan bir konu vinçlerin fren sistemleridir. Sürtünmeli tip vinçlerin gelişmesi, elektro-hidrolik olarak kumanda edilen disk frenlerin kullanılmasını öngörmüştür.



Görsel 3.33: Makaralı vinç

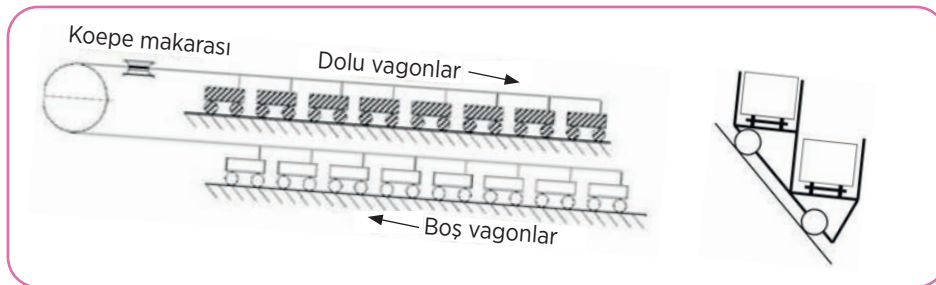
Yaklaşık 1500 kW ve üzerindeki yüksek kapasiteli vinçler genellikle doğrudan tahrikli doğru akım makineleri olarak imal edilir.

Koepe tipi sistemin fiyat bakımından daha uygun olduğu kabul edilebilir. Koepe tipi ihraç vinçlerinde halat çapı, taşıyıcı halat sayısı artırılarak belirli bir limit içinde tutulabilir. Ancak burada uygulama limitleri de halat kayma koşulları nedeniyle sınırlıdır. Halat kayması, derinliğin azalması ve yükün artması ile orantılı olarak artar.

Kuyu vinçleri ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.4.3. Varageller

Bu sistemde eğim fazladır. Dolu vagonlar aşağı inerken onların yerçekimi kuvvetinden yararlanılarak boş vagonların yukarı çıkışı sağlanmaktadır. Eğim, boş vagonların ve halatın yerçekimi kuvvetlerini ve sistemdeki sürtünme kuvvetlerini yenip vagonların hareketini başlatacak değerde olmalıdır. Eğimin bu değerine **kritik eğim** denir. Bunun değeri eski vagonlar için 1/7-1/8 iken yeni modern vagonlarda 1/18-1/20 olmaktadır. Vagonları çeken halat fren düzenine sahip bir makaraya 2-3 defa sarılır. Bu sayede hız kontrolü yapılabilir (Görsel 3.34).



Görsel 3.34: Varagel sistemi (solda), platformlu vagonlar (sağda)

Eğim, 30°'yi geçince vagonların içindeki malzemeler dökülemeye başlar. Bunu önlemek için vagonlar, yine halat tarafından çekilen tekerlekli platformlar üzerinde taşınır. Platformlu sistemler karşı ağırlıklı olarak çalışır. Dolular aşağı inerken karşı ağırlık yukarı çıkar. Boşlar yukarı çıkarken karşı ağırlık aşağı iner.

Varagel sistemi ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.4.4. Makine ve Yardımcı Donanımlar

3.4.4.1. Kompresörler

Kompresörler basınçlı hava üretmek amacıyla kullanılan makinedir (Görsel 3.35). Atmosferden emilen hava istenilen basınç değerine sıkıştırılarak kullanılır. Madencilik sektöründe genellikle **pistonlu** ve **vidalı kompresör** tipleri kullanılmaktadır.

Hava, kompresörde sıkıştırılırken ısınır. Havayı soğutmak için ara soğutucular kullanılır. Daha sonra hava içerisindeki nemin alınması, pisliklerin temizlenmesi, yağlanması ve istenilen basınç değerinde sabit basınca ayarlanması gerekir. Havanın neminin alınması kurutucular yardımı ile yapılır. Filtreleme, yağlama ve basınç ayarı şartlandırıcılar yardımı ile yapılır. Şartlandırıcı ünite içerisinde filtre, yağlayıcı ve basınç ayar valfi bulunur. Şartlandırıcıdan sonra basınçlı hava yeraltında istenilen yerde kullanıma hazırdır.



Görsel 3.35: Endüstriyel kompresör

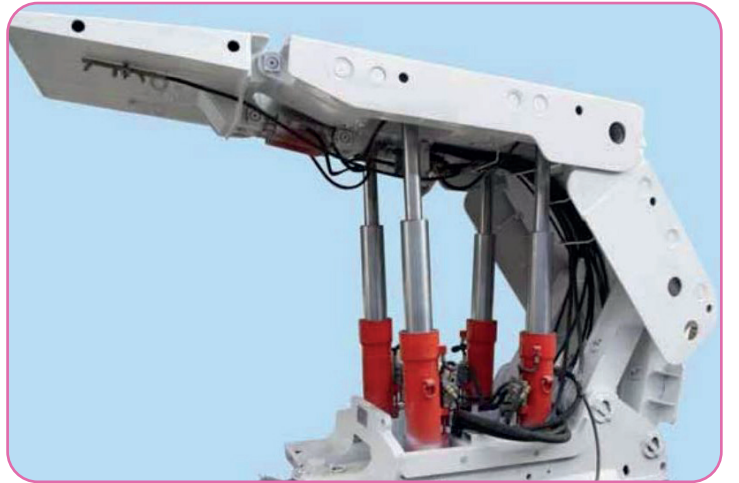
Kompresör sistemi ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.4.4.2. Yürüyen Tahkimatlar

Yer altı uzun ayaklarda yürüyen tahkimatların ayak içerisinde tavanı destekleyerek tüm ayak içi ve arın sahasını çalışılabilecek güvenlikte tutmak, ayak içerisinde çalışanların üzerine tavandan taş veya kömür parçalarının düşmesini önlemek, ayak içerisindeki nakliye ünitelerini öteleyebilmek için bir dayanak oluşturmak gibi görevleri vardır.

Tam mekanize üretimde kömür sabanı veya kesici yükleyici makine ile yürüyen tahkimat birlikte kullanılır (Görsel 3.36).

Yürüyen tahkimat sistemi ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.



Görsel 3.36: Yürüyen tahkimat

UYGULAMA-7



Yer altı maden ocaklarındaki kuyular, vinçler, varageller, kullanılan makine ve yardımcı donanımlar ile ilgili bir sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler doğru olmalı ve “yer altı maden ocaklarındaki kuyular, vinçler, varageller, kullanılan makine ve yardımcı donanımlar” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Sunuda yazı, resim, tablo, grafik, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalı, dinleyicilerle göz teması kurulmalı, beden dili ve ses tonu doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 7 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/- 2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 4 dakika uymadı.

3.5. YER ALTI SONDAJ MAKİNELERİ

Yer altı sondaj makinelerinin yeraltı madenciliğinde üretimin gerçekleştirilmesinde önemli bir rolü vardır. Delme makinesi olarak maden ocaklarında martoperfaratör kullanılmakta iken günümüzdeki teknolojik gelişmeler ile çoklu delik delebilen jumbolar daha çok kullanılmaktadır.

Yer altı sondaj makineleri ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.5.1. Martoperfaratör

Basıncılı hava ile çalışan, madencilikte uzun olmayan deliklerin delinmesinde kullanılan bir makinedir (Görsel 3.37). Ağırlıklarına göre martoperfaratörler hafif (11-17 kg), orta (18-22 kg), ağır (23-30 kg) ve çok ağır (31-1000 kg) olmak üzere sınıflandırılabilir. Hafif ve orta ağırlıktakiler el ile ağır ve çok ağır olanlar sehpa veya özel donanım ile kullanılmaktadır.

Hafif martoperfaratör yumuşak ve orta sertlikteki kayalarda kullanılır. Delme hızı 10-20 cm/dk.dır. Orta ağırlıktaki martoperfaratör her sertlikteki kayalarda kullanılabilir. Delme hızı 30-75 cm/dk.dır. Çok ağır martoperfaratörler özel donanımlarla arkadan itildiği için delme hızı 50-100 cm/dk.dır. Kullanılan basınçlı hava 405-608 kPa basıncında temiz ve kuru olmalıdır. Delme esnasında oluşan tozu bastırmak için su püskürten modelleri vardır.

23-36 kg ağırlığındaki martoperfaratörün devir sayısı 180-200 devir/dk, darbe sayısı 1800-2000 darbe/dk., hava sarfiyatı 1,5-2,5 m³/dk.dır.



Görsel 3.37: Martoperfaratör kullanan işçiler

3.5.2. Jumbolar

Jumbolar, hidrolik ve pnömatik kollu makineler olarak ikiye ayrılır. Bu delicilerin delik çapları 27-51 mm arasında değişmektedir. Yer altı delme işlemlerinde kullanılacak olan makineler, çalışacakları galerinin kesit alanına göre seçilmelidir (Görsel 3.38). Kesit alanı büyüdükçe kol sayısı da artacaktır. 6 m²lik kesite sahip galeriler için tek kollu, 6-30 m² arasında değişen galeri kesit alanı için iki kollu ve 30 m²den daha büyük kesit alanlı galeriler için üç kollu delme makinesi kullanmak uygundur. Bu makineler dizel, elektrik veya akü ile tahrik edilmektedir.

Hidrolik kollu delicinin temel parçaları hidrolik kol, hidrolik delici, zincirli ilerletme düzeneği, manşon adaptörü, kaplinler, tijler ve delici uçlardır.



Görsel 3.38: Çift kollu jumbo delici

UYGULAMA-8



Yer altı sondaj makineleri ile ilgili bir afiş hazırlayınız.

Afişi hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Afişteki bilgiler “yer altı sondaj makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Afişte yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Afiş A3 kâğıdına hazırlanmalıdır.
- Afişin hazırlanmasında geleneksel ya da bilgisayar destekli teknikler kullanılabilir.
- Afişin değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Afiş en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kağıdın tüm yüzeyi etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmış.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamış.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmış.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamış.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Kayaçların makineler yardımı ile kazılıp bir nakliyat sistemine yüklenmesi işlemine mekanize kazı denir.
2. () Yer altı kömür madenlerinde kazı arını boyunca kesici bir uç ile tarla sürer gibi kömürün kazılmasını sağlayan makineye potkabaç denir.
3. () Kesici yükleyici makineler üzerlerindeki kesici tamburlar ile kazı yapan ve kazdığı kömürü aynı tambur yardımı ile zincirli konveyöre yükleyen kazı makineleridir.
4. () Cevherin kazanıldığı yerden cevher hazırlama tesisine, lavvar tesisine, atık sahasına veya tüketim yerine kadar ulaştırılmasını sağlayan tüm çalışmalara madencilikte nakliyat denir.
5. () Malzemelerin vagonlara yüklenerek raylar üzerinde taşınmasına karayolu nakliyatı denir.
6. () Helezon oluklar, boş bir silindir içerisine çelik sacların helezon şeklinde kıvrılarak birbirine kaynakla eklenmesi sonucu oluşur.
7. () Taşıma bacaları ile nakliyat türünde malzeme, yantaş veya damar içerisinde dik veya yüksek eğimli açılmış bacalardan yerçekimi kuvvetinin etkisi ile kendi kendine kayarak bir alt kata veya ana nakliyat katına ulaştırılır.
8. () Nakledilen malzemenin düşey baçalarda parçalanmasını önlemek ve hızını kontrol altında tutmak için platformlu sistemler kullanılır.
9. () Teleferik, sonsuz halat üzerine yerleştirilmiş taşıyıcı elamanlardan (sandalyeler) oluşan bir sistemdir.
10. () Kulikar, tavanda asılı raya kılavuzlanmış taşıyıcı elemanların halatla çekildiği bir sistemdir.
11. () Monoray, tabandaki raya kılavuzlanmış taşıyıcı elemanların halatla çekildiği bir sistemdir.
12. () Kuyu tesisleri üretilen kömür ya da cevherin yerüstüne nakli ve yerüstünden ocağa malzeme ve insan naklinin sağlanması amacıyla kullanılan sistemleri kapsarlar.
13. () Acil durumlarda ihraç sistemine müdahale etmek ya da işçilerin çıkmasının sağlamak üzere kuyuda bir bölme emniyet bölmesi olarak tutulur.
14. () Maden kuyusu asansörleri; yeraltından elde edilen kömür, maden filizi gibi maddelerin düşey doğrultuda taşınarak yeryüzüne çıkarılması için kullanılan, aynı zamanda personelin de taşındığı büyük taşıma sistemleridir.
15. () Varagel sistemlerde eğim, boş vagonların ve halatın yerçekimi kuvvetlerini ve sistemdeki sürtünme kuvvetlerini yenip vagonların hareketini başlatacak değerde olmalıdır. Eğimin bu değerine kritik eğim denir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. I. Baret
II. Burun koruyuculu güvenlik botu
III. Toz maskesi
IV. Oksijenli ferdi kurtarıcı maske
V. Güneş gözlüğü

Yukarıdakilerden hangileri madencilik sektöründe çalışan bir kişinin yapacağı işe göre kullanacağı koruyucu donanımlardandır?

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

2. Madenciliğin üretim aşamasında kullanılan kazıcı ucun basınçlı hava yardımıyla hareketinin sağlandığı makineleşmiş bir kazma olarak tabir edilen makine hangisidir?

