

T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNGÖL İLİNDE AÇIK İŞLETMETLERDE YAYGIN OLARAK
KULLANILAN AĞIR İŞ MAKİNALARININ TEKNİK VE
PERFORMANS İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HARUN ÇAPAK

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ AHMET BENLİ

BİNGÖL-2018

ONAY SAYFASI



ÖNSÖZ

Bingöl’de artan konut ihtiyacı karşılamak ve madencilik alanındaki gelişmelerden dolayı ağır iş makinaları çok fazla alanda kullanılmaktadır ve her geçen gün yeni teknoloji ile bu makinalar geliştirmektedir. Bu tez çalışmasında Bingöl ilinde genel olarak kullanılan ağır iş makinalarının teknik ve performans analizi incelenmiştir.

Öncelikle tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. AHMET BENLİ teşekkürlerimi sunarım. Tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Harun ÇAPAK

Bingöl 2018

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Bingöl İlinde Genel Olarak Bulunan Madenler ve Açık İşletmelerin Son Yıllarda Bingöl İlinde Artış Göstermesinin Nedenleri	2
1.2. Bingöl İlinde Bulunan Madenler	3
1.2.1. Bingöl İlinde Bulun Metalik Madenler	3
1.2.1.1. Demir (Fe).....	3
1.2.1.2. Bakır-Kurşun-Çinko	5
1.2.2. Bingöl İlinde Bulun Endüstriyel Hammaddeler	5
1.2.2.1. Kömür	5
1.2.2.2. Disten (Dis).....	6
1.2.2.3. Fosfat (P).....	7
1.2.3. Çimento Hammaddeleri.....	7
1.2.3.1. Kum ve Taş Ocakları	7
2. BİNGÖL İLİNDE AÇIK OCAKLARDA YAYGIN OLARAK KULANILAN AĞIR İŞ MAKİNELERİ.....	10
2.1. Genel Özellikleri	11
2.2. Açık İşletmelerde Madencilik Uygulamaları	12
2.2.1. Zemin Etüdü, Malzeme Analizi	17

2.2.2. Saatlik Üretim Miktarı.....	18
2.3. Kazı ve Yükleme Elemanlarının Seçimi	19
2.3.1. Başlıca Ekipman Seçimi.....	20
2.3.2 Açık Ocaklarda Kullanılan Kazı ve Yükleme Makineleri.....	21
2.3.3. Hidrolik Ekskavatörler	23
2.3.3.1. Paletli Ekskavatörler	23
2.3.3.1.1. Çalışma Sistemi.....	24
2.3.3.1.2. Paletli Ekskavatörün Tasarım Özellikleri	24
2.3.3.1.3. Paletli Ekskavatör Yürüyüş Sistemi.....	25
2.3.3.1.4. Paletli Ekskavatör Güç Akımı.....	27
2.3.3.1.5. Paletli Ekskavatör Kazı ve Yükleme.....	28
2.3.3.2. Lastikli Ekskavatörler	30
2.3.3.2.1 Lastikli Ekskavatör Alışma Şekli.....	30
2.3.3.2.2. Lastikli Ekskavatör Tasarım Özellikleri	30
2.3.3.2.3. Yürüyüş Sistemi	31
2.3.3.2.4. Lastikli Kazı ve Yükleme Sistemi.....	31
2.3.3.2.5. Lastikli Ekskavatör Güç Üretimi ve Sistemi.....	32
2.3.3.3. Paletli Yükleyiciler (loderler)	32
2.3.3.3.1. Paletli Loder Çalışma Şekli.....	32
2.3.3.3.2. Paletli loder Tasarım Özellikleri	33
2.3.3.3.4. Lastikli Loderler	34
2.3.3.3.4.1. Lastikli Loder Çalışma Şekli	34
2.3.3.3.4.2. Lastikli Loder Tasarım Özellikleri	35
2.3.3.3.4.3. Lastikli loder Yürüyüş Sistemi.....	36
2.3.3.3.4.4. Lastikli Loder Güç Üretimi	37
2.3.3.3.4.5. Lastikli Loder Kazı ve Yükleme Sistemi	37
2.3.3.3.4.6. Lastikli Loder Arazide Verimli Kullanma Yöntemleri	38
2.3.4. Halatlı Ekskavatör	39
2.3.4.1. Halatlı Ekskavatör Tasarım Özellikleri	40
2.3.4.2. Halatlı Ekskavatörün Çalışma Sistemi	40
2.3.4.3. Halatlı Ekskavatör Yürüyüş Sistemi.....	41
2.3.4.4. Kazı ve Yürüyüş Sistemi	41

3. KAYA DELİCİ (ROC)	43
3.1. Döner Delik Delme Makinaları.....	46
3.1.1. Döner delik delme makinalarının tasarım özellikleri	46
3.1.2. Döner delik delme makinalarının çalışma şekli	47
3.1.3. Döner Delik Delme Makinalarının Yürüyüş Sistemi	48
3.2. Darbeli Delik Delme Makinaları.....	48
3.2.1. Çarpmalı Sistem Makinaları.....	49
3.2.1.1. Çelik Halatlı Delme Makinası	49
3.2.1.2. Pnömatik Çarpmalı Delik Delme Makinası.....	50
3.2.2. Dövmeli Delik Delme Makinaları	51
3.3. Döner-Darbeli Delik Delme Makinalar	53
3.3.1. Döner darbeli delik makinalarının performans özellikleri	53
3.3.2. Döner Darbeli Delik Delme Makinalarının Çalışma Şekli.....	54
4. NAKLİYE ARAÇLARI (KAMYONLAR).....	56
4.1. Açık Ocaklarda Genellikle Kullanılan Kamyon Şekilleri ve Özellikleri.....	58
4.1.2. Altan Boşaltmalı Kamyonlar	60
4.1.3. Yandan Boşaltmalı Damperler	60
4.1.4. Arkadan Boşaltmalı Damperler	60
5. OCAKLARDA GENEL OLARAK KULLANILAN DİĞERİ	
YARDIMCI İŞMAKİNALARI	62
5.1. Dozerler.....	62
5.2. Greyderler	65
6. BİNGÖL İLİNDE GENEL OLARAK KULLANILAN İŞ	
MAKİNELERİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRİLMESİ.....	67
6.1. Ekskavatörlerin Performans Değerlendirmesi	68
6.1.2. Ekskavatörün Yapısal Özellikleri.....	71
6.1.3. Malzeme İle İlgili Özellikleri	74
6.2.1. Malzeme İle ilgili Özellikler.....	80
6.2.2. Yapısal özellikler	81
6.2.3. Diğer faktörler	84
6.3. Kaya Delici Performans Değerlendirmesi	85

6.3.1. Malzeme İle İlgili Faktörler.....	87
6.3.2. Yapısal Faktörler	90
7. BİNGÖL’DE BULUNAN ÖRNEK BİR BAZALT OCAĞI: ŞAŞO	96
7.1. Volvo L90F Performans Loder Özellikleri	97
7.2. Ford 3536 Damperli Kamyonlar	99
7.3. Furukawa Hcr 9 Rock Drill Kaya Delici Makine	100
7.4. Sumitomo SH250 Ekskavatör	101
8. BİNGÖL’DE BULUNAN İKİNCİ BİR ÖRNEK SAHA: GEYLAN TAŞ OCAĞI.	103
8.1. Komatsu 430 TR5 Performans Özellikleri.....	104
8.2. Sandvik DX780 Kalay Delici Makina Performans Özellikleri	105
8.3. Nakliye Aracı Kamyonlar	107
8.4. Kazı Yükleme Araçları Ekskavatörler	109
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	113
KAYNAKLAR	115
ÖZGEÇMİŞ	1158

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	:Yüzde
Fe	: Demir
Cr	: Krom
g	: Gram
Pb	: Kurşun
Zn	: Çinko
P	: Fosfat
Dis	: Disten
V	: Saatlik Üretim Miktarı
Q	: Kepçe Kapasitesi, Yığma
E	: Çalışma Verimi
K	: Kepçe Kazı Verimliliği
C	: Ortalama Çevrim Zamanı
DF	: Dolum faktörü
C ₁	: Kamyon kasa kapasitesi
q ₁	: Yükleyici kepçe kapasitesi
K	: Kepçe dolum faktörü
t ₁	: Yükleme zamanı,
t ₂	: Taşıma süresi
t ₄	: Boş dönüş süresi
t ₅	: Yükleyici yanındaki manevra süresi
TK	: Kamyon çevrim turu
n	: Kamyonun dolması için gerekli kepçe sayısı
C ₁	: Kamyon kasa kapasitesi
q ₁	: Yükleyici kepçe kapasitesi
K	: Kepçe dolum faktörü

- TY : Yükleyici evrim zamanı (dak.)
D : Kamyon nakliye yolu mesafesi (m)
V1 : Yüklü kamyon ortalama hızı
V2 : Boş kamyon ortalama hızı



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Bingöl ili maden haritası	9
Şekil 2.1. Paletli ekskavatör şekil	23
Şekil 2.2. Ekskavatör çalışma şeklinden bir görünüm	24
Şekil 2.3. Ekskavatör parçaları genel görünüm	25
Şekil 2.5. Palet genel görünüm (Özbay 2013).	27
Şekil 2.6. Palet çalışma şekli.....	28
Şekil 2.7. Lastikli ekskavatör görünüm.....	30
Şekil 2.8. Lastikli ekskavatör yürüyüş sistemi.....	31
Şekil 2.9. Paletli Yükleyiciler görünüm.....	32
Şekil 2.10. Lastikli loder çalışmasının gösterimi.....	34
Şekil 2.11. Lastikli loder çalışma üstten görünüm.....	35
Şekil 2.12. Lastikli loder parça isimleri.....	36
Şekil 2.13. Lastikli loderin lastiklerinin yırtılma ve aşınma karşı zincir takılması.....	37
Şekil 2.14. Halatlı ekskavatör çalıştırılırken.....	38
Şekil 3.1. Genel olarak ocaklarda uygulanan bir patlatma düzeni	44
Şekil 3.2. Geçmişte Çin’de İlkel bir kullanılan delme makinası.....	46
Şekil 3.3. Döner delik delme makine	47
Şekil 3.4. Döner delik delme makinalarının çalışma şekli	48
Şekil 3.5. Çelik Halatlı Delme Makinası	50
Şekil 3.6. Pnömatik çarpmalı delik delme makinası	51
Şekil 3.7. döner-darbeli delik delme makinası	53
Şekil 4.1. Ekskavatör ocakta kamyon malzeme yüklerken.....	58
Şekil 4.2. Arkadan boşaltmalı kamyonlar ocaklarda yaygın kullanılan damper şekli	61
Şekil 5.1. Özellikle ağır malzemenin kullanıldığı dozer şekli	65
Şekil 5.2. Greyder genel parça isimleri	66

Şekil 6.1. Ekskavatörün kinematik diyagram şeması.....	69
Şekil 6.2. Ekskavatör serbestlik derecesi hesabı.....	69
Şekil 6.3. Ekskavatör genel çalışma şekli	72
Şekil 6.4. Ocak çalışma kuşbaşı bakış	74
Şekil 6.5. Semi tesla kamyon şekil.....	79
Şekil 6.6. Kare kasalı damper	80
Şekil 6.7. Yuvarlak kasalı damper	81
Şekil 6.8. Damperli kamyon kaldırma mekanizması	82
Şekil 6.9. Damperli kamyonların kinematik diyagramı	82
Şekil 6.10. Damperli kamyonların kinematik zinciri	83
Şekil 6.11. Ocaklarda genel olarak düzenlenen patlatma şekli	86
Şekil 6.12. Kaya delici parçaları (Çoşgun 2010).	90
Şekil 7.1. Şaşı bazalt ocağından bir görünüm	97
Şekil 7.2. Şaşı bazalt ocağında yükleme işinde kullanılan Volvo L90	98
Şekil 7.3. Şaşı bazalt ocağında kullanılan nakliye kamyonları Ford 35-36	100
Şekil 7.4. Şaşı bazalt ocağında kullanılan delme patlatma makinesi Furukawa hcr 9. 101	
Şekil 7.5. Şaşı bazalt ocağında kullanılan kazı ve yükleme makinesi sumitomo sh25.102	
Şekil 8.1. Geylan taş ocağı.....	104
Şekil 8.2. Geylan taş ocağında kullanılan kazı ve yükleme makinesi Komatsu 430 TR5	105
Şekil 8.3. Geylan taş ocağında kullanılan deleme ve patlatma makinesi Sandvik DX780.....	106
Şekil 8.4. Geylan taş ocağında bulunan nakliye araçları	107
Şekil 8.5. Geylan taş ocağında bulunan kazı ve yükleme makineleri.....	109

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Genç İlçesi Demir Yataklarının Dağılımı ve Niteliği	5
Tablo 1.2. Bulunan linyit miktarı	6
Tablo 1.3. Taş Ocakları Nizamnamesine Tabi Olan Doğal Malzemeler	8
Tablo 2.1. Madencilik makineleri genel olarak sınıflandırma	11
Tablo 2.2. Açık işletmenin avantajları	13
Tablo 2.3. Açık işletmenin dezavantajları.....	14
Tablo 2.4. Tek kepçei ekskavatörlerin kendi aralarında sınıflandırılması	21
Tablo 2.5. Kova Seçim Çizelgesi	38
Tablo 3.1. Delme yöntemleri genel olarak sınıflandırılması.....	45
Tablo 3.2. Delik delme makinaları.....	45
Tablo 5.1. Dozerlerin karakteristik değerleri	63
Tablo 6.1. Bazı kayaçlara ilişkin kabarma ve kepçe dolum katsayıları	75
Tablo 6.2. Kepçe dolma katsayıları (Koçak 2006).	76
Tablo 6.3. Dolum faktörü (Tepeleme dolan malzemenin kova kapasitesinin % si olarak hacmi).....	76
Tablo 6.4. Gevşek malzeme için dolum faktörü	76
Tablo 6.5. Patlatılmış kaya için dolum faktörü	76
Tablo 6. 6. Diğer malzeme çeşitleri	77

BİNGÖL İLİNDE AÇIK İŞLETMETLERDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN AĞIR İŞ MAKİNALARININ TEKNİK VE PERFORMANS İNCELENMESİ

ÖZET

İş makineleri madencilikte son derece önemli olan bir uygulama alanıdır. Dünyada gelişen teknoloji ile kapalı ocaklar daha az tercih edilir durumdadır. Açık ocaklarda üretim daha fazla olmakla birlikte, iş makinelerine bağımlılıkta fazla olmaktadır. Herhangi bir maden sahasında iş makinelerinin seçimi ve performansı son derece önem taşımaktadır. Ocak kurulacağı zaman baştan yapılan yanlış makine seçimi zarar, doğru makine seçimi ise sürekli kar getirir. Bundan dolayı açık ocakların planlama aşamasında mevcut rezervin bir haritası çıkarılmalı, yan kayaçları ve topoğrafyaya göre bir makine seçimi yapılmalıdır. Sürekli makine performans takip edilmeli ve yeni teknolojiler takip edilmelidir; eğer yeni bir makine üretilmiş ise hesaplamalar yapılmalı, yeni makine ile çalışmak daha karlı ise eski makineden vazgeçilmeli ve yeni makine ile devam edilmelidir. Bu tez çalışmasında Bingöl ilinde bulunan açık işletmelerde kullanılan ağır iş makinelerinin teknik ve performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bingöl, açık ocak, iş makinesi, performans analizi.

TECHNICAL AND PERFORMANCE ANALYSIS OF HEAVY DUTY MACHINES USED FOR OPEN FACILITIES IN BINGOL

ABSTRACT

Work machines are a very important application in mining. With the developing technology in the world, it has been passed to open pits from closed pits, more production in open pits than open pits, but it is more dependent on pits in open pits. The choice and performance of any mining machinery is extremely vital. The wrong machine selection made from the beginning causes permanent damage, and the right machine selection brings profit consistently. For this reason, a map of the existing reservoir should be removed during the planning stage in the open pits and a machine selection should be made according to the side rocks and topography, and the machine performance should be followed and the new technology should be continuously monitored. If a new machine is produced, calculations should be made. The machine should be continued with the new machine being discontinued. In this thesis study, information about the machines used in general in Bingol province is given and performance characteristics are revealed.

Keywords: Bingol, open pit, work machine, performance analysis.

1. GİRİŞ

Yerkabuğunda ekonomik olarak değer taşıyan mineral veya mineral gruplarına maden denir. Diğer bir tarife göre de; maden yerkabuğunda kayaçları oluşturan bileşenlerdir. Yer altında taş ve toprakla karışık halde bulunan madene ise maden cevheri denir (Uz 1990). Yeraltı kaynaklarının aranması, tespit edilmesi, yeryüzüne çıkarılması ve endüstrinin ihtiyacını karşılayabilecek ürün haline getirilmesi işlemlerinin tümüne genel olarak 'madencilik' adı verilmektedir (Akkoyun 2005). Madencilik sektörü hızla gelişen teknolojiye paralel olarak artış göstermiş, tüm sektörlerde olduğu gibi madencilik sektöründe de talep artışını beraberinde getirmiştir (Yıldız ve Köse 2003).

Doğal kaynakların insan ve toplum yaşamındaki önemi bilinmektedir. Yaşamı fonksiyonel hale getiren araç ve gereçlerin birçoğu doğal kaynaklardan, özellikle de madenlerden sağlanmaktadır. İnsan ve toplum hayatında bu denli ve vazgeçilmez bir yer tutan madencilik, gelişmiş ülkelerin bugünkü teknoloji ve refah düzeyine ulaşmalarında en etkin rolü oynayan faktördür. Maden işletmelerinde maden planlaması, madenin gerçek değerini maksimize etmek için uygulanan bir programdır. Maden planlamasını gerçekleştirmek, çok sayıda parametre maden planlamasını etkilediği için, optimum planlamayı uygulamak zordur. Planlama aşama, aşama uygulanır ve sorun teşkil eden uygulamalar çözülür (Felipe 2014). Maden üzerindeki örtü tabakasının alınarak, üzeri açılan maden kitlesinin üretiminin yapılmasıyla oluşan maden işletme yöntemi, "Açık İşletme" olarak tanımlanmaktadır. Dünya maden üretiminin yaklaşık üçte ikisi, açık işletme yöntemiyle yapılmaktadır. Teknolojideki gelişmelere paralel olarak, açık işletmelerde kullanılan makinelerin iş kapasiteleri ve üretkenlikleri gün geçtikçe artmakta ve bunun sonucu olarak birim maliyetler azalmaktadır (Köse ve Mallı 2012).

Açık işletme yöntemleri ile üretim yapılan madencilik operasyonlarında kullanılan ağır iş makineleri, işletmelerin genel verim ve performans analizlerine etki eden en önemli faktörler arasındadır. Üretim ve/veya farklı amaçlar için yapılan girişimlerde, makinelerin

seçimi ve verimli kullanımı kadar bakım, onarım ve performansa bağlı olarak gelişen diğer parametrelerde de etkin rol üstlenmektedir. Amaca göre seçilen doğru makine, sistemin zamanlama ve verimine direk etki ederken, işletmelerde yapılan yanlış makine tercihleri çoğunlukla zaman, para, emek ve performans kayıplarına yol açmaktadır (Kun 2014).

Bu tez çalışmasında Bingöl ilindeki açık ocaklarda teknik nezaretçi ve daha sonradan yönetmelik gereği dâimi nezaretçi olarak birçok incelemede bulunuldu. Açık işletmelerde bulunan makinelerin teknik ve performans özelliklerini yakından inceleme fırsatı bulunuldu. Açık ocaklar için makinelere hakim olmanın işletme kârı için ne kadar değerli olduğunu, makineleri doğru kullanmanın ne kadar gerekli olduğunu anlatılmıştır.

1.1. Bingöl İlinde Genel Olarak Bulunan Madenler ve Açık İşletmelerin Son Yıllarda Bingöl İlinde Artış Göstermesinin Nedenleri

Ülkemizin son yıllarda inşaat sektöründe geçirdiği büyük gelişmeler benzer şekilde Bingöl ilinde de gerçekleşmiştir. Şehir adeta sil baştan yeniden inşa edilmiştir. Kentsel dönüşüm Bingöl ilinde de çok fazla uygulama alanı bulmuştur. Bunun nedeni ise Bingöl birinci dereceden bir deprem bölgesi olması ve yaklaşık otuz senede birçok yıkıcı depremlerle karşılaşmış olmasıdır. Eski binaların ve depremde hasar alan binaların birçoğu yıkıldı, aynı zamanda orta hasar alan binalar da kentsel dönüşüm projeleriyle yenilendi. Bu nedenlerden dolayı artan konut ihtiyacını karşılamak üzere yeni binalar yapıldı; dolayısıyla şehir çok büyük bir değişim geçirdi. Tüm bu yapılaşmaya rağmen konut ihtiyacı bitmedi aksine bugün de aynı şekilde bina yapımına devam edilmektedir. Gerek TOKİ gerekse özel müteahhitlik şirketleri birçok bina inşa etmiştir ve inşa etmeye devam etmektedirler. Yukarıdaki bahsedilen nedenlerden dolayı hem eski binaların yıkılmasında hem de yeni binaların inşa edilmesinde ağır iş makineleri kullanılmıştır. Bingöl ili, iklimi itibarıyla yağış alan bir bölge olduğu için şehrin büyümesi ile birlikte alt yapı sorunları ortaya çıkmış ve bu sorunlar nedeniyle şehrin alt yapısı sil baştan yeniden düzenlenmiştir. Bu çalışmalar yaklaşık olarak 3 yıl sürmüştür. Şehrin büyümesi nedeniyle oluşan diğer büyük bir problem ise kışın kullanılan yakıt nedeniyle oluşan hava kirliliğidir. Bu sorun şehre doğalgaz gelmesiyle azalmıştır. Ayrıca şehirler arası yollar genişletilmiş ve şehirler arası mesafeler şehirler arası mesafeler yapılan yeni duble yollar

ile kısaltılmıştır. Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı ham madde ihtiyacı artmış ve şehirde birçok açık işletme açılmış ve yoğun olarak çalışmıştır. Bingöl, dağlık bir konumda bulunduğu ve birçok akarsuya sahip olduğundan, birçok baraj yapılmıştır. Bu barajlardan ciddi miktarda elektrik elde edilmekte ve ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır.

Bingöl yer altı kaynakları yönünden zengin bir bölgedir Bingöl’de birçok maden ocağı bulunmaktadır. Özellikle Bingöl’ün Genç ilçesinde yüksek miktarda ‘demir rezervi’ aynı zamanda Karlıova ilçesinde çok yüksek miktarda ‘linyit rezervi’ bulunmaktadır ve ayrıca şehirde çok yüksek miktarda ‘mermer rezervi’ bulunmaktadır. Bölge maden yönünden son derece zengin bir bölgedir. Burada da ağır iş makineleri kullanılmıştır. İş makineleri seçimi, uzun vadede işletme karı için büyük bir öneme sahiptir.

1.2. Bingöl İlinde Bulunan Madenler

Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat bölümünde yer alan Bingöl ili çoğunlukla volkanik birimlerden oluşmuş oldukça dağlık bir araziye sahiptir. İl ve civarı, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ile Doğu Anadolu Fay Zonu’nun (DAFZ) kesişim noktası olan Karlıova’ya çok yakın bir bölgede bulunmaktadır. Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeni aktif tektonik konumu nedeniyle ülkede depremlerin çok sık meydana geldiği bir bölgedir. Son yüzyılda bu üçgeni sınırlandıran KAF ve DAF boyunca ve üçgen içerisindeki faylarda çok sayıda yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Maden işleri Genel Müdürlüğü’nün Bingöl ili ve yakın çevresinde yaptığı çalışmalar sonucunda endüstriyel hammadde ve metalik maden yatak ve zuhurları ortaya çıkarılmıştır. Bunların en önemlileri demir, linyit, kurşun-çinko, fosfat ve disten olarak sayılabilir. Bingöl ilindeki maden yatak ve zuhurları çoğunlukla Genç ve Karlıova ilçesinde bulunmaktadır.

1.2.1. Bingöl İlinde Bulun Metalik Madenler

1.2.1.1. Demir (Fe)

Yeraltı kaynakları açısından zengin bir il olarak ifade edilmeyen Bingöl ilindeki önemli sayılabilecek maden rezervleri, Genç ilçesindeki demir yataklarıdır. Demir yatak ve zuhurları genellikle beraberinde apatit de içermektedir. Genç ilçesi, Avnik sahasında

demir madeni ile ilgili etütlere 1935 yılında başlanılmış olup, 1975 yılından sonra da yoğunlaştırılmıştır. Bingöl ili Genç ilçesinde yer alan Avnik demir yatakları Haylan, Mişkel - Koşal ve Hamek'ten oluşmaktadır. Bunlardan Koşal-Mişkel bölgenin en önemli yatağıdır. Koşal - Mişkel apatitli manyetit yatakları alt birlik kayaları olarak adlandırılan amfibol - feldspat gnays ve yer yer amfibol şist birimleri (yan taş) içinde bulunur. Koşal demir yatağı yaklaşık doğrultusu ESE - WNW olan fay ile atılmış olup bu çalışmada kuzey kafa ve güney kafa olarak adlandırılmışlardır. Bazı kısımlarda mostra veren cevherleşme zonlarının tabanı yüzeyden yaklaşık olarak 300 m. derinliğe kadar inmektedir. Genç ilçesi Avnik yöresinde %50 Fe₃O₄ ihtiva eden 85 milyon ton mümkün, 43,5 milyon ton muhtemel rezervi yatak TDÇİ adına ruhsatlıdır. Bu ilçede Koşal, Gonaçtepe, Haylandere, Kelmetepe, Kılhaz, Hamek, Arduvan ve İbrahiman sahalarında %13-61 Fe₃O₄ tenörlü apatitli demir yatak ve zuhurları bulunmaktadır. Genç ilçesindeki bu apatitli demir cevherleşmelerinde geçmiş yıllarda çok sayıda arama ve araştırma çalışmaları yürütülmüştür. Bu çalışmalar sonucunda Genç-Avnik-Koşal, Gonaçtepe ve Haylandere sahalarında 69 lokasyonda toplam 13,370 m sondajlı arama çalışmaları yapılmıştır. Buna göre Genç-AvnikKoşal apatitli demir yatağında %53,61 demir ve % 0,95-0,11 apatit tenörlü 44,5 milyon ton demir, Genç-Gonaçtepe demir yatağında % 59,42 demir tenörlü 12,6 milyon ton demir ve Genç-Haylandere apatitli demir yatağında ise %48,68-51,64 demir ve %1,8-1,99 apatit tenörlü 2 milyon ton demir rezervi belirlenmiştir. Avnik yataklarının işletilmesinde önemli problem, cevherin yüksek fosfor (%0,12-2,28 P₂O₅) ve titan (%0,46-2,09 TiO₂) içerikleridir. Avnik cevherinin demir kaynağı olarak değerlendirilmesi, bu zararlı bileşenlerinden arındırılabilmesine bağlıdır. Teknolojik testlerde, zararlı bileşenlerin üst sınırların altına düşürülebilmesi, sinterlik konsantre üretmenin olanaksız olduğunu, ancak sahadaki düşük tenörlü cevherden yüksek tenörlü (%65 Fe üzerinde) peletlik konsantre elde edilebileceğini ya da diğer uygun cevherler ile paçal yapılarak sinter girdisi olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Yapılan çalışmaların neticesinde, sahalarda demir ve fosfatın birlikte işletilmesi halinde ekonomik olabileceği sonucuna varılmıştır (Anonim 2011).