- A) Havöz
- B) Hidrolik kırıcı
- C) Jumbo
- D) Matkap
- E) Martopikör

**3. I. Kemerli saban
II. Koparıcı saban
III. Kayıcı saban
IV. Kafalı saban
V. Koparıcı saban**

Yukarıdakilerden hangileri kazı araçlarından olan sabanın çeşitlerinden değildir?

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

4. Aşağıdakilerden hangisi galeri açma makinesi değildir?

- A) Kol eksenine paralel
- B) Tamburlu kesici yükleyici
- C) Kol eksenine dik
- D) Çift kollu
- E) Sürekli yer altı kazıcıları

5. Aşağıdakilerden hangisi yeraltında daire kesitli tünel açan kazı makinesidir?

- A) Kol eksenine paralel kazıcılar
- B) Tamburlu kesici yükleyici
- C) Kol eksenine dik kazıcılar
- D) Tam cepheli kazı makinesi (TBM)
- E) Sürekli yer altı kazıcıları

**6. I. Martopikör
II. Jumbo
III. Lastik tekerlekli yükleyici
IV. Martoperfaratör
V. Sürekli yükletici**

Yukarıdakilerden hangileri yer altı yükleme makineleridir?

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

7. İki tambur arasına gerdirilmiş sonsuz bir bant yardımı ile malzemeleri uzun mesafelere yatay ve eğimli olarak nakleden sistem hangisidir?

- A) Sürekli yükleyici
- B) Jumbo
- C) Martoperfaratör
- D) Bantlı konveyör
- E) Zincirli konveyör

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

8. Çelik sacdan yapılan oluk ve bu oluk içerisinde hareket eden zincirlerle birbirine bağlanmış çekme parçalarından oluşan nakliye sistemi hangisidir?

- A) Sürekli yükleyici
- B) Jumbo
- C) Zincirli konveyör
- D) Teleferik
- E) Bantlı konveyör

9. Aşağıdakilerden hangisi demir yolu nakliyat sisteminin bir elemanı değildir?

- A) Ray
- B) Tarak
- C) Makas
- D) Balast
- E) Vagon

10. Yer altındaki nakil hızının kazı hızına ulaşabildiği, kaza veya arıza sonucu sistemin durma olasılığının minimize edildiği nakliyat sistemi hangisidir?

- A) Lastik tekerlekli araçlarla nakliyat
- B) Kuyu nakliyatı
- C) Zincirli konveyörlerle nakliyat
- D) Teleferik sistemleri
- E) Bantlı konveyörlerle nakliyat

11. Aşağıdakilerden hangisi yer çekimi yardımıyla yapılan nakliyat yöntemlerinden birisi değildir?

- A) Teleferik sistemler
- B) Sabit oluklar
- C) Helezon oluklar
- D) Taşıma bacaları
- E) Sallantılı oluklar

12. Aşağıdakilerden hangisi yer altı maden işletmelerinde yapılan personel nakliyat yöntemlerinden birisi değildir?

- A) Bant konveyör
- B) Sallantılı oluklar
- C) Teleferikler
- D) Lokomotifler
- E) Tavan halatlı mekik taşıyıcılar

13. Yer altında kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan basınçlı havayı sağlayan eleman aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Balastlar
- B) Kulikarlar
- C) Kompresörler
- D) Lokomotifler
- E) Hidrolik motorlar

14. I. Martoperfaratör
II. Jumbo
III. Kompresör
IV. Martopikör
V. Kulikar

Yukarıdakilerden hangileri yer altı sondaj makineleridir?

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

15. Yer altı sondaj işlemlerinde kullanılacak jumbolar çalışılacak galerinin hangi özelliğine göre seçilir?

- A) Şekline
- B) Uzunluğuna
- C) Eğimine
- D) Çıkarılacak madene
- E) Kesit alanına

4. ÖĞRENME BİRİMİ

YER ÜSTÜ

MADEN

MAKİNELERİ



Bu öğrenme biriminde;

- Yer altı kazı ve yükleme makinelerini,
 - Yer altı yükleme makinelerini,
 - Yer altı nakliyat makinelerini,
 - Yer altı maden ocaklarındaki kuyular, vinçler, varageller, kullanılan makine ve yardımcı donanımlarını,
 - Yer altı sondaj makinelerini
- ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak bu makine ve donanımların özelliklerini ve çalışma prensiplerini öğreneceksiniz.



TEMEL KAVRAMLAR

- Sondaj
- Kazı ve yükleme
- Mermer kesme
- Delme ve doldurma
- Kırma ve taşıma

KONULAR

- 4.1. SONDAJ MAKİNELERİ
- 4.2. YER ÜSTÜ DELME VE DOLDURMA MAKİNELERİ
- 4.3. YER ÜSTÜ KAZI VE YÜKLEME MAKİNELERİ
- 4.4. YER ÜSTÜ KIRMA VE TAŞIMA MAKİNELERİ
- 4.5. YER ÜSTÜ MADENLERDE (MERMER) KESME MAKİNELERİ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Yer üstü kavramı sizlere neler çağrıştırıyor? Düşüncelerinizi paylaşınız.
2. Yer üstü makinelerinden birini yakından gördüğünüzde neler hissedip düşündünüz? Kısaca belirtiniz.
3. Bir yer üstü makine operatörünün yerinde olsaydınız neler yapardınız?

4.1. SONDAJ MAKİNELERİ

Yer altı kaynaklarını araştırmak, üretim ve işletmek için mühendislik yapılarının temel koşullarının saptanması ve iyileştirilmesi amacıyla düşey, yatay veya herhangi bir yönde açılı olarak yapılan silindirik kazı işlemine **sondaj** denir.

Günümüzde en çok döner sondaj yöntemi ve döner-darbeleri sondaj yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemler sondaj kulesi aracılığıyla uygulanır. Sondaj kulesinin görevi; sondaj matkabı üzerine gelen ağırlığın kontrolünü, matkabın döndürülmesini ve beraberinde sondaj akışkanının (çamur) sirküle edilerek kuyunun dengelenmesi sağlamaktadır.

Dizi, sondaj borusu (drill pipe) ve ağırlık borusunun (drill collar) sondaj işlemi sırasında birbirine eklenmesinden oluşmaktadır. Matkap, dizinin en altında bulunur. Üzerine gelen ağırlık ve diziden aldığı dönme hızı ile yer altı formasyonunun kazılmasını sağlar. Kırıntılar, sondaj sırasında sürekli sirkülasyonda olan çamur ile yüzeye taşınmaktadır. Çamur yüzeyde yabancı maddelerinden ayrışmakta ve yüksek basınçlı çamur pompaları ile tekrar kuyuya basılmaktadır. Böylece sürekli sirkülasyon sağlanmaktadır.

Döner sondaj yönteminde kullanılan temel ekipmanlar şunlardır:

- Sondaj makinesi
- Takım (üstten alta doğru sıralama)
- Subaşığı (firdöndü)
- Kelly (Döner kafalı makinelerde bulunmaz.)
- Tijler
- Ağırlık boruları
- Matkaplar
- Bağlantı elemanları (saplar)
- Diğer ekipmanlar

Yer altını ilgilendiren her işlemde sondaj şarttır. En yaygın sondajlar; zemin etüdü, su arama, maden arama, jeotermal, petrol ve doğal gaz derin kuyu sondajlarıdır.

Sondaj Makineleri (Kuleleri)

Sondaj makineleri, **döner kafalı** ve **döner masalı** olmak üzere iki çeşittir. Döner kafalı makinelerde dönme ve baskı kuvveti hidrolik sistemler ile yapılır. Döner masalı sondaj makinelerinde dönme ve baskı kuvveti mekanik/hidromekanik sistemler ile yapılır. Sondaj makineleri; kamyon, motor, kule, şanzıman, sondör paneli, çamur pompası gibi ana elemanlardan oluşur (Görsel 4.1).



Görsel 4.1: Sondaj makinesi

4.1.1. Takım

Subaşığı (Firdöndü)

Ortası sondaj sıvısının geçebileceği şekilde deliktir. Alt taraftan kelly'e (keli) üstten kulplu bir kanca ile gezici makaraya bağlıdır. Ayrı bir taraftan da çamur pompası hortumuna bağlıdır. Su başlığı, sondaj esnasında bütün delme takımını üzerinde taşır. Takımın dönme hareketini üst kısmına iletmez. Sondaj sıvısını takım elemanlarına iletir.

Köşeli Boru (Kelly)

Kelly, döner masadan aldığı dönme hareketini tijlere ve matkaba ileten takım elemanıdır. Kelly'nin iç kısmı sondaj sıvısının geçebilmesi için delik yapılmıştır. Dört ve altı köşeli olanları dönme hareketini döner masadan, yuvarlak olanları ise kelly yatağından alır. Kellyler alttan tijlere üstten ise subaşığına bağlıdır.

Tij

Kellynin döndürme hareketini matkaba ileten takım elemanına **tij** denir. İç kısmı sondaj sıvısının geçmesi için boş yapılmıştır. Tijler et kalınlığı fazla olan borulardır. Şok etkilerine ve burulmalara dayanabilmesi için esnek çelikten yapılmıştır. Tijler birbirine eklenerek kuyu derinleştirilir.

Ağırlık Boruları

Ağırlık boruları, matkap üzerine baskı uygulamak, titreşimleri önlemek ve kuyunun sapmadan delinmesini sağlamak için kullanılır. Bu borular, alttan matkaba üstten tijlere bağlıdır. Sondaj sırasında matkaba yalnız ağırlık borusunun yükü verileceğinden tijlerin ağırlıklarının yükü askıya alınır.

Döner kafalı sondaj makinelerinde matkap üzerine baskı yükü genellikle zincir veya halat sistemleri ile uygulanmaktadır.

Matkap

Takımın en altında bulunan kendi eksenini etrafında dönerek kazı işlemini gerçekleştiren sondaj elemanına **matkap** denmektedir. Özel çelik alaşımlardan üretilen matkaplar, delme işlemini gerçekleştirir. En çok kullanılan türleri, üç konili matkaplar ve kanatlı matkaplardır.

Bağlantı Elemanları (Saplar)

Takım parçalarını birbirine bağlayan ekipmanlara **sap** veya **bağlantı elemanı** denir. Bağlantı elemanları dayanımlı özel çelikten imal edilir. Kullanılan bağlantı elemanları farklı çaplardaki malzemeleri birbirine eklemek için kullanılır.

4.1.2. Diğer Ekipmanlar

Kuyu genişleticiler, dar çaplı delinen bir kuyuyu genişletmek için kullanılan ekipmanlardır. Kuyu saptırmazlar, sondaj kuyusunun doğrultusunda açılmasını sağlamak için kullanılan ekipmandır.

Sondaj makineleri ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

UYGULAMA-1



Sondaj makineleri ile ilgili bir sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler doğru olmalı ve “sondaj makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Sunuda yazı, resim, tablo, grafik, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalı, dinleyicilerle göz teması kurulmalı, beden dili ve ses tonu doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 7 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/- 2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 4 dakika uymadı.



4.2. YER ÜSTÜ DELME VE DOLDURMA MAKİNELERİ

Açık işletme madenciliğinde üretimin temelini delme ve patlatma işlemi oluşturmaktadır. Kazının yapılabilmesi için patlayıcı maddelerle kayaçlar parçalanır. Kayaç içinde patlayıcı maddelerin yerleştirileceği boşluklara **delik** denir. Delme işlemi el veya makine ile yapılır. Teknolojik gelişmelerle birlikte el ile delme işlemi terkedilmiştir.

Delme ve patlama maliyetini etkileyen parametrelerden delme süresi ve çalışma koşullarına en uygun delme yöntemi ile delicinin seçilmesi şarttır. Bu nedenle işletme aşamasına geçmeden önce birçok değişkenin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Delme işlemi sırasında matkabın kayaç veya cevher kütlesi içerisindeki ilerleme hızına **delme hızı** denir. Delme hızı cm/dk.dır.

Açık işletmelerde delici makinelerin seçimi için aşağıdaki ölçütlerin göz önünde tutulması gerekmektedir.

- Kayaç veya cevher yapısının mineralojik yapısı (kayacın sertliği, mukavemeti ve aşındırıcılığı, süreksizlikler, yeraltı su durumu gibi)
- Delme makinesinin gücü
- Matkap ve tijin yapıldığı malzeme cinsi
- Matkap tipi ve delme çeşidi
- Seçilen delik çapı ve derinliği
- Delik dibi temizleme çeşidi (hava veya su)
- Delme makinesi çalışma hava basıncı
- Eğik veya dik delme
- Döner delicinin devir sayısı

Yer üstü delme ve doldurma makineleri ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

4.2.1. Delme Makineleri

Doğada bulunan kayaç özellikleri çok değişkendir. Bu nedenle kayaçlarla çalışmaya uyum sağlayabilecek ve farklı sistemlerle çalışabilecek delik delme makineleri geliştirilmiştir.

Delme-patlatma işleminde kullanılan delici makineler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

Darbe ile delen makineler

- Çarpmalı sistem
- Dövmeli sistem

Dönerek delen makineler

- Döner-darbeleri delme makineleri
- Üstten darbeleri deliciler
- Alttan (dipten) darbeleri deliciler

4.2.1.1. Darbeleri Delme Makineleri

Bu makineler en eski delik delme sistemlerinden biridir. Kayaç çarpma veya dövme darbeleriyle ufalanmakta ve delik açılmaktadır. Delik delme çapları 63 mm-150 mm arasındadır.