Tablo 1.1. Genç İlçesi Demir Yataklarının Dağılımı ve Niteliği (Bingöl Sanayi Ticaret İl müdürlüğü (2012)

Köy ve Mevkii	Tenör ve Kalite	(%) Rezerv (ton)
Hamek-Büklüm-Tirbit	9,65 Fe	98 053 000
Avnik Heyalandere	34 Fe	3 285 000
Avnik Gonaç Tepe	40,56 Fe	1 302 000
Avnik Kelme Tepe	14,64 Fe	6 372 000
Avnik Kılhas Tepe	15,40 Fe	1 032 000
Avnik Köyü Koşal	37,31 Fe	24 872 000

1.2.1.2. Bakır-Kurşun-Çinko

Karlıova İlçesi Hışhısı mezrası mevkiinde %15Pb, %30Zn, %0.8Cu (Galan, Sfalerit, Kalkoprit) tenörlü Kurşun Çinko yatağı özel şahıs ruhsatlı olup rezervi bilinmemektedir. Genç-Servi-Çobançeşmesi Köyü mevkiinde ortalama %45Pb-Zn tenörlü cevher yatağı 21600 ton rezervlidir.

1.2.2. Bingöl İlinde Bulun Endüstriyel Hammaddeler

1.2.2.1. Kömür

Bingöl İli Karlıova İlçesi, Derinçay ve Devecik Köyü civarındaki linyit sahalarında yapılan etütlerde, hem açık, hem de kapalı işletme ile alınabilecek kömür linyit rezervi tespit edilmiştir. Derinçay Köyü civarında yer alan linyit sahasında 1968-1974 yılları arasında ve 1986 yılında toplam uzunluğu 6776,22 m olan 54 adet sondaj ve 9 yarma açılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda sahada açık ve kapalı işletme ile üretilebilecek toplam 56,545,144 ton linyit rezervi hesaplanmıştır. Bu rezervin yapılacak bir termik santralde yakıt olarak kullanılması amacı ile yapılan girişimlerden bir sonuç alınamamıştır. Saha rezerv itibarı ile Afşin-Elbistan Linyit havzasından sonra Doğu Anadolu Bölgesinin en büyük linyit havzasıdır. Kösebalaban ve arkadaşları tarafından bilgisayar ortamında yapılan rezerv hesabında 82,900,000 ton linyit rezervi hesaplanmıştır. Üretim sırasında oluşacak kayıplara karşın, bu rezerv yine de havzada kurulacak bir termik santralin yakıt gereksinimini karşılayabilecek büyüklüktedir. Linyit sahası; Bingöl İli'nin Karlıova İlçesi Derinçay (Halifan) Köyü civarında 1:25,000 Ölçekli Erzurum J 45 el - c4 paftası içinde kalmaktadır. Saha Bingöl-Karlıova 24 karayoluna 5 km, Bingöl'e 45 km uzaklıktadır. Kömürlü saha plato görünümünde olup, Mezra Tepe (1857 m), Kardü Tepe

(1744 m), Sosnek Tepe (1487 m), Kil Tepe(1687 m) sahadaki önemli yükseltileri oluşturur. Kuzeyden güneye doğru kıvrımlar oluşturarak akan Göynük Çayı kömürlü sahayı batıdan sınırlar. Sahada ilk çalışmalar MTA tarafından 1965 yılında başlatılmıştır. Sahanın jeolojik haritası İsmail Şentürk tarafından yapılarak 1968-1974 yılları arasında toplam uzunluğu 5722,16 m olan 30 adet sondaj ve 9 tane yarma açılmıştır. (Anonim. 2011) 1978 Yılında MTA elemanlarından Jeofizik Y.Müh. Mehmet Özcan tarafından kömür içeren pliyosen çökelleri ve tabandaki volkaniklerin durumunu tespit etmek amacı ile rezistivite etüdü yapılmıştır. 1981 Yılında MTA elemanlarından İsmail Yiğitel ve arkadaşları kömürlü havzanın ve çevresinin 1:25,000 ölçekli jeolojik haritasını yapmışlardır. Bu etüt ve araştırmalardan sonra ruhsatı TKİ Kurumu Genel Müdürlüğüne ait sahada, üretim yapmak amacı ile TKİ tarafından işletme binası ve sosyal tesisler yapılmış, 1981-1983 yılları arasında açık işletme ile 2-3 bin ton kadar üretim yapılmıştır. Ancak düşük kaliteli kömürün satış sorunları nedeni ile üretim de bir süreklilik sağlanamamıştır. Sahadaki rezervin termik santralde değerlendirilmesi amacı ile 1984 yılında ODTÜ Maden Mühendisliği Araştırma Merkezine TKİ tarafından işletme projesi yaptırılmıştır. 1986 yılında o zamanki adı ile TEK tarafından bir termik santral kurulması amacı ile açık işletme yapılabilecek alanda kömür rezen' ve kalitesinin sağlıklı belirlenmesi, yer altı su durumu ve şev analizi için çalışma başlatılmıştır. TEK'nun yan kuruluşu olan Eltem-TEK tarafından bu kapsamda 24 adet sondaj yapılmıştır.

Tablo 1.2. Bulunan linyit miktarı

Saha	Rezerv (1000 ton)							
	Adı	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam	Kaynak	Potansiyel	Genel Top.
Karlıova	30	-	-	30	-	-	30	26,124
Karlıova	53,884	-	-	53,884	-	-	53,884	
Toplam	83,662	-	-	83,662	-	-	83,662	23,21

1.2.2.2. Disten (Dis)

Genç-Halveliyan Sahası Tenör : %5-25 disten ve %26 Al₂O₃, Rezerv: 140.000 ton muhtemel rezerv olup yatak işletilmemektedir. Zenginleştirilebilmesi halinde düşük-orta sıcaklık refrakter ve seramik hammaddesi olarak kullanılabilir.

1.2.2.3. Fosfat (P)

Genç-Avnik Apatitli Manyetit Sahaları Fosfat rezervleri apatitli manyetit potansiyelidir. Bölgedeki fosfat yatakları demir ile birlikte işletildiğinde ve zenginleştirme çalışmaları olumlu olması halinde ekonomik olabilecektir. Tenör : %0,67-12,96 P₂O₅ ve %16-59,42 Fe₂O₃ Rezerv : 109,137,696 ton görünür+ muhtemel + mümkün (Anonim 2011).

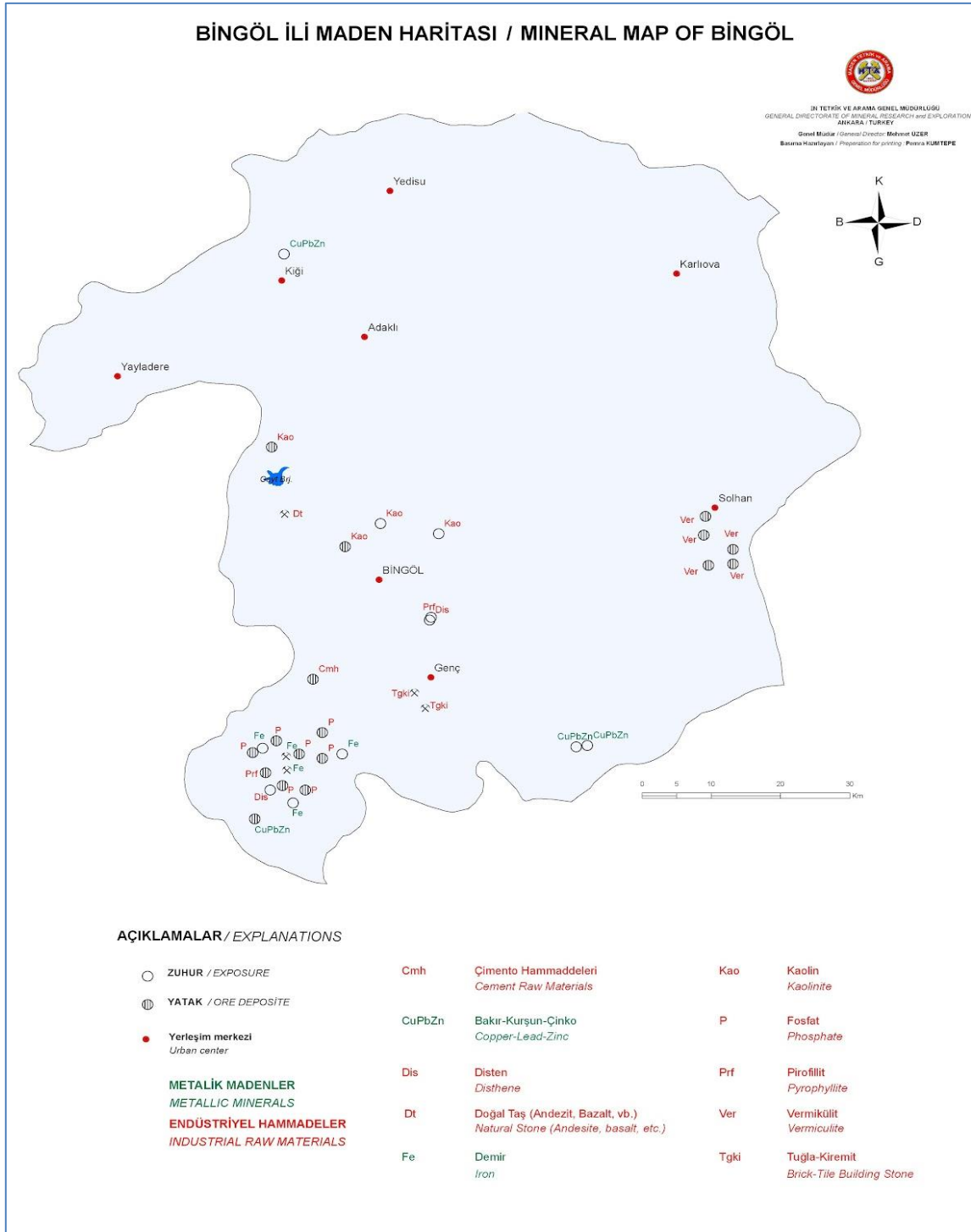
1.2.3. Çimento Hammaddeleri

1.2.3.1. Kum ve Taş Ocakları

İlimizde faaliyet gösteren maden ocaklarının çoğu kum - çakıl ocaklarından oluşmaktadır. Bunlarda Murat nehri ve Gayt çayı yatağı üzerinde bulunmaktadır. Bunlar VIII. Sınıf tarım arazisi üzerinde faaliyet göstermektedir. Bu arazilerin bir kısmı devletin tasarrufu altında, bir kısmı ise vatandaşların mülkiyeti atındadır. Taş ocakları veya kum ocaklarından yapılan istihraç sonrası malzemeler eleme ve kırma işlemine tabii tutulmaktadır. Bu işlemler esnasında çevre olumsuz etkilenmektedir. Buna önlem olarak bu tür faaliyetleri deşarj ve emisyon izni almaları hususunda gerekli işlemler takip edilmektedir (Anonim 2011).

Tablo 1. 3. Taş Ocakları Nizamnamesine Tabi Olan Doğal Malzemeler

Yer / İlçe	Cinsi	Koordinatı	Alanı M2
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a,01,a	13,850
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a,01,a	9,350
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a,01,a	7,300
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a,22,d	20,800
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a,01,a-01	11,500
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a.01	1,000,000
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a.12,g	1,200
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a.12,d	4,00
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a.01,a	7,500
Merkez	Kum çakıl ocağı	Muş K.45,a.01,a	1,400
Merkez	Taş ocağı	Muş K.45,44,1	2,400
Karlıova	Taş ocağı	ERZ.J.46,a,1	33,000
Kiğı	Kum çakıl ocağı	ERZNCN,J,44,C	50,000
Kiğı	Kum çakıl ocağı	ERZNCN,J,44,cl	5,500
Solhan	Taş ocağı	Muş K.45,a,2/K.46	108,503
Genç	Kum çakıl ocağı	Muş.K.45,a,21,c	10,058



Şekil 1.1. Bingöl ili maden haritası (Anonim 2011)

2. BİNGÖL İLİNDE AÇIK OCAKLARDA YAYGIN OLARAK KULLANILAN AĞIR İŞ MAKİNELERİ

Bingöl ilinde birçok ocakta genel olarak modern mekanize yöntemler kullanılmaktadır. Ocaklarda kullanılan makine ve ekipmanlar, işletme kârının büyük düzeyde belirleyicisi olmaktadır. Bu noktada arazi şartlarına uygun makine ve ekipman seçimi bir hayli önemlidir. Kurulan açık işletme ocağında makine seçimi var olan piyasa talebini karşılamalıdır, bu nedenden dolayı makineler ve ekipmanların ebatları, yüksek üretim kapasitesi ve düşük birim kazı maliyeti ile orantılı olması nedeniyle gün geçtikçe büyümektedir. Bugün açık ocaklarda 350 ton taşıma kapasiteli kamyonlar, 140 m³ kepçe hacimli halatlı ekskavatörler ve 240000 m³ (yerinde)/gün kazı kapasiteli döner kepçeli ekskavatör kullanılabilmektedir (Köse ve Mallı 2012). Bundan dolayı ve aynı zamanda makineler arasında sınıflandırma yapmak bize net bir tablo göz önünü koyacak ve yeni makinaların tasarımında daha uygun bir makine tasarımına olanak sağlayacaktır. Bu gibi sebeplerden dolayı açık işletmelerde bulunan makine ekipmanlarının sınıflandırılmasında yarar vardır. Bilimsel yöntemlerde ve farklı iş kolları gibi birçok alanda sınıflandırma yapılmaktadır. Aynı şekilde madencilikte sınıflandırma, birçok noktada olduğu gibi, makinaların sınıflandırılmasında da vardır. İş makinalarının genel sınıflandırması: Kazma makineleri, yükleyici makineler, taşıma makineleri, kaldırma makineleri, sondaj makineleri olarak sınıflandırılır.

Tablo 2.1. Madencilik makineleri genel olarak sınıflandırma

Kazma Makineleri	Yükleyici Makineler	Taşıma Makineleri	Kaldırma Makineleri	Delici makineler
Dozerler	Loderler	Kamyonlar	Forkliftler	Darbeli delme makineleri
Skeyperler	Ekskavatörler	Kaya kamyonları	Sepetli liftler	Döner darbeli delme makineleri
Ekskavatörler	Greyderler	Damperli kamyonlar	Teleskobik kaldırıcılar	
Greyderler		Traylerler	Mekanik kaldırıcılar	
		Tankerler	Vinçler	
		Skreyperler		

2.1. Genel Özellikleri

Bingöl ilinde kullanılan açık işletme makinaları genel olarak mekanize bir şekilde modern madencilığe uygun olarak yapılmaktadır. Yumuşak zeminlerde patlatma yapılmamaktadır ancak sert zeminlerde özellikle taş ocaklarında delme patlatma yöntemi uygulanmaktadır. Çünkü yumuşak zeminlerde kazı yapabilen ekskavatörler sert zeminlerde kazı gerçekleştirememektedir. Ayrıca maliyet açısından yumuşak zeminlerde ekskavatörü kullanmak ve mevcut malzemenin sert olması durumunda ise patlatma yapmak kârlıdır; Çünkü sert malzeme nedeniyle malzeme zamanında sökülmez, iyi bir verimde malzeme sökülmez ayrıca makine de bundan zarar görür ama patlatma kullanarak çok kısa bir sürede sökülme malzeme, kamyonlarla yüklenerek istenilen yere ulaştırılır. Bu nedenden dolayı ekskavatörler sınıflandırma yapılırken hem yükleyici makinalarda hem de kazıcı makinalarda yer almaktadır. Ayrıca kaya delici makinenin arazi şartlarından dolayı ulaşamadığı yerde ekskavatörlerden yararlanılarak kazı yapılabilir.

Yükleme araçları da mevcut saha koşullarına göre tercih edilmeli örneğin kamyon seçiminde malzemenin ağırlığına ve yan kayaç özelliklerine göre seçilmelidir. Eğer malzeme ağırlığı fazla ise güçlü yükleme ekipmanları ağırlığa dayanıklı makinalardan kullanılır. Eğer malzeme hafif ise üretimi artırmak için daha seri makinalar kullanılır.

Hedeflenen üretime göre malzeme seçimi önemlidir; sahayı tanımak, sahada var olan malzemeye ve kayaçlara göre makine ekipmanı tasarlanmalıdır. Sahayı tanımadan makine ve ekipman alınması, bazen makinalardan verim alamayıp değiştirmek zorunda bırakmaktadır. Bu durum işletmeciyi ciddi zararlara uğramaktadır. Önceden yapılan sondajlar ile arazide bulunan kayaç türleri belirlenmeli ona göre makine ekipman seçimi yapılmalıdır. Bu durumun uygulanmaması sonucu zarara uğrayan bir çok işletme vardır. Eğer bir saha kapalı işletme olarak üretime başlamış daha sonradan açık işletmeye geçmiş ise bu bir planlama hatasıdır. Örneğin ilk olarak kapalı işletme ile başlanmış ona göre konsantre tesisi kurulmuş ama kapalı işletmeden belli bir süre sonra konsantre tesisinin hedeflediği üretimi taşımadığı için açık işletmeye geçilmiştir. Bu işletme için maddi açıdan ciddi kayıplar vermiştir. Var olan makine ekipmanları, yani kapalı işletmeye göre seçilen ekipmanların bir çoğu depoya kaldırılmış yerine açık işletmede kullanılan makinalar alınmıştır. Bilindiği üzere maden makine ekipmanları maliyetli ekipmanlardır. Ocak, kapalı işletme yerine açık işletmeyle başlarsa bu zarar ortaya çıkmayacak ve işletme zarar etmeyecektir işte mühendislik doğru planlama ile bu zararın önüne geçmelidir.

2.2. Açık İşletmelerde Madencilik Uygulamaları

Madencilikte, madeni çıkarmak için kullanılan iki yöntem vardır: Bunlardan birincisi açık işletme diğeri ise kapalı işletmelerdir. Geçmişte kapalı işletmeler tercih edilirken gelişen teknoloji ile açık işletmeler tercih edilmiştir. Açık ocak madenciliği, yer altında bulunduğu saptanmış ya da mostra vermiş madenin ekonomik olarak, yer altına inilmeden üzerindeki örtü tabakasının kaldırılarak kazanılmasını sağlayan madencilik yöntemidir.

Açık ocak işletmeciliği, işletilmesi ekonomik olarak uygun bulunan maden yataklarının, mostra verenlerinin doğrudan kazılarak üretilmesi ya da üzerini kaplayan örtü tabakasının alınarak açılması ve sonrasında cevherin üretilmesi şeklinde yapılan işletme yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde dünya maden üretiminin yaklaşık %70'i açık işletmecilik yöntemleriyle yapılmaktadır.

Metalik cevherlerin yarısı, kömürün 1/3'ü ve metal dışı yapı malzemelerinin tamamı açık ocak işletmeciliği ile üretilmektedir. Metalik cevherler için istisnai olarak, bakır cevheri üretiminde açık işletme payı Birleşik Devletler' de %74, dünyada ise %40'tır (URL -1).

Açık işletmelerin avantajları ve dezavantajları vardır. Bunları genel olarak şu şekilde açıklayabiliriz:

Tablo 2.2. Açık işletmenin avantajları

Dev kazı makineleri ve dev taşıma araçları kullanılabilir.
Üretim kaybı azdır.
Tahkimat yapmaya gerek yoktur.
Sadece gece aydınlatma yapılır.
Havalandırma sorunu yoktur.
Elektrik kullanımında kısıtlama yoktur.
İş güvenliğinin sağlanması daha kolaydır.
Selektif madencilik yapılabilir.
Patlayıcı madde kullanımına daha uygundur.
İşletmenin kapatılması ve yeniden üretilmesi açılması daha kolaydır.
Bakım onarım masrafı daha azdır.

Tablo 2.3. Açık işletmenin dezavantajları

Belli bir derinlikten sonra ekonomik olmaz.
İklim koşullarından etkilenir.
İlk yatırım maliyeti yüksektir.
Cevher kütlesi içindeki değeriz kısımların da alınması zorunlu olabilir.
Arazinin topoğrafyası değiştirildiği için tarım ve orman bölgelerine zarar verir.
Tekrar düzeltilmesi zaman ve ek harcama gerektirir.
Dekapajı dökmek için ayrı bir arazi alınması gerekir.

Açık işletmelerde önemli olan diğer faktörler şunlardır:

1. Dekapaj Oranı: Kaldırılan toplam örtü hacminin açığa çıkarılan mineralin miktarına oranına dekapaj oranı denir.

$K = \text{örtü hacmi} / \text{mineral miktarı}$

2. Şev Dekapajı: Belirli derinlikteki bir maden yatağına ulaşmak için ilk kaldırılacak toprak miktarına şev dekapajı denir. Şev dekapajının miktarı: açılan yüzeyin şekli, açılan yüzeyin büyüklüğü, hazırlık şekli, kazı şekli, genel eğim, örtü tabakası kalınlığı gibi faktörlere bağlıdır.

4. Drenaj: Yerüstü ve yeraltı sularının işletme sahasından uzaklaştırılma işlemidir. Drenaj yöntemleri dörde ayrılır.

Hazırlık sırasında yapılan drenaj (Açılmış sahanın drenajı, Emme filtreli kuyular ile)

Hazırlıktan önce yapılan drenaj (Kuyu ve galeri ile, Sokma filtreler ile, Düşey filtreler ile, Su kuyuları ile, Yatay sondajlar ile)

Üretilecek mineraldeki drenaj

Taban tabakası drenajı

Herhangi bir açık ocağa uygulanacak olan çeşitli formüller aşağıdaki gibidir.

a: yeraltı maliyeti

b: cevher söküm maliyeti

c: dekapaj maliyeti

$$a = b + ck \quad k < \left(\frac{a-b}{c}\right) \quad (\text{ekonomik}) \quad (2.1)$$

$$H = \frac{hd-F}{c} \quad (2.2)$$

h: cevher kalınlığı F: 1m³ arazi fiyatı

d: yeraltı-üstü maliyet farkı

H: ekonomik derinlik

$$H = \frac{(hd)}{\cos\beta} - \frac{F}{c} \quad \text{eğimli ekonomik derinlik} \quad (2.3)$$

v: faydalı mineral

f: damar kalınlığı

H: derinlik

$$v = \frac{fh}{\sin\beta} \quad \text{meyilli damar} \quad (2.4)$$

V: dekapaj meyilli damar

$$V = \frac{H}{2\text{tg}\beta} + \frac{H}{4} \quad (2.5)$$

v: ekskavatör kepçe hacmi

n: kepçe dolma faktörü

i: randıman

k:kaya kabarma faktörü

p: kepçe periyodu

$$A = \frac{vn3600i}{kp} \quad (2.6)$$

ekskavatör sayısı= Yıllık dekapaj miktarı/A

Kurulacak olan maden ocağında, düşük maliyet ile doğrudan ilişkili olan "üretkenlik", diğer deyişle "verimlilik" konusu üzerinde durulmalı. Konuya analitik yaklaşım yapıldığında öncelikle aşağıdaki temel noktaların açıklığa kavuşturulması gerekir:

- Temel Noktalar
- Çalışma şartlarının zorluk derecesi
- Gerekli kazı kuvveti ne derece yüksek
- Zemin durumu
- Makina hareketlerinin yeterince hassas ve yumuşak olması
- Makinanın erişiminin yeterli olması
- Kaldırma kapasitesinin yeterliliği
- Yürüyüş ve dönüş yeteneği

Kullanılacak makinaların seçimi daha önceki yazılarda belirtilen ana seçim kriterleri uygulanarak yapıldıktan sonra, üretkenlik üzerinde etkili olan temel unsurların ayrıntılı analizi yapılmalıdır.

2.2.1. Zemin Etüdü, Malzeme Analizi

Açık maden işletmeciliğinde kazılacak ve yüklenecek olan malzemenin özellikleri ve sahanın durumu çok önemli bir parametredir. Bu nedenle, kazı ve üretim analizine başlamadan önce, sahanın etüt edilerek, aşağıdaki bilgilerin derlenmesi gereklidir:

- Jeolojik yapı: Malzemenin kompozisyonu ve dağılımı, boyutlar. Malzeme analizi, zemin etüdü, malzeme numunelerinin analizi, sismik analizler.
- Malzemenin durumu: Kırılabilirlik, gevşeklik, nem oranı, vs.
- Malzeme yoğunluğu: Yerinde yoğunluk ve gevşek yoğunluk, değerleri.
- Malzeme (taş) boyutları ve yüzdeleri.
- Sökme/Gevşetme Yöntemi: Patlatmaya da ripperleme
- Patlatılmış malzemenin boyut ve özellikleri
- İstenmeyen parçaların (kaya) boyut ve yüzdesi

Kazılacak ve yüklenecek olan malzemeler temelde üç kategoride değerlendirilebilirse de günümüzde ripperleme artık hemen hemen kullanılmayan bir uygulama haline gelmiştir. Buna göre malzemeler doğrudan kazılacak ve patlatma gerektiren malzemeler olarak ikiye ayrılabilir. Patlatmaya izin verilmeyen bölgelerde hidrolik kırıcı kullanımı ya da ripperlemeye başvurulmaktadır. Malzemenin doğrudan kazılabilir veya patlatılması gereken bir malzeme olup olmadığına karar verebilmek için en sağlıklı yöntem sismografik yöntemdir.

Malzemeye özel çekiçle vurulduğunda ortaya çıkan sismik titreşimler ripermetre isimli aletle kaydedilir. Dalga hızının yüksek olması malzemenin sertliğini gösterir. Düzenegin kurulma şekline göre, basit bir formülle sismik dalga hızı hesaplanır. Genel olarak malzemenin cinsi bilindiğinde başvurulacak cetvellerden malzemenin patlatma gereği olup olmadığı ve hangi sınıf bir ekskavatörle doğrudan kazılıp yüklenebileceği belirlenebilir. Bu konuda makina üreticisi firmaların el kitaplarındaki ayrıntılı tablolara başvurulabilir. Patlatma gereken malzemelerde, patlatmanın hangi yöntemle yapılacağı, ne tür ve miktarda patlayıcı kullanılacağı, delik çapı, delik aralıkları ve açısı gibi temel parametrelerin mutlaka ilgili referans kitaplara yada kurumlara başvurularak hesaplanması gereklidir. Gerekli hesaplar yapılmadan malzeme formasyonuna uygun olmayan patlatma yapılması, patlatma verimini çok düşürecek ve patlatma maliyetini ciddi oranlarda yükseltecektir (Küçükoğlu 2002).

2.2.2. Saatlik Üretim Miktarı

Yükleyici ekipman örneği olarak hidrolik ekskavatörün seçilmesi durumunda, makinanın saatlik üretim miktarı aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$V = \frac{(3600 \times Q \times E \times K)}{C} \quad (2.7)$$

V: Saatlik Üretim Miktarı (m³/sa)

Q: Kepçe Kapasitesi, Yığılma (m³)

E: Çalışma Verimi

K: Kepçe Kazı Verimliliği (kepçe doluluk faktörünü de içerir)

C: Ortalama Çevrim Zamanı

Çalışma verimi (E) teoride genellikle 50/60 dakika yani 0,83 olarak belirtilse de gerçek uygulamada genellikle %60 mertebelerindedir.

Ortalama çevrim zamanı (C) makina cinsine ve boyutuna, operatörün tecrübesine, saha, malzeme ve çalışma şartlarına göre değişmekle beraber, iyi koşullarda orta boy bir hidrolik ekskavatörün hazır malzeme yüklemesinde 15 saniye mertebelerindedir. Ekskavatör boyutunun büyümesiyle çevrim zamanı artar, dev boyutlu makinalarda 30 saniye düzeyine çıkar. Şartların uygunluğunun çevrim zamanını ideal noktaya getirdiği düşünülerek, mümkün olan en uygun çalışma şartları oluşturulmalı ve operatör verimliliği arttırılmaya çalışılmalıdır.

Kepçe kazı verimliliği (K) doğrudan doğruya malzemenin özelliklerine ve operatörün yeteneğine bağlıdır. Kepçe doluluk faktörü genelde %90 mertebelerinde olup, bazı şartlarda % 100 ün üzerine çıkabildiği gibi, bazen de %80 in altına düşebilir. Kepçe doluluk faktörü ögesini de içeren Kepçe Kazı Verimliliği (K) değeri de genel olarak 0,8-0,9 düzeylerinde gerçekleşir.