Çarpmalı Sistem

Çok sert kayaçlar, çarpma darbeleriyle ufalanmakta ve delik içerisinde kırıntılar üretilmektedir. Oluşan kırıntılar tulumba ile emilerek, su veya hava yardımıyla hareket ettirilerek veya delik kovalarına doldurularak delik dibinden çıkartılır.

Bu sistemde takım dizisinin en ucunda matkap, onun üzerinde ağırlık borusu ve tijler bulunur. Bu sistemde iki tip makine vardır.

Çelik Halatlı Delme Makinesi: Bu makinede, matkaptan sonra bir ağırlık borusu halata asılmıştır. Halat kulede bir makaraya sarılarak takım dizisi yukarı çekilir ve serbest bırakılır. Darbe sayısı ve düşme yüksekliği kayaç özelliğine göre değişir. Bu makinelerle yalnızca dik delikler delinebilir.

Pnömatik Çarpmalı Delme Makinesi: Basıncı hava (pnömatik) ile çalışan bir sistemdir. Bu sistemde basıncı hava etkisi ile hareket eden piston, hızlanarak takım dizisine belirli bir kuvvetle vurur ve tekrar geri döner. Pistonun geri hareketi esnasında özel bir mekanizma ile takım dizisi delik içerisinde döndürülür. Matkabın parçaladığı kırıntılar, sulu veya basıncı hava sistemi ile delik dibinden temizlenir. Çalışma esnasında takım dizisi sürekli olarak bir baskı kuvveti ile delik arınına doğru itilir. Bu sayede kayaç ile matkap temasının sürekliliği sağlanarak oluşturulan darbelerin etkisinin kayacı kırması sağlanır.

Bu makilerin bazılarında darbe oluşturan pnömatik sistem tijin üst kısmında, bazılarında ise matkabın hemen üzerinde bulunur.

Dövmeli Sistem

Bu makinelerde delme işini bir motor veya basıncı hava ile çalışan bir çekiç yapmaktadır. Oluşturulan darbe tijin ucuna iletilmekte, tij de enerjiyi basınç dalgası şeklinde matkaba uygulamaktadır. Bu sayede kayaç kırılmaktadır. Bu sistemle çalışan delme makineleri martoperfaratörlerdir.

4.2.1.2. Dönerek Delen Makineler

Dönerek delen makinelerde matkap, hem döndürülür hem de belirli bir baskı kuvveti ile itilir. Böylece döndürülen matkap, dönerken üzerine uygulanan kuvvetin etkisiyle ve dişleri aracılığıyla ile kayacı parçalayarak ilerler. Bu yöntem yumuşak ve orta sertlikteki örtü tabakası ve cevhere sahip, büyük kapasiteli açık işletmelerde, geniş çaplı patlatma deliklerinde veya derin kuyu delmede kullanılır.

Bu makineler açık işletmelerde, 102 mm-445 mm delik çapı arasında ve 50 m derinliğe kadar patlayıcı deliği delebilmektedir. Çok çeşitli tip ve markalarda üretilen döner delicilerin 1000 mm'den büyük çapta delik açabilen tipleri bulunmaktadır (Görsel 4.2).

Genellikle portatif kuleleri olan döner deliciler, kullandıkları enerji kaynağı açısından elektrikli, basıncı havalı ve dizel olabilmektedir. Bu makineler genellikle 50 devir/dk.-300 devir/dk. matkap devirlerine ulaşmakta olup 750 devir/dk. açılma hızına sahip olanları da bulunmaktadır. Çoğunlukla açık ocak madenciliğinde kullanılan döner deliciler; kamyon şasi üzerine monteli, paletler üzerine monteli, römork üzerine monteli ve kızaklar üzerine monteli olarak sınıflandırılabilir.

Bu yöntemde, döndürme ve baskı işlemleri hidrolik kontrollü, diğer işlemler hidrolik veya pnömatik kontrollü olabilmektedir. Matkabın kestiği kırıntıların delik dışarısına atılması ve matkabın soğutulması işlemleri için basıncı hava kullanıldığından yüksek hava basınçlarına gerek duyulmamaktadır.



Görsel 4.2: Dönerek delen makine

Döner-Darbeli Delme Makineleri

Bu makinelerde delme işlemi matkabın dönme ve darbe etkilerini birleştirerek yapılır (Görsel 4.3). Bu sistemde dönerek delik açılır, dönme esnasında deliciye darbe etkisi de uygulanır. Bu şekilde delik dibi gevşetilerek çentiklenir. Bu makineler sert ve orta sert formasyona sahip açık işletmelerde sıklıkla kullanılır.



Görsel 4.3: Döner-darbeli delme makinesi

Üstten Darbeli (Top Hammer veya Drifter) Delme Makineleri: Kolaydan zor delinebilen formasyonlara ya da yumuşak kayaktan sert kayaca kadar çok çeşitli formasyonlarda kullanılmaktadır.

Üstten darbeli delicilerde, kafa içerisinde yer alan bir piston aracılığı ile tij üzerine darbe uygulanmakta ve matkap döndürülmektedir. Darbe, pnömatrik delicilerde basınçlı hava, hidrolik delicilerde ise hidrolik basınç tarafından gerçekleştirilmektedir. Arazi yapılarının çoğunluğu düzgün olmadığı için bu makineler genellikle paletli olarak imal edilmektedir.

Delik çapının 50 mm-100 mm arasında olduğu durumlarda 15 m'den kısa, deliğin çapı 100 mm-150 mm arasında olduğunda ise 30 m'ye kadar delik delinebilmektedir.

Pnömatrik deliciler mevcut bir hava şebekesi ya da taşınabilir kompresörlerle beslenerek tahrik edilmektedir. Bu sayede hem matkabın çalışması hem de delik dibinin temizlenmesi sağlanmaktadır. Hidrolik deliciler, kendi üzerlerinde dizel motorlar ile tahrik edilen hidrolik pompalara sahiptirler. Ayrıca delici üzerinde basınçlı hava kompresörü de bulunmaktadır.

Dipten Darbeli (DTH) Delme Makineleri: Dipten darbeli delicilerde darbe etkisi, matkabın üzerindeki çekiç içerisinde bulunan piston tarafından oluşturulur. Darbe oluşturmak ve deliğin temizlemek için makine gövdesinde bulunan kompresörlerin sağladığı basınçlı hava kullanılır. Bu sistemle çalışan lastik tekerlekli ya da paletli deliciler çoğunlukla açık ocak dekapaj işleri ve üretim çalışmalarında, su kuyusu açma işlemlerinde ve maden arama amaçlı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Basamak yüksekliğinin genellikle 15 m-30 m olduğu açık ocak kademe deliklerinde çoğunlukla 89 mm-165 mm çaplı delikler delinebilmektedir.

ETKİNLİK

Son yıllardaki gelişmeler tüketim alışkanlıklarımızı olumsuz etkilemektedir. Artan nüfus ve buna bağlı tüketim miktarı, kaynakların hızla tüketilmesini sebep olmaktadır. Bu sebeple ülkemizin kaynaklarını verimli kullanmalıyız. Ayrıca geri dönüşüm oranı yüksek ürünleri kullanmaya özen göstermeliyiz.

Okulunuzda ve evinizde, kaynaklarımızı verimli kullanma ve geri dönüşüm ile ilgili yaptığınız çalışmalarını içeren bir ödev hazırlayıp arkadaşlarınızla paylaşınız.

UYGULAMA-2



Yer üstü delme ve doldurma makineleri ile ilgili bir sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler doğru olmalı ve “yer üstü delik delme ve doldurma makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Sunuda yazı, resim, tablo, grafik, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalı, dinleyicilerle göz teması kurulmalı, beden dili ve ses tonu doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 7 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/- 2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 4 dakika uymadı.



4.3. YER ÜSTÜ KAZI VE YÜKLEME MAKİNELERİ

Açık ocaklarda malzemenin kazılarak, bulunduğu yerden alınıp nakliye düzeneğine (bant, kamyon, vagon vs.) iletilmesine **yükleme** denir. Yükleme araçları, en başta kepçe sayılarına göre sınıflandırılır. Genel olarak kazıcı yükleyici makineler; temel ve kanal açma, kara ve demir yolu inşasında, baraj yapımında, taş ve maden ocakları gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yükleyicinin büyüklüğü, kepçe hacmi göz önünde bulundurularak nitelenir. Paletli ve lastik tekerlekli olmak üzere iki gruba ayrılır.

Tek kepçeli ekskavatörler kendi aralarında yapılarına, tahrik sistemlerine, güç iletim türlerine ve kumanda edilme türlerine göre sınıflandırılır.

Tahrik sistemlerine göre

- Dizel motor tahrikli
- Elektrik motor tahrikli
- Dizel-elektrik motor tahrikli
- Dizel-hidrolik sistem tahrikli
- Elektro-hidrolik sistem tahrikli

Kumanda edilme türlerine göre

- Mekanik kumandalı
- Hidrolik kumandalı
- Pnömatik kumandalı
- Elektrik kumandalı
- Elektronik kumandalı

4.3.1. Halatlı (Elektrikli) Ekskavatör

Ekskavatörler, kazı ve yükleme makineleridir. Yüksek hareket kabiliyetleri, kazı ve yükleme işlemini aynı anda yapabilmesi nedeniyle en yaygın kullanılan iş makinesidir (Görsel 4.4). Ekskavatör seçimi, yapılacak kazı işlemine göre yapılır. Motor gücü, kepçe hacmi ve kazabileceği kazı derinliği göz önünde bulundurulacak parametreler arasındadır.

Halatlı ekskavatörler şase, paletli yürüyüş takımları, döndürme ve yükleme düzeneğinden oluşur. Malzemenin kepçeye alınıp nakliyat düzeneğine dökülme işlemi; kaldırma, ileri itme, dönme düzenekleri yardımı ile yapılır. Güç iletimi halatlar yardımı ile yapılır.



Görsel 4.4: Halatlı ekskavatör

Yürüyüş takımları, yükleyicinin zemine oturmasını ve bağımsız olarak hareket etmesini sağlar. Yürüyüş takımı; şasi, paletler, tahrik dişlileri ve üst yapıyı döndüren düzenekten oluşur.

Halatlı ekskavatörün çalışma periyodu, aşağıdaki aşamalardan oluşur.

- Malzemenin kepçeye doldurulması
- Üst yapının dönmesi
- Malzemenin boşaltılması
- Kepçenin malzeme almak üzere yeniden geriye dönmesi

Kepçenin doldurulması işleminde ekskavatör aynanın (arın) önündedir. Kepçe, ayna yönünde itme kuvveti uygulanarak malzemeye daldırılır ve yukarı doğru kaldırılır. Boşaltma işleminden sonra geriye dönüş sırasında kepçe indirilir ve geriye çekilir.

4.3.2. Hidrolik Ekskavatörler

Ana işlev olarak kazı işlemlerinde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra malzemelerin kazılması ve gerektiğinde kazılan malzemelerin araçlara yüklenmesi gibi işlerde de verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Kendinden tahrikli paletli veya lastik tekerlekli makinelerdir.

Güç aktarımı hidrolik kollar vasıtasıyla yapılır. Alt yapıda şase, üst yapıyı döndürme düzeneği ve paletli yürüyüş takımları veya lastik tekerlekler bulunur. Üst yapıda kaldırma, ileri itme, tahrik üniteleri ve dönme düzeneği vardır.

Bir hidrolik ekskavatörün çalışma periyodu birbirini izleyen aşağıdaki aşamalardan oluşur.

- Malzemenin kepçeye doldurulması
- Üst yapının dönmesi
- Malzemenin boşaltılması
- Kepçenin malzeme almak üzere yeniden geriye dönmesi

4.3.2.1. Paletli Yükleyiciler

Paletli yükleyiciler, dozerin ana gövdesine dozer bıçağı yerine kepçe monte edilmiş şeklidir (Görsel 4.5). Önde bulunan kepçe, hidrolik silindirler ve kollar yardımı ile hareket ettirilmektedir. Kepçe kapasiteleri 1,5 m³-4,5 m³ arasında değişen boyutlardaki makineler yaygın olarak açık ocak maden işletmelerinde, mermer, kum ve çakıl ocakları vb. kullanılmaktadır.

Paletli yükleyicilere farklı donanımlar takılarak birden fazla farklı işlem yapabilmektedir. Arka kısmına ripper bağlanıp ripperleme işlemi yapılabilir, ön kısma bıçak takarak dozer işlevi de görülebilir. Ayrıca kepçe donanımı da kullanım amacına göre değişik tipteki aletler ile değiştirilebilir.

Paletli yükleyiciler temel olarak şasi, kumanda kabini, paletler, dizel motor, aktarma organları, kepçe, kepçe kolu ve hidrolik kollardan oluşur. Yükleyici kepçenin şekli, büyüklüğü ve hacmi kazılıp yüklenecek malzemenin özellik ve yoğunluğuna göre seçilir. Kepçe ucunda aşınmaya dayanıklı malzemelerden yapılmış düz plaka veya kepçe dişleri kullanılır.

Paletli ekskavatörlerde kazı-yükleme işleminde üst yapı, kepçe, kepçe kolu, kazı kolu, tahrik motorları, hidrolik sistem üniteleri, döndürme motorları görev alır. Mekanik ve hidrolik elemanlar, üst yapı içerisinde bulunur. Kazı ve yükleme sırasında kepçesini doldurma, kaldırma, boşaltma ve indirme hareketini kazı ve kepçe koluna bağlı hidrolik silindirler sağlar.



Görsel 4.5: Paletli Yükleyici

4.3.2. Lastik Tekerlekli Yükleyiciler

Yükleyici araç, malzemenin kepçeye doldurulduğu yer ile boşaltıldığı yer arasındaki mesafeyi, manevra yaparak ve hareket ederek alır (Görsel 4.6). Şasi ve lastik tekerlekler araç yürüyüş mekanizmasını oluşturur. Kazı-yükleme sistemi kepçe, kazı kolu ve hidrolik silindirlerden oluşur. Kepçe, kazı koluna bağlanmıştır ve kepçenin hareketi hidrolik silindir yardımıyla sağlanır. Kazı kolunun aşağı yukarı hareket edebilmesi için yine hidrolik silindirler kullanılmıştır.

Güç üretiminde büyük güçlerde turbo sistemli dizel motorlar kullanılır. Üretilen gücün iletimi hidrodinamik, hidrostatik veya elektrikli sistemlerle gerçekleştirilir.

Çalışma sırasında yüklü ve boş durumdaki hareketlerin en kısa yol üzerinden yapılması sağlanmalıdır. Malzemenin kepçeye doldurulması, kazı kolunun ileri itilerek kepçenin malzeme yığına daldırılması ile gerçekleşir. Kepçenin dolmasıyla kepçe yukarı kaldırılır. Daha sonra yükleyici geri manevra ve kamyonu doğru ileri hareket ile kamyonu yanaşır kepçesini boşaltır. Geri gelme ve tekrar yığına yanaşma hareketiyle yükleyici yükleme işlemini sürdürür.



Görsel 4.6: Lastik tekerlekli yükleyici

4.3.3. Çekme Kepçeler (Dragline)

Çekme kepçe, kazı, nakil ve boşaltma işlevini aynı anda yapan sallama kepçeli bir iş makinesidir (Görsel 4.7). Büyük parçalı ve sert örtü tabakalı örtükazı (dekepez) malzemesi olan açık işletmelerde, kömür damarlarının ince olduğu panolarda çekme kepçe yöntemi kullanılmaktadır. Günümüzde döner kepçeli ekskavatörlerle birlikte açık işletmelerde kullanılan en büyük makinelerdir.

Çekme kepçeler, üst ve alt yapı olarak iki kısımdan oluşur. Üst yapı 360° dönebilmektedir. Alt yapıda yürüyüş mekanizması, oturma göbeği, şasi, göbek dişlisi ve taşıyıcı bandaj vardır. Üst yapıda tahrik motorları, operatör kabini, kollar, kepçe ve halatlar bulunmaktadır. Çekme kepçeler dizel, dizel-hidrostatik, dizel-elektrik ve elektrik sistemlerinden biri ile tahrik edilir.

Çekme kepçeler ilerleme mekanizmalarına göre paletli ve yürüyen tip olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Küçük kapasiteli olanlar iki veya dört palet üzerinde hareket eder. Yürüyen tip çekme kepçeler daha büyük boyutlu ve tamamen elektrik tahriklidir. Her iki tip de benzer biçimde çalışmaktadır.



Görsel 4.7: Çekme kepçe (dragline)

Çekme kepçeler, büyük bir yarıçap içerisinde kazı ve döküm olanağı sağlayan uzun bir kola sahiptir. Hareket düzlemi üzerinde veya altında kalan malzemeyi kazarak alır ve kol uzunluğu mesafesindeki istenen bir yere döker. Temel çekme kepçe çalışma tekniği 45°-120° arasında dönüş açısı içeren yana döküm yöntemidir. Kazı, yataydan 30°-60° arasında eğimli bir aynadan yapılmaktadır.

Çekme kepme makinesinin kazı-nakil-döküm döngüsü aşağıdaki hareketlerden oluşur.

- Kazı ve malzemenin kepçeye doldurulması
- Dolu kepçenin kaldırılması ve çekme kepçe makinesinin kendi ekseni etrafında dönmesi
- Malzemenin istenen yere boşaltılması
- Makinenin kendi ekseni etrafında dönerek geri gelmesi ve kepçeyi aşağı indirerek ilk konumuna dönmesi

Bu hareketler birbirini takip eden bir döngü içerisinde sürekli yapılır.

4.3.4. Döner Kepçeli Ekskavatörler

Döner kepçeli ekskavatörler, yumuşak malzemeler ve linyit damarlarını kazarak bant konveyörler yardımıyla nakil araçlarına yükleyen çok kepçeli kazı ve yükleme makineleridir (Görsel 4.8). Ülkemizde Afşin-Elbistan Linyit İşletmesinde döner kepçeli kazıcılar kullanılmaktadır.

Döner kepçeli ekskavatörlerin, paletli yürüme sisteminden oluşan bir alt yapısı vardır. Bu alt yapı üzerinde dönebilen bir üst yapı bulunur. Üst yapıya bağlı ve düşey yönde hareketli bir kol, bu kol ucuna yerleştirilmiş, üzerinde kesme kepçeleri bulunan bir tambur ve bantlı konveyörlerden oluşan yükleme düzeneğinden oluşmaktadır.

Çelik konstrüksiyondan yapılan kazı kolu üzerinde operatör kabini, iletim bantları ve uç kısmında kepçeleri taşıyan tambur yer alır. Kazı kolu üst yapı üzerinde yer alan halat tamburları yardımıyla düşey düzlemde hareket ettirilmektedir.

Döner kepçeli ekskavatörlerin kazı kapasiteleri 200-20000 m³/saat arasında değişmektedir. Çalışabildikleri şev yükseklikleri (kot üstü ve kot altı kazı) 6-70 m arasında değişmektedir. Tahrik sistemleri elektrikli dir.

Elektrik motoru ile tahrik edilen kepçe tamburu her biri 800-2000 l hacimli 10 adet (Daha da fazla olabilir.) kepçeyi üzerinde taşır. Kepçe tamburu, yarıçapına, kazılan malzemenin özelliklerine ve kepçe hacmine göre ortalama 3-5 devir/dk. hız ile döner.

Ekskavatörün alt yapısı yürüyüş mekanizması, ekskavatör kabini ve yönlendirme sisteminden oluşur. Kabin içerisinde tahrik motorları, dişli kutuları, elektrik düzenekleri ve bakım onarım odaları yer alır. Yürüyüş mekanizması, makinenin ileri ve geri hareketini sağlar.

Döner kepçeli ekskavatörler sürekli kazı ve yükleme yapan makinelerdir. Aynaya yanaşan ekskavatör, kazı kolunun yönlendirilmesi ile tüm aynayı kazar ve üzerinde bulunan bant yardımı diğer nakliye ekipmanına yükler. Kepçe dönerek tamburun en üst konuma geldiğinde kepçeye dolan malzeme boşaltılır. Kepçelerden boşalan malzeme, saptırma plakası üzerinden kayarak kazı kolu boyunca uzanan bir bantlı konveyöre dökülmektedir.



Görsel 4.8: Döner kepçeli ekskavatör

4.3.5. Zincir Kepçeli Ekskavatörler

Zincir kepečeli ekskavatörler linyit açık işletmelerinde, alüvyonlu cevher yataklarında ve formasyonları gevşek olan diğer işletmelerde kullanılabilir. Bunun yanında kil taşı, şist ve zayıf kum taşı gibi kayalar da zincir kepečeli ekskavatörler kullanılabilir.

Zincir kepečeli ekskavatörler alt kısım, üst kısım ve kazı kolu olmak üzere üç ana parçaya ayrılır. Tüm makineyi taşıyan alt kısım, raylı veya paletlidir. Ağırlığı zemin üzerine eşit biçimde dağıtabilmek ve sağlam bir duruş sağlamak amacıyla ekskavatörün alt kısmı üç nokta esasına göre oturtulur (Görsel 4.9).

Raylı alt kısım taşıtların alttan geçebileceği şekilde yapılır. Kazılan malzeme, ekskavatörü taşıyan rayların arasına döşenmiş olan kılavuz raylar üzerinde hareket ederek bu alt geçitten geçen vagonlara doğrudan yüklenmekte ya da bantlarla taşınmaktadır. Paletli alt kısım, iki veya daha fazla paletle sahiptir. Paletli makinelerin hareket yeteneği daha fazladır. Bu makinede kazılan malzeme yardımcı bir bant sistemi ile yan tarafta bulunan taşıtlara yükleme yapar.

Zincir kepečeli ekskavatörlerin taban seviyesinin altında ve üstünde çalışan iki tipi mevcuttur. Taban seviyesinin altında çalışanlarda kazı kolu aşağıya doğru eğilidir. Kazı kolu zincirinin takılış tarzına göre **sarkık zincirli** ve **kılavuz zincirli** olmak üzere iki tipi vardır. Sarkık zincirli kepečelerde kepečeleri zemine bastıran bir kuvvet bulunmadığı için yumuşak zeminlerde kullanılabilir. Kılavuzlanmış kepece zincirlerinde ise taban seviyesinin üstünde çalışan kazı kolunun yukarı doğru eğimli olan parçası, makinenin üst kısmına yatay bir parça ile bağlanmıştır.

Zincir kepečeli ekskavatörler genellikle elektrik motorları ile tahrik edilir. Bunun yanında dizel motorlu, basınçlı hava ve hidrolik tahrik sistemleri de vardır. Bu makineler kapasiteleri 1000 m³/sa. ile 3000 m³/sa. arasında değişirken, kazı derinlikleri ve yükseklikleri 5 m ile 19 m arasında olup su altında çalışabilir.

4.3.6. Dozerler

Dozerler, kazı ya da küreme için ön tarafına bir bıçak monte edilmiş tekerlekli ya da paletli traktörlerdir (Görsel 4.10). Dozerler; açık işletmelerde ana kazı işlerinde, ripperleme yapılan kazı işlerinde, kolay kazılabilen kitlelerin kazılmasında, yol yapımı ve bakımı, iş yerinin hazırlanması ve iş verimini arttırmaya yarayan işlerde kullanılmaktadır.

Dozerlerin eğimli yerlerde hareket kabiliyeti yüksektir. Eğimli bölgelerde diğer iş makineleri için gerekli olan yeri açar. Tek başına kazma, iletme ve yayma işlerini yapabilir.

Dozerler bir traktör ve traktörün önünde bulunan bıçak kısmı ve arkada bulunan ripperden meydana gelir. Dozerin ön kısmı, traktörün yanlarına eklemli bağlanmış olan iki kolun ucuna yerleştirilmiş bıçaktan oluşur.

Dozerler turbo şarjlı dizel motorlar ile tahrik edilir. Motordan elde edilen güç, tork konverter vasıtası ile tahrik çarkını çevirir. Bu dişli çarka **cer** denir. Cer dişlisi aldığı hareketi paletlere iletir. Dozerler yürüyüş sistemine göre **paletli** ve **lastik tekerlekli** olarak iki çeşittir.

Yer üstü kazı ve yükleme makineleri ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.



Görsel 4.9: Zincir kepečeli ekskavatör



Görsel 4.10: Ripper donanımlı bir dozer

UYGULAMA-3



Yer üstü kazı ve yükleme makineleri ile ilgili bir sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler doğru olmalı ve “yer üstü kazı ve yükleme makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsmalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Sunuda yazı, resim, tablo, grafik, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalı, dinleyicilerle göz teması kurulmalı, beden dili ve ses tonu doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 7 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/- 2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 4 dakika uymadı.



UYGULAMA-4



Yer üstü kazı ve yükleme makineleri ile ilgili broşür hazırlayınız.

Broşürü hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Broşürde yer üstü kazı ve yükleme makinelerinden en az dört tanesi tanıtılmalıdır.
- Broşürde yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Broşürde yer alan yer üstü kazı ve yükleme makineleri ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensiplerine yer verilmelidir.
- Broşür için bir A4 kâğıdının iki yüzü de kullanılmalıdır.
- Broşürün değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Broşür en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kâğıdın iki yüzü de etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmış.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamış.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmış.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamış.





UYGULAMA-5

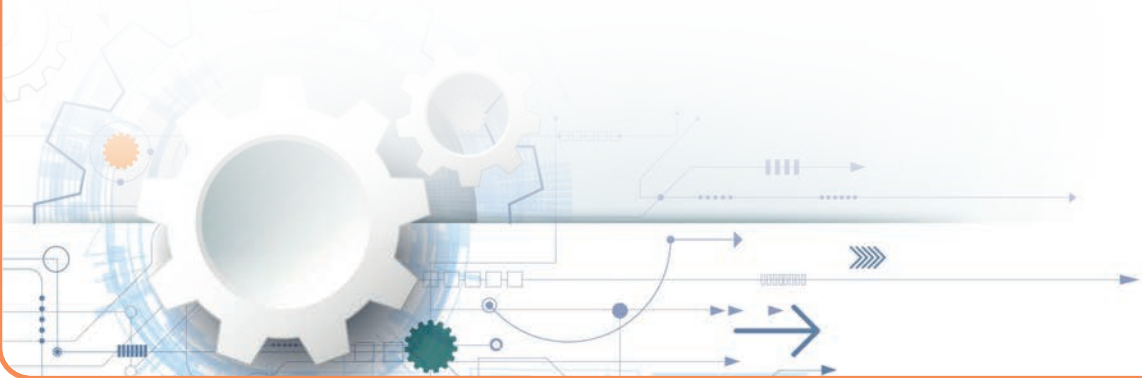


Yer üstü kazı ve yükleme makineleri ile ilgili bir afiş hazırlayınız.