2.3. Kazı ve Yükleme Elemanlarının Seçimi

Madencilik faaliyetlerinde birincil faaliyetler: Arazinin uygun hale getirilmesi, kazı ve yükleme, nakliye ve cevher hazırlama, bu dört madde olarak düşünülür ve bu faaliyetler birbiriyle bağlantılıdır. Uygun bir maliyet ile genelde her operasyondaki işletme masrafları düşürerek varılmaz. Bu nedenden dolayı açık işletme teçhizatını seçiyor iken, seçilecek makinayı diğer makinalardan bağımsız seçmek yanlıştır. Patlayıcıların uygun olarak kullanılması ile nakliye, yükleme ve aynı zamanda kırma masraflarından tasarruf sağlanabilir. Bu tasarruftan dolayı patlatma masrafları artabilir ama diğer maliyetler düşer. Ekskavatör veya kamyon seçimi açık işletmecilikte en önemli olan parametrelerdendir. Çünkü bazı yükleme teçhizatı diğer açık işletme teçhizatlarına etkide bulunacak veya işletme sistemine tesir edecektir. Açık işletme makinalarının uygun seçimi, düşük maliyet sebebidir. Formasyonun durumu, kazılabilirlik derecesi kazı teçhizatının seçiminde ana unsurdur: Bu husus birçok faktöre bağlıdır; örneğin, kayanın mukavemeti, genel olarak kayaçların yük taşıma kabiliyeti, cevherli kısımların aşındırma özellikleri, kayanın kesafeti, gevşetilmiş kayanın akma özelliği, yapışkanlık derecesi, kayayı gevşetme veya parçalama derecesidir (Atkinson 1971).

Şu anda kazıla bilirlığın genel olarak bir ölçüsü yoktur. Güvenilir bir şekilde tahmin aşağıda belirtilen faaliyetlerle yapılabilir. Bölgede faaliyet gösteren benzer kazılardan, pilot ocaklarda yapılan fiziksel deneyler yapmak gerekir. Laboratuvar deneylerini somutlaştırmak için birçok basit arazi deneyleri yapmak ve pilot ocaklarda yapılan deneme kazılarından, kırılma sismoloji deneylerinden tespit edilebilir. Bu yapılan uygulamalarla az da olsa saha hakkında genel bir kaniya varılabilir. Büyüyen kapasiteleri ile birlikte artan makine ve ekipman fiyatları, açık işletme planlamasında en büyük yatırımı oluşturan etken makine ve ekipman olduğundan, oldukça önemlidir. Bir açık işletme için en uygun yöntemin ve optimal makine ekipman adedinin belirlenmesinde yapılabilecek hatalar, işletmeyi büyük miktarlara varabilecek zararlara sokabilir. Bu nedenle bir açık işletme için yöntem ve makine-ekipman seçilirken kazılacak malzemenin özellikleri de göz önünde bulundurulmalı, mümkün olduğunca fazla sayıda alternatif değerlendirilmelidir. Ancak fazla sayıda alternatifin incelenmesi sonucunda seçilecek yöntem veya yöntemlerin oluşturduğu bir kombinasyon en iyi sonucu verecektir (Köse ve Malı 2012).

2.3.1. Başlıca Ekipman Seçimi

Başlıca makine ekipmanların seçiminde göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerden biri, ocağa en uygun makine ve ekipmanların seçimidir. Maden için elden geldiği kadar tek tip makine seçilmeli, yani makine-ekipman uyumu sağlanmalıdır. Kullanılacak ekskavatörün boyutları belirlenirken, aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Ocak üretim planı
- Kazı yüksekliği
- Kayaç özellikleri
- Yan kayaç özellikleri
- Arazi yapısı

- Diğer faktörler

2.3.2 Açık Ocaklarda Kullanılan Kazı ve Yükleme Makineleri

Açık işletmelerde sökülen malzemenin, döküm sahasına veya stoklanmak üzere silolara nakledilmesi için bulunduğu yerden alınıp kaldırılarak nakliye düzeneğine verilmesine malzeme yükleme denir. Belirli mesafedeki periyotlar şeklinde kesintili kazı yapılan ocaklarda sert kayaç madenciliği yumuşatma, delme-patlatma ve yükleme olarak iki ana faaliyete olarak ele alınırken, sürekli kazı yapılan ocaklarda delme patlatmaya gerek duyulmayan gevşek tabaka madenciliği, bu işlemler kazı ismiyle araştırılır. Açık işletmelerde kullanılan yükleme araçları (bundan sonra yapılacak açıklamalarda ekskavatör, loader, bager vb, "yükleyici" olarak anılacaktır), en başta kepçe sayılarına göre sınıflandırılır. Yumuşak tabakalarda uygulanan döner kepçeli ekskavatör dışında anılacak tüm yükleyiciler, tek kepçeli türdedir. Tek kepçeli yükleyiciler kendi aralarında yapılarına, tahrik sistemlerine, tahrik motoru sayılarına, güç iletim türlerine ve kumanda edilme türlerine göre sınıflandırılır. Buna göre yükleyiciler tahrik motoru ve kumanda sistemlerine göre;

Tablo 2.4. Tek kepçeli ekskavatörlerin kendi aralarında sınıflandırılması

Dizel motoru tahrikli
Elektrik motoru tahrikli
Dizel-elektrik tahrikli
Dizel-hidrolik tahrikli
Elektro-hidrolik tahrikli
Mekanik kumandalı
Hidrolik kumandalı
Pnömatik kumandalı
Elektrik kumandalı
Elektronik kumandalı

Olarak sınıflandırılabilir. Tek kepçeli yükleyiciler kullanım şekillerine göre de şöyle sınıflandırılır;

0,15 ile 2,5 m³ kepçe hacimli, lastik tekerlekli veya paletli, açık İşletmelerde yardımcı iş makinesi olarak kullanılan küçük yükleyiciler,

3 ile 8 m³ kepçe hacmine sahip, açık işletmelerde zor kazı koşullarında kullanılan paletli yükleyiciler,

4 ile 64 m³ kepçe hacimli, çok zor kazı koşullarında ve örtü kazıda temel araç olarak kullanılan paletli yükleyiciler,

4 ile 168 m³ kepçe hacmine sahip, kazı kolu uzunluğu 100 m'ye ulaşan, örtü kazıda kullanılan yürüyen dragline'lar.

Yükleyicileri bu şekilde sınıflandırılmalarının dışında, aşağıda verilen parametreler, bunların çalışma yerlerini ve koşullarını belirler;

- Belli zemin koşulları için öngörölmüş kepçe hacmi (m³)
 - Motorların türü ve gücü (kW veya BG)
 - Tam teçhizatlı çalışma ağırlığı (ton)
 - Dingiller arası ve paletler arası mesafe (cm)
 - Özgöl zemin basıncı (kPa)
- Yükleyicinin motorundan maksimum güç elde edilmesiyle ve mekanik sağlamlığının zarar görmeden çalışabileceği zorlu koşullar da yükleyicinin büyüklüğü, zemin türüne bağlı olarak değişen kepçe hacmiyle karakterize edilir. Yüksek kazı direncine sahip ağır zeminlerde, kepçe hacmi daha küçük seçilir. Bir yükleyicinin başlıca çalışma parametreleri; Kazı yüksekliği, kazı derinliği, kazı alanı (kazı kolunun erişim sahası), boşaltma yüksekliği olarak sayılmaktadır (Köse ve Mallı 2012).

2.3.3. Hidrolik Ekskavatörler

Hidrolik ekskavatörler kendi buldukları düzeyin üzerinden ve altından toprak kaldıracak makinelerdir. Bir dağ eteğini kazıyabilir, derin çukurlar, hendekler açabilirler. Birçok çeşit ekskavatör düzenlenmesi gereklidir. Greyderlerin kimisi traktör üzere özel olarak yapılmıştır. Ancak hepsinde aynı asal parçalar bulunur. Ekskavatörün tabanında bir “şasi” ya da çerçeve vardır. Şasi lastik tekerlekler ya da tırtıllar üzerine monte edilmiştir. Motor ile komuta bölümü döner bir tabla üzerine oturtulmuştur. Bu döner tabla, makinenin üst kesiminin bir çember çizecek biçimde hareket etmesini sağlar. Kendi buldukları düzeyin altında veya üstünde toprak kaldıracak çalışma sırasında 360° hareket edebilen kendinden tahrikli paletli veya lastikli makinalardır. Kazıcı makine uzun maden bir kola tutturulmuş, ya da asılmıştır. Bu kola “boom” denir. Boom yükseltilip alçaltılabilir; kazma kepçesi de açılıp kapanabilir. Bütün bu hareketler komuta bölümünden, kablolar ya da hidrolik mekanizmalar aracılığıyla denetlenir.

2.3.3.1. Paletli Ekskavatörler



Şekil 2.1. Paletli ekskavatör şekil

2.3.3.1.1. Çalışma Sistemi

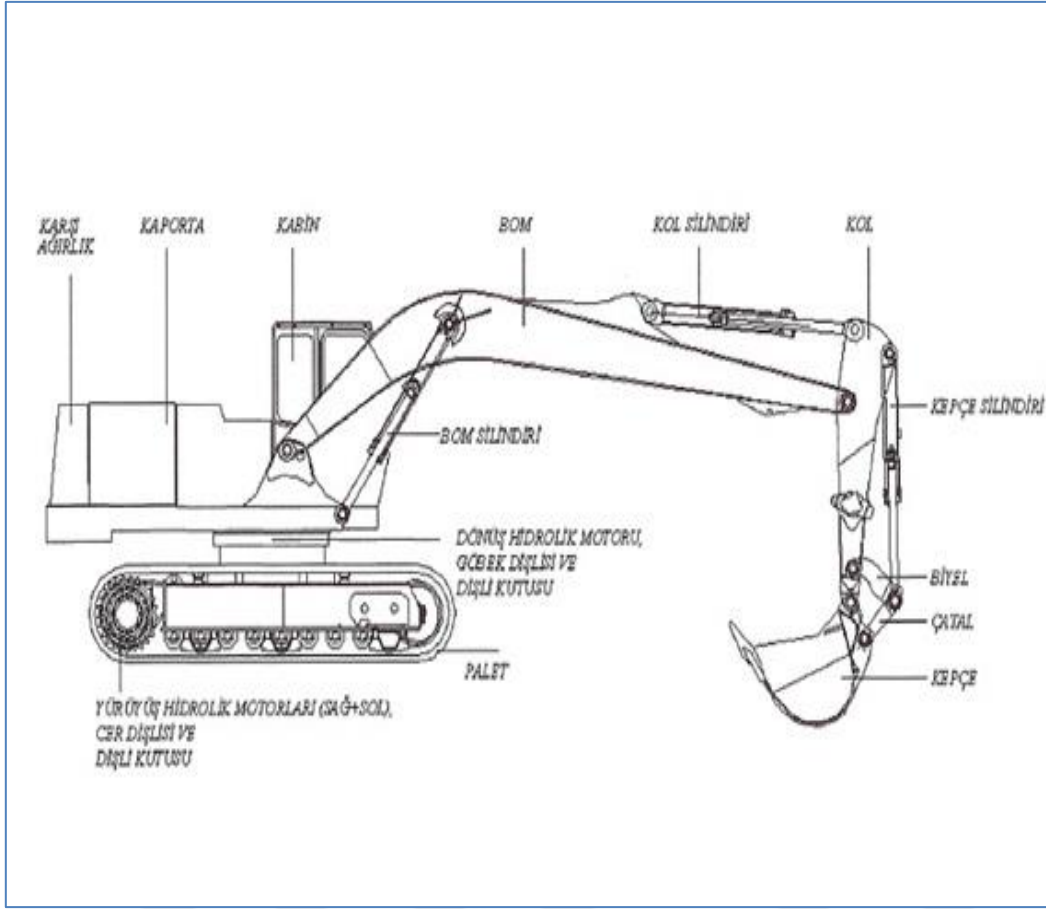
Sahada serbest halde bulunan malzemenin kepçeye doldurulup boomun kepçeyi kaldırması sonucu kepçeye yüklenen malzemenin yüklenici araca yüklenir. bu şekilde tekrarlanarak devam eder. Aşağıdaki şekil 2.2’ de ekskavatörün çalışma şekli daha iyi görülmektedir.



Şekil 2.2. Ekskavatör çalışma şeklinden bir görünüm

2.3.3.1.2. Paletli Ekskavatörün Tasarım Özellikleri

Ekskavatörün tabanında bir “şasi” ya da çerçeve vardır. Şasi palet üzerine monte edilmiştir. Motor ile komuta bölümü döner bir tabla üzerine oturtulmuştur. Bu döner tabla, makinenin üst kesiminin bir çember çizecek biçimde hareket etmesini sağlar. Kazıcı makine uzun maden bir kola tutturulmuş, ya da asılmıştır. Bu kola “boom” denir. Boom yükseltilip alçaltılabilir; kazma kepçesi de açılıp kapanabilir. Bütün bu hareketler komuta bölümünden, kablolar ya da hidrolik mekanizmalar aracılığıyla denetlenir. Yukarıda anlatılan parçalar şekil 2.3. de görülmektedir.



Şekil 2.3. Ekskavatör parçaları genel görünüm

2.3.3.1.3. Paletli Ekskavatör Yürüyüş Sistemi

Paletli iş makinelerinde makinenin ağırlığını taşıyan, aynı zamanda hareketini sağlayan bölümdür. Palet sistemi makinenin her iki yanında şasi olarak adlandırdığımız bölüm ile makinenin ana gövdesine bağlıdır. Palet gurubu makine şasisi tarafından taşınır. Ayrıca şasisini makinenin gövdesini taşıması sırasında engebeli arazilerde oluşacak salınım hareketlerini üzerine alarak makineyi dengeleyen bir torsiyon çubuğu vardır. Torsiyon çubuğuna denge milide denir. Bu mil mümkün olduğunca makinenin orta noktasına yerleştirilmelidir. Her iki ucunda ve ortasında lastik takozlar bulunur. Lastik takozların oturduğu yataklar birer kayar mesnet gibi çalışır.

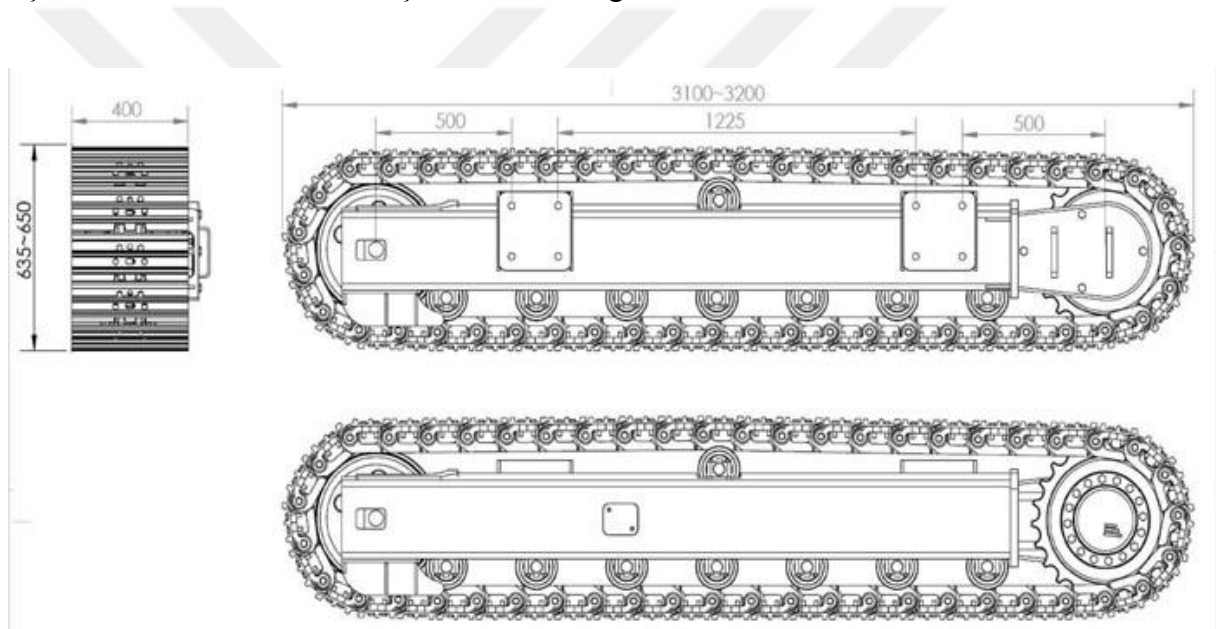
Yürüyüş takımları gövdeye ve nihai tahriklere bağlıdır. İki palet grubu palet şasilerinin diyagonal firketeler tarafından birbirine paralel hizada tutulur. Her palet grubu kendiliğinden yukarı aşağı hareket edebilir. Palet şasileri nihai tahrik yatak kafesine ve

dönüş kavraması ile ayna dişli kutusuna tespit edilmiştir. Palet şasilerinin paralelliği diyagonal firketeler sayesinde muhafaza edilir. Her palet şasisi kendiliğinden yukarı ve aşağıya hareket edebilir.

.Paletli ekskavatörün görevleri şunlardır: Paletli yürüyüş sisteminin görevleri iş makinesinin manevra kabiliyetini arttırmak,

Zemin farklılıklarına göre palet gerginliği ayarı yapılmak suretiyle aracın hareket kabiliyetini arttırmak,

İş makinesini dar alanda dönüşlerine imkân sağlamaktadır.



Şekil 2.4. Palet yandan görünüm

Palet çeşitleri iş makinesinin kullanılacağı zemin sertliğine göre farklı genişliğe sahip olduklarından bu şekilde isimlendirilmiştir. Üç ana grupta toplanmıştır. Palet pabuçları değişik formlarda olmakla beraber genellikle L tipi tırnaklı pabuçlar kullanılır. Pabuçların tırnak derinlikleri zemin sertliğine göre seçilir. Toprağın silisli olması aşınmayı arttırıcı bir unsurdur. Bu tarz zeminler için; Hewdety isimli tırnaklar, pabuçlar, keler ve kova adaptörleri kullanılır. Palet gerginliği zemine göre farklılık gösterir. Çamurlu zeminde çalışan bir paletin üzerine aldığı çamurla birlikte olması gerekenden daha gerilir. Bu nedenle zemin göz önüne alınarak seçim doğru ve bilinçli yapılmalıdır.

Dar Palet: Sert zeminlerde kullanılır (Genişliği 50 cm' dir).

Standart Palet: Aksi belirtilmediği sürece iş makinesinde kullanılan ve normal zeminlerde elverişli çalışmasını sağlayan paletlerdir (Genişliği 60 cm' dir).

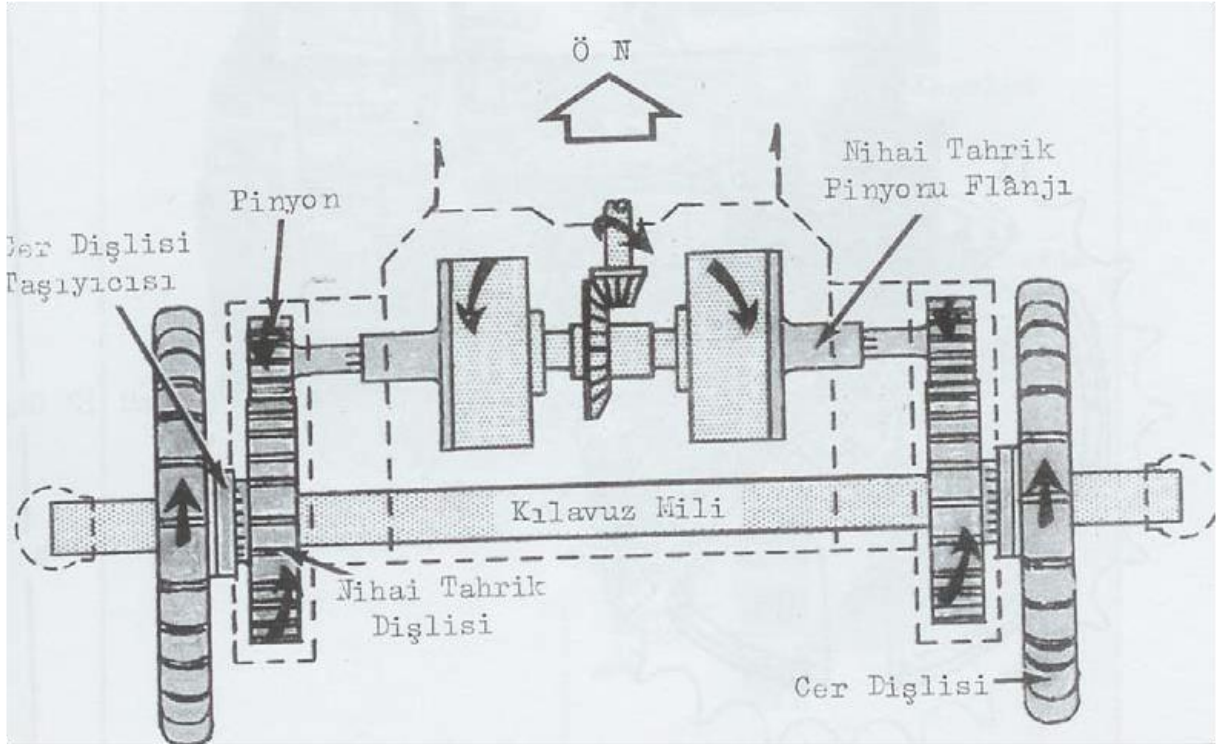
Geniş Palet: Gevşek zeminlerde kullanılır (Genişliği 80 cm' dir).



şekil 2.5. Palet genel görünüm (zbay 2013)

2.3.3.1.4. Paletli Ekskavatör G Akımı

Ayna dişliden geçen g akımı, nihai tahrik pinyonuna sabitlenen istikamet debriyajına iletilir. Nihai tahrik pinyonu ve flanşı birbirlerine kama yivleri ile sabitlenmiştir. Dolayısıyla tüm parçalar tek parça halinde birlikte döner. İş makinesine bir hareket vermek veya döndürmek için paletlerden birine iletilen gücü boşa almak gerekir. Bunun için istikamet debriyajlarından biri boşaltılarak nihai tahrik pinyonuna iletilen güç kesilir. Nihai tahrik dişlisi cer dişli ile birlikte aynı göbeğe monte edilmiştir. Bu nedenle neden ile nihai tahrik dişlerine gelen herhangi bir kuvvet tümüyle cer dişlisine iletilir. Palet pimleri ve burçları cer dişlisinin dişleri arasına geçer ve cer dişlisinin çevresine sarılarak makinenin hareketini temin eder (MEGEP 2006).



Şekil 2.6. Palet çalışma şekli

Şekil 2.6'daki resimde görüldüğü gibi güç, transmisyondaki mahruti dişliden ayna dişliye geçerken hareket küçük dişliden büyük dişliye geçtiği için artar, aynı zamanda devir sayısı düşer. Moment artışı bir de nihai tahrik dişlisi ile pinyonu arasında gerçekleşir.

2.3.3.1.5. Paletli Ekskavatör Kazı Ve Yükleme

Paletli ekskavatörün kazı-yükleme sistemine üst yapı, kazı kolu, kepçe kolu ve kepçe dâhildir. Üst yapı içerisinde tahrik motorları, hidrolik sistem üniteleri, döndürme motorları ve operatör kabini yer alır. Mekanik ve hidrolik elemanlar, üst yapı içerisinde bakım-onarım sırasında kolay ulaşılabilir, aynı zamanda verim düşmesine neden olmamaları için hidrolik bağlantıların mümkün olduğunca kısa tutabileceği pozisyonda yerleştirilir. Üst yapıya, tek veya çok parçalı olabilen kazı kolu bağlıdır. Kazı ve kepçe kolu üzerindeki hidrolik silindirler yardımıyla ekskavatör, kepçesini doldurma, kaldırma, boşaltma ve indirme hareketini yapar. Ekskavatör menziline (kazı ve kepçe kolları toplamı erişim mesafesi) büyümesi, daha büyük periyot sürelerinin doğmasına ve daha küçük koparma kuvvetlerinin meydana gelmesine neden olur. Bu nedenle ekskavatör

menzilinın söz konusu çalışma yerine uygun olup olmadığının kontrol edilmesi gerekir (Kun 2014).

Ekskavatörler düz ya da eğimli zeminde çalışabilirler. Her ekskavatörün çalışabileceği maksimum bir eğim vardır. Kuleyi döndürmek için gereken momentin maksimum değeri, ekskavatör gibi bir maksimum değere sahip bir düzlemde çalışırken; kepçe kol boom grubu eğimin maksimum gradyan yönüne dikken; bomun yatayla yaptığı açı, ağırlıkların kule dönüş eksenine göre toplam momentini maksimum yaparken oluşur Eğimli zeminde kuleyi çevirebilmek için hidrolik motor tarafından uygulanması gereken moment, düz zeminde kuleyi çevirebilmek için gerekli olan moment ile eğimli zeminde ekskavatör ağırlıklarının kule dönüş merkezine uyguladıkları momentin toplamıdır. Düz zeminde kuleyi çevirebilmek için hidrolik motorun uygulaması gereken momentin büyüklüğünü etkileyen birçok parametre ve belirsizlik olduğundan hesaplaması zordur. Bu yüzden bu momentin değeri genelde deneysel verilere dayanarak bulunur. Kulenin düz zeminde istenen dönüş hızı eğimli zeminde istenen dönüş hızı, dairesel dişliyi döndüren pinyon dişlisinin diş sayısı, göbek dişlisinin diş sayısı, hidrolik motorla pinyon arasındaki dişli kutusunun redüksiyon oranını kullanarak, düz zeminde ve eğimli zeminde ekskavatörün hidrolik motoru tarafından sağlanması gereken moment ve güç hesaplanmıştır.

2.3.3.2. Lastikli Ekskavatörler



Şekil 2.7. Lastikli ekskavatör görünüm

2.3.3.2.1 Lastikli Ekskavatör Alışma Şekli

Çalışma şekli paletli ekskavatörlerle hemen hemen aynıdır tek farkı palet yerine lastikler kullanılmıştır. Malzeme kepçeye doldurulur kepçeye doldurulan malzeme ekskavatörün üst yapısının dönmesi sonucu malzeme yükleyiciye yüklenir.

2.3.3.2.2. Lastikli Ekskavatör Tasarım Özellikleri

Lastikli ekskavatörün alt bölümü makinenin dönmesi sağlayan şase, lastikli yürüyüş takımları ve malzemenin toplanmasını sağlayan bıçak aynı zamanda makinenin kazı yaparken iki ya da destek ayakları düzeneğinden oluşur. Malzemenin kepçeye alınıp nakliyat düzeneğine dökülme işlemini yapan üst bölüm ise, boom dediğimiz kısım kaldırma, ileri itme, dönme düzenekleri rol oynar. Yürüme kabiliyeti ve sert zeminde kazma, kanal açma, taşıma ve yükleme gibi işlerde verimli olan lastik tekerlekli iş

makinelendir. Kaplamalı zemine zarar vermediği için özellikle karayolu üzerindeki çalışmalarda hareket kolaylığı sağladığı için tercih edilmektedir.

2.3.3.2.3. Yürüyüş Sistemi

Yürüyüş takımları paletli ekskavatörden farklı olarak tekerleklerden oluşur. Alt yapı bir şasi, tekerleklerden, tahrik dişlileri ve üst yapıyı döndürme düzeneğinden oluşur. Çalışma esnasında lastik tekerlerin üzerine yük binmemesi için dört adet bağımsız dış dayanak veya iki bağımsız dış dayanak ve bir dozer bıçağı bulunur.



Şekil 2.8. Lastikli ekskavatör yürüyüş sistemi (Özbay 2013)

2.3.3.2.4. Lastikli Kazı ve Yükleme Sistemi

Lastikli ekskavatörün kazı ve yükleme sistemi, paletli ekskavatörle hemen hemen aynıdır. İkisinin de avantajları ve dezavantajları vardır. Bu sistem aşağıda anlatılan nedenlerden dolayı tasarlanmıştır. Lastikli ekskavatör iş sahasında daha seridir ama paletli ekskavatör kadar güçlü değildir. Paletli ekskavatör kadar yük taşımaz ve söküm yapamaz. Paletli ekskavatörü yürütmek makine için zararlıdır ve lastikli ekskavatör kadar seri değildir. Bundan dolayı bu tasarımların yapılması sahada verimliliği artırmıştır.