Afişi hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Afişteki bilgiler “yer üstü kazı ve yükleme makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Afişte yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Afiş A3 kâğıdına hazırlanmalıdır.
- Afişin hazırlanmasında geleneksel ya da bilgisayar destekli teknikler kullanılabilir.
- Afişin değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Afiş en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kâğıdın iki yüzü de etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmış.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamış.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmış.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamış.



4.4 YER ÜSTÜ KIRMA VE TAŞIMA MAKİNELERİ

4.4.1. Kırıcılar

Kırma, boyut küçültme işlemidir. Malzemenin içerdiği farklı minerallerin birini diğerinden serbest hâle getirmek ve kullanım amacına uygun boyut sağlamak amacı ile yapılmaktadır. Kırmada uygulanan kuvvetler; darbe, sıkıştırma veya ezme, kesme ve sürtünme kuvvetleridir.

Kırma işlemi için kullanılan makineler, kırıcı olarak adlandırılır. Bu makineler tanelere baskı, darbe ve kesme kuvveti uygulayarak onları daha küçük tane boyutlarına indiren mekanik araçlardır. Kırma makineleri çok çeşitli şekil, yapı ve boyutlarda, kırma-eleme ve cevher hazırlama işlemlerinde kullanılmaktadır.

Kırma işlemi 5-2000 mm arasındaki tane boyutlarına uygulanmaktadır. 10-200 cm arasında yapılan kırma iri kırma, 5-100 mm arasında yapılan kırma ise ince kırma olarak adlandırılır. Çeneli, konik, darbeli ve çekiçli kırıcılar kırma-eleme ve cevher hazırlama tesislerinde en yaygın olarak kullanılan kırıcı tipleridir.

4.4.1.1. Çeneli Kırıcılar

Çeneli kırıcılar eksantirik mekanizması sayesinde malzemeyi sıkıştırarak basınç ile kırar. Bu kırıcılardan ince ürün alınamaz. Çıkış ağı ayarlanabilen bu kırıcılar, motordan kayış-kasnak aktarmalı olarak çalışır. Her çeşit malzemeyi kırmak üzere tasarlanmış kırıcılardır (Görsel 4.11).

Çeneli kırıcılar, malzeme besleyici ile üstten beslenir. Eksantirik döner tahrik shaftı, malzemeyi sabit bir çene ile ezme için hareketli çeneyi çalkalar. Agregası ve mineral işleme endüstrisinde geniş kullanım alanları vardır. Hidrolik sistem yardımıyla yapılan ayarları, yüksek performansları ve verimlilikleri ile en çok tercih edilen kırıcılardır.

Çeneli kırıcılar 3-5 kat oranında kırma boyutunu küçültebilir yani 400 mm besleme girişi olan bir çeneli kırıcı, beş kat küçültme oranı ile ortalama 80 mm'ye kadar malzeme boyutunu kırarak küçültebilir.



Görsel 4.11: Çeneli kırıcı

4.4.1.2. Darbeli Kırıcılar

Darbeli kırıcılarda kırılarak çıkan taşlar kübik yapıdadır. Darbeli kırıcıda kırılmış taşlar arasındaki fark açıkça görülmektedir. Kırılmış taşlar, ortalama olarak aynı kübik yapıdadır ve üzerinde gerilimli, zayıf veya çatlamış noktalar bulunmamaktadır (Görsel 4.12).

Kübik malzeme, köşeli ve yüzeyi pürüzlü olduğundan bağlayıcı özelliği fazladır. Darbeli kırıcıda genellikle elek üzerinde kalan malzeme, kırıcıya geri gönderilir. Böylece üründe aşırı toz malzeme çıkması ve kırıcı ünitelerin fazla aşınması önlenmektedir.

Darbeli kırıcılar dokuz kat oranında kırma boyutunu küçültebilirler yani 400 mm malzeme besleme girişi olan darbeli kırıcı 45 mm'ye kadar malzeme boyutunu kırarak küçültebilir.



Görsel 4.12: Darbeli kırıcı

4.4.1.3. Dik Milli Kırıcılar

Dik milli kırıcılar; kum ocakları, taş ocakları, hazır beton ve madencilik sektöründe kullanılan, maliyetleri düşük olan kırıcılardan biridir. Orta irilikteki bazalt, granit gibi sert veya aşındırıcı her türlü malzemeyi kırarak 0-5 mm kum elde etmek için kullanılan, kum oranı ve kübiklik oranı yüksek kırıcılardır (Görsel 4.13).

Bu kırıcılarda, besleyiciden gelen malzemenin bir kısmı rotora girerken bir kısmı da pencerelerden akarak rotorun dışına dökülür. Rotora giren malzemeler, rotorun merkezkaç kuvvetiyle yüksek hızda fırlatmasıyla rotor dışına dökülen malzemeyle havada çarpışarak kırma işlemi gerçekleşir. Farklı ebatlarda üretilen bu kırıcılar motordan kayış-kasnak aktarmalı olarak çalışır. Kırıcının taşı taşla çarptırarak kırma işlemini gerçekleştirmesi sayesinde yedek parça sarfiyatı oldukça düşüktür.



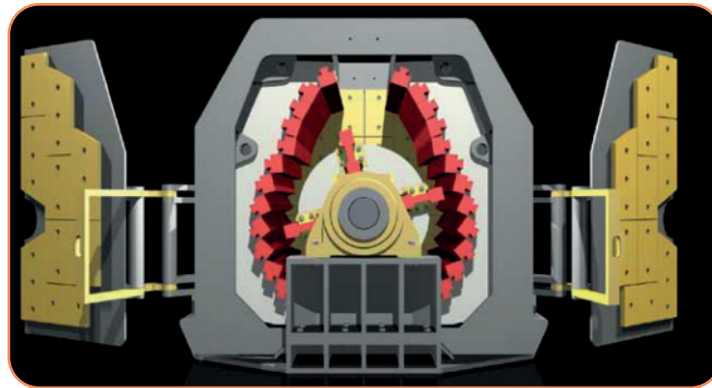
Görsel 4.13: Dik milli kırıcı

4.4.1.4. Tersiyer Kırıcılar

Darbeli kırıcılardan olan tersiyer kırıcı; madencilik, inşaat, taş ocaklığı alanlarında, yüksek kapasiteli tesislerde kullanılmaktadır (Görsel 4.14). Tersiyer kırıcılar, dik milli kırıcılara alternatif olarak üretilmektedir. Orta sertlikteki malzemelerde 0-5 mm kum elde etmekte kullanılır.

70 mm'ye kadar malzeme ile beslenebilmesi, dik milli kırıcılardan ayrılan başlıca özelliğidir. Yüksek hızda çift taraflı dönen rotorun malzemeyi pandüllere çarptırması ile kırma işlemi gerçekleşir. Ayarlanabilir çıkış ağız açıklığı sayesinde istenen ebatta ürün alınabilir.

Özel tasarım çarpma plakaları ve rotor hızının yüksek olması sayesinde aşınmalar düşük, toz veya kum elde etme oranı yüksektir. Tam açılır hidrolik kapaklar kullanıldığından bakımı çok kolay yapılıır. İlk yatırım maliyeti düşüktür.



Görsel 4.14: Tersiyer kırıcı

4.4.1.5. Konik Kırıcılar

Konik kırıcılar granit, bazalt ve andezit gibi sert ve aşındırıcı, dere ve ocak malzemelerini kırmak için tasarlanmıştır (Görsel 4.15). Sekonder ve tersiyer kırıcı olarak kullanılmaktadır.

Konik kırıcıların çalışma prensibi malzemeleri sıkıştırma, kesme ve bükme etkisiyle kırmaktır. Malzemeyi sıkıştırarak kırdıkları için düşük toz ve aşınma oranlarına sahiptir.

Uzun ömürlü kırma parçaları sayesinde kırma işlemi daha uzun ömürlü olmaktadır. Ayrıca bakım ve onarım işlemleri kırıcının üzerinde rahatlıkla yapılabildiği için işletme maliyetleri de düşüktür.

Kırma işlemi, konik yüzeyler arasında yapıldığından **konili kırıcı** diye de adlandırılmaktadır. Boyu ve yapı yönünden, günümüzde çok değişik şekilleri üretilmektedir. Genel olarak **oynar milli** ve **sabit milli** olmak üzere iki ana tipi vardır.



Görsel 4.15: Konik kırıcı

4.4.2. Taşıma Makineleri

Açık işletmelerde ana operasyonların en önemlilerinden biri de malzemelerin taşınmasıdır. Gevşetilerek yerinden sökülmüş malzemenin yükleme noktasından atık sahasına, hazırlama tesisine veya diğer bir amaçla taşınması gerekmektedir. Taşıma işlemi, sert kayaç madenciliği yapılan açık işletmelerde toplam maliyetin yaklaşık 1/3'ünü oluşturabilmektedir. Açık işletmede derinlere inilmesi ile taşıma yolu uzamakta bu da maliyetin artmasına sebep olmaktadır.

4.4.2.1. Bantlı Konveyörler

Çeşitli yük ve malzeme taşınmasında faydalanan, sürekli taşıma araçlarıdır (Görsel 4.16). Kullanış yerleri arasında hava yollarında bagaj taşıma, silolarda tahıl taşıma, maden ocaklarında kömür ve maden nakletme, fabrikalarda montaj üretim hatlarında makine parçalarının iletilmesinde kullanılan sistemler sıralanabilir. Yükleme ve boşaltma noktaları arasında çalışan konveyörlerin hareketi; yer çekimi kuvveti, insan gücü, motorla çalışan kayışlar, zincirler ve kablolarla sağlanır.



Görsel 4.16: Bantlı konveyör

Yükler, bir motor tarafından hareket ettirilen bantlar üzerinde taşınır. Motor devir sayısı, bir dişli kutusu vasıtasıyla düşürülür. Bantın hareket sistemi, konveyörün varış ucundaki tahrik kasnağından yapılarak yüklerin bant vasıtasıyla çekilmeleri sağlanır. Bu tip konveyörler vasıtasıyla maden cevherleri çok uzak mesafelere ucuz olarak taşınabilir.

Eğer saatte binlerce ton yığın malzemesi aktarılacaksa bantlı konveyör kullanımı kaçınılmaz seçenektir. Bugün maden ocaklarında, demir ve çelik fabrikalarında, termik santrallerde, cevher, kömür, kireç, sinter malzemelerinin manipulasyonunda ana taşıyıcı unsur bantlı konveyörlerdir.

Saatte 20.000 ton malzeme bantlı konveyörlerle yaklaşık 50 km mesafeye taşınabilmektedir. Üstelik bu taşımanın maliyeti kamyon ile taşıma maliyetinden on kat daha ucuzdur.

Bantlı konveyörle taşınacak malzemeler çok fazla çeşitlilik gösterir. Çok ince taneli toz, iri taneli kömür, taş, vs. hepsi bantlı konveyör ile son derecede güvenli şekilde taşınabilir. Bantlı konveyörlerin enerji, işçilik ve bakım maliyeti düşüktür. Geliştirilmiş bant kalitesi sayesinde kimyasallar, aşındırıcı malzemeler, kırılabilir ve gevrek malzemelerin hepsi bantlı konveyörler ile taşınabilmektedir.

Bantlı konveyörlerin bir diğer özelliği de arazi şartlarına uyum gösterme kabiliyetidir. Bu sayede dönerek yükselen virajlardan, dağlardan, nehirlerin üzerinden rahatça geçerek 40-50 km yol alabilmektedir. Bantlı konveyörler %35 meyilli arazilere rahatlıkla malzeme taşınabilmektedir.

4.4.2.2. Helezonlar

Helis biçimli bir vidanın, bir boru veya kovan içinde dönmesiyle dışları arasındaki malzeme hareket ettirilir (Görsel 4.17). Genellikle dökme yük taşır. Bu şekilde yük, aşağıdan yukarıya doğru taşınabilir.

Helezon konveyörlerde ana unsur bir mile sarılı olarak taşımayı yapan helezondur. Helezon mili, baş ve sondan helezon gövdesine yataklanmıştır. Helezonlar taşımanın özelliğine göre çok farklı yapılarda imal edilebilir.

Bu farklılıklar şöyle tanımlanabilir:

- Sabit hatveli helezonlar
- Artan hatveli helezonlar
- Konik milli helezonlar
- Milsiz helezonlar
- Çok yollu helezonlar
- Kauçuk kanatlı helezonlar

Bir helezon konveyöre birden fazla noktadan malzeme beslemesi yapılıyorsa malzemenin sıkışmaması için artan hatveli helezonlar kullanılmalıdır. Konveyörün hatvesi besleme tarafında daha az olduğu için arkadan gelen malzemenin akış hızı düşük; boşaltma tarafında ise daha büyük olduğu için akış hızı yüksektir. Bu hatve değişimi ile arkadan malzeme gelmeden ön taraftaki malzeme daha hızlı boşalmış olacağı için malzemenin sıkışması önlenmiş olur.



Görsel 4.17: Helezon taşıyıcı

4.4.2.3. Kamyonlar

Kamyonlar, lastik tekerlekli taşıma araçlarıdır. Uygun yapıdaki yollarda kullanıldığında yüksek süratle seyredebilir ve düşük nakliyat maliyetlerine sahip olabilir.

Kamyon taşıma sistemlerinin avantajları şöyle sıralanabilir:

- Uzun taşıma mesafelerine uygundur.
- Nemli ve yapışkan malzemeler gibi her türlü malzeme için daha kullanışlıdır.
- Büyük kapasiteli örtü kazı işlerinde kullanıma uygundur.
- İri parçalı malzemeleri rahatlıkla taşıyabilmektedir.

Çoğu kamyon, aşırı eğimli olmamak kaydıyla yeterli sertlik ve düzgünlüğe sahip yollarda taşıma yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Boyut ve tonajları büyük olduğundan **ağır iş** ya da **maden kamyonu** olarak adlandırılmaktadır.

Kamyonlar aşağıdaki faktörler göz önüne alınarak gruplandırılabilir.

- Motor tipi ve boyutu (benzinli, dizel, elektrikli, bütan, propan vb.)
- Aktarma organı tipi
- Tahrik tipi (tek-dingil, iki-dingil, üç-dingil vb.)
- Tekerlek ve dingil adedi ile çekiş yapan tekerleklerin düzeni
- Boşaltma yöntemi (arkadan boşaltmalı, yandan boşaltmalı, alttan boşaltmalı)
- Taşınan malzeme tipi (toprak, kaya, kömür, cevher vb.)
- Kapasite (ton ya da m³)

Maden Kamyonları ile Taşıma

Arkadan boşaltmalı (damperli) kamyonlar **konvansiyonel** ve **traktör-treyler** olmak üzere iki tiptedir. Konvansiyonel kamyonlar; şasi üzerine monte edilmiş, üç yarı kapalı arkası açık çelik bir kasa ve bunu kaldırmaya yarayan hidrolik silindir sisteminden oluşan, lastik tekerlekli araçlardır (Görsel 4.18). Her tip malzemenin taşınmasında uygun olan bu kamyonlar, genellikle patlatılmış kaya, cevher gibi ağır ve iri parçalı malzemelerin taşınmasında kullanılmaktadır.

Bunlar, dingillerden biri veya her ikisinden çekiş sağlanan **çift dingilli** tip ve arkada iki dingilden çekiş sağlanan **üç dingilli** tiplerdir.



Görsel 4.18: Konvansiyonel tip maden kamyonu

Çok yaygın olarak kullanılmayan traktör-treyler tip taşıyıcılar, **traktörlü tip** ve **askı tip** olmak üzere iki tasarıma sahiptir (Görsel 4.19). Askı tip kamyonlar ileri yönlü harekete başlamadan asılı durumdaki römork ile birlikte 90°'lik bir dönüş yeteneğine sahiptir. Bu sayede tünel inşaatları, dar yollu dağlık arazi ve sıkışık durumda çalışılan taş ocağı gibi işletmelerde yüksek manevra yetenekleri sayesinde kullanım alanı bulabilmektedir.

Üç dingilli tip, daha iyi hareket karakteristiği sayesinde daha uzun taşımının gerektiği yerlerde kullanılmaktadır. Ayrıca alçak damper yüksekliği sayesinde küçük kapasiteli ekskavatörler ile de kolayca yüklenebilmektedir. Diğer taraftan belden kırma kamyonlar ise yüksek manevra yetenekleri sayesinde dar çalışma alanlarında ve özellikle kötü zemin koşullarında kullanılabilir (Görsel 4.20).



Görsel 4.19: Traktör-treyler tip taşıyıcı



Görsel 4.20: Belden kırmalı kamyon

4.4.2.4. Skreyperler

Skreyperler, zemini ince tabakalar hâlinde sıyırarak içine alan ve istenen yere varınca da malzeme-yi yayarak boşaltan makinelerdir (Görsel 4.21). Skreyperler genellikle yol ve baraj inşaatlarında kullanılır. Önden traktör ile çekilenleri olduğu gibi yaygın olarak açık işletmelerde kullanılan kendinden motorlu olanları da vardır.

Motorlu skreyperlerde kazı kısmı olan sandığın iki yanı ve tabanı çelik levhalardan yapılmıştır. Önünde kaldırılıp indirilebilen bir kapak, arkasında ileri geri hareket edebilen veya öne devrilebilen bir levha vardır. Sandık tabanının ön tarafına, zemini kazmaya yarayan bir bıçak takılmıştır. Bıçak aşındıkça değiştirilebilecek şekilde üç parçalı yapılmıştır. Daha çok aşınan orta kısım sıklıkla değiştirilmektedir. Kendini yükleyen skreyperlerde malzemenin tekne içerisine alınmasını kolaylaştıran bir burgu ya da elevatör mekanizması bulunmaktadır.



Görsel 4.21: Skreyper

Skreyperlerin sandık hacimleri 13 m³ ile 45 m³ arasında değişmektedir. En fazla güce yükleme esnasında ihtiyaç vardır. Bu nedenle bazen dozerler itici olarak kullanılır.

Motorlu skreyperin azami ortalama hızı 30 km/sa. ile 60 km/sa. arasında değişmektedir.

4.4.2.5. Demir Yolu Nakliyatı

Uzun mesafelerde demir yolu taşımacılığı en ekonomik sistemdir (Görsel 4.22). Büyük rezerve sahip, büyük kapasiteli ve taşıma mesafesinin 4-5 km olduğu, her türlü ince ve orta irilikte malzeme taşımaya uygundur. İlk yatırım maliyeti yüksek fakat işletme maliyeti düşük bir sistemdir.

Demir yolu taşımacılığında bir defada çok büyük yükler taşınabilmektedir. Sistemin en önemli elemanı demir yoludur. Demir yolu, ray, travers ve balasttan oluşur. Raylar monte edilerek lokomotif ve vagonların minimum sürtünme direncinde hareket etmeleri sağlanır.



Görsel 4.22: Demir yolu nakliyatı

Çekici görevi yapan lokomotifler tahrik sistemlerine göre sınıflandırılır. Bunlar elektrikli, akülü, dizel motorlu, basınçlı havalı lokomotiflerdir. Elektrikli ve dizel-elektrikli lokomotifler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Demir yolu taşımacılığında kullanılan vagonların; büyük hacimli, darbe ve aşındırıcı malzemelere karşı dayanıklı, virajlarda devrilmeyen, boşaltılmasının kolay, güvenli ve çabuk olması gibi özelliklere sahip olması istenir.

Vagonların boşaltılması, yan kapakların açılması ya da alt kapakların açılması yöntemi ile yapılır. Bunların yanında bir de **yandan devrilmeli tip vagonlar** vardır.

Yer üstü kırma ve taşıma makineleri ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

UYGULAMA-6



Yer üstü kırma ve taşıma makineleri ile ilgili bir sunu hazırlayınız.

Sunu hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Sunudaki bilgiler doğru olmalı ve “yer üstü kırma ve taşıma makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsmalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Sunuda yazı, resim, tablo, grafik, video, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Sunuda Türkçe doğru kullanılmalı, dinleyicilerle göz teması kurulmalı, beden dili ve ses tonu doğru kullanılmalıdır.
- Sunu süresi 7 dakikadır.
- Sununun değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Sunu en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Sunu sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
SUNUM BECERİSİ	Akıcı dil kullanıldı, göz teması kuruldu, ses tonu ve beden dili doğru kullanıldı.	Belirtilen özelliklerden üçü yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden ikisi yerine getirildi.	Belirtilen özelliklerden biri yerine getirildi.
ZAMAN YÖNETİMİ	Verilen süre içinde sunuyu tamamladı.	Verilen süreye +/- 2 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 3 dakika uymadı.	Verilen süreye +/- 4 dakika uymadı.



UYGULAMA-7

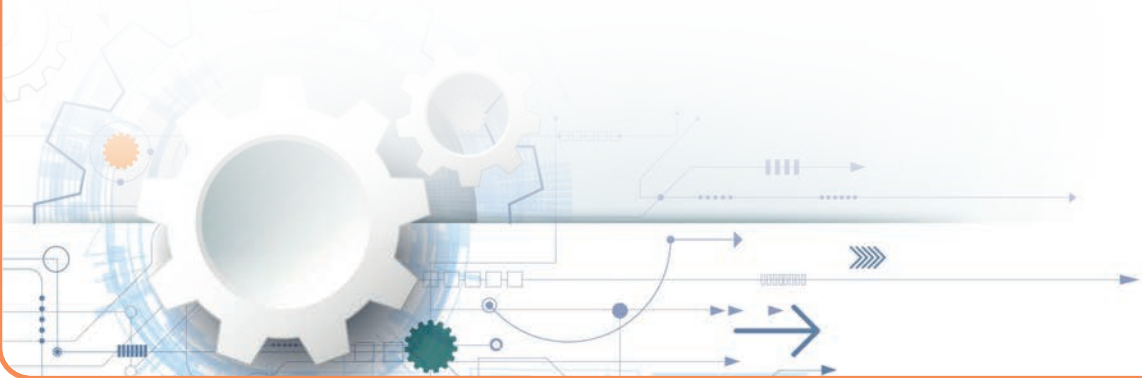


Yer üstü kırma ve taşıma makineleri ile ilgili broşür hazırlayınız.

Broşürü hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Broşürde yer üstü kırma ve taşıma makinelerinden en az dört tanesi tanıtılmalıdır.
- Broşürde yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Broşürde yer alan yer üstü kırma ve taşıma makineleri ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensiplerine yer verilmelidir.
- Broşür için bir A4 kâğıdının iki yüzü de kullanılmalıdır.
- Broşürün değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Broşür en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kâğıdın iki yüzü de etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmış.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamış.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmış.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamış.



UYGULAMA-8



Yer üstü kırma ve taşıma makineleri ile ilgili afiş hazırlayınız.

Afişi hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Afişteki bilgiler “yer üstü kırma ve taşıma makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsmalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Afişte yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Afiş A3 kâğıdına hazırlanmalıdır.
- Afişin hazırlanmasında geleneksel ya da bilgisayar destekli teknikler kullanılabilir.
- Afişin değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Afiş en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kâğıdın iki yüzü de etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmış.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamış.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmış.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamış.



4.5. YER ÜSTÜ MADENLERDE (MERMER) KESME MAKİNELERİ

4.5.1. Elmas Telli Kesme Makinesi

Mermer ocaklarının yaklaşık %90'ından fazlasında kullanılan en yaygın üretim teknolojisi elmas telli kesme yöntemidir.

Elmas telli kesme yöntemi; elmas boncuklar, çelik tel, elmas telli kesme makinesi ve yardımcı ekipmanlar yardımıyla blok mermer kesmek ve kesilen blokları nakledilebilir büyüklükteki bloklara parçalamak amacıyla kullanılan, modern bir üretim yöntemi ve blok kesme teknolojisidir (Görsel 4.23).

Bu yöntemle yapılan ana işlemler sırasıyla şöyledir:

- Yatay ve düşey deliklerin delinmesi
- Elmas tel kesim makinesi ile yatay ve düşey kesimlerin yapılması
- Kesilen blokların ana kütlede ayrılıp devrilmesi işlemi
- Kesilen bloğun daha küçük blok boyutlarına kesilmesi

Blok üretiminde ilk işlem deliklerin açılmasıdır. Delikler istenen blok boyutlarına göre planlanarak açılır. Önce düşey delikler açılır. Sonra yatay delikler, düşey deliklerle çakışacak şekilde açılır.



Görsel 4.23: Elmas telli kesme makinesi

Daha sonra elmas tel, kesim için yatay deliklerden geçirilir. Kesme makinesi yatay konuma getirilip yatay kesme işlemi yapılır. Daha sonra aynı şekilde dikey kesimler yapılarak mermer bloğu ana kütlede ayrılır. Elmas telin soğutulması ve kesilen kayaç parçacıklarının kesim yatağından uzaklaştırılabilmesi için tel dönme yönünde tele su verilir. Ana kütlede ayrılan mermer bloğu, mermer devirme makineleri ve hidrolik yastık gibi yardımcı aletler kullanılarak devrilir. Kesilip ana kütlede ayrılan büyük boyutlu bloklar, sayalama makineleri veya delici sistemler kullanılarak daha küçük bloklara kesilir.

Kesme makinesinin tahrik sistemi sac muhafaza içine yerleştirilmiş, benzin veya elektrikle çalışan bir motor ve dişli sistemden oluşur. Volan, gövde üzerinde dişli sistemin miline bağlıdır. Telli kesme makinesinin üzerinde hareket ettiği ve yol aldığı kısım raylardan oluşur. Bir elmas telli kesme makinesinde üçer metrelik iki veya üç adet ray bulunur.

4.5.2. Zincirli Kollu Kesme Makinesi

Bu yöntemde kullanılan makine, çelik plakalı bir kol ve kol üzerinde dönen kesicilerin bulunduğu bir zincirden oluşur (Görsel 4.24). Bu kol çeşitli yönlerde 180°ye kadar hareket edebilir. Ağaç kesme işlerinde kullanılan motorlu testerelere benzemekle birlikte, yapı ve çalışma prensibi farklıdır.

Bu makinelerin ağırlığı 2-10 ton arasında olup elektrik enerjisiyle çalışan üç adet motoru vardır. Bu motorlardan birincisi kesici zincir sisteminin bağlı olduğu kolu hareket ettirir. İkinci motor kesici zincir sistemini çevirmek için 75-110 BG arasında değişen güçtedir. Üçüncü motor da makinenin ray üzerinde ileriye geriye hareketini sağlamakta olup 1 BG gücündedir.