2.3.3.2.5. Lastikli Ekskavatör Güç Üretimi ve Sistemi

Hidrolik pompaların tahrik edilmesinde dizel motorlar kullanılır. Çünkü elektrik motor kullanımı, aracın yüksek hareket yeteneğini, araca bağlı elektrik kablosundan dolayı kısıtlamaktadır. Güç üretimi dizel motorlarla yapıldığından daha hareketli ve seri hareket etme kabiliyetine sahiptirler (Kun 2014).

2.3.3.3. Paletli Yükleyiciler (loderler)



Şekil 2.9. Paletli Yükleyiciler görünüm (Kun 2014)

2.3.3.3.1. Paleti Loder Çalışma Şekli

Yükleyiciler, temel kazma, taşıma, doldurma, serme ve yükleme işleri yapan iş makinesi olup, temel hafriyat, yol yapımı, inşaat işleri, mermer ocakları, tomruk taşıma, yükleme gibi çeşitli işlerde geniş amaçlı olarak kullanılmaktadır. Paletli yükleyicilerin çalışma şekli de lastik tekerlekli yükleyicilerle aynı safhalardan oluşur. Çalışma şekli şu şekildedir. İlk olarak malzemenin alınması kepçenin doldurulur. Yüklü durumda hareket edilip döndürme hareketi yapıp malzeme kamyonlara ve benzeri yükleyici nakliyat elamanlarına dökülür.

2.3.3.3.2. Paletli loder Tasarım Özellikleri

Yükleyiciler; temel kazma, taşıma, doldurma, serme ve yükleme işleri yapan iş makinesidir. Paletli yükleyiciler, dozerlerin traktör kısmına bıçak yerine kepçe dizayn edilmiş şeklindedir. Paletli yükleyiciler ana hatlarıyla dizel motor, aktarma organları, şasi, paletler, kumanda kabini, kepçe, boom ve hidrolik kollardan oluşurlar. Yükleyici kepeçeleri, kazılan yüklenen malzemenin özellik yada yoğunluğuna göre değişik şekil veya hacimde olabilir. Kepçe uçlarında aşınmaya dayanıklı malzemelerden yapılmış düz plaka veya kepçe dişleri bulunur. Boom'un bir ucu kepeçeye, bir ucu yükleyici gövdesine (şasi) bağlı olup, hidrolik bom kaldırma kollarının çalıştırılması ile boom'un kaldırılıp indirilmesi ve doldurulup boşaltılması gibi hareketler sağlanır. Mekanik kolların birer ucu hidrolik kepeç kollarına, birer ucu da kepeçeye bağlı olup, kepeçenin hareketlerini sağlar. Temel hafriyat, yol yapımı, inşaat işleri, mermer ocakları, tomruk taşıma, yükleme gibi çeşitli işlerde geniş amaçlı olarak kullanılmaktadır. Paletli loderler zemine daha geniş yüzeyde temas ettiği için her türlü zeminde emniyetli ve verimli çalışma yapabilir. Dar alanlarda manevra kabiliyeti çok yüksektir. Yapısı gereği nokta dönüşü bile yapabilmektedir. Dengeli çalışması nedeniyle ağır işlerde kullanılır. Çok sert zeminlerin kazılmasında kapasiteleri dâhilinde çalışabilir ama bir dozer kadar iş yapma kabiliyeti yoktur. Yükleyiciler, 40-500 HP motor gücü ve 3-100 ton ağırlıkta imal edilmiştir. Kepçe kapasiteleri $1,5 \text{ m}^3 - 4,5 \text{ m}^3$ arasında değişen büyüklükteki modeller, açık işletmelerde ve özellikle mermer, kum ve çakıl ocaklarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.10).

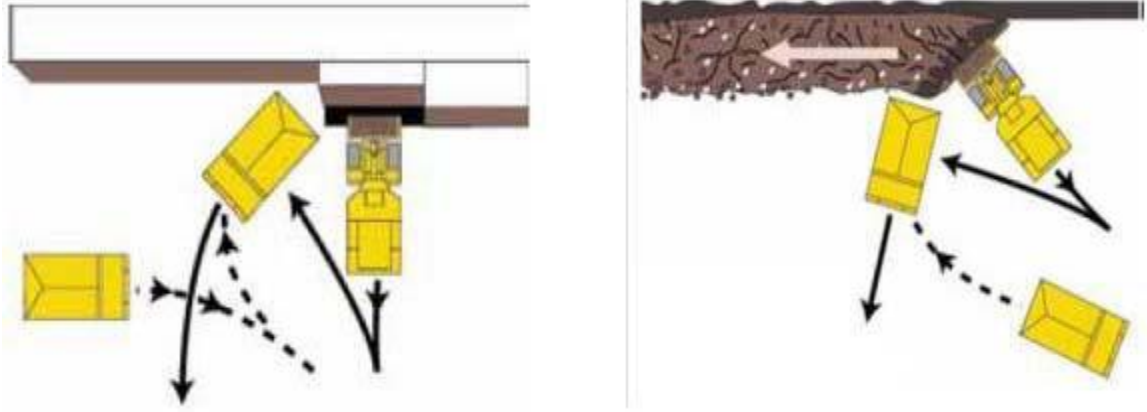
2.3.3.3.4. Lastikli Loderler



Şekil 2.10. Lastikli loder çalışmasının gösterimi

2.3.3.3.4.1. Lastikli Loder Çalışma Şekli

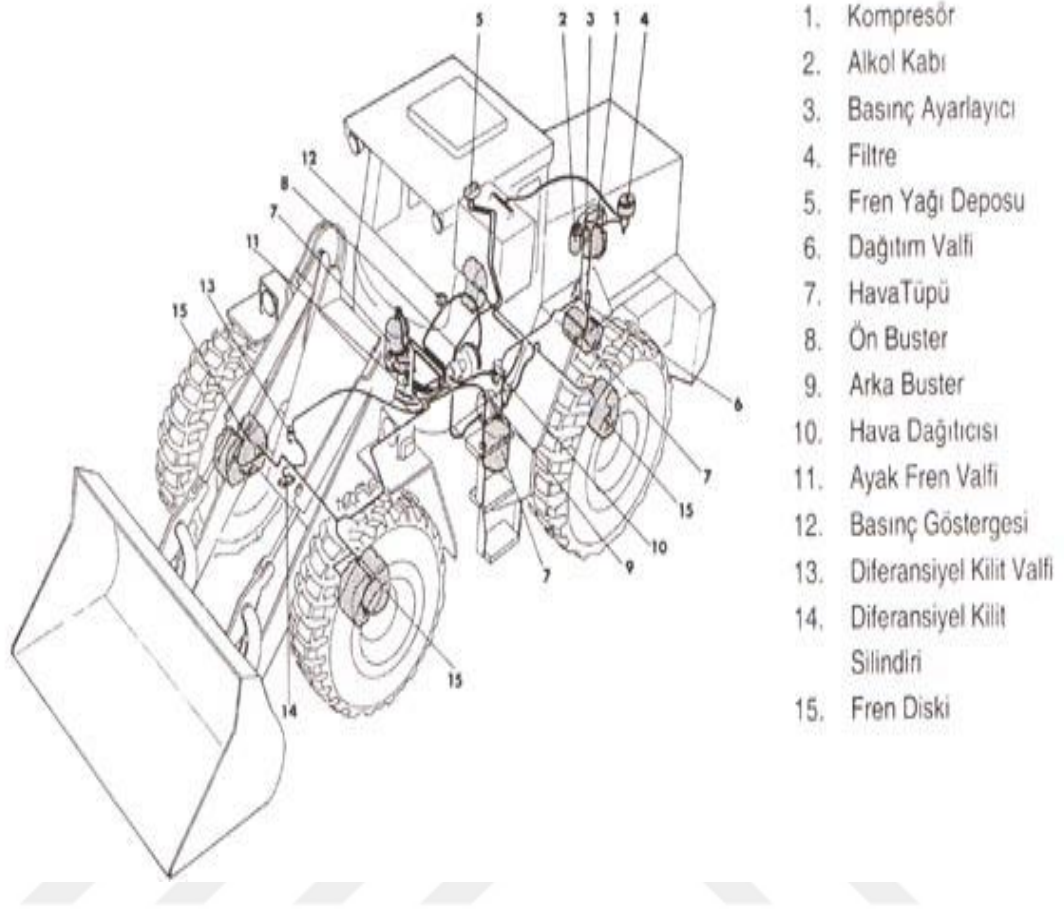
Bir lastik tekerlekli yükleyicinin çalışma şekli belli safhalardan oluşur. Çalışma şekli paletli yükleyici ile aynıdır. Malzeme sahadan alınır, kepçeye doldurulur, kepçe yüklü iken hareket edilip malzeme dökülür. Kepçe boşaltılması bu şekildedir. Çalışma şekli aşağıda gösterilmiştir (Şekil 2.11). Burada, yüklü ve boş durumdaki hareketler mümkün olan en kısa yol üzerinden yapılır. Malzemenin alınması sırasında kepçe, aracın hareket etmesiyle malzeme yığına daldırılır. Kepçenin dolmasıyla kepçe yukarı kaldırılır. Bu durumda yükleyici geri gelip daha sonra kamyonu yanaşıp kepçesini boşaltır. Geri gelme ve kepçeyi yığına daldırma hareketiyle, yükleyici yükleme işlemini sürdürür.



Şekil 2.11. Lastikli loder çalışma üstten görünüm (Kun 2014)

2.3.3.3.4.2. Lastikli Loder Tasarım Özellikleri

Lastik tekerlekli yükleyici, kepçesini doldurduğu yer ile boşalttığı yer arasındaki mesafeyi, hareket ederek kat etmesiyle çalışan bir araçtır. Araç şasisi ve lastik tekerlekler yürüyüş sistemini oluşturur. Kazı yükleme sistemi kazı kolu, kepçe ve hidrolik silindirlere oluşur. Güç üretimi için dizel motorlar kullanılır. Güç iletimi hidrodinamik, hidrostatik veya elektrikli yollardan olur. (Özbay, 2013). Yükleyicilerde kepçe, kova, çatal, kırıcı, gibi iş ekipmanlarının kaldırma, indirme ve iş yaptırılması hidrolik güç (hidrolik sistem) tarafından sağlanır. Hidrolik sistem; hidrolik tank, hidrolik pompa, hidrolik filtre, kumanda valfi, hidrolik silindirler ve bağlantı hortumlarından meydana gelir. Ayrıca, direksiyon ve fren sistemleri de hidrolik sistem olarak dizayn edilmiştir. (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Lastikli loder parça isimleri

2.3.3.3.4.3. Lastikli loder Yürüyüş Sistemi

Lastik tekerlekli yükleyiciler genellikle mafsallı şasi kullanılmaktadır. Bu, aracın hareket yeteneğini artırmakta, karşılaştığı dirençleri azaltmakta ve dolayısıyla periyot süresinin kısılmasını sağlamaktadır. Lastik tekerlekli yükleyicilerde yürüyüş hidro-mekanik veya hidrostatik olarak gerçekleşmektedir. Dizel motorda üretilen gücün tekerleklere iletilmesi şu yolu izler: Dizel motor- torkkonverter- hidrolik şanzıman- transfer kutusu- ön ve arka diferansiyel- planet sistemi ve tekerlekler. Lastik tekerlekli yükleyiciler kayalık arazi çalışmalarında lastiklerin uzun ömürlü olabilmesi için lastik üzerine kaya zinciri veya palet kullanılır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Lastikli loderin lastiklerinin yırtılma ve aşınma karşı zincir takılması

2.3.3.3.4.4. Lastikli Loder Güç Üretimi

Motorda üretilen gücü tekerlek veya paletlere ileterek makinenin yürümesini, hızını, ileri veya geri gitmesini sağlayan elemanlardır. Yükleyicilerde aktarma organları hidro-mekanik veya hidrostatik olarak dizayn edilmiştir. Genelde tek motor kullanılmasına karşın, yükleyicilerde çift motor kullanılmaktadır. Üretilen gücün tekerleklere iletimi, klasik sistemde tork konverter, ağır yük şanzımanı, diferansiyel ve planet dişli sistemi yardımı ile olur.

2.3.3.3.4.5. Lastikli Loder Kazı ve Yükleme Sistemi

Yükleyicinin zemine oturan yüzeyinin azalmaması için kepçe yere fazla bastırılmamalı ve kazı işlerini yükleyicinin ileri hareketi ile yapılmalıdır. Kepçe kazma uçları toprak

içinde iken kırılmaları önlemek için yükleyiciye dönüş yaptırmayın, büyük ve gömülü taşların sökülmesinde kepçe ile kayanın altını kazarak işlemi kolaylaştırmak daha verimli ve emniyetli olur. Yüklü durumda dik bir yokuştan inerken geri yönde inilmeli ve yokuş çıkarken ileri yönde çıkılmalıdır. Kepçe yüklü ve kalkık iken kesinlikle ani dönüş ve duruş yapılmamalıdır. Dolu kepçe yukarıda iken makine yürütülmemelidir. Eğimli arazide veya yığından yükleme yaparken uygun çalışma modu seçilmeli ve rüzgâr arkaya alınmalıdır. Kamyonu yaklaşırken kepçe kamyon hizasından kesinlikle yukarı kaldırılmalı ve ilerleme hızını düşürüp yükü boşaltılmalıdır. Malzeme boşalınca geriye hareket ederken kepçeyi kamyon kasasından kurtaracak şekilde kaldırılmalı veya kepçe geriye yatırılmalı ve maksimum boşaltma açısı için kepçe ayarlanmalıdır. Kova seçimi yapılırken seçilen kova materyalin yoğunluğu ve beklenen kova doldurma faktörü ile tespit edilir. Her konumda iyi indirme açıları ve iyi bir kova doldurma performansı dahil olmak üzere, TP bağlantısının özelliklerine bağlı olarak; gerçek kova hacmi açık kova tasarımını, genelde itibari kapasiteden fazladır. Örnek standart bir kova kolu konfigürasyonunu tasvir etmektedir. Örnek: Kum ve çakıl. Doldurma faktörü ~ 105%. Yoğunluk 1,65 t/m³. Sonuç: 2,7 m³ kova 2,8 m³ taşımaktadır. En iyi istikrar için daima kova seçim çizelgesine başvurulur.

Tablo 2.5. Kova Seçim Çizelgesi

Malzeme	Kova doldurma %	Malzeme yoğunluk t/m ³	ISO/SAE Kova hacmi m ³	Gerçek Hacim, m ³
Toprak/Kil	~ 110	~ 1,80	2,5	~ 2,7
		~ 1,70	2,6	~ 2,9
		~ 1,65	2,7	~ 3,0
Kum/Çakıl	~105	~ 1,80	2,5	~ 2,6
		~ 1,70	2,6	~ 2,7
		~ 1,65	2,7	~ 2,8
Agrega	~100	~ 1,80	2,5	~ 2,5
		~ 1,70	2,6	~ 2,6
		~ 1,65	2,7	~ 2,7
Kaya	≤ 100	~ 1,80	2,2	~ 2,2

2.3.3.3.4.6. Lastikli Loder Arazide Verimli Kullanma Yöntemleri

Makine ile kapasitesi dâhilinde çalışma yapılmalı ve aşırı zorlamalardan kaçınılmalıdır. Sert zeminde çalışırken kepçe tırnaklarını mutlaka takılı olmalıdır. Kepçe, yere istenilen derinliğe gelinceye kadar yavaş yavaş daldırılmalıdır, malzemeyi rampa aşağı kazmak

veya sürüklemek daha az güç gerektirir. Çalışılacak zeminin özelliğine göre kova seçimi yapılmalıdır. Çalışılacak zeminin özelliğine göre palet ayarı yapılmalıdır.

2.3.4. Halatlı Ekskavatör

Bir halatlı ekskavatörün en önemli fonksiyonu, boom kaldırma işlemi sırasında mümkün olan en yüksek hacimdeki pasayı en kısa sürede mümkün olan en yüksek sıklıkta yığmaktır. Pasanın doldurulması, kepçenin yığın içine itilmesi (crowding) ve kaldırılması (hoisting) ile sağlanmaktadır (Erdem 1994). Ekskavatörler, direk kazı makinesi olup kazı işlerinin ana makinasıdır. Hareket yeteneğinin aşırı fazla olması, kazma yada yüklemeyi aynı anda yapabilmesi nedeniyle en genel kullanılan iş makinalarındandır. Ekskavatörün hacmi ilerde yapılacak kazının amacına göre değişebilir. Motor kuvveti, kova büyüklüğü yada kazabileceği kazı derinliği ile orantılı olarak büyür (Özbay 2013).

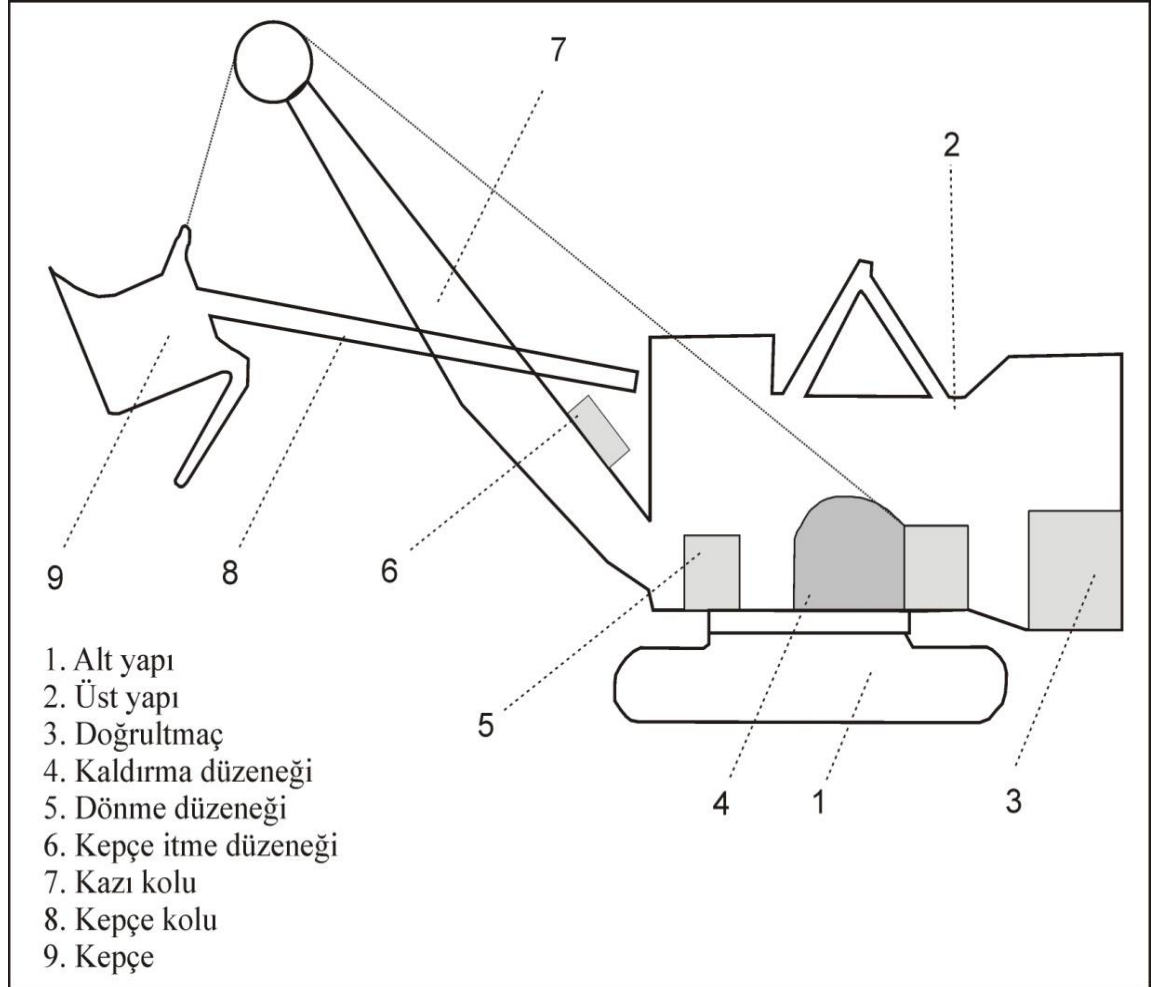
Taban seviyesi üstündeki sert zeminlerde yarma açılması, temel çukuru açılması, taş ocaklarında, şev tesviye edilmesi işlerde kullanılır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14. Halatlı ekskavatör çalıştırılırken

2.3.4.1. Halatlı Ekskavatör Tasarım Özellikleri

Halatlı ekskavatörlerin tasarım özellikleri aşağıda şekil 2,15’de görüldüğü gibidir. Makinenin alt yapısı normal palet sisteminde değindiğimiz gibi alt bölüm şase, paletli yürüyüş takımları ve üst yapıyı döndürme düzeneğinden oluşur. Hidrolik ekskavatörden farklı olarak üst bölümde güç iletimi halat ile olur.



Şekil 2.15. Halatlı ekskavatör genel parça isimleri (Köse ve Mallı 2012)

2.3.4.2. Halatlı Ekskavatörün Çalışma Sistemi

Bir halatlı ekskavatörün çalışma şekli şu şekildedir: İlk olarak malzeme kepçeye doldurulur, ardından kepçenin üst yapısı döndürülür ve malzeme boşaltılır. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi çalışır (Şekil 2.16).

dişli kutuları, halat tamburları, ön ucunda da kazı kolu yer alır. Genelde kaynaklı bir konstrüksiyon olan kazı kolu, alt ucundan üst yapıya mafsallıdır ve üst ucunda, kepçenin hareketlerini yapmasına yarayan bir veya birden fazla halat tamburlar yer alır. Kepçe kolu dört köşe profilden imal edilmiştir ve yapı şekline göre ya kazı kolunun her iki yanında (çatal şeklinde kepçe kolu) veya kazı kolu, kepçe kolunun kendi içinden geçebileceği şekilde dizayn edilmiştir. Kepçenin ileriye doğru (malzeme yığınınına doğru) itilmesi, kepçe kolunun üzerine monte edilmiş motorlar veya halatlar yardımıyla yapılır. Malzemenin yüklenmesini sağlayan kepçe özel, aşınmaya dayanıklı çelikten imal edilmiştir. Kepçe yüklenecek malzemeyi alıp boşaltma noktasına geldikten sonra, altındaki sürgülü kilit yardımıyla malzeme açılır ve boşaltılır. Kapağın kapatılması indirilmesi sırasında kepçenin kendi ağırlığıyla gerçekleşir (Kun 2014).

3. KAYA DELİCİ (ROC)

Madencilik faaliyetleri geneline bakıldığında en önemli faaliyetlerden biri, üretim faaliyetleri ile bağlantılı olarak sağlam, yarı sağlam oluşumlarda yürütülen delme patlatma işlemleridir. Bu kapsamdaki atımlar, bir yandan üretim maliyetlerini, diğer yandan işçi sağlığı, iş güvenliği ve çevre ile bağlantılı hususları etkilemektedir. Bu nedenle yürütülen delme ve patlatma faaliyetlerinin yeterli ve kabul edilebilir olup olmadığını araştırmak ve hangi atımın optimum bir atım kapsamına alınabileceğini belirlemek, işletmeler için önem taşımaktadır (Yılmaz 2015).

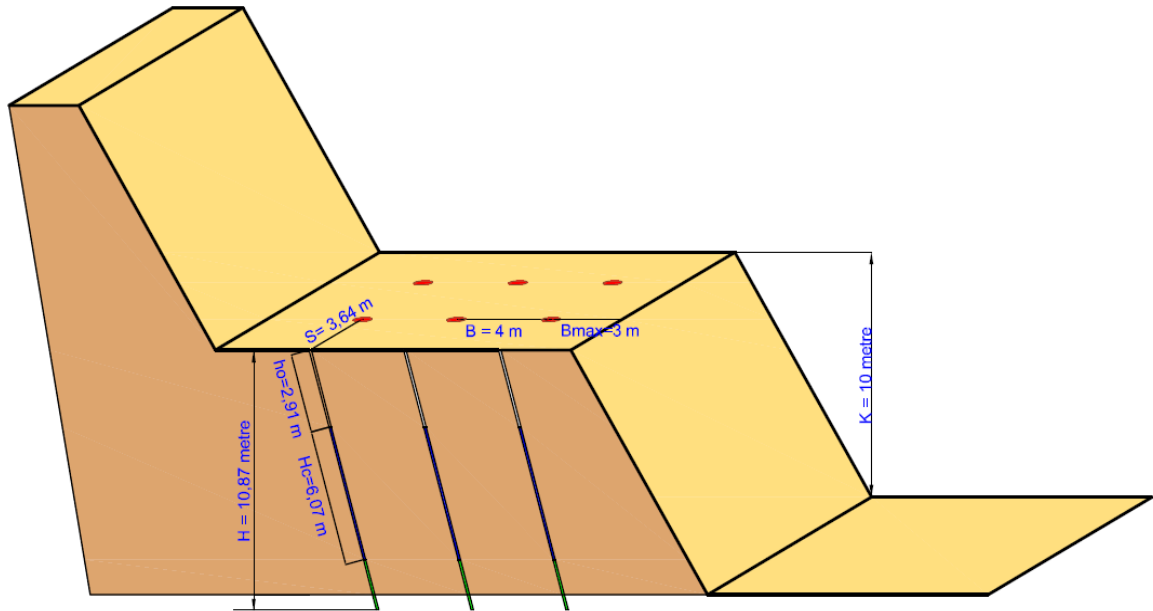
Günümüzde kayacı parçalayıp taşınabilir hale getirmek için yaygın olarak kullanılan iki farklı yöntem vardır. Birinci yöntemde; kayaç üzerine değişik çekiçlerle darbe uygulanarak kayacın parçalanması sağlanır. Bu yöntemde kullanılan ekipmanlara genel olarak mekanik çekiç denir. İkinci yöntemde kayaç içine delikler delinir ve bu deliklere patlayıcı maddeler doldurulur ve patlatılır. Delme-Patlatma olarak adlandırılan bu yöntem sonucunda kayaç kütlesi parçalanmış olur. Bu yöntem de kullanılan ekipmanlara genel olarak delme makineleri denir (Eklind 2010).

Açık ocak madenciliğinde üretimi artırmanın en önemli unsurlarından biri yüksek kapasiteli delik delme makinelerinin tercih edilmesidir. Deline bilirlilik, mekanik araçları kullanarak kayayı kırmak veya delmek için bir dizi faktör tarafından yönetilmektedir. Bunlardan bazıları kayaç oluşumu ile ilgili olup, bazıları da uygulanan kuvvetler ve delik delme ekipmanları ile alakalıdır. Kayaç özellikleri, kaya kırma mekanizmalarını ve delme parametreleri deline bilirlilik ile ilgilidir ve delme verimliliğinin değerlendirilmesi ve kesici performansını belirlemek için oldukça önemli parametrelerdir (Balkabad 2015).

Rock, açık ocaklarda malzemenin sert olması durumunda kullanılan bir makinedir, çünkü mevcut ekskavatörler sert olan malzemeyi sökemez, sökülse bile bu makineye zarar verir. Aynı zamanda büyük bir zaman kaybı olur ve ocakta çalışan kamyonlar

beslenemez. Bu nedenle patlatmaya başvurulur. Patlatma doğru bir teknikle yapıldığı zaman hedeflenen sert olan malzeme, serbest hale büyük ölçüde getirilir ve bu işletme için karlı olur. Patlatmayı yaparken de delikler kaya delici ile açılır; açılan deliğe uygun teknikte doldurulan patlayıcı patlatılır ve sert malzeme kamyonlara doldurulur. Bu nedenle kaya delici açık ocaklarda büyük bir öneme sahiptir.

Patlatma yapılırken genellikle delik delme düzeni aşağıdaki şekilde kırmızı deliklerle gösterildiği gibidir ama bazen sahanın delinecek kaya yapısına göre patlatma mühendisi tarafından bu düzen delinecek olan topografik yapıya göre bir değişme gösterebilir.