Kesme işlemi, zincirli kolun taşa değmesi ve zincirin dönmesi ile başlar. Kesme esnasında oluşan parçacıklar su ve zincir ile kesme bölgesinden uzaklaştırılır. Makineye bağlı olarak çalışan kesme kolunun ilerlemesi, makinenin tamamının ray üzerinde hareketi ile olur.

Kesme kalınlığı 3-4 cm, ray aralığı 74 cm, boyu 3-4 m civarındadır. Kesme hızı makine tipi ve gücüne bağlı olarak düşey kesimde 3-4 cm/dk., yatay kesimde 4-6 cm/dk. arasında değişmektedir. Kesme derinliği 2-2,5 m arasındadır.



Görsel 4.24: Zincirli kollu kesme makinesi

Yer üstü madenlerde (mermer) kesme makineleri ile yapılan çalışmalar esnasında sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak çalışma ortamının özelliklerine göre gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.



UYGULAMA-9



Yer üstü madenlerde mermer kesme makineleri ile ilgili bir afiş hazırlayınız.

Afişi hazırlarken aşağıdaki açıklamaları dikkate alınız.

- Afişteki bilgiler “yer üstü madenlerde mermer kesme makineleri” konusundaki tüm kazanımları kapsamalıdır (iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, özellikleri ve çalışma prensipleri).
- Afişte yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanılmalıdır.
- Afiş A3 kâğıdına hazırlanmalıdır.
- Afişin hazırlanmasında geleneksel ya da bilgisayar destekli teknikler kullanılabilir.
- Afişin değerlendirmesinde aşağıdaki puanlama anahtarı kullanılacaktır.

	4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
MATERYAL	Afiş en az dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Afiş sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
GÖRSEL TASARIM	Kâğıdın iki yüzü de etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmış.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamış.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmış.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamış.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Kellynin döndürme hareketini matkaba ileten takım elemanına su başlığı denir.
2. () Takımın dizisinin en altında bulunan kendi eksenini etrafında dönerek kazı işlemini gerçekleştiren sondaj elemanına matkap denmektedir.
3. () Patlayıcı maddelerle kayaçların parçalanarak kazının sağlanması için kayaç içinde patlayıcı maddelerin yerleştirileceği boşluklara delik denir.
4. () Delme işlemi sırasında matkabın kayaç veya cevher kütlesi içerisindeki ilerleme hızına delme hızı denir.
5. () Halat veya rijit çubuklarla keskin ağızlı bir kazıcının serbest düşmesi ile yapılan kazı işlemine dönerek delik delme yöntemi denir.
6. () Darbeli delik delen makinelerde matkap hem döndürülür hem de belirli bir baskı kuvveti ile itilir.
7. () Döner-darbeli delik delme işlemi, matkabın dönme ve darbe etkileri birleştirilerek yapılır.
8. () Açık ocaklarda malzemenin kazılarak, bulunduğu yerden alınıp nakliye düzeneğine iletilmesine yükleme denir.
9. () Dozerler yüksek hareket kabiliyetleri, kazı ve yükleme işlemini aynı anda yapabilmesi nedeniyle en yaygın kullanılan iş makinesidir.
10. () Çekme kepçe, kazı, nakil ve boşaltma işlevini aynı anda yapan sallama kepçeli bir iş makinesidir.
11. () Döner kepçeli ekskavatörler yumuşak malzemeler ve linyit damarlarının kazılmasında ve bant konveyörler ile nakil araçlarına yüklenmesinde kullanılan çok kepçeli kazı ve yükleme makineleridir.
12. () Çekme kepçeli ekskavatörlerde, kepçe dönerek tamburun en üst konumuna geldiğinde kepçeye dolan malzeme boşaltılır.
13. () Kazı ya da küreme için ön tarafına bir bıçak monte edilmiş tekerlekli ya da paletli traktörlere dozer denir.
14. () Kırma, malzemenin içerdiği farklı minerallerin birini diğerinden serbest hâle getirmek ve kullanım amacına uygun boyut sağlamak amacı ile yapılmamaktadır.
15. () Kırma işlemi, konik yüzeyler arasında yapıldığından konili kırıcı diye de adlandırılmaktadır.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME



16. () Belden kırma kamyonlar, yüksek manevra yetenekleri sayesinde dar çalışma alanlarında ve özellikle kötü zemin koşullarında kullanılabilirlerdir.
17. () Skreyperler zemini ince tabakalar hâlinde sıyrarak içine alan ve istenilen yere varınca da malzemeyi yayarak boşaltan makinelerdir.
18. () Demir yolu taşımacılığında bir defada çok büyük yükler taşınmaz.
19. () Mermer ocaklarında kullanılan en yaygın üretim teknolojisi elmas telli kesme yöntemidir.
20. () Zincirli kesme işlemi, zincirli kolun taşa değmesi ve zincirin dönmesi ile başlar. Kesme esnasında oluşan parçacıklar su ve zincir ile kesme bölgesinden uzaklaştırılır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Yer altına düşey, yatay veya herhangi bir yönde açılı olarak yapılan silindirik kazı işlemi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kazıma
- B) Matkap
- C) Sondaj
- D) Subaşı
- E) Sürme

2. Aşağıdakilerden hangisi döner sondaj yönteminin ekipmanlarından değildir?

- A) Bağlantı elemanları
- B) Kelly
- C) Lastik tekerlek
- D) Subaşı
- E) Tij

3. Aşağıdakilerden hangisi döner sondajdaki subaşığının diğer adıdır?

- A) Fırdöndü
- B) Kelly
- C) Matkap
- D) Tij
- E) Saplama

4. I. Tij
II. Matkap
III. Ağırlık borusu
IV. Subaşı
V. Kelly (köşeli boru)

Yukarıda isimleri verilen elamanların kuyu dibinden yukarıya doğru sıralaması aşağıdaki hangi seçenekte doğru verilmiştir?

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

5. Aşağıdakilerden hangisi delici makinelerin seçiminde dikkat edilecek ölçütlerden değildir?

- A) Makinenin gücü
- B) Tekerlek çapı
- C) Delik çapı ve derinliği
- D) Delicinin devir sayısı
- E) Delik dibi temizleme yöntemi

6. Aşağıdakilerden hangisi üstten darbeli delicilerde darbe etkisi oluşturmak için kullanılır?

- A) Ağırlık borusu
- B) Elektrikli sistem
- C) Serbest düşme
- D) Hidrolik/Pnömatik sistem
- E) Çekiçle vurarak

7. Aşağıdakilerden hangisinde dipten darbeli delicilerde darbe etkisini oluşturan çekicin konumu doğru verilmiştir?

- A) Matkabin üstünde
- B) Matkabin altında
- C) Tijden önce
- D) Ağırlık borusundan önce
- E) Kellyden sonra

8. Tek kepçeli ekskavatörler tahrik sistemine göre sınıflandırıldığında aşağıdakilerden hangisi bunlardan biri olamaz?

- A) Dizel motor tahrikli
- B) Pnömatik tahrikli
- C) Elektrik tahrikli
- D) Dizel-hidrolik motor tahrikli
- E) Dizel-elektrik motor tahrikli

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

9. Tek kepçeli ekskavatörler kumanda edilme türlerine göre sınıflandırıldığında aşağıdakilerden hangisi bunlardan biri olamaz?

- A) Mekanik kumandalı
- B) Pnömatik kumandalı
- C) Elektrik kumandalı
- D) Dizel kumandalı
- E) Hidrolik kumandalı

10. I. Üst yapının dönmesi
II. Malzemenin boşaltılması
III. Kepçenin malzeme almak üzere yenden geri dönmesi
IV. Malzemenin kepçeye doldurulması

Yukarıda verilenlere göre halatlı ekskavatörün çalışma aşamaları hangi seçenekte doğru verilmiştir?

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

11. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik ekskavatörlerin üst yapısında bulunan düzeneklerden değildir?

- A) Kaldırma düzeneği
- B) İleri itme düzeneği
- C) Dönme düzeneği
- D) Tahrik üniteleri
- E) Paletler

12. Aşağıdakilerden hangisi kırıcı makine tiplerinden değildir?

- A) Çeneli kırıcı
- B) Konik kırıcı
- C) Şapkalı kırıcı
- D) Darbeli kırıcı
- E) Çekiçli kırıcı

13. Aynaya yanaşan ekskavatör, kazı kolunun yönlendirilmesi ile tüm aynayı kazar. Kepçeye dolan malzeme, kepçe dönerek tamburun en üst konuma geldiğinde boşaltılır.

Yukarıda anlatılan çalışma şekli hangi ekskavatöre aittir?

- A) Zincir kepçeli ekskavatör
- B) Hidrolik ekskavatör
- C) Halatlı ekskavatör
- D) Döner kepçeli ekskavatör
- E) Çekme kepçeli ekskavatör

14. Eksantirik mekanizması sayesinde malzeme sıkıştırarak basınç ile kıran kırıcı tipi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Konik kırıcı
- B) Çeneli kırıcı
- C) Tersiyer kırıcı
- D) Darbeli kırıcı
- E) Çekiçli kırıcı

15. Bu kırıcılarda kırılarak çıkan taşlar kübik yapıdadır. **Verilen özellik hangi kırıcı tipine aittir?**

- A) Darbeli kırıcı
- B) Çeneli kırıcı
- C) Tersiyer kırıcı
- D) Darbeli kırıcı
- E) Dik millî kırıcı

16. Aşağıdakilerden hangisi yer üstü maden işletmelerinde kullanılan taşıma araçlarından değildir?

- A) Taşıma bacası
- B) Bantlı konveyör
- C) Helezon oluklar
- D) Kamyonlar
- E) Skreyperler

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

17. Aşağıdakilerden hangisi bantlı konveyörün kullanıldığı yerlerden biri değildir?

- A) Madenlerde kömür ve cevher nakli
- B) Dozerler
- C) Montaj üretim hatları
- D) Hava yollarında bagaj taşımacılığı
- E) Silolarda tahıl taşımacılığı

18. Aşağıdakilerden hangisi helezon türü değildir?

- A) Sabit hatveli helezonlar
- B) Artan hatveli helezonlar
- C) Büyük kepçeli helezonlar
- D) Milsiz helezonlar
- E) Konik milli helezonlar

19. Aşağıdakilerden hangisi kamyonla taşıma sisteminin avantajlarından değildir?

- A) Uzun mesafelerde taşıma yapılabilir.
- B) İri parçalı malzemeler taşınabilir.
- C) Büyük örtü kazı işlerine uygundur.
- D) En ekonomik nakliyat sistemidir.
- E) Nemli ve yapışkan malzemelerin taşınması için uygundur.

20. Aşağıdakilerden hangisi açık maden işletmelerinde nakliyat amaçlı kullanılan lokomotiflerin tahrik sistemlerinden değildir?

- A) Elektrik tahrikli
- B) Dizel motor tahrikli
- C) Akülü
- D) Basınçlı hava tahrikli
- E) Manyetik tahrikli

- Maden Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim programı (2020). Ankara.
- TDK Yazım Kılavuzu, 27. Baskı, Ankara, (2012).
- Akçın, N. A. ve Su, O., (2003). *Yeraltı Maden İşletmelerinde Kullanılan Çelik Halatlı Taşıma Sistemleri, İletim Teknolojileri Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, ISBN: 975-395-644-4, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 109-120.
- Aydın, K., (2017). *Yeraltı Üretim Yöntemleri, Temel Madencilik Bilgileri*, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 888-949.
- Bilim, N., (2018). *Kömür Madenlerinde Kullanılan Sabanların Önemi ve Seçim Kriterleri*, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 3, ss. 490-503, Konya
- Erdem, B., Duran, Z., (2017). *Açık İşletmelerde Makine Ekipman Seçimi, Temel Madencilik Bilgileri*, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 247-419.
- Köse, H., Yalçın, E., Şimşir, F., Onargan, T., Konak, G., ve Kızıl, S., (2016). *Açık İşletme Tekniği*. DEÜ Mühendislik Fakültesi Yayınları No:256, İzmir.
- Köse, H., Gürgen, S., Onargan, T., Yenice, H. ve Aksoy, C.O., (2012). *Tünel ve Kuyu Açma*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:145 İzmir.
- Martin, J.W., Martin, T.J., Bennett, T.P., Martin, K.M., (1982). *Surface Mining Equipment*, Colorado, USA, ISBN 0-9609060-0-2, 455 pp.
- Özçelik, Y., Kulaksız, S., (2017). *Mermer Madenciliği, Temel Madencilik Bilgileri*, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 657-751.
- Özfirat, M.K ve Tatar, Ç., (2016), *Yeraltı Maden Makineleri ve Mekanizasyonu*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:309 İzmir.
- Paschedag, U., (2011). Plow Technology-History and Today's State of the Art, International Mining Forum, New Techniques and Technologies in Thin Coal Seam Exploitation, 1-14.
- Paschedag, U., (2014). Plow Technology-History and the State of the Industry, Caterpillar Global Mining, Mining.cat.com, 17s.
- Şimşir, F., (1995). *Sabanlı Uzunayaklarda Yol-Kontrollü Öteleme Yönteminin İrdelenmesi*, Madencilik, Sayı:4, Ankara.
- Şimşir, F., Tatar, Ç., Özfirat, K., (2017). *Madenlerde Nakliyat*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:296 İzmir.
- Tiryaki, B., (2000). *Keski dizilim parametrelerinin tamburlu kesici-yükleyicilerin performansına etkilerinin incelenmesi*, Yerbilimleri, 22: 237-246.
- Ünal, M., (2012). *Maden Kuyusu Asansörü Tasarımı*, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yaralı, O., (2017). Madenlerde Nakliyat, *Temel Madencilik Bilgileri*, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 494-628.