Şekil 3.1. Genel olarak ocaklarda uygulanan bir patlatma düzeni

Patlatma düzeni genelde şekil 3.1'deki gibidir. Kullanılan patlayıcı topografyaya göre ve eğer delikte su var ise değişir. Patlama düzeni topoğrafyaya göre değişse de genelde kullanılan şekil 3.1'deki düzendir.

Delik delme düzeni seçerken, değişik açık işletme düzenlerine göre farklı delik delme düzenleri seçilebilir. Delik delmede iki önemli unsur vardır bunlardan birincisi delme hızı diğeri ise delinecek formasyonun özellikleridir.

Delinebilme esaslarına göre kayaları şu şekilde sınıflandırırız.

Çok sert kayaç: Delinebilme hızı $\leq 0,5$ m/sa

Sert kayaç: Delinebilme hızı = 0,6- 1,0 m/sa

Normal kayaç: Delinebilme hızı = 1,0- 1,5 m/sa

Yumuşak kayaç: Delinebilme hızı $\geq 1,5$ m/sa

Tablo 3.1. Delme yöntemleri genel olarak sınıflandırılması

Delme yöntemleri	
Mekanik delme	Termik delme
Darbeleri delik delme	Basıncılı sular ile delme
Dönerli delik delme	Sonik delme
Döner darbeleri delik delme	Kimyasallarla delme

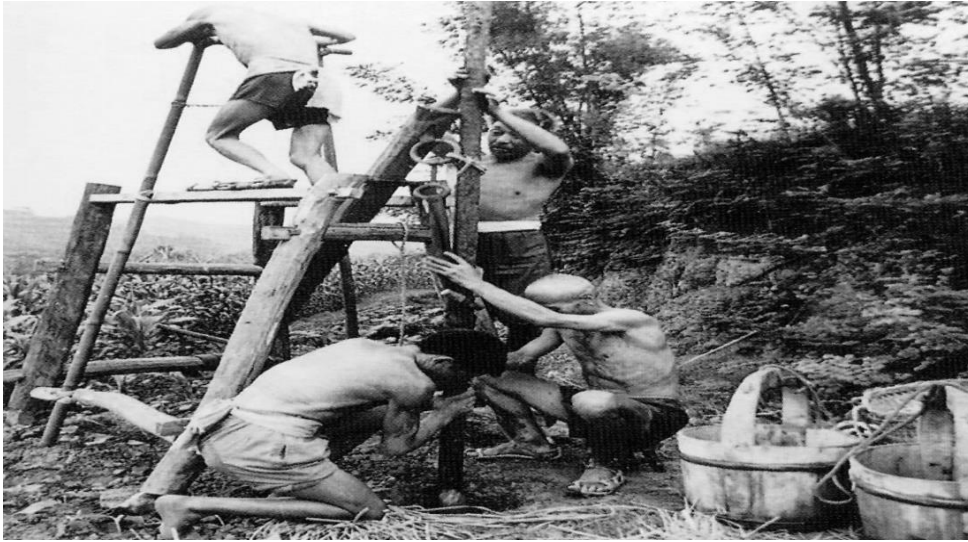
Delme işleminde ilk olarak matkapla çatlaklar oluşturulur daha sonra çatlaklardan gevşeyen malzeme basınç etkisi ile dışarı çıkar. Formasyonları delme işlemi iki önemli unsurdan oluşur. Bunlar darbe ve dönmedir. Darbeleri delik delme genellikle zor, aşırı zor delinebilen formasyonların delinmesinde kullanılmaktadır. Dönerli delik delme, kolay ve normal delinebilen formasyonların delinmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntemde dönme ile koparma işlemi egemen olup, ilerleme baskı ve tork aracılığı ile sağlanmaktadır.

Tablo 3.2. Delik delme makinaları

Delik delme makineleri			
Darbeleri delik delme makinaları	Dönerli delik delme makinaları	Döner – Darbeleri delik delme makinaları	
Çarpmalı sistem	Kesici sistem	Alttan darbeleri sistem	
Dövmeli sistem	Kesici sistem	Üsten darbeleri sistem	
	Kırıcı sistem		

3.1. Döner Delik Delme Makinaları

Yumuşak ve orta sertlikte örtü tabakası ve cevherde, genellikle çapı 102 mm'den 445 mm'ye kadar olan patlatma deliklerinin delinmesinde kullanılırlar. Genellikle yumuşak formasyonlarda kullanılır. Petrol ve gaz kuyularında da bu sistem kullanılır. Bu sistem ilk olarak Çin'de bambu ağaçlarından kesilen ağaçlarda uygulanan teknoloji geliştirilerek günümüze gelmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Geçmişte Çin'de İlkel bir kullanılan delme makinası

3.1.1. Döner Delik Delme Makinalarının Tasarım Özellikleri

Yumuşak ve orta sertlikte örtü tabakası ve cevherde, genellikle çapı 102 mm'den 445 mm'ye kadar olan patlatma deliklerinin delinmesinde kullanılırlar.

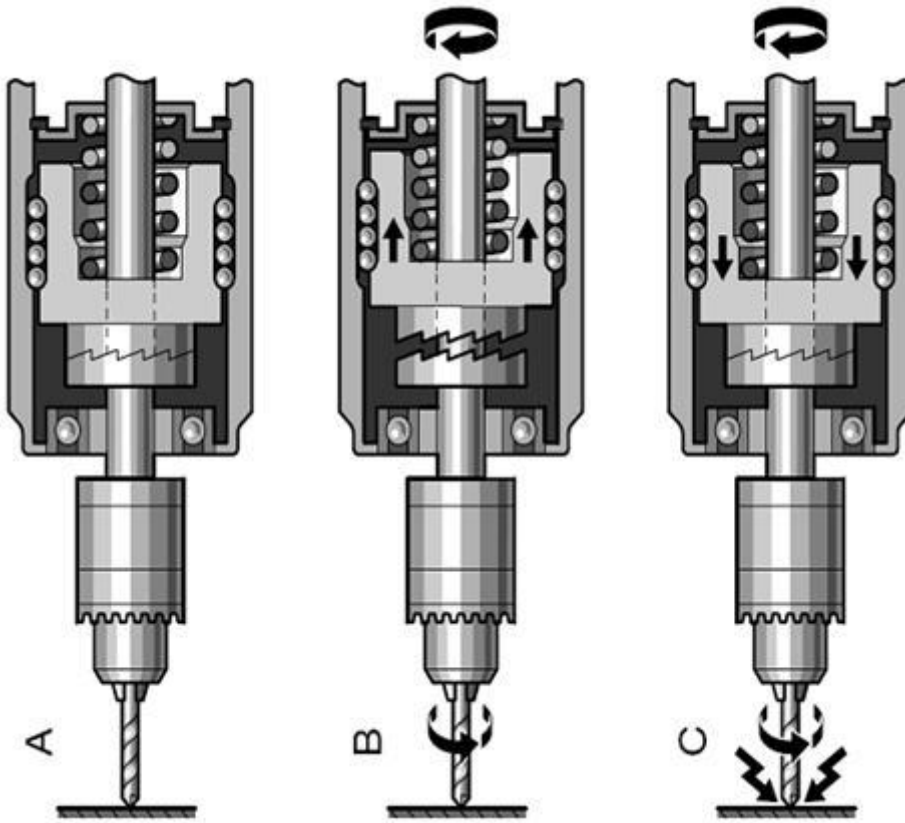
Taşıyıcı güç kaynağı; baskı sistemi, döndürme sistemi, basınçlı hava sistemi, matkap ve tijlerden oluşur. Tijler baskı kuvvetini, döndürme sonucu oluşan hareketi ve basınçla oluşan havayı matkaplara iletcek olan borulardır. Matkaplar ise kanatlı veya makaralı bir şekildedir. Döner darbeli delik delme makinaları dik veya eğik bir şekilde mevcut formasyonu delebilir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Döner delik delme makine

3.1.2. Döner delik delme makinalarının çalışma şekli

Döner delik delme matkapları genellikle yumuşak formasyonlarda kullanılır. Hidrolik motorlar sayesinde dönen bir teçhizat vardır. Bu teçhizat bir dizi besleme kuvveti uygular. Bu uygulanan kuvvet sonucu dönme kuvveti oluşur ve matkap döner. Bu matkapların ucundan zemine bir hidrolik (sıvı) boşaltılır bu sıvı zeminin yumuşamasına ve matkabın daha iyi ilerlemesini yardımcı olur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Döner delik delme makinalarının çalışma şekli

3.1.3. Döner Delik Delme Makinalarının Yürüyüş Sistemi

Döner darbeli delik delme makinaları yürüyüş takımlarına göre dörde ayrılır: Kamyon şasi üzerine monte edilmiş makinalar, palet üzerine monte edilmiş makinalar, römork üzerine monte edilmiş makinalar, kızıklar üzerine monte edilmiş makinalar.

3.2.Darbeli Delik Delme Makinaları

Darbeli delik delme makinaları genelde çok zor ve zor formasyonların delinmesinde kullanılır. Bu makinaların genel olarak çalışma sisteminde matkabın makinadan aldığı güç ile matkabın darbeleri sonucunda biçimli olarak oyuklar oluşur bu şekilde delme işlemi gerçekleştirilir. Darbeli delik delme makinaları çarpmalı sistem ve dövmeli sistem makinalarıdır.

3.2.1. Çarpmalı Sistem Makinaları

Burada kayaç, çarpma darbeleriyle ufalanarak delik içerisinde kırıntılar üretilir. Bu kırıntılar tulumba ile emilerek, su veya hava gibi vasıtalarla hareket ettirilerek veya bu sisteme ait delik kovalarına doldurularak delik dibinden uzaklaştırılır. Matkabın aynı yere darbe yapmaması için takım dizisi çok küçük açılarla sağa, sola hareket ettirilir. Bu sistem çok sert cevher veya kayaçlarda uygulanmaktadır. Takım dizisinin en ucunda darbelere dayanıklı bir matkap, onun üzerinde matkaba gerekli enerjiyi taşıyan ağırlık borusu ve tijler bulunur. Bu sistemde makinalar çok sert formasyonların delinmesinde kullanılır. Bu sistemde genel olarak kullanılan iki makine vardır: halatlı delme makinası ve pnömatik delme makinası.

3.2.1.1. Çelik Halatlı Delme Makinası

Çelik halatlı delik delme makinasında, matkaptan sonra bir ağırlık borusu çelik halata asılmıştır. Bu halat, kulede bir makaraya sarıldıktan sonra bir tambur tarafından tahrik edilir. Kırma enerjisi, takım dizisi yukarı çekilerek potansiyel enerji olarak depo edilmiş olur. Potansiyel enerji depolandığı için ekipman aşınması azdır. Darbe sayısı, düşme yüksekliği, kayaç özelliğine göre değişir. Düşme yüksekliğinin arttırılması, deliğin düzgün açılmamasına yol açabilir. Bu delme makinalarıyla yatay olarak delik delmek mümkün değildir yalnızca dik delik delmek mümkündür.



Şekil 3.5. Çelik Halatlı Delme Makinası

Şekilde 3.5’de görüldüğü gibi makine, yürüyüş takımlarına göre farklı şekilde olabilir. Sistem kamyon üzerine monteli olabilir, palet üzerine monteli olabilir, kızaklar üzerinde de monteli olabilir.

3.2.1.2. Pnömatik Çarpmalı Delik Delme Makinası

Derinliği 20-30 m olan patlatma deliklerini açabilirler. Kesli çapı 140-200 mm arasında değişmektedir. Basınçlı hava ile çalışan (pnömatik) bu sistemde, bir silindir içerisinde basınçlı hava ile hareket ettirilen piston, hızlanarak tijin manşon kısmına belirli bir kuvvetle vurur ve tekrar yukarıya hareket eder. Pistonun geri hareketinde, özel bir mekanizma ile tij delik içerisinde döndürülür. Bu dönüş hareketinin delmeyle ilgisi olmayıp, yalnızca delici ucun sağlam kayaca vurmasını sağlamaktadır.

Matkabin önünde parçalanan formasyon kırıntıları, çalışma sistemine göre (sulu veya basınçlı hava ile) delik dibinden uzaklaştırılır. Çalışma anında tüm sistem belli bir baskı kuvveti ile delik aralığına doğru itilir. Baskı kuvvetinin temel görevi, matkaba darbe uygulandıktan sonra kayaktan yansıyan basınç dalgası etkisi ile matkabin kayaç

yüzeyinden ayrılmasını önlemek ve her an tiji kayaca doğru iterek kayaç-matkap temasının sürekli olmasını sağlamaktır. Darbe ile delik delen makinalar, çeşitli şekillerde dizayn edilmiştir. Bazılarında darbe tesirini meydana getiren tabancalar tjin üst kısmında, bazılarında ise matkabın hemen üzerine yerleştirilir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Pnömatik çarpmalı delik delme makinası

3.2.2 Dövmeli Delik Delme Makinaları

Bu sistemde kullanılan en önemli delik delme makinası martoperferatördür, Martoperferatörler delinecek formasyona göre büyük veya küçük martoperferatörler kullanılır. Bu sistemle çalışan makinalarda, bir motor veya basınçlı hava ile çalışan bir çekiç bulunur. Delme işi için enerji, tjin bir ucuna iletilir, tji de enerjiyi basınç dalgası şeklinde matkaba verir. Martoperferatörlerde bir piston, tjin üst kısmına vurur ve böylece tjin alt ucundaki matkap da kayaca çarpar. Piston hareket enerjisini basınçlı havadan alır. Darbe sağlandıktan sonra basınçlı hava, pistonu eski konumuna getirir ve sonra ikinci darbe yapılır. Her darbeden sonra matkap ucu küçük bir açı oranında döndüğü için, delik dibinin bütün yüzeyi işlenmiş olur. Kırıntıların delik dibinden temizlenmesi, su veya hava ile sağlanır. Verilen darbe enerjisinden tam yararlanabilmek için, ikinci darbe gelmeden

önce matkap ucu kayaç ile temas halinde olmalıdır. Bunu sağlayabilmek için makinaya bir baskı kuvveti uygulanmalıdır.

Martoperferatörlerin karakteristik özellikleri şunlardır:

Ağırlık: Martoperferatörlerin sınıflandırılmasında önemli yer tutar. Ağırlık olarak; 20-25 kg'dan az olanlar hafif, 25-30 kg arası normal ve 30-35 kg'dan büyük olanlar, ağır martoperferatör olarak sınıflandırılırlar. Genel bir prensip olarak, kayaç sertleştikçe ağır martoperferatörler kullanılır.

Çevrilme Açısı: Çevrilme açısı kayacın cinsine göre seçilir. Kayaç sertleştikçe çevrilme açısı küçülmektedir. Normal martoperferatörlerde çevrilme açısı, 20-50 derece arasında değişir.

Devir Sayısı: Devir sayısı, darbe sayısı ile her darbeki çevrilme hareketinden elde edilir. Devir sayısına göre; Yavaş devirli: 100-120 devir/dak, normal devirli: 120-140 devir/dak, hızlı devirli: 140-200 devir/dak olarak 3 sınıfa ayrılır.

Darbe sayısına göre martoperferatörler;Yavaş darbeleri: 1800-2500 darbe/dak, hızlı darbeleri:2500-3000 darbe/dak olarak sınıflandırılabilir.

Martoperferatörlerde delici eleman, tij veya kalem adı verilen ve yuvaya yerleştirilen özel bir çubuktan ibarettir. Bir delici eleman, 3 kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar delici kafası, çubuk kısmı, matkap ve uç kısmıdır. Delici elemanı meydana getiren bu 3 kısım, ayrı ayrı parçalar halinde olabileceği gibi, yekpare olarak da bulunabilir.

3.3. Döner-Darbeli Delik Delme Makinalar



Şekil 3.7. döner-darbeli delik delme makinası

Şekil 3.7’ deki döner darbeli delik delme makinası derin delme işlemlerde kullanılan bir metot olup hızı artırmak ve farklı formasyonda derin delme işlemi yapmak için geliştirilmiştir. Derin kuyu delme işlemlerinde, büyük kapasiteli açık işletmelerde ve geniş çaplı patlama deliklerinde kullanılır. Ülkemiz ve dünya çapında en çok kullanılan patlama tekniklerinden biridir.

3.3.1. Döner Darbeli Delik Makinalarının Performans Özellikleri

Yukardan darbeli delik delme mekanizmasında delici makinanın üstünde var olan tabanca, ürettiği baskı enerjisini tijler yardımıyla delik altındaki matkaba göndererek kayanın deforme olmasına sebep olur. Kayacı parçalamak için gereken enerji, hidrolik veya pnömatik delici tabanca vasıtasıyla gerçekleştirilir. Delici tabanca vasıtasıyla var olan basınç kuvveti, pistonu ileriye doğru hareket ettirerek, pistonun şank adaptörüne çarpmasına neden olur. Makinanın Pistonunda gerçekleşen kinetik güç bir dalga gibi oluşarak hareket eder matkaba ulaşır ve darbe gerçekleşir. Bu tarz delici makinalarda

genel olarak güç matkaba yetişinceye kadar bazı iletim kayıplarına uğrar. En iyi darbe makinasına ulaşmak için delici takım ve kayaç biriyle mümkün olduğu kadar uyumlu olmak zorundadır. Yukardan darbeleri makinalar sert formasyondan yumuşak formasyona kadar çok çeşitli formasyonlarda çalışabilmektedir. 22 mm den 254 mm ye kadar genişlikteki delikler delebirlirler. Bu deliciler çalışma şekline veya büyüklüğüne göre ayrılırlar. Bunlar Hidrolik ve pnömatik elle kullanılan deliciler, baskı için boom ile donatılmış ağır olamayan hidrolik deliciler, seyyar kompresörler ile harekete geçirilen pnömatik paletli deliciler, güç merkezinin makinanın gövdesi üzerine yerleştirildiği hidrolik paletli yada lastik tekerlekli deliciler. Delicilerin kullanım alanı delicinin fiziksel olan boyutunu belirler. Güç kaynağının ebadı ise gerek duyulan darbe şiddetinin büyüklüğü tarafından belirlenir. Delme yapılırken delicinin hareket yeteneği ve manevra kabiliyeti fazla önemli olduğu için, delicinin paletli ya da lastikli olması da delici seçiminde önemli bir parametredir.

3.3.2. Döner Darbeleri Delik Delme Makinalarının Çalışma Şekli

Yukardan darbeleri delme makinasında dört ana işlem gerçekleşir. Bunlar: darbe, baskı, dönme ve üflemedir.

Darbe: Çekicinin pistonu ile üretilen darbe gücü, tijler yardımıyla kayaç üzerine iletilir. Darbe enerjisi kullanılan matkap çapı ve tij çapına bağlı olarak ayarlanmak zorundadır. Darbe enerjisinin miktarı kayacın sertliğine bağlı olarak belirlenmektedir. Kayacın sertliği değişken ise sabit değil ise darbenin gücü en sert kayaca göre ayarlanmak zorundadır.

Baskı: Matkabın delik dibinin sürekli sabit bir temas ile çalışması sonucu darbenin enerjisi kayaya geçerek oluşturulan basınç sayesinde patlama gerçekleştirilir. Darbenin enerjisinin kayaya geçmesi için matkabın üzerine sürekli bir baskı uygulanır. Yukardan darbeleri delici makinalarda baskı üstten verilir. Baskı enerjisi, darbe ünitesinin bir kızak üzerinde zincirler yardımıyla dibe doğru harekete zorlanmasıyla sağlanmaktadır.

Dönme: Sıralı darbeler arasında oluşan dönme hızının mümkün olan en büyük kayaç parçasını oluşturacak şekilde ayarlanmalıdır. Yavaş dönme hızı takım dizisinin sıkışması

ve aynı zamanda da kayaç parçalarının öğütülmesine bağlı olarak delik ilerleme hızını azalmaktadır.

Üfleme: Üfleme makinanın matkabı nedeniyle delik altında oluşan kırıntıların makinadan uzaklaştırılabilmesi için gerekli bir mekanizmadır. Üfleme yetersiz olursa delik ilerleme hızı azalır ve aynı zamanda matkap malzemeyi öğütmeye başlayacağından aşınması da hızlı olur. Üfleme kompresörden nedeniyle oluşan basınçlı yardımıyla yapılır. Basınçlı hava ile kayaç kalıntıları tij ile delik duvarı arasından yukarı doğru ilerlemekte ve kalıntılar ile birlikte delik dışına gider (Köse vd. 2001).



4. NAKLİYE ARAÇLARI (KAMYONLAR)

Metallik madenlerde ve açık ocakla çalışılan madenlerde kamyonlar en önemli nakliye araçlarıdır ve genelde bu araçlar kullanılır. Kamyonla çalışılan açık ocaklar da ölümcül kazalara istatistiksel olarak daha fazladır (Zhang al 2014). Açık ocaklarda nakliye olarak bant konveyör sistemi arıza verdiğiğinde işlerin durması nedeniyle ülkemizde pekte kullanılmayan bir sistemdir. Kamyonlar ise pratik oldukları için tercih edilir, aynı zamanda yüklenen malzemeye göre kullanılan kamyonlar değişebilir. Kullanılan kamyonlar malzemenin ağırlığına göre değişir malzeme ağır değil ise motor gücünün az olduğu kamyonlar kullanılırken, malzemenin ağır olması durumunda motor gücünün daha yüksek olduğu kamyonlar kullanılır. Motor gücü daha güçlü kamyon ve ağır arazi şartlarına göre dizayn edilen kamyonlar kullanılır çünkü sık sık arıza veren kamyonlar işletme için zarar olur kullanılan kamyonların sık şekilde arıza vermesi işletme için para ve zaman kaybına neden olur (Şekil 4.1).

Aşağıdaki durumlarda vazgeçilmez konumdadır (Çelik 2016).

- Malzemelerin çok iyi parçalar halinde kırılmadan çıkarılması gerekiyor ise
- Üretime hızlı bir şekilde geçilmesi istenen ocaklarda
- Düşük ömürlü örnek olarak 10 seneye kadar, küçük yada orta büyüklükte üretim kapasitesine 2 milyon ton/yıl' dan küçük sahip ocaklarda
- Seçici üretim yada nakliyenin olduğu ocaklarda
- Demir yolu yada bant sisteminin kullanılmadığı dağlık, engebeli eğimi yüksek arazilerde
- Yükleme yerinin değişmesine çok kolay uyum sağlaması

- Yükleme ve boşaltma işlerinde demir yolu sistemine göre çok daha büyük hareketlilik yeteneği
- Ocaktan daha basit selektif üretim olanağı
- Taşınan malzemenin şekil ve büyüklüğüne daha az bağımlılık
- Patlamadan sonra yüklemeye başlama süresinin kısa oluşu
- Daha basit nakliye hızı değişimi
- Demiryolu sistemine göre taşıma yolunun büyük ölçüde kısalmasını sağlayan daha büyük eğimlerin kat edilebilmesi yeteneği (yükli durumda %15'e, uzun çıkışlarda en çok %8-10, boş durumlarda %20' ye kadar)
- Demiryolu sistemine göre yükleme ve taşımada daha az iş gereksinimi
- Araçların bozulmasına diğer sistemlere göre daha az duyarlılık Kamyon nakliyatının dezavantaj oluşturduğu durumlar ise;
- Lastik ömürlerinin kısa oluşu ve lastik masraflarının maliyetinin % 20'sini bulabilmesi
- Araçların yüksek bakım, onarım ve amortisman masrafları
- Zor arazi koşullarında motor ömürlerinin kısa olması
- Yüksek işçilik giderleri
- Onarım için pahalı atölyelere gerek görülmesi
- İklimle fazla bağımlılık (Çelik 2016).



Şekil 4.1. Ekskavatör ocakta kamyonu malzeme yüklerken

4.1. Açık Ocaklarda Genellikle Kullanılan Kamyon Şekilleri ve Özellikleri

Taşınana malzemeye göre kamyonların ebatları değişebilir. Eğer malzeme ağır bir malzeme değilse, güç olarak daha düşük kamyonlar kullanılabilir. Eğer malzeme ağır ise motor gücü daha yüksek kamyonlar kullanılır ve yakıttan tasarruf elde edilir. Kamyon seçiminde sahanın geometrisi de önemlidir. Eğimli bir sahada çalışılıyor olması veya sahanın topografyası bizim makine ekipman seçimimizde önemli olduğu gibi aynı zamanda da kamyon seçiminde de ön planda tutulması gereken bir koşuldur. Kamyonların azami taşıyabilecekleri yükler tekerler ve dingil sayılarına göre düzenlenmiştir. Kelime anlamı olarak Damper; amortisör yani titreşim ve sesi azaltmak için kullanılan parça anlamına gelmektedir. Kamyonlarda ve yük taşıyan büyük araçlarda kasa kısmını kaldırmaya yarayan ve kamyonun ağırlığını dengede tutmayı sağlayan mekanizma anlamındadır. Damper, taşımacılık sektöründe bütün olarak algılanmaktadır. Damper denildiği vakit akla ilk gelen ağır yük taşıyan kamyonlardır.

Araçlarda yükün boşaltılmasında hem pratiklik ve zaman kazanımı hem de maliyet açısından damper kullanımı büyük yarar sağlamaktadır. Damperli araç, malzemelerin

yüklenip taşınabilmesi ve gerektiğinde boşaltılabilmesi amacıyla şasi üzerine monte edilmiş, kaldırılıp indirilebilme özelliğine sahip, üzeri açık kasalı araç olarak tanımlanmaktadır. Eğer yük boşaltma işlemi damperin arka kapağından yapılıyorsa arkadan devirmeli, yan kapaklardan yapılıyorsa yandan devirmeli damperli araç olarak adlandırılmaktadır. Damperli araçların özellikle arazi şartlarında kullanılması, araç güvenliği açısından eğim açılarının bilinmesini önemli kılmaktadır. Ayrıca araç hareket halindeyken ve yük boşaltma esnasında, damper eğim açıları büyük önem taşımaktadır. Sürücülerin bilgisizliği ve dikkatsizliğinin yanı sıra, yumuşak zemin gereğinden fazla eğim açısı ve benzeri uygun olmayan yol durumlarında damper kullanımı, ıslak veya donan malzeme nedeniyle yükün yapışması ve hatta hareket halindeyken damperin açık unutulması gibi birçok sebepten dolayı aracın ağırlık merkezinin değişerek dengesinin bozulmasına ve bu nedenle devrilmesine, köprüye çarpmasına ve benzeri can ve mal kaybına yol açabilen kazalara meydan verebilmektedir. Ayrıca istenilmeyen eğim açılarında damperin kaldırılması, damper lift ömrünün kısalmasına da yol açabilmektedir.

Bu nedenlerden dolayı Türk Standartları Enstitüsü , araçların damperin durumuna yönelik görsel veya işitilebilir özelliklere sahip bir bilgilendirme ve uyarı sisteminin bulunmasını gerekli kılmaktadır. TS EN 474-6 + A1 standardına göre; damper tam olarak indirilmediğinde görsel bir ikaz tertibatının bulunması ve araç seyir hızının 10 km/h'den fazla olmamasının sağlanması gerekmektedir. Damperli araçlar, yükün boşaltılmasının sağlanması amacıyla; özellikle ağırlık merkezi gibi yapısal özellikler dikkate alınarak devirme açısı minimum 45° olacak şekilde tasarlanmaktadır (Dişlitaş vd, 1990). Damperler, Türkiye'de özellikle inşaat ve yapı sektöründe oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle kasa kısmının kum, ağır inşaat malzemeleri madenlerde cevher hafriyat ve benzeri maddeleri taşımaya elverişli olmasından dolayı tercih edilirler. Önceleri sadece kum ve benzer malzemeler taşımaya elverişli damperler, günümüzde farklı malzemeleri taşıyabilecek şekilde çeşitlendirilmişlerdir. Ülkemizde inşaat sektörü için tercih edilen standart damperli kamyonlardır. Kamyon damperleri alta doğru boşaltmalı, her iki yana doğru boşaltmalı, arkadan boşaltmalı olmak üzere genel olarak üç şekildedir.

4.1.2. Altan Boşaltmalı Kamyonlar

Altan boşaltmalı kamyonlar genelde yol yapımında ve kömür ocaklarında tercih edilen kamyonlardır. Hareket kaynağı sağlayan çekiciden ve damperden oluşur damperin aşağı doğru malzemenin boşaltmasını sağlar. Damper kısmı geniş ve derindir bu tip damperlere iri parçalı malzemeler taşınmaz daha çok ince taneli malzemeler taşınır, ince taneli malzemelerin kullanıldığı sahalarda genelde kullanılır çünkü iri parçalı taneler boşaltma esnasında damperi tıkayabilir. Bu nedenle daha çok ince taneli ve orta taneli malzemelerin taşınmasında bu damper tipli kamyonlar kullanılır.

4.1.3. Yandan Boşaltmalı Damperler

Daha çok taş ocaklarında kullanılan damper şeklidir. Damper kapaklarının her iki yana açılması sonucu doldurulan malzemenin boşaltılması sonucu malzeme istenilen yere bırakılır. Damper genişliği genel olarak 3600 mm, uzunluk 8000 mm – 8500 mm şeklindedir. Ancak bu tip damperlerin kullanıldığı durumlarda bazı dezavantajları vardır. Eğim artışının olduğu yerlerde malzemenin boşaltılması sıkıntılıdır.

4.1.4. Arkadan Boşaltmalı Damperler

En çok kullanılan damper tipidir. Arizi şartlarının eğimli olduğu yerlerde kullanmak çok fazla problem değildir ama yinede şoförün dikkatli olması gerekmektedir. Çünkü malzemenin yapışması durumu veya damperin açılmaması durumu vardır. Bu tip durumlarda kamyon devrilebilir bu gibi durumların oluşmaması için şoförün dikkatli olması gerekmektedir. Çünkü bu tip olaylar gerek açık ocaklarda gerekse diğer yük taşıma kamyonlarında sıkça yaşanan bir durumdur. Patlatma yapılan ocak işletmelerinde patlatma sonucu oluşan iri tanelerinde şekil 4.2’de görüldüğü gibi iri taneli malzelerin bulunduğu ocaklarda bu tip kamyonlar kullanılır. Arkadan boşaltmalı kamyonların kullanılmasında etken başka bir faktör ise eğim etkisinin yandan boşaltmalı damperlere göre daha az olmasıdır.

Bu tip kamyonların taşıyacağı yükler dingil ve tekerlek sayılarına göre dizany edilmiştir. Tekerlek ve dingil sayılarının artmasıyla doğru orantılı olarak kamyonun taşıyacağı yük artar. Önde bir çift lastik arkada ise iki çift lastik ve bir dingili olan kamyonların ortalama

taşıyacağı yük 18 tondur. Arkada dört çift lastiği olan kamyonlar ise çift dingilidir ve bu kamyonların ise taşıyacağı yük miktarı ortalama 26 tondur. Dikat edilmesi gereken bir noktada seçilen kamyon tipinin arazi şartlarına uygunluğudur yani dar çalışma şartlarının olduğu yerlerde arkada çift lastikli tek dingili kamyonlar tercih edilir. Çalışma şartlarının elverişli yerlerde ise tek seferde daha fazla yük taşımak için daha güçlü kamyonlar kullanılır.



Şekil 4.2. Arkadan boşaltmalı kamyonlar ocaklarda yaygın kullanılan damper şekli

5. OCAKLARDA GENEL OLARAK KULLANILAN DİĞERİ YARDIMCI İŞMAKİNALARI

5.1. Dozerler

Şekil 5.1.'de görülen ağır malzeme kullanumunda kullanılan dozer kazı, dolgu, yarma, çekme ve itme işlemlerinde kullanılan iş makinalarıdır. Makinanın bıçak takılmamış şekline traktör de denir. Her çeşit kazı işlerinde, kabaca yapılması istenen tesviye işlerinde, dolgu malzemelerinin yayılmasında, her çeşit enkaz kaldırma işlerinde, zemin örtülerinin temizlenmesinde, kar ve buz temizlenmesinde, kazılan malzemenin 90 m'ye kadar itilerek taşınmasında, dağlık ve kayalık arazide yolların açılmasında, yumuşak zeminlerde devrilmiş ya da batmış iş makinalarının kurtarılmasında kullanılırlar. (Adıgüzel 2010). Dozerler malzeme sıyırma, malzeme taşıma, malzeme yığma, malzeme serme, zemin gevşetme, tesviye yapma, riperleme, şev kesme ve benzeri işlerde kullanılan bir iş makinasıdır. Dozerler ocaklarda kullanılan son derece büyük öneme sahip makinalardır, özellikle atık sahasının düzeltiminde malzemenin seriminde kullanılır. İşte yukarıda bahsettiğimiz olayda malzemenin uygun bir şekilde serilmesi önemlidir. Dozer operatörü iyi yetişmiş olmalıdır. Gerek dozer bıçakların kırılmaması ve aynı zamanda atık sahasının zeminin doğru şekilde serilmesi sonucu kamyonlarında amortisör masrafları düşük olacaktır. Çünkü binlerce ton taşıyan kamyonların düz bir zeminde daha az çatlaksız bir zeminde hareket etmesi kamyonlarda yükün doğru yayılmasına ve kamyonunda oluşan arızaların azalmasına sebep olacaktır. Dozer bıçağına takılan özel bıçakla arazi tırmıklama ve temizlik işlemi yapılabilir. Askeri amaçla mayın temizliği v.b. işlemler içinde kullanılabilir. Genel madencilik ve diğer ağır işlerde kullanılan dozerlerin karakteristik değerleri şu şekilde verilebilir;

Tablo 5.1. Dozerlerin karakteristik değerleri

	Birim	Değer
Çekme kuveti	2,940 ~ 12,560	t
Levha uzunluğu	3,98 ~ 6,71	m
Levha yüksekliği	0,84 ~ 3,26	m
Levha kapasitesi	1,26 ~ 43,6	m ³
İleri maksimum hız	10,0 ~ 11,7	km/h
Geri maksimum hız	12,2 ~ 14,0	km/h
Tahrik gücü	70 ~ 850	HP
İşletme ağırlığı	7,1 ~ 113	t

Dozerleme olayı, fazla sert zeminin sertliğini azaltmak için riper kullanılır. Riper olayından verim almak için doğru teknik kullanmak gerekir. Etkili yada verimli riperleme, operatörün tecrübesine aynı zamanda kabiliyetine bağlıdır. Riperleme yaparken dozerde düşük vites kullanılmak zorundadır. Riperleme olayı için en yüksek tork enerjisi gerekir. Ani yükler ve riper hasarları doğru orantılı olarak artar. Yavaş hızla riperleme yapılması durumunda aşınma yada kırılma riski düşer ve yürüyüş takımının ömrünü yükseltir. Operatör yokuş aşağı riper yapmalıdır. Çünkü aşağı riperleme, yer çekimi kuvvetini de makinenin kuvvetine katar bu nedenden dolayı riper verimliliğini artar. Daha çok kavrama yada daha düşük palet yıpranması için dozerleme yaparken yastık tabakası bırakılır. Riperlenen bütün malzeme zeminden alınmayıp, malzemenin bir kısmı bırakılmalıdır (Ateş 2011). Eşit derinlikde olan riperlemeler yapılır. Bıçak sökülmeden yumuşak malzeme ile yüklenmesi sağlanır, böylece makine aşınması ve hasarları düşürülmesi sağlanır. Arazinin iç yapısı katmanlı ise derin olmayan tarafından derine doğru riperleme yapılmak zorundadır. Makinayı bu şekil kullanmak riper ucunun daha çok dibe dalmasını, zeminin daha kolay yarılmasını sağlar. Uygun riperleme açısının kullanılmasında yarar vardır. Şank açısı mekanik olarak veya hacmi fazla olan riper makinelerindeki gibi hidrolik sistemlerle ayarlanabilmelidir. Bu, operatöre düşey pozisyonda ileri veya geri yönde riper şank açısı ayarını seçme imkanı verir. Riper şank boyuna veya riperleme derinliğine bağlı olmaksızın, şank açısını sadece etkin tırnak açısını sağlayacak şekilde ayarlamak yeterlidir. Bu tarz, riperleme boyunca en yüksek verim sağlanır (Ateş 2011). Riper ile üretimin hesabını yaparken, malzemenin yumuşatma işlemleri, delme ve patlatma işlemleri ile birlikte riperleme yönteminin ton ya da birim m³ başına maliyetinin analizi yapılması gerekir.

Riperleme maliyetinin ekonomik hesaplanmasında genel olarak üç ana yöntem kullanılabilir. Bunlardan en tercih edilen yöntem, riperleme için harcanan süreyi kaydedip, riperlenen malzemenin miktarı hesaplanır. Daha sonra malzeme miktarının ağırlığı, harcanan vakide bölünerek saat başına ton biçiminde üretim hesaplaması yapılır. Diğer bir yöntem olan ikinci yöntemde ise, kesit hacmin, riperlenmesi için harcanan zamana bölünmesi ile birim zamandaki riperlenen hacmin bulunması ile hesaplanır. Üçüncü ve son yöntemde ise, belirlenen mesafedeki riperleme zamanının tahmin edilen süre ile karşılaştırılmasıdır. Bulunan ortalama dönme süresi yada kaç çevrim gerçekleştiği bulunur. Bu hesaba göre çevrim başına riperlemiş olan hacim hesaplanır. Bu yöntemle kesite hacme göre %10 ila 20 daha fazla üretim hesapladığı tecrübelerle ile belirlenmiştir (Ateş 2011).

Dozerleri birçok farklı gruba ayırabiliriz ama genel olarak şu şekilde gruplandırılır:

Bıçak şekillerine göre,

-Buldozer

-Tilt dozer

-Angledozer

Yürüyüş gruplarına göre,

-Paletli dozerler

-Üçgen paletli

-Düz paletli

-Lastikli dozerler

Aktarma Organlarına göre,

-Hidromekanik Aktarma organları

-Hidro Statik Aktarma Organları



Şekil 5.1. Özellikle ağır malzemenin kullanıldığı dozer şekli

5.2. Greyderler

Greyderlerin görünümü şekil 5,2'deki gibidir, genel olarak tesviye işlerinde, yol yapımı ve hendek kazma için kullanılan çok amaçlı makinalardır. Ayrıca uygun bir şekilde kullanıldıkları takdirde, tesviye ve bombelik verme, karıştırma ve yayma, malzemeyi yana yığma işleriyle birlikte hafif kazıma işlerinde de kullanılırlar (Adıgüzel 2010). Ayrıca uygun bir şekilde kullanıldıkları takdirde, tesviye ve bombelik verme, karıştırma ve yayma, malzemeyi yana yığma işleriyle birlikte hafif kazıma işlerinde de kullanılırlar. Bu işler greyderin bıçağı, kazmaları ve ripperleri ile yapılır. Aynı zamanda toprak tesviyesi, hendek açma ve şev düzeltilmesi, bitkisel tabakanın kaldırılması bol ve alan gerecinin serilmesi, zeminin gevşetilmesi, kar kürümesi, gerektiğinde keçi ayağı silindirinin çekilmesi gibi işlemlerde kullanılır. Greyderler ağır kazı işleri için (dozer gibi) uygun makinalar değildirler. Greyder bıçaklarına sınırlamalarına bağlı olarak istenilen herhangi bir açı verilebilir. Bıçağın yapısal kuvveti ve duruşu, greyderin dozer gibi iş yapmasını önler. Greyderler, yalnız orta sert malzemede derin olmayan kazılar

yapabilirler. Greyderlerde normal bıçak durumları; hendek kazı pozisyonu, yüksek şey kazısı pozisyonu, düz taban hendek kazısı pozisyonu gibi işlerde ayarlanabilir.



Şekil 5.2. Greyder genel parça isimleri

6. BİNGÖL İLİNDE GENEL OLARAK KULANILAN İŞ MAKİNELERİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRİLMESİ

Yatırım değeri büyük miktarda maliyeti olan işlerde, iş makinalarından mümkün olan en yüksek düzeyde performansla verim alınmalıdır. Makinanın kullanılacağı ocağın topoğrafik özellikleri iyi bilinmeli, gerekli sondajlar yapılmalı, topoğrafya ve araziye en uygun makinalar seçilmelidir. Makinelerin üretkenliğini ve verimliliğini etkileyen başlıca faktörleri, planlama ile ilgili faktörler ve operasyonla ilgili faktörler olarak sınıflandırabiliriz. Planlanan dilim geometrisi ve kazı-üretim programı ile seçilecek olan makinelerin tutarlı olması, uygun kepçe tasarımının seçilmesi, yeniden kazı oranının ekonomik olarak belirlenen belirli bir oranı geçmeyecek şekilde uygun birimin seçilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda işletmedeki kazı, yükleme ve taşıma işlemleri için seçilecek makinelerin en verimli kullanım özellikleri tespit edilmeli, uzun vadede ekonomik durumuna bakılarak birden fazla birimin uyumlu şekilde eş zamanlı kullanılması planlanmalıdır (Demirel 2009). Açık işletmelerde kazı-yükleme ve taşıma işleri; yapıları, çalışma şekilleri ve kapasiteleri çok değişik olabilen çeşitli makine veya sistemlerle gerçekleştirilmektedir. İşe ve amaca en uygun makineyi veya sistemi seçmek en önemli husustur. Yanlış bir seçim, sürekli verimsizlik demektir. Doğru seçim gerek sistem ve makine ile ilgili, gerekse çalışılan yer ve çalışma şartlarıyla ilgili ana bilgilerin ve aralarındaki bağıntıların bilinmesiyle mümkündür (Eskikaya 1986). Kazı yapılırken kazının yapıldığı alanda topoğrafik özellikleri iyi gözlemlenmeli, değişen topoğrafya özelliklerine göre ocak içinde kullanılan makinalar gerekirse kullanıldığı bölgelere yer değiştirmelidir. Örnek verecek olursak açık ocakta derinlere inildikçe sert formasyondan yumuşak olan formasyona geçildiğinde söküm gücü yüksek olan makinalardan daha seri olan makinalar kullanılması sahadan alınan verimi yükseltecektir. Patlatma yapılamayan bölgelerde yani arazi koşullarının kaya delici makinasının kullanılmasına imkân vermediği durumlarda söküm gücü yüksek güçlü makinalarla söküm yapılması yine araziden maksimum verim alınmasını sağlayacaktır. İşletmede çalışan operatörler iyi seçilmeli işine son derece hakim olmalıdır. İşletmede çalışan mühendis veya saha ekibi

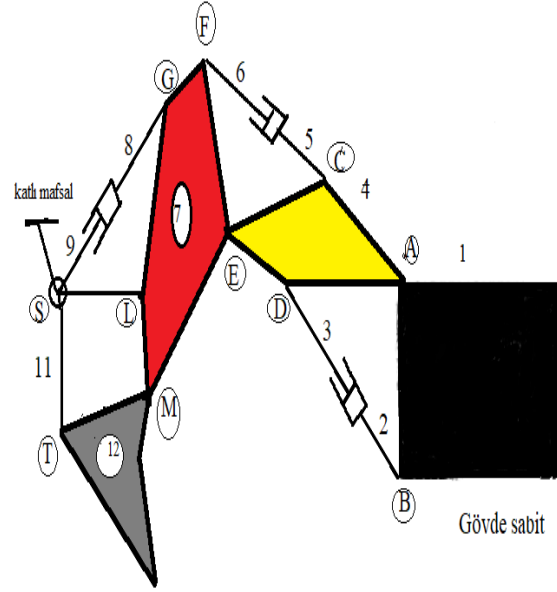
sürekli olarak en yüksek verimi düşünmeli ve aynı zamanda emniyetli bir şekilde işletme sahasını yönetmelidir. Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı makinaların performans özellikleri iyi bilinmelidir.

6.1. Ekskavatörlerin Performans Değerlendirmesi

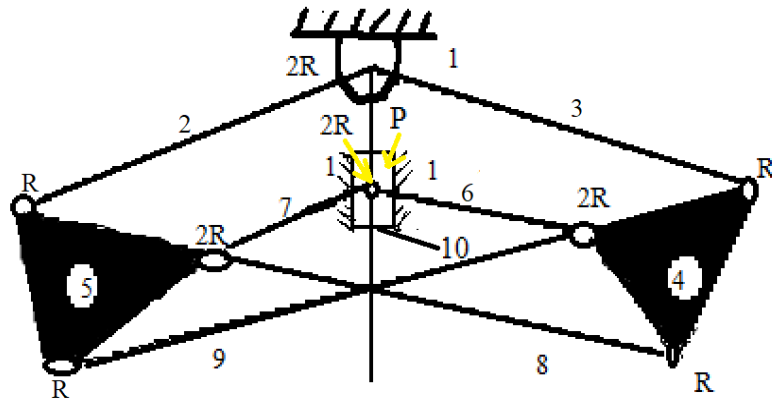
Açık ocak madenciliğinin ayrılmaz bir parçası olan ekskavatör makinesi ile çalışmadan açık ocak madenciliğinde çalışmak bugün mümkün değildir. Açık ocak madenciliğinde en genel olarak kullanılan bugün tek kepçeli ekskavatörlerdir. Ekskavatörün görevi kazdığı maddeyi nakliye aracına en iyi performansta yüklemektir (Rodion, 2015).

Ekskavatör performans değerlendirmesinde birçok etmen varken, bunların en başında yakıt problemleri gelmektedir. Geleneksel metotlar ekskavatörlerin enerji tasarrufunda önemli bir rol oynadı. Ancak ekskavatörlerin hala yakıt gideri yüksektir ve ekskavatörler önemli ölçüde hava kirliliğine neden olmaktadır. Bundan dolayı yeni teknolojinin daha az yakıt tüketen ve havayı daha az kirleten makinelere ihtiyacı vardır. Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı araştırmacılar hibrit teknoloji çalışan ekskavatör makinelerine odaklanmaya başlamıştır (Dongyug al 2009) .

Ekskavatör performansını etkileyen bir diğer parametresi ise ekskavatöre yüklenen malzemenin ağırlığıdır. Operatörün yükleyeceği malzemenin farkında olması ve gereğinden fazla malzeme ekskavatöre yüklememesi gerekmektedir. Eğer gereğinden fazla malzeme yüklenirse ekskavatör arıza verir ve buda ekskavatörün performansının düşmesine neden olur. Şekil 6,1’de bir ekskavatördeki yük dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 6.1. Ekskavatörün kinematik diyagram şeması



Şekil 6.2. Ekskavatör serbestlik derecesi hesabı

Yukarıdaki Ekskavatör mekanizmasının serbestlik derecesini hesapladığında;

Serbestlik derecesi aşağıdaki formüle hesaplanır.

$$F: \lambda. (1 - j - 1) + \sum_{i:1} f(i) \quad (6.1)$$

j: Mafsal sayısı

λ : Uzayın serbestlik sayısı, (düzlem olduğu için 3 alınacak.)

F: Mekanizmanın toplam serbestlik derecesi

F_i : Mafsalın serbestlik derecesi

L: Mekanizmadaki eleman sayısı

L:10

j: 13

$\sum f(i)$: 13

$$F: \lambda. (L - j - 1) + \sum_{i:1} f(i) \quad (6.2)$$

$$F = 3 (10 - 13 - 1) + 13$$

$$F = 1$$

Serbestlik derecesi başka bir formül ile de hesaplanır. Bu formül şu şekildedir.

$$F = 3 (L - 1) - 2e_1 - e_2$$

L: Mekanizmadaki eleman sayısı

e_1 : 1 Serbestlik dereceli eleman çifti sayısı

e_2 : 2 Serbestlik dereceli eleman çifti sayısı

F: Mekanizmanın serbestlik derecesi

$$L = 10$$

$$e_1 = 13$$

$$e_2 = 0$$

$$F = 3(10 - 1) - 2e_1 - e_2$$

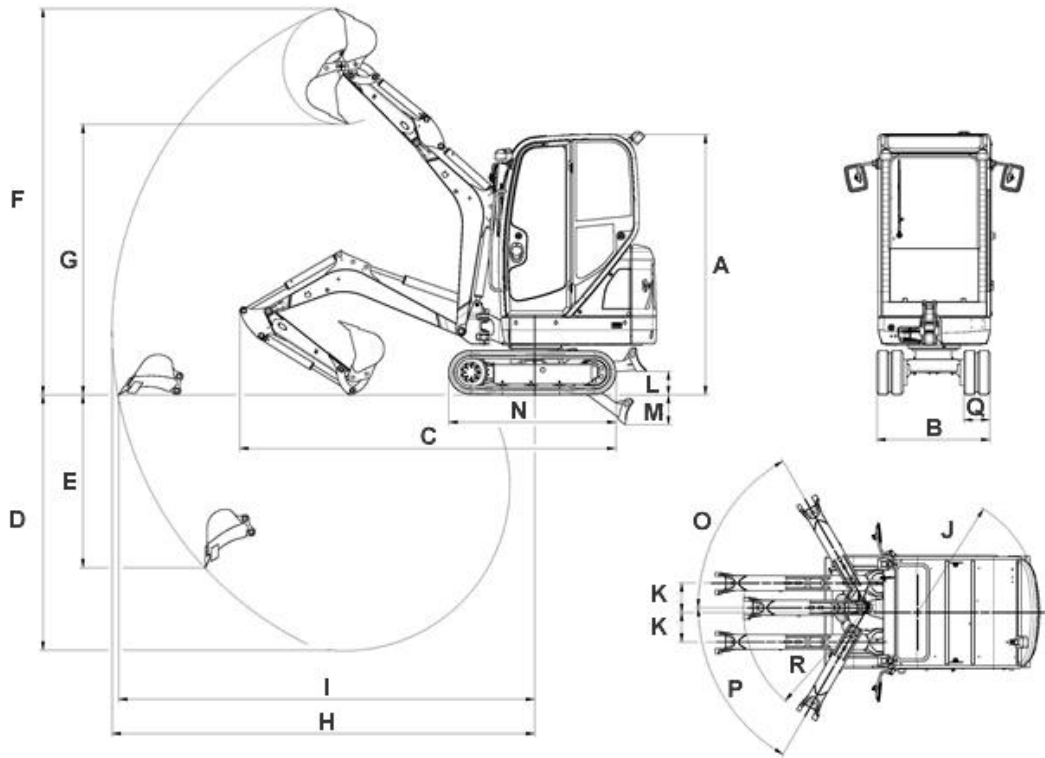
$$F = 3(10 - 1) - 2 \cdot 13 - 0 = 1$$

Ekskavatörlerin performans değerlendirmesinde genel olarak kazı makinesinin malzemeyi en kısa süre içinde kazması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle kazılacak bölgenin ve malzemenin jeolojik özellikleri bilinmelidir. Eğer patlatma gerekiyorsa işletme karı açısından patlatma yapılmalıdır. Aksi takdirde hem kazı makinası daha fazla yıpranacak hem de daha fazla yakıt harcanacak ve günlük üretim miktarı düşecektir. Patlatma sonrası malzemenin nem durumu ve parça büyüklüğü kontrol edilmelidir. Ayrıca çeşitli firmalara göre ekskavatör performansları değişmektedir. Kullanılan ekskavatörü mevcut çalışılan sahanın malzeme ve topoğrafik koşulları göz önüne alınarak seçilmelidir. Ekskavatör, performans analizi yaparken kazılacak malzeme ve patlatma sonucu oluşan malzeme dışında daha başka faktörlerde performansı etkiler. Bunlara örnek verecek olursak, çalışma koşullarının uygun değildir (Bingöl ilinde kış aylarında yoğun kar ve soğuktan dolayı). Ekskavatörün için gereken kazı kuvveti, ekskavatörün kaldırma kuvveti gibi faktörlerdir. Bu faktörler yapısal faktörler ve malzemeye dayalı faktörler olarak genel olarak ikiye ayrılır.

6.1.2. Ekskavatörün Yapısal Özellikleri

Ekskavatörleri etkileyen başlıca etmen ekskavatörün iş makinesinin yapısına bağlı özelliklerdir. Bu özellikler gelişen teknoloji ile beraber her gün değişmektedir ve her gün daha iyi ekskavatör üretimi için firmalar birbiri ile yarışmaktadır. Ekskavatörler genel olarak performans analizinde kullanılan özellikler, saatlik kapasite, kepçe dolum faktörü, kepçe periyodu, kazı süresi ve saatlik kazı kapasitesidir. Kepçe dolum kapasitesi iki

şekilde tarif edilir: Bunlar silme veya tepelemedir. Silme dolum, kepçe tam dolu iken, arka duvarları üst ve yan ön seviyesinden geçen düzlem altında kalan hacmi tarif eder. Tırnaklar ve kepçe sıyırma ağzı seviyesi ile malzeme cinsi dikkate alınmaz. Tepeleme dolum, silme dolum seviyesi üzerinde kalan ve CECE standartlarına göre 2:1 oranına göre eğimli malzeme hacminin tanımıdır. Tırnak ağzları ve kepçe sıyırma ağzı ile malzeme cinsi dikkate alınmaz. Avrupa İnşaat Makineleri Komitesi (The Committee on European Construction Equipment) (CECE)'e göre dolu malzemenin tepeleme eğimi, silme düzleminin üzerinde ve 2:1 oranında olmalıdır. Diğer bir faktör de ekskavatörün dönme faktörüdür kepçenin dönme açısı ne kadar yüksekse kapasite o kadar düşüktür; dönme açısı ne kadar düşük ise üretim kapasitesi de o kadar yüksek yani dönme açısı ve kapasite ters orantılıdır. Şekil 6.2.' de dönme açısı görülmektedir.



Şekil 6.3. Ekskavatör genel çalışma şekli

İş makinesinin malzeme yükleme şu şekilde gerçekleşir: İlk olarak kepçe veya kova doldurulur, yüklü halde dönüş ya da yürüyüş gerçekleşir; kepçe veya kova boşaltılır daha sonra boş olarak yürüyüş ya da dönüş gerçekleşir. İş makinesinin kepçe periyodu

ölçümlerinde kepçenin kazıda geçirdiği zaman ve toplam kepçe periyodu hesaplanır. Kepçenin yere inip kazıya başladığı an kazının başlangıç anı, kepçenin dolup kazının biterek dönmeye başladığı an ise kazının bitiş anı olarak kabul edilir. Bu iki zaman arasındaki süre kepçe dolum süresidir. İkinci kazı işlemine geçinceye kadar geçen süre ise kepçe periyodudur (Durutürk 1994). Bu dönüm süresi ne kadar uzun olursa üretim kapasitemiz o kadar düşük olur, ne kadar kısa olursa olur üretim kapasitesi o kadar yüksek olur. Sahada çalışma yapan mühendis ve operatör bu duruma dikkat ederek çalışmayı bu durumu gözeterek yapmalıdır, bu sürenin kısa olması üretim kapasitesini artıracaktır. Ayrıca kamyonlar dönüm süresi ise kamyonun ekskavatörden aldığı yükü döküm sahasında boşaldığı süre baz alınır. Açık sahalarda çalışan mühendis ve formen ekskavatörlerin önünde kamyonlar boş beklemesi durumuna karşı sürekli dikkatli olmalıdır. Ekskavatörlerin önünde fazladan kamyon beklemesi üretim kaybıdır. Kamyonlar uygun bir şekilde sahanın çalışma durumuna göre bölünüp dağıtılmalı ve saha içinde çalışırken oluşacak yeni durumlara göre sürekli takip edilmeli ve yönlendirilmelidirler. İşletmenin derinliği ve örtü kazı oranı arttıkça kullanılan ekipman sayısı ve buna bağlı olarak yatırımlar da artacağından, kamyon-kepçe sisteminin verimli bir şekilde çalışması maliyetlerde gözle görülür bir iyileşmeye neden olacaktır. Kamyon nakliyatının kontrol edilmesi iki şekilde olabilir. Bunlardan birincisi her bir kepçe için belirli sayıda kamyon tahsis edilmesi ve ikincisi her bir kamyonu ihtiyaç duyulan yere atamaktır. Kamyon-kepçe sayısının az olduğu küçük işletmelerde her bir kepçeye sabit sayıda kamyon tahsis edilmektedir (Şekil 6.3). Büyük ölçekli madenlerde ise hem sahanın büyüklüğü hem de kullanılan ekipmanın farklı kapasitelerde olmasından dolayı kamyonların en verimli bir şekilde ve ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılması gerekmektedir. Bunun sağlanması ise kamyonların ihtiyaç duyulan yerlere sevk edilmeleriyle mümkün olabilmektedir (Nasuf ve Kırmalı 1993).



Şekil 6.4. Ocak çalışma kuşbaşı bakış

6.1.3. Malzeme İle İlgili Özellikleri

Açık ocak madenciliğinde malzeme ile ilgili faktörler büyük önem taşımaktadır malzemenin sert veya yumuşak olması veya ağırlığı gibi etmenler sahibi olunan sahanın üretim kapasitesini etkilemektedir. Sadece tane boyutu değil çalışılan madenin yan kayaç özellikleri ve cevherin özellikleri de iyi bilinmelidir eğer ocağımızda bulunan maden ağır ise ona göre ona göre daha dayanıklı kamyonlar seçilmeli eğer cevhere göre dayanıklı malzeme seçilmezse kamyonların bakım masrafları artar. Aynı zamanda iş kayıpları görülür. Malzeme sert ise sökülme gücü daha iyi olan ekskavatörler seçilmeli, yumuşak ise daha seri makineler seçilmelidir. Malzeme hacmi de önemli bir parametredir. Malzeme hacim genellikle üç şekilde sınıflandırılır. Doğal hacim malzemenin topoğrafik ölçümle m^3 olarak bulunan doğal koşullardaki hacmidir. Gevşek hacim patlatılmış veya ripperlenmiş malzemenin m^3 olarak hacmidir. Kabarmış hacim olarak da anılır. Kabartma faktörü yerinde malzemenin hacminin gevşetilmiş duruma geçerken hacminde meydana gelen artışın yüzdesini ifade etmektedir. Kabarma katsayısı, malzemenin formasyon

özelliklerine, kullanılan patlayıcı madde miktarı ve patlatma verimine bağlıdır. Ayrıca literatürde verilen, kayaçların kabarma katsayısı ile kepçe dolma katsayısı arasındaki ilişki Tablo 6.1.'de verilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi, kayacın kabarma katsayısı arttıkça, kepçe dolma katsayısı azalmaktadır. Gevşetilmiş veya kırılmış kayaçlarda kabarma katsayısı ve kepçe dolma katsayısı büyük ölçüde parça büyüklüğüne ve kepçe büyüklüğüne bağlıdır. Parça büyüklüğü arttıkça, kabarma katsayısı artarken kepçe dolma katsayısı azalmaktadır. Buna bağlı olarak, özellikle küçük kapasiteli makinelerde, üretim de büyük ölçüde düşmektedir (Koçak 2006).

Tablo 6.1. Bazı kayaçlara ilişkin kabarma ve kepçe dolma katsayıları (Eskikaya, 1986).

Kayaç	Kabarma katsayısı	Kepçe Dolum Katsayısı
Kum ve hafif kumlu balçık	1,08-1,17	1,10-1,00
Konsolide olmayan kayaçlar ve 15 mm.' ye kadar kayaçlar	1,15-1,30	1,0-1,9
Konsolide yumuşak kayaçlar, gravel	1,25-1,35	1,0-0,8
Düşük sertlikte kompakt kayaçlar	1,30-1,40	0,85-0,75
Kompakt orta sert kayaçlar	1,35-1,45	0,80-0,70
Sert kompakt kayaçlar	1,40-1,50	0,75-0,65

Örtü katmanlarının kabarma katsayılarının tayini için, yerinde ve gevşetilmiş haldeki birim ağırlıklardan faydalanılır. Malzeme ile diğer bir faktör ise kepçe dolma faktörüdür. Doğal olarak kepçe ya da kova kapasitesi üretimi etkilemektedir. Burada önemli olan operatör mahareti ve malzemenin parça boyutudur. Operatör Paşa Mehmet oğlu ve diğerlerinin 1988' de Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) dekapaj sahaları için yapmış olduğu çalışmalar sonucunda, ortalama kepçe dolma katsayısında patlatma öncesi ve sonrası %11 oranında farklılık oluşmuştur. Patlatma ile hem saatte üretilen malzeme miktarı, hem de birim enerji ile üretilen malzeme miktarı artmaktadır (Koçak 2006). Kazı zorluğuna göre kepçe dolma katsayılarındaki değişim Tablo 6.2'de verilmiştir.

Tablo 6.2. Keçe dolma katsayıları (Koçak 2006).

Kazı sınıfı	Dolum faktörü (DF)
Kolay kazı	$DF > 0,95$
Orta kazı	$0,90 < DF < 0,95$
Orta- zor kazı	$0,80 < DF < 0,90$
Zor kazı	$0,70 < DF < 0,80$
Çok zor kazı	$DF < 0,70$

Tablo 6.3. Dolum faktörü (Tepeleme dolan malzemenin kova kapasitesinin % si olarak hacmi)

Islak toprak ya da kumlu çamur	A — %100-110
Kum ve çakıl	B — %95-110
Sert killi toprak	C — %80-90

Tablo 6.4. Gevşek malzeme için dolum faktörü

Karışık nemli agrega	%95-100
0 - 3 mm agrega	%95-100
3 mm - 9 mm agrega	%90-95
12 mm-20 mm agrega	%85-90
24 mm ve üstü agrega	%85-90

Tablo 6.5. Patlatılmış kaya için dolum faktörü

İyi patlatma	%80-95
Ortalama patlatma	%75-90
Ortalama patlatma	%60-75

Tablo 6.6. Diğer malzeme çeşitleri

Kaya ve toprak karışımı	% 100-120
Islak toprak (çamur)	% 100-110
Toprak, iri çakıl, ağaç kökü	% 80-100
Yapışmış malzeme	% 85-95

Yukarıda tabloda bulunan verilerden yararlanılarak örnek bir üretim hesaplaması şu şekilde yapılır. İlk olarak makinanın özelliklerine göre ve malzemenin özelliklerine göre kepçe yükleme gerekli faktörü tablodan bulunur. Bu tablo makine satış danışmanlığından veya dokümandan öğrenilir. Örnek olarak patlamış kaya değeri = %75 - %90 olsun. İkinci adım olarak çevrim süresi belirlenir. Bu bilgi makine satış dokümanlarından öğrenilebilir. Örnek olarak her hangi bir makine modeli için sert kaya/patlamış kaya 0,45 ile 0,55 dakika arasındadır. Saatteki çevrim sayısı bulunur. Bu değere diğer değişkenler eklenerek hesap yapılır.

Örnek: Çevrim süresi (Cycle Time)= 0,50 dakika

Çevrim sayısı / 60 dakika (1 saat)

$$60/0,50= 120$$

Operatör tecrübe/verimi= 0,9 (%90)

Makine verimi=0,95 (%95)

Genel iş verimi=0,83 (50 dk/saat)

$$\text{Saat başına etkin çevrim sayısı} = 120 \times 0,9 \times 0,95 \times 0,83 = 85$$

Bu hesaplamalar yapıldıktan sonra, gerekli olan kepçe kapasitesi hesaplanır. Hedeflemiş olduğumuz saatteki üretim miktarını saatteki etkin çevrim sayısına bölünerek bulunur. Malzeme yoğunluğu ve dolum etkisi hesaba katılmak zorundadır.

Örnek: Hedeflenen saatte üretim miktarı 480 ton/ saat,

Çevrim sayısı / saat

85 = olması gereken yükleme miktarı

$480/85= 506\text{ton}$

Malzeme yoğunluğu (kabarmış)

$1,6 \text{ Ton} / \text{m}^3$

Kepçe yükleme kapasitesi $5.6/1.6 = 3,5$

Kepçe dolum kıstası = $0,85$ (%85)

Uygun kepçe ölçüsü = $3.5/0,85= 4,1 \text{ m}^3$

6.2 Kamyonlar Performans Değerlendirmesi

Açık işletme madenciliğinde üretim kapasitesini etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesi de nakliye dir. Nakliye mümkün olan en az masrafla en kaliteli şekilde yapılmalıdır gelişen ve önümüzdeki yıllarda geliştirilecek teknoloji ile bu sorun aşılımaya çalışılıyor. Örnek vermek gerekirse kamyonla nakliyatta önemli bir sorun yakıt giderleridir. Ağır iş makinalarıyla tonlarca ağırlıktaki yüklerin taşınmasını yaptığı için yakıt giderleri çok yüksektir. Ülkemiz petrol üreten bir ülke değil ithal eden bir ülkedir. Özellikle yakıt giderleri açık işletme olarak çalışan işletmelerime önemli bir maliyet oluşturmaktadır. Daha önce elektrikli araçlar üreten tesla şirketi kamyon üreteceğini açıkladı. Tesla'nın elektrikli kamyonu 'Semi Truck', ABD'nin Kaliforniya eyaletinde düzenlenen etkinlikle görüntülendi (Şekil 6.4).



Şekil 6.5. Semi tesla kamyon şekil

Semi teslanın özellikleri ise şunlardır:

Tesla Motor, ürettiği araçların bataryasını aracın tabanına yayıyor. Böylece ağırlık merkezi aracın altında oluyor ve devrilme riski minimuma iniyor. Ayrıca Tesla Semi’de kör nokta uyarı sistemi ve filo yönetim ağı gibi teknolojiler de bulunuyor. Tesla Semi Truck, yüklü değilken 0-100 kilometre hızlanmayı 5 saniye gibi kısa bir sürede gerçekleştirebiliyor. Aracın yüklüken bu hıza 20 saniyede ulaşabileceği belirtiliyor. Ayrıca aracın 40 dakikalık bir şarj ile 640 kilometre gidebileceğini de söyledi. Tesla Semi, %5 eğimli yolda saatte 105 km/s hızla yol alabiliyor. Ortalama bir dizel TIR'ın aynı eğimli yolda çıkabileceği maksimum hız ise 70 km/s. Yukarıda özellikleri belirtilen kamyon 2019 da satışa sunulacak, aracın hibrit olması bizim için büyük bir fırsattır. Bu teknoloji yakıt giderlerini azaltacak yakıt giderleri bildiği üzere işletmelerin büyük bir maddi zorluktur. Açık işletmelerde genelde kamyonla üretim yapılmaktadır. Bir başka üretim şekli ise bant konveyördür. Kamyonla üretiminin bant konveyörle üretimine göre en büyük avantajı şudur; kamyon ile üretimde da meydana gelecek herhangi bir problem sadece bir kamyonla arıza olacağı için sadece iş kaybı olmaktadır, bant konveyörle yapılan üretimde işletme tamamen durur (URL – 2).

Kamyon performansını etkileyen çeşitli parametreler vardır. Bunlar malzeme ile ilgili faktörler, yapısal faktörler ve diğer faktörler olarak üç ana bölümde inceleyebiliriz.

6.2.1. Malzeme İle İlgili Özellikler

Malzeme her şeyi etkilediği gibi nakliye de etkiler. Çalıştığımız sahanın cevheri ve yan kayaçları ağır ise daha güçlü kamyonlar kullanılır. Çalıştığımız sahanın cevheri ve yan kayaçları hafif ise sefer sayısını artırmak için daha seri kamyonlar kullanılır aynı zamanda kullanacağımız kamyonun damper şekli de ocakta bulunan cevher ve yan kayaçlarına göre seçilmek zorundadır. Kare şekilli damperler veya kasalar daha fazla yük taşınmasını sağlarken kare şekilli damperlerin ise olumsuz yönü özellikle kili malzemelerin yapışmasıdır. Buna karşı yuvarlak damperler kullanılır damperin açılmamasına kamyonun devrilmesine neden olabilir bu neden dolayı kili ve yumuşak malzemelerle çalışırken yuvarlak damperler seçilmelidir (Şekil 6.5 ve Şekil 6.6).



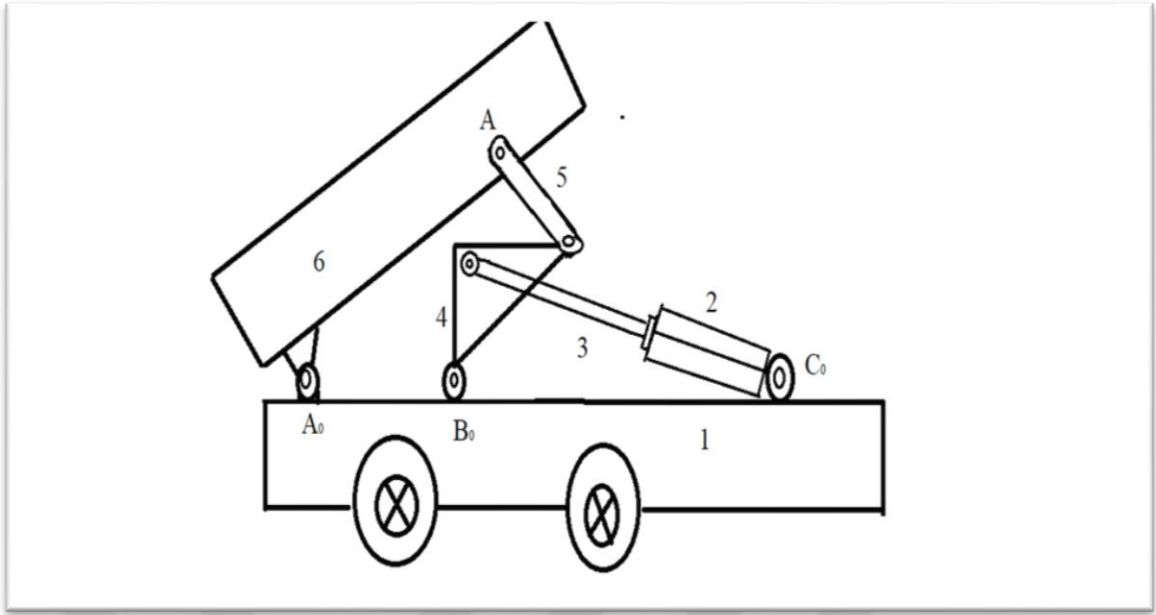
Şekil 6.6. Kare kasalı damper



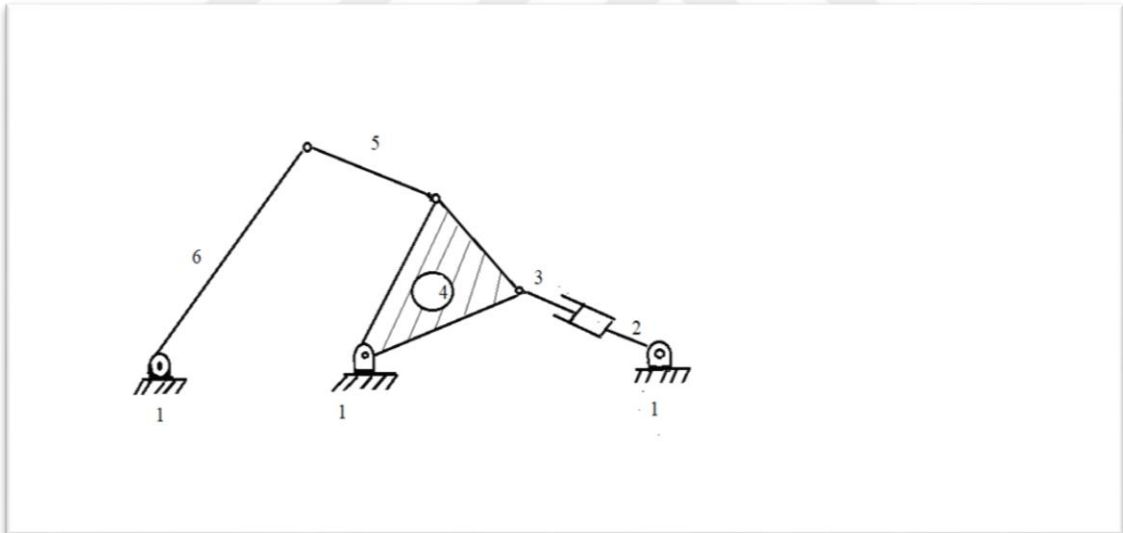
Şekil 6.7. Yuvarlak kasalı damper

6.2.2 Yapısal Özellikler

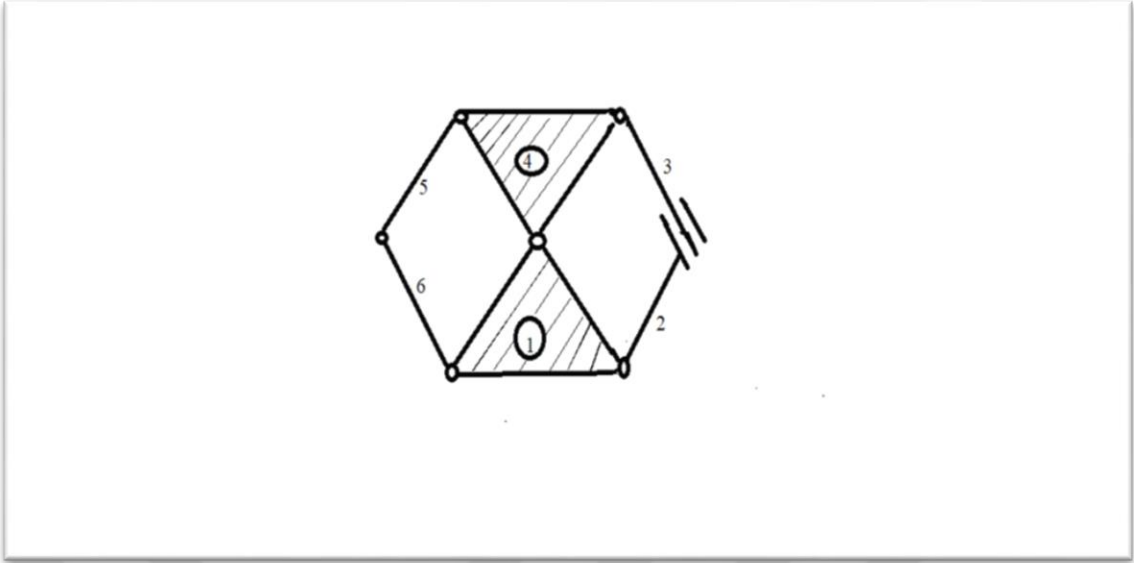
Kamyonlarla ilgili kapasiteyi etkileyen diğer bir özellik yapısal özelliklerdir. Örneğin kamyonun damperinin büyüklüğü, verimlilik için önemlidir. Eğer büyük damper seçilirse kapasite artacak ama sefer sayısı da düşecektir. Kamyonun taşıma kapasitesi ile yüklenen malzeme miktarı en uygun şekilde ayarlanmalıdır. Yüklenmesi gereken malzeme miktarından daha fazla malzeme yüklenirse hem zaman kaybına neden olur hem de kamyonu zarar verir ve iş kaybına neden olur. Damperli kamyonların kaldırma mekanizması şu şekildedir. (Şekil 6.7-9).



Şekil 6.8. Damperli kamyon kaldırma mekanizması



Şekil 6.9. Damperli kamyonların kinematik diyagramı



Şekil 6.10. Damperli kamyonların kinematik zinciri.

Lastik boyutunun kamyon çekişi ve gücü üzerinde etkisi vardır. Büyük lastiklerin ebadı, kamyonun çekişini ve potansiyel hızını artırırken; küçük lastiklerin ebadı daha büyük torkla daha fazla güç sağlar, özellikle ağır yüklerde küçük lastik ebadı tercih edilmelidir.

Kamyonlarda çevrim süresi kamyonun ekskavatörden aldığı yükü döküm sahasına bıraktığı zamana kadar olan süredir. Bu süre ne kadar az olursa kapasite o kadar artar. Kamyon çevrim zamanı aşağıdaki faktörleri içermektedir. Kamyonun dolması için gerekli,

1. Yükleme zamanı, t_1
2. Taşıma süresi, t_2
3. Kamyonun yükünü boşaltması ve yüksüz olarak harekete geçmesi için harcadığı manevra süresi, t_3
4. Boş dönüş süresi, t_4
5. Yükleyici yanındaki manevra süresi, t_5

Kamyon Çevrim Zamanı (TK),

$$TK = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \text{ olarak ifade edilir.} \quad (6.3)$$

Kamyon çevrim zamanı aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$TK = n \cdot TY + \left(\frac{D}{V_1}\right) + t_3 + \left(\frac{D}{V_2}\right) + t_5 \quad (3.13) \quad (6.4)$$

Burada;

n : Kamyonun dolması için gerekli kepçe sayısı

$$n = \frac{C_1}{q_1 \cdot K_1} \quad (6.5)$$

C₁: Kamyon kasa kapasitesi (Ton)

q₁: Yükleyici kepçe kapasitesi (m³)

K : Kepçe dolum faktörü

TY: Yükleyici çevrim zamanı (dak)

D : Kamyon nakliye yolu mesafesi (m)

V₁: Yüklü kamyon ortalama hızı (m/sn)

V₂ : Boş kamyon ortalama hızı (Kun. 2014)

6.2.3. Diğer faktörler

Ekskavatör Kamyon Sistemi, bilinen en pahalı örtü kazı (dekapaj) sistemidir. Bu yüzden, sistemde makinelerin uyumlu olması ve makine kapasitesinden en yüksek verimle

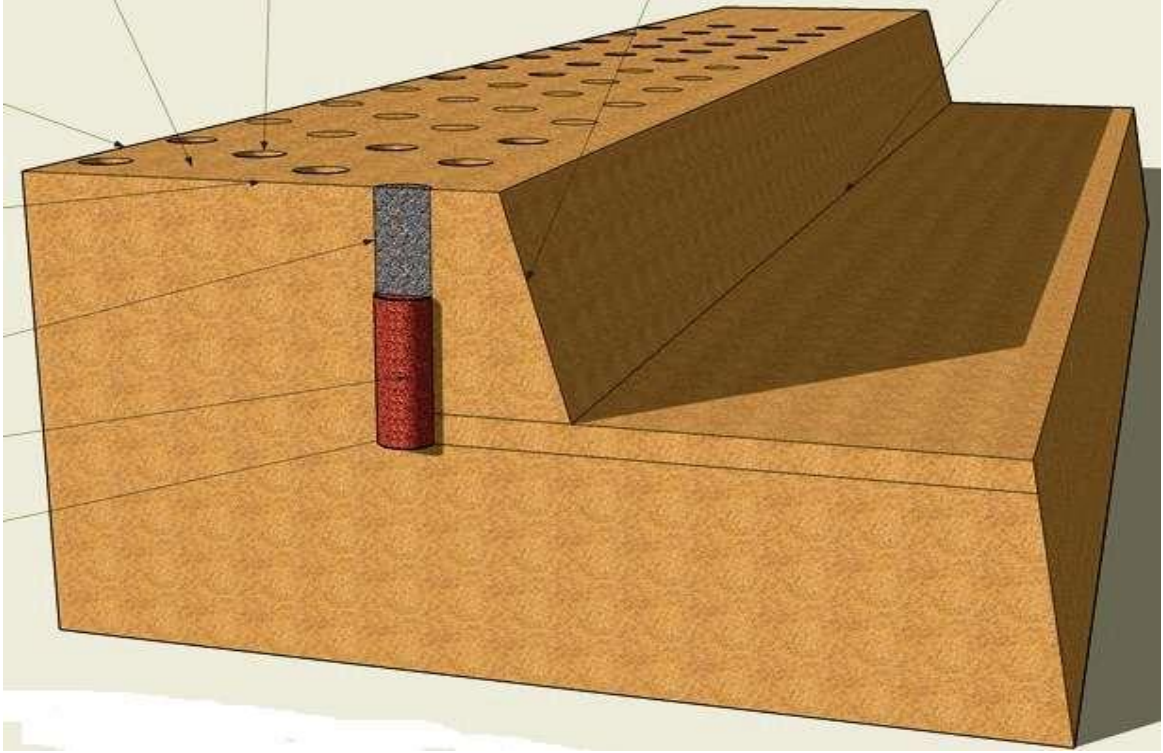
faýdalanılabılrması gerekir. Bu sistemde en verimli çalışmanın, ekskavatörün kamyonu 4-5 kepeçe yüklemesi durumunda meydana geldiği görülmektedir (Aşkın 1999).

Kamyon kapasitesini etkileyen diğer faktörler şunlardır: yolun düzgün olması yani yolun sürekli kontrol edilmesi, ağır iş makineleri tonlarca ağırlıktaki yükleri taşıdıklarından dolayı yolda sürekli bozulmalar ve aynı zamanda kamyonlardan dökülen sivri uçlu taşlar kamyon lastiklerinin patlamasına neden olur. Bu nedenden dolayı yola düşen bu taşlar kaldırılmalı, sürekli dikkat edilmelidir. Yolda oluşan çukurlar kamyonlar amatisörlerine zarar vermektedir. Oluşan çukurlar anında doldurulmalıdır. Bir diğer faktör şoför maharetidir. Açık sahada edindiğimiz deneyimler sonucu, aynı yerlerde aynı şekilde çalışan kamyonlarda sefer sayılarında farklılıklar tespit edilmiştir.

6.3. Kaya Delici Performans Değerlendirmesi

Açık ocaklarda kaya delici makinenin performansını etkileyen en önemli parametre matkaplardır. Açık ocaklar, taş ocakları ve şantiyelerde döner matkaplar, elmalı matkaplar ve vurmali matkaplar yaygın olarak kullanılmaktadır. Kaya delici makinelerinin penetrasyon oranının tahmin edilmesi, maliyet tahmini ve kaya kazı projelerinin planlanmasında çok önemlidir (Karaman 2003). Özellikle sert formasyonlarda çalışılıyor ise patlatmanın önemi büyüktür. Yumuşak formasyonlarda çalışılıyor ise patlatmaya gerek yoktur. Özellikle metalik madenlerde ve taş ocaklarında patlatma olmazsa olmazdır. Sonuç olarak kazı makineleri, yani ekskavatörün belirli bir söküm gücü vardır. Bu söküm gücünün üzerinde bir kuvvetle uygulanırsa; bu hem makinenin yıpranmasına hem de üretimin azılmasına sebep olur. Patlatma işleminde verim almak için birkaç faktörün aynı anda ele alınıp doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Örnek olarak patlatma yapılacak yerin atımını tam olarak sağlayabilmek için çalışılan bölgenin formasyonunun özelliklerinin sert mi yoksa orta sertlikte mi, yumuşak mı bulunduğun bilinmeli gerekmektedir. Bu yanında kaç metre delineceği ve delinen çukurda su olup olmadığı kontrol edilme; su var ise patlayıcılar ona göre seçilmeli ve en önemlisi delecek bölgenin nasıl bir patlatma düzeni ile patlatılacağına karar vermeli ve yapılan araştırmalar sonucunda ateşçi, kaya delici makinesini kullanan operatör ve mühendis üçlüsünün karar vermesi ve bu karar doğrultusuna uygun şekilde çalışılan bölgedeki formasyon delinir ve patlatma gerçekleşir. Patlamının verimli geçmesi son

derece önemlidir. Patlatmanın verimli geçmemesi durumunda ekskavatör daha fazla söküm yapacaktır aynı zamanda büyük kaya parçaları oluşacaktır ve bu kayalarını küçültmek ve taşınır hale getirmek için kırıcı kullanılacaktır. Bu gibi nedenlerden dolayı patlatmanın verimli geçmesi çok önemlidir. Ayrıca patlatma yapılırken güvenlik önlemleri maksimum seviyede olmalıdır: Örneğin: bir ateşçi hatası geri dönülmez sorunlara neden olabilir. Patlatma sonrası deliklerin patlayıp patlamadığı çok iyi şekilde kontrol edilmelidir. Bazen patlamayıp unutulmuş delikler daha sonra ekskavatörün müdahalesi sonucu patlayabilmektedir. Bu gibi kazalar yaşandığından. Bunlardan ders alınıp patlatma konusunda son derece dikkatli olunmalıdır.



Şekil 6.11. Ocaklarda genel olarak düzenlenen patlatma şekli

Şekil 6.10.'da görüldüğü gibi, bir basamak, bu şekilde delinerek patlatma yapılır ve açık ocaklarda genellikle bu şekilde ilerleme yapılır. Üstteki basamak ötelendikten sonra altta ki basamağa geçilir. Kaya delici makina ocak içerisinde önemli bir yere sahiptir. Büyük ocaklarda genellikle birden fazla kaya delici makine bulunur ve bu makinaların üretime direkt olarak etkisi vardır. Kaya delici makinanın performansını etkileyen faktörler: Yapısal faktörler ve malzeme ile ilgili faktörlerdir.

6.3.1. Malzeme İle İlgili Faktörler

Her şeyi etkilediği gibi malzeme faktörü kaya delici makinamızı da etkiler. Gerek ekskavatör gerek kamyon etkilerin daha iyi saptamak için çalışacağımız malzeme iyi tanımak ve önceden çalışacağımız yerde sondaj ile karot alıp gerek pasa gerek yan kayaç ile cevher hakkında bilgi edinip ona göre bir ocak planı hazırlanmalıdır. Sadece cevher değil yan kayaç ve arazinin genel yapısı ile ilgili bilgi sahibi olunmalı ona göre bir ocak planı hazırlanmalıdır. Diğer tüm iş makinelerinde olduğu gibi delme makinası da kayacın özelliklerine göre seçilmelidir. Kayacın sertliği, mukavemeti ve aşındırıcılığı, delme hızı ve delme işlemini etkileyen önemli faktörlerdir. Uygulamalar sırasında, iri tanelerden oluşmuş ve gevrek taneli yapıya sahip kayaçların daha kolay delinebildiği saptanmıştır. Sertlik, matkabın aşınmasında önemli rol oynar. Kayaçların delinebilmesinde kayaç sertliğinden çok, formasyonun delinmeye karşı gösterdiği direnç ve formasyon içindeki süreksizlikler önemlidir. Süreksizliklerin (çatlak, fay, kırık) çok fazla bulunduğu formasyonlarda delik delme işlemi daha zordur. Yapılan deneyler sonucunda, kayaçlar, delinebilme esasına göre 4 sınıfa ayrılmıştır. Bu denemelerde granit baz alınmış ve bu kayacın delinme hızı 1,0 m/sa olarak kabul edilmiştir.

Buna göre;

Çok Sert Kayaçlar: Delinebilme hızı 0,5 m/sa ve daha az olan kayaçlardır. Bu tür kayaçlara ince taneli gri hematit ve takonitler örnek gösterilebilir.

Sert Kayaçlar: Delme hızı 0,6-1,0 m/sa arasındadır. Granitler ve gnays örnek verilebilir.

Normal Kayaçlar: Delme hızı 1,0 – 1,5 m/sa arasında değişen kayaçlardır. Bu gruba kalker, dolomit, mermer, şist, porfiriler örnek olarak verilebilir. Bu kayaçların delinmesi kolaydır.

Yumuşak Kayaçlar: Delme hızları 1,5 m/sa ve daha fazla olan kayaçlardır. Bu tür kayaçların delinmesindeki güçlük, delik içerisine dolan kırıntılardan kaynaklanmaktadır.

Yüksek sertlikte ve aşındırıcı özellikteki kayaçlar için ağır darbeli deliciler, orta dayanımlı kayaçlar için orta ağırlıktaki darbeli veya ağır döner deliciler, aşındırıcı ve

gevrek kayalar için hafif darbeli deliciler veya döner delici makinalar kullanılır (Köse 2001). Kaya delici makinanın işletmede sayısının kaç tane olacağını etkileyen en önemli faktörler malzeme ve işletme büyüklüğü ile ilgili faktörlerdir. Aşağıda delici makine hesabı formülü ve örnek bir sahada delici hesabı verilmektedir.

Delici Makine Hesabı formülü

$$N: \frac{n.L}{t.v.i} \quad (6.6)$$

n: Günlük gerekli delik sayısı

L: Delik uzunluğu ve taban payı

L: (I1+I2) (m)

I1: h/ sinγ

L2: 8.d

t: Çalışma zamanı (saat/gün)

v: Delme hızı

i: İşyeri randımanı (saate çalışma süresi 50/60)

γ: Basamak şev açısı

h: delik yüksekliği

d: Delik çapı

Örnek bir saha için, delici makine hesabı:

Tij boyu: 3,5 m

Delik boyu:13,2 m

Tij takma süresi: 10 sn

Tij çıkarma süresi:15 sn

Manevra süresi: 120 sn(2 dakika)

Delik delme hızı: 0,66 delik/dakika

Toplam tij sayısı: 4 adet

Delici makine günlük çalışma süresi: 1260 dakika

Toplam Tij Değiştirme Süresi= (Tij Sayısı x (Tij Takma Süresi + Tij Çıkarma Süresi)) /
60 sn

Toplam Tij Değiştirme Süresi= $(4 \times (10 \text{sn} + 15 \text{sn})) / (60 \text{ sn/dk})$

Toplam Tij Değiştirme Süresi= 1,66 dakika

Bir Deliğin Delinme Süresi= Delik boyu / Delik Delme Hızı

Bir Deliğin Delinme Süresi= 13,2 m / 0,66 delik/dakika

Bir Deliğin Delinme Süresi= 19,8 dakika

Bir Deliğin Toplam Delinme Süresi= Bir Deliğin Delinme Süresi+ Manevra Süresi+
Toplam Tij Delinme Süresi

Bir Deliğin Toplam Delinme Süresi= 19,8 dak + 2 dak + 1,66 dak

Bir Deliğin Toplam Delinme Süresi= 23,46 dakika

Bir Delicinin Günlük Kapasitesi= Delici Makina Günlük Çalışma Süresi x İşyeri Ver x Makine Ver. / Bir Deliğin Toplam Delinme Süresi

Bir Delicinin Günlük Kapasitesi= 1260 dakika x 0,9 x 0,9 / 23,46 dakika

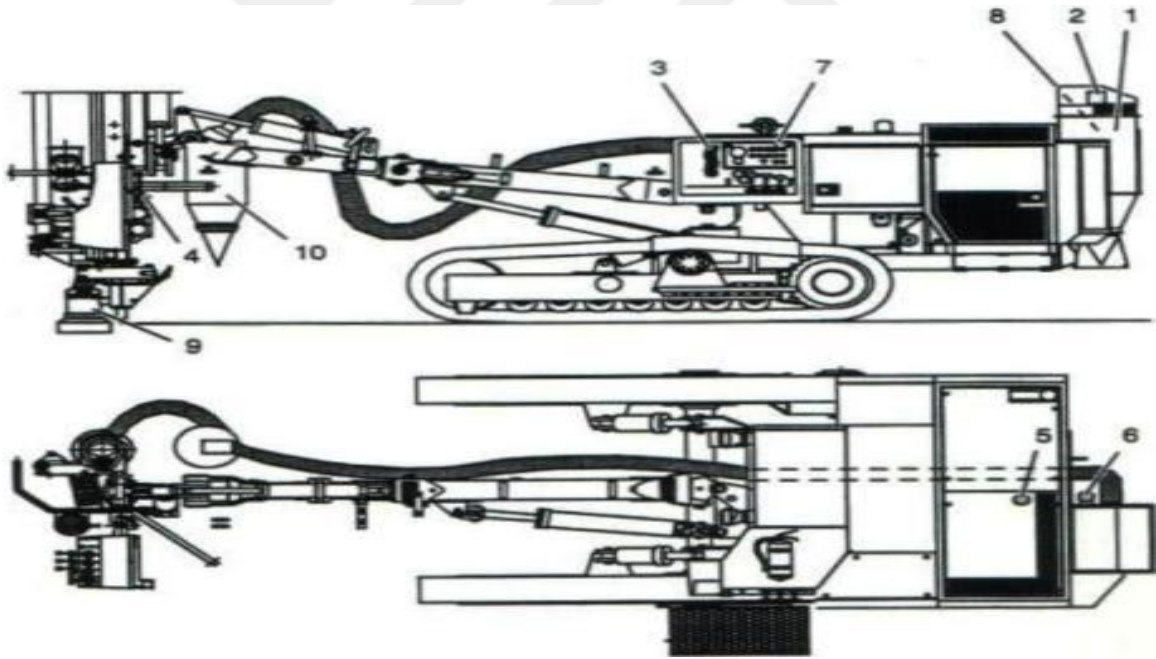
Bir Delicinin Günlük Kapasitesi= 43,49 delik/gün \cong 44 delik/gün

Delici Sayısı = Delik Sayısı / Bir Delicinin Günlük Kapasitesi x (Emn. Faktörü)

Delici Sayısı = (127delik/gün) / (43.49delik/gün)

Delici Sayısı = 3,52 adet \cong 4 adet

6.3.2. Yapısal Faktörler



Şekil 6.12. Kaya delici parçaları (Çoşgun 2010)

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi Kaya delici rock drill, ekskavatör, kamyon ve diğer makinelere göre çok daha kompleks bir makinedir. Birçok parçadan oluşmaktadır. Şekilde bulunan ana parçaların isimleri şunlardır (Çoşgun 2010).

1. Toz toplayıcı
2. Fan ve hidrolik motor
3. Toz toplayıcı kontrol valfi
4. Üfleme valfi (vanası)
5. Toz toplayıcı basınç sivici
6. Toz toplayıcı manyetik valfi
7. Toz toplayıcı zaman rölesi
8. Devre kesici silindir ve valfi
9. Üst kafa
10. Ön siklon

Kaya delici makineyi kullanmak ayrıca daha zordur. Diğer iş makinelerine göre ocak için son derece önemli bir makinedir, arıza vermesi durumunda ekskavatörler malzemeyi sökemez veya zorlanır bu hem ekskavatörler yıpranmasına hem de kamyonların geç beslenmesine ve dolayısıyla üretim kaybına neden olur. Zemin delme makinalarında kompresörler makinanın ana ünitelerinden biridir. Tijen ucundaki matkabın deldiği delik tozları basınçlı hava ile dışarı atılır. Havanın yetersiz olması, kesici takımın kestiği malzemenin dışarı atılamamasına, bu da kesici takımın çabuk yıpranmasına ve delme hızının düşmesine sebep olur. Makinanın sahip olduğu yüksek saatlik maliyet nedeniyle genel iş akışını aksatır ve işletme giderini yükseltir. Endüstriyel uygulamalarda hava kompresörleri genelde (1.500 d/d) elektrik motorları devrine eş bir devirde dönerken; delicilerde konstruktif açıdan daha az yer kaplamaları istendiğinden kompresörler 6000 devir/dak hızlara ulaşmaktadır. Bu yüksek devirlerde kompresöre giren havanın ve yağın temizliği (iyi filtre edilmiş olması) çok önemlidir. Hava ile kompresöre girebilecek toz zerrelere yağ ile birleşerek macunlaşır. Vida yataklanmasını sağlayan rulmanlara zarar

verir. Burada yağ; sürtünmeyi azaltma, muhtemel partikülleri filtreye taşıma ve sistemi soğutma görevi yapmaktadır. Filtrelerin kaliteli olması, periyodik kontrol ve değişimi önemlidir. Havayı veya diğer gazları atmosfer basıncından daha yüksek basınçlara sıkıştırmak için kullanılan motorlu makineye kompresör denir. Basınçlı havanın gerekli olduğu ortamlarda hava desteği sağlamak amacı ile ve pnömatik çalışma sisteminde kullanılmaktadır. Havayı sıkıştırarak basınçlı olarak kullanmamıza, belirli bir oranda kısmi vakum elde etmek veya atmosfer basıncının altına inmek için kullanılan cihazdır. Bu durumda pompa yeterli havayı dışarı atar. Makinanızda hasarlanmış kompresörün yerine yenisini takmanız gerektiğinde kompresör seçiminde ve kullanımında çok dikkatli olmak gerekir.

Kompresör ana parçaları

1. Gövde
2. Vidalar
3. Tip Rotar
4. Giriş kapağı
5. Çıkış kapağı
6. Şaft keçesi
7. Rulman yatağı

Sıkıştırma Prensibi

Rotorun kanatları giriş kanalından geçerken havayı içeri çeker. Rotorun dönmesiyle beraber hava giriş kanalından ayrılır ve kanatlar arasında hareket eder. Yapısı itibariyle rotorlar arası bölge (havanın bulunduğu) giderek daralmaya başlar. Böylece basıncı giderek artan hava çıkış kanalından yağ/hava deposuna gider.

Kompresör - Hava Devresi

Toz atıcı, hava ön ayırıcısında ayrılan tozları dışarı atar. Hava filtresinden geçen hava kompresörün üstündeki giriş valfinden geçerek kompresöre girer. Bu havanın basıncı ayarlanabilir. Kompresör çalışınca giriş valfi açılır.

Sıkıştırılmış hava yağ karışımı hava/yağ tankına girer. Burada hava/yağ ayrıştırması olur. Yağdan ayrıştırılmış temiz, kuru hava üfleme, şank yağlama, diğer pnömatik işlemlerde kullanılmak üzere çıkış hattından çıkar.

Kompresör hararet nedenleri

- Yetersiz yağ seviyesi
- Yağ viskozitesi yüksektir
- Soğutma radyatörü kanalları (petekleri) kirlidir
- Soğutucu kirlidir (iç yüzey)
- Kompresör yağ filtresi kirlidir ve Yağ filtresi tıkanmıştır
- Düşük hava basıncı vardır
- Kompresör yağı özelliğini kaybetmiştir
- Termostat arızalıdır
- Ortam sıcaklığı aşırı yükselmiş olabilir
- Yağ seperatörü deforme olmuştur
- Radyatör soğutma fan motoru arızalı olup, fan yavaş dönüyor olabilir.

- Yağ soğutma sistemi hid pompasının basınç emniyet valfi yanlış ayarlanmış, kaçırıyor veya bozuk olabilir.
- Soğutma sistemi hid pompası hasarlanmış olabilir
- Soğutma sistemi hidrolik motoru hasarlanmış olabilir
- Minimum basınç valfi açık kalmış, hasarlanmış olabilir

Kompresör aşırı yağ tüketim nedenleri

- Yağ geri dönüş hattındaki Orifis tıkanmıştır
- Yağ miktarı çok fazladır
- Yağ kaçağı olabilir
- Yağ seperatör filtresi veya Oringi hasarlanmıştır
- Çalışma sıcaklığı aşırı yükselmiştir

Kompresör yetersiz hava üretimi

- Giriş valfi diaframı delinmiş, kaçırıyor olabilir.
- Giriş valfi havayı kaçırıyor olabilir, kompresör yüksüz halde olabilir.
- Toz toplayıcı selenoid valfi kapanmıyor veya hasarlanmış olabilir.
- 3 yollu kontrol valfi çalışma konumunda takılı kalmış olabilir. (Bu durumda giriş valfi açılmaz, kompresör hava üretmez.)
- Regülasyon valfi spool oringi hasarlanmış olabilir
- Yağ seperatörü tıkanmış olabilir

- Giriş hava filtresi tıkanmış olabilir.

Kompresörde aşırı yüksek hava basıncı

- 1mm'lik orifis (regülasyon valfi spoolundaki) bloke olmuş olabilir.

- Basınç regülasyon valfi diyaframı parçalanmış olabilir. (Coşgun 2010).



7. BİNGÖL'DE BULUNAN ÖRNEK BİR BAZALT OCAĞI: ŞAŞO

Bingöl merkeze bağlı Ağaç yolu köyünde bulunan Şaşo Bazal ocağı (Şekil 7.1). 2011 yılında üretime faaliyetine başlamıştır. İşletmede bir mühendis, bir teknisyen, iki usta, on işçi ve iki de idari toplam on altı personel çalışmaktadır. İşletme arazisi 40.000 m² ve toplam kapalı saha 200 m² dir. İşletmede bir Volvo L90 Loder, FRUKOVA HCR rocdrill 1 sumitomo ekskavatör ve yükleme aracı olarak da fort 35-36 kamyonlar kullanılmaktadır. İşletmenin kapasite hesabı ve üretim hesabı şöyledir.

$$K = 110 \left(\frac{\text{ton}}{\text{saat}} \right) * 8 \left(\frac{\text{saat}}{\text{gün}} \right) * 300 \left(\frac{\text{gün}}{\text{yıl}} \right) * R(0.85)224,400 * \left(\frac{\text{Ton}}{\text{Yıl}} \right) \quad (7.1)$$

$$K = 110(\text{ton/saat})$$

$$G = 300 \text{ gün/yıl.}$$

ÜRETİM HESABI

$$\text{Mıçır üretimi} = 224,400.0,65 = 145,860 \text{ (Ton/Yıl)}$$

$$\text{Taş tozu üretimi} = 224,400.0,35 = 78,540 \text{ (Ton/Yıl)}$$

YILLIK TÜKETİM KAPASİTESİ

$$\text{Toplam motor gücü (200. KW). } 0,25.8.300. \left(\frac{\text{gün}}{\text{yıl}} \right). 0,001 = 120. \text{ ton/yıl motorin.}$$



Şekil 7.1. Şaşo bazalt ocağından bir görünüm

7.1. Volvo L90F Performans Loder Özellikleri

Güçlü Volvo L90F: taş ocakları, limanlar, mal terminalleri, endüstriler ve kereste depoları için bir lastikli yükleyicidir. Volvo'nun TP bağlantısı, ataşman kolu ve orijinal Volvo ataşmanları esnek L90F'yi daha da çok yönlü hale getirmektedir. O kadar esnek ki, başkalarının iki makinaya ihtiyacı olan yerlerde bir makina yeterlidir. Volvo'nun kendi ürettiği aktarma organları, hidrolik ve TP bağlantısı mükemmel uyum ile çalışmak üzere uyarlanmıştır. Güç; en son nesil sessiz, çevre dostu motorlardan gelmektedir. Volvo'nun yük algılayan hidrolik sistemi daima doğru gücü doğru fonksiyona vererek yağı gereksiz yere pompalamadan düşük yakıt tüketimine katkıda bulunmaktadır. Ülkemiz dışardan yakıt ithal ettiği için bu özellik bu makinanın alınmasında önemli bir parametredir. L90F Volvo'nun yağlı, çevrim esnasında soğutulan disk frenleri ile donatılmıştır. Uzun çalışma ömürleri bulunmaktadır ve akıcı ve etkili frenleme hareketi sunmaktadırlar. Daha fazla güvenlik için tamamen hidrolik çift devre sistemi Contronic elektronik fren testini gerçekleştirir. Tüm lastiklilerde fren aşınma göstergeli basit fren balatası kontrolü vardır. Volvo'nun patentli arm kaldırma sistemi TP bağlantısı kaldırma aralığının tamamında yüksek koparma torkunu ve mükemmel paralel hareketi birleştirir. Çok yönlü bir makinanın ihtiyaç duyduğu tam olarak budur. Sistem operatör dostudur ve yükleme esnasında operatöre ağır yükler üzerinde baştan sona iyi bir kontrol sağlar (Volvo

katalog şekil 7.2). Doğru kabin havalandırması operatörün vardiyanın sonuna kadar zinde kalmasına yardımcı olur. Volvo bakım kabinin pazarın en temiz kabin ortamlarından birini sunan eşsiz bir filtre sistemi bulunmaktadır. Kabin havasının tamamı çift filtre vasıtasıyla filtrelenir. Çok tozlu şantiyelerde operatör sıcaklık kontrollü havanın yüzde doksana kadar sonsuz değişken yeniden dolaşımını ve yalnızca yüzde on dış ortam havasını içeri almayı seçebilir. Volvo bilindik bir marka olduğundan ve ülkemizde birçok servisi bulunduğundan herhangi bir yedek parça lazım olduğunda kolay bir şekilde fazla bir zaman geçmeden ulaşılır. Volvo makine özellikleri şu şekildedir.

Motor : Volvo D6E LCE3

Azami güç : 26,7 d/s (1,600 d/dk)

Yakıt deposu : 224 L



Şekil 7.2. Şaşı bazalt ocağında yükleme işinde kullanılan Volvo L90

7.2. Ford 3536 Damperli Kamyonlar

Şaşıo bazalt İşletmesinde yükleme işinde ford 35-36 kamyonlar kullanılmaktadır(Şekil 7.3). Bu kamyonlar ağır malzeme taşımasında oldukça etkilidir. Ayrıca kamyonların motor gleri oldukça yüksektir.

Tavan, alçak tavan, yataksız kabin, elik konstrüksiyondur. Kamyonun diğer özellikleri ise şu şekildedir.

Boş ağırlık: 9796 kg

Azami yüklü ağırlık: 26000 kg

Motor tipi.: FORD-ECOTORQ

Motor gücü : 360 BG (265 kW) / 2200 dd

Maks. Tırmanma Eğimi (%) : >75

Maks. Hız : 89 km/s



Şekil 7.3. Şaşıo bazalt ocağında kullanılan nakliye kamyonları Ford 35-36

7.3. Furukawa Hcr 9 Rock Drill Kaya Delici Makine

Şaşıo bazalt ocağında düzenli olarak patlatma yapılmaktadır. Bu nedenle kaya delici makine kullanılmaktadır (Şekil 7.4). Kaya delici makinası olarak da furukawa hcr9 makinası kullanılmaktadır. Bu makinanın performans özellikleri ise şöyledir. Furukawa tabanca, performanstan ödün vermeden, delme sesini ve titreşimini en aza indirmek için tasarlanmıştır. Yeni piston tasarımıyla, tabanca, enerji aktarımını en üst seviyeye çıkartır ve çok çeşitli kaya türlerinde etkin delme imkanı sağlar. Makinanın enerji tasarrufu seçim modu vardır ve Enerji tasarrufu seçim modu kullanılarak yakıt tüketimi hafif işlerde düşmektedir. İleri düzey hidrolik ve basınçlı hava teknolojisi sayesinde, enerji kapasitesi minimum kayıpla her bir parçaya transfer edilebilmektedir. Bu sayede sistemler yüksek verimlilikte çalışır. Yüksek çıkışlı kompresör üfleme havasını artırarak bitin aşınmasını azaltır ve daha hızlı delme sağlar. Geliştirilmiş toz toplayıcı önceki modellere kıyasla daha yüksek bir emme kapasitesine sahiptir. Motor soğutma suyu, kompresör yağı ve hidrolik yağ derecesi göstergeleri operatör kabinin de tepeye ve uyarı ışıkları operatörün sağ tarafına yerleştirilmiştir ki böylece operatör delme işlemine odaklanırken makine fonksiyonlarını izleme olanağı bulabilmektedir. Furukawa'nın diğer özellikleri ise şöyledir.

Darbe Sayısı: 2,250 – 2,500 dak⁻¹

Motor tipi: Su Soğutmalı, direk enjeksiyonlu, 6 Silindirli, aftercoolerlı, turbo şarjlı, dizel

Yakıt Tankı Kapasitesi: 320 Lt

Emme Kapasitesi: 20 m³/dak

Filtre Sayısı: 4

Boom tipi: Sabit boom



Şekil 7.4. Şaşı bazalt ocağında kullanılan delme patlatma makinesi Furukawa hcr 9

7.4. Sumitomo SH250 Ekskavatör

Ocakta kazı ve yükleme işini yapan bir diğer makine sumitomo SH250 ekskavatör makinesidir. Sahada beklenen yıllık üretime gerçekleştirmek için sumutimo makinesi yeterlidir. Yeni geliştirilmiş isuzu motoru 4HK1X standartlara uygundur. Ani yüklemeler

ya da levyelerin ani hareketi durumları için geliştirilen bu yeni sistem sayesinde, hidrolik debi azaltılır ve motor devri de belli bir seviyeye indirilerek yakıt tasarrufu sağlanır. Ayrıca fazla yakıtın oluşturduğu duman da azalır. Bu model bir öncekinden daha fazla güç ve tork üretmekte bununla beraber daha az yakıt sarfetmektedir. Hidrolik sistem ve arm toplama hızı %8 artırılmıştır. Boomun plaka yapısını değiştirerek, kaynak gerektiren yerler azaltılmış, böylece mukavemetin düşmesi engellenerek kalite yükseltilmiştir. Şasisinin üstündeki plaka güçlendirilerek uzatılmış ve dönüş şasisi tek parça çelikten yapılmıştır. Hidrolik yağ değişim süresi 5,000 ve dönüş filtresi değişim süresi 2,000 saattir. Motor yağ karterinde bir tahliye tıpası bulunmaktadır. Bu şekilde yağ değişimi çok daha kolay olmakta ve yağın etrafa saçılması önlenmektedir. Koltuk yatma sistemi, operatörün koltuğa düz olarak uzanmasını ve iş sahasında rahatlıkla dinlenmesini sağlamaktadır. Yatay olarak 4 pozisyonda ayarlanabilen eğim konsolu ve koltuğun arttırılan kayma menzili optimum çalışma koşullarını sağlamaktadır (Şekil 7.4). Sumutimonun diğer özellikleri şunlardır.

Motor gücü: 132 kW (180 HP) / 2.000 d/dak'da

Motor hacmi: 5.193 cc

Yakıt tankı: 410 litre

Bom uzunluğu: 5.85 m



Şekil 7.5. Şaşı bazalt ocağında kullanılan kazı ve yükleme makinesi sumitomo sh25

8. BİNGÖL'DE BULUNAN İKİNCİ BİR ÖRNEK SAHA: GEYLAN TAŞ OCAĞI

Bingöl-Solhan karayolu üzerinde, çavuşlar köyü mevkide bulunan, karayollarına ait Geylan Taş Ocağında üretim ıslak asfalt yapında kullanılmak üzere açılmıştır(Şekil 8.1). İşletmede 1 mühendis, 1 teknisyen 2 usta 30 işçi ve iki de idari toplam 35 personel çalışmaktadır. İşletme arazisi 18,77 hektardır. Sahada bulunan makinalar şunlardır. Komatsu 430 TR5 loder, nakliye aracı olarak Mercedes axor 33x40 ve man tgs 100x380, kazma ve yükleme aracı olarak Hidromek 300 ve Hyndai 300 ekskavatörler, patlatma makinesi ise Sandvik DX780 rock sahada kullanılan makinelerdir. İşletmenin kapasite hesabı ve üretimi şöyledir.

Çalışılacak gün sayısı: 240 gün/yıl

Yıllık üretim miktarı: 390,000 ton/yıl

Aylık üretim miktarı: 48,750 ton/ay

Günlük üretim miktarı: 1,625 ton/gün

Saatlik üretim miktarı: 162,5 ton:/saat



Şekil 8.1. Geylan taş ocağı

8.1. Komatsu 430 TR5 Performans Özellikleri

Motoru çok güçlü olan bir makinadır. Motor hem düşük hem de yüksek hız yüksek basınçlı yakıt enjeksiyonu motorun optimum yakıt yakmasını sağlar.

Yakıt tüketimi düşük olması nedeniyle ve de düşük gürültü oluşturduğundan dolayı tercih edilen bir makinadır. Yüksek torklu motor ve geniş kapasiteli tork düşük devir aralığında maksimum verimlilikle dönüştürülür.

Bu makine çift durumlu seçim yapabilir. Bu durumlar şuanlardır. Normal durum: Bu durum genel olarak kullanılan durumdur. Makinanın ağır iş yapmadığı zamanlarda kullanılan maximum yakıt tasarrufu sağlanan durumdur. Diğer durum ise güçlü durumdur Bu durumda ise makinanın zorlanacağı ağırlıktaki yüklerde makinaya maximum güç sağlamak için tasarlanan durumdur. Komatsu loderin diğer performans özellikleri ise şunlardır (Şekil 8.2).

Motor modeli: Komatsu SAA6D125E-3

Motor tipi: Su soğutmalı, 4 zamanlı

Havalandırma: Turbo şarjlı

Motor gücü: Brüt,174 kW 234 HP, Net 162 kW 217 HP

Yakıt Deposu: 343 litre

Şanzıman tipi: Otomatik geçişli ara mil tipi

Hidrolik sistemler tipi: Çift hareketli, piston tipi



Şekil 8.2. Geylan taş ocağında kullanılan kazı