- <https://sozluk.gov.tr/>
- <https://www.etimaden.gov.tr/maden-terimleri-sozlugu/o-harfi-ile-baslayanlar> (Erişim Tarihi 23.02.2021, 22.03)
- <http://www.muhendislikbilgileri.com/> (Erişim Tarihi: 30.06.2020, 16:10)
- <http://www.metso.com/> (Erişim Tarihi: 28.06.2020, 11:08)
- <https://www.maden.net/> (Erişim Tarihi: 28.06.2020, 21:12)
- <https://yinmak.com.tr/> (Erişim Tarihi: 29.06.2020, 11:20)
- <https://www.gayretmakina.com/> (Erişim Tarihi: 30.06.2020, 16:10)
- http://www.ctme.com.tr/core/uploads/page/document/1130_210317939483335.pdf (Erişim Tarihi:11/06/2020, 21:23)
- http://www.ctme.com.tr/core/uploads/page/document/1127_2103171107957286.pdf (Erişim Tarihi:11/06/2020, 21:25)
- <https://www.makinaegitimi.com/> (Erişim Tarihi : 07.05.2020, 11.15)
- <https://slideplayer.biz.tr/> (Erişim Tarihi: 08.05.2020, 13.00)
- <https://www.metalurjimalzeme.net/> (Erişim Tarihi: 08.05.2020, 13.05)
- <https://teknolojiprojeleri.com/> (Erişim Tarihi: 09.05.2020, 10.35)
- <https://argevetasarim.com/> (Erişim Tarihi: 09.05.2020, 11.00)
- <https://muhendistan.com/> (Erişim Tarihi: 14.05.2020, 17.30)
- <http://www.muhendislikbilgileri.com/> (Erişim Tarihi: 14.05.2020, 17.30)
- <http://www.muhendislikbilgileri.com/>
- <http://www.metso.com/>
- <https://www.maden.net/>
- <https://yinmak.com.tr/>
- <https://www.gayretmakina.com/>
- <http://www.atilasaraloglu.com/> (Erişim Tarihi: 16.05.2020, 12.05)
- <https://docplayer.biz.tr/> (Erişim Tarihi: 19.05.2020, 16.16)
- <https://www.notusta.com/> (Erişim Tarihi: 16.05.2020, 13.44)
- <https://www.norelem.com/tr>
- https://www.ailevecalisma.gov.tr/media/32481/calisma_hayati_2018.pdf (Erişim Tarihi: 10/06/2020, 12:05)
- <https://www.petersoncat.com/sites/cat/files/products/documents/1415806310.pdf> (Erişim Tarihi:30/05/2020, 22:02)

Kitabımızdaki “<http://www.shutterstock.com>” adresinden satın alınan görsellerin görsel numaraları sayfa numaraları ile birlikte aşağıda belirtilmiştir.

Sayfa-Görsel Numarası	Sayfa-Görsel Numarası	Sayfa-Görsel Numarası	Sayfa-Görsel Numarası	Sayfa-Görsel Numarası	Sayfa-Görsel Numarası
S.84-3. Öğrenme birimi kapağı	S.84-Görsel 3.1	S.85-Görsel 3.2	S.86-Görsel 3.4	S.86-Görsel 3.5	S.90-Görsel 3.9
S.90-Görsel 3.10	S.92-Görsel 3.13	S.93-Görsel 3.15	S.97-Görsel 3.17	S.99-Görsel 3.18	S.99-Görsel 3.20
S.100-Görsel 3.21	S.101-Görsel 3.22	S.104-Görsel 3.27	S.105-Görsel 3.28	S.111-Görsel 3.33	S.112-Görsel 3.35
S.114-Görsel 3.37	S.114-Görsel 3.38	S.119-4. Öğrenme birimi kapağı	S.120-Görsel 4.1	S.124-Görsel 4.2	S.125-Görsel 4.3
S.127-Görsel 4.4	S.128-Görsel 4.5	S.129-Görsel 4.6	S.129-Görsel 4.7	S.130-Görsel 4.8	S.131-Görsel 4.9
S.131-Görsel 4.10	S.135-Görsel 4.11	S.135-Görsel 4.12	S.137-Görsel 4.15	S.138-Görsel 4.17	S.139-Görsel 4.18
S.139-Görsel 4.20	S.140-Görsel 4.22	S.144-Görsel 4.23	S.145-Görsel 4.24	S.15- Öğrenme birimi kapak sayfaları	Kitap kapağı görselleri

Kitabımızdaki “<http://www.123rf.com>” adresinden satın alınan görsellerin görsel numaraları sayfa numaraları ile aşağıda belirtilmiştir.

Sayfa-Görsel Numarası	Sayfa-Görsel Numarası	Sayfa-Görsel Numarası	Sayfa-Görsel Numarası	Sayfa-Görsel Numarası
S.22-Uygulama	S.137-Görsel 4.16	S.139-Görsel 4.19	S.140-Görsel 4.21	Kitap kapağı görselleri

Kitabımızdaki “<http://www.freepik.com>” adresinden satın alınan görsellerin görsel numaraları sayfa numaraları ile aşağıda belirtilmiştir.

S.16-Freepik id: 11988833

Kitabımızdaki sayfa numaraları ve görsel numaraları belirtilen görseller aşağıda yazılı olan adreslerden alınmıştır.

- S.23-Görsel 1.15 <https://teknolojirojeleri.com/teknik/v-kayisi-nedir-ne-ise-yarar>
- S.25-Görsel 1.20 <https://silo.tips/download/kaynak-kaynak-yntemlerinin-ki-temel-kategorisi>
- S.29-Görsel 1.27 <https://www.techmaster.com.tr/wurth-segmanensesi-c-tipi-din-5256-ic-segmanensesi-12-25mm-AMPP22495>
- S.32-Görsel 1.29 <https://silo.tips/download/kaynak-kaynak-yntemlerinin-ki-temel-kategorisi>
- S.33-Tablo 1.1 http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller
- S.50-Görsel 2.13 <http://www.ayefrulman.com.tr/urunler/yatakli-rulmanlar/>
- S.51-Görsel 2.14 <https://teknikbilgisitesi.blogspot.com/2015/01/rulmanlar-hakknda-ksa-bilgi.html>
- S.53-Görsel 2.18 <http://rulsan.com.tr/fici-masurali-rulmanlar/>
- S.53-Görsel 2.19 <https://esanayim.com/timken-32317-konik-makarali-rulman>
- S.59-Görsel 2.25 <http://tr.encoderchina.com/product/spider-coupling-jaw-coupling-clamp-type-flexible-coupling>

- S.61-Görsel 2.26 <https://www.youtube.com/watch?v=HhgvGfDzd7Q>
- S.61-Görsel 2.27 <https://www.drawturk.com/solidworks/anlatimli-uygulamalar/egri-kollu-kasnak>
- S.65-Görsel 2.35 <https://teknolojiprojeleri.com/teknik/v-kayisi-nedir-ne-ise-yarar>
- S.67-Görsel 2.36 <https://www.dunyarulman.com/etiket/disli-kayis/>
- S.69-Görsel 2.38 <http://kisi.deu.edu.tr/cicek.ozes/kayiskasnaktektstil2013.pdf>
- S.69-Görsel 2.39 http://www.megep.meb.gov.tr/rmte_program_modul/moduller_pdf/Mekanizma%20Tekni%C4%9
- S.85-Görsel 3.3 ÖZFİRAT, M.K ve TATAR, Ç., (2016), “Yeraltı Maden Makineleri ve Mekanizasyonu”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:309 İzmir.
- s.87-Görsel 3.6 ŞİMŞİR, F., (1995), “Sabanlı Uzunayaklarda Yol-Kontrollü Öteleme Yönteminin İrdelenmesi”, Madencilik, Sayı:4, Ankara.
- s.88-Görsel3.7 Paschedag, U., (2011),. Plow Technology- History and Today’s State of the Art, International Mining Forum, New Techniques and Technologies in Thin Coal Seam Exploitation, 1-14.
- S.89-Görsel 3.8 http://www.ctme.com.tr/core/uploads/page/document/1130_210317939483335.pdf (Erişim tarihi:11/06/2020, 21:23)
- S.91-Görsel 3.12 Tiryaki, B. (2000). Keski dizilim parametrelerinin tamburlu kesici-yükleyicilerin performansına etkilerinin incelenmesi. Yerbilimleri, 22: 237-246.
- S-92 Görsel 3.14 ÖZFİRAT, M.K ve TATAR, Ç., (2016), “Yeraltı Maden Makineleri ve Mekanizasyonu”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:309 İzmir.
- S-99 Görsel 3.19 http://www.ctme.com.tr/core/uploads/page/document/1127_2103171107957286.pdf (Erişim tarihi:11/06/2020, 21:25)
- S-102 Görsel 3.23 Yaralı, O., (2017), “Madenlerde Nakliyat”, Temel Madencilik Bilgileri, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 494-628.
- S-103 Görsel 3.24 Yaralı, O., (2017), “Madenlerde Nakliyat”, Temel Madencilik Bilgileri, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 494-628.
- S-103 Görsel 3.25 Yaralı, O., (2017), “Madenlerde Nakliyat”, Temel Madencilik Bilgileri, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 494-628.
- S-104 Görsel 3.26 Akçın, N. A. ve Su, O., (2003). Yeraltı Maden İşletmelerinde Kullanılan Çelik Halatlı Taşıma Sistemleri, İletim Teknolojileri Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı, ISBN: 975-395-644-4, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 109-120.
- S.105-Görsel 3.29 Yaralı, O., (2017), “Madenlerde Nakliyat”, .Temel Madencilik Bilgileri, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 494-628.
- S.108- Görsel 3.30 Aydın, K., (2017), “Yeraltı Üretim Yöntemleri”, Temel Madencilik Bilgileri, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 888-949.
- S.109- Görsel 3.31 Aydın, K., (2017), “Yeraltı Üretim Yöntemleri”, Temel Madencilik Bilgileri, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 888-949.
- S.110- Görsel 3.32 ÜNALAN, M., (2012), “Maden Kuyusu Asansörü Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- S.111- Görsel 3.34 Yaralı, O., (2017), “Madenlerde Nakliyat”, Temel Madencilik Bilgileri, ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb Basın Yayın İnsan Kaynakları Ltd. Şti, 494-628.
- S.112- Görsel 3.36 R. Kocaman B. Kocaman, (2015), “Soma Eynez Bölgesindeki Yeraltı Ocaklarında Kullanılan Tahkimat Sistemlerinin Karşılaştırılması” Türkiye 5. Uluslararası Maden Makinaları Sempozyumu ve Sergisi, Eskişehir.
- S.136-Görsel 4.13 https://www.mib.org.tr/uploads/UserFile/Pdf/bb2_QDTBfsBtI9ckPKTuSXl9rCb6jsfP-KB7j.pdf (Erişim tarihi:02/07/2020, 03:07)
- S.136-Görsel 4.14 https://www.mib.org.tr/uploads/UserFile/Pdf/bb2_2YBqM9KOV5EX762uoLA1DtM-meBZC2Ds2.pdf (Erişim tarihi:02/07/2020, 03:18)

Kitabımızdaki ismi belirtilmeyen diğer görseller komisyon yazarları tarafından oluşturulmuştur.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1-A	2-E	3-D	4-E	5-A	6-E	7-B	8-A	9-D	10-B
11-B	12-C	13-B	14-A	15-E	16-B	17-E	18-C	19-D	20-B
21-D	22-D	23-A	24-C	25-E	26-A	27-C	28-C	29-E	30-B
31-D	32-B	33-B							

2. ÖĞRENME BİRİMİ

1-D	2-E	3-C	4-D	5-A	6-C	7-A	8-A	9-B	10-E
11-A	12-E	13-B	14-E	15-B	16-E	17-D	18-B	19-C	20-C
21-C	22-E	23-E	24-A	25-B	26-E	27-B	28-D	29-D	30-C
31-D	32-C	33-A	34-B	35-C	36-B	37-C	38-A	39-D	40-C
41-A	42-E	43-D	44-E	45-C	46-B	47-C	48-A	49-D	50-C

3. ÖĞRENME BİRİMİ

1-D	2-Y	3-D	4-D	5-Y	6-D	7-D	8-D	9-D	10-Y
11-Y	12-D	13-D	14-D	15-D					
1-C	2-E	3-A	4-B	5-D	6-E	7-D	8-C	9-B	10-A
11-A	12-B	13-C	14-D	15-E					

4. ÖĞRENME BİRİMİ

1-Y	2-D	3-D	4-D	5-Y	6-Y	7-D	8-D	9-Y	10-D
11-D	12-Y	13-D	14-Y	15-D	16-D	17-D	18-Y	19-D	20-D
1-C	2-C	3-A	4-E	5-B	6-D	7-A	8-B	9-D	10-E
11-E	12-C	13-D	14-B	15-A	16-A	17-B	18-C	19-D	20-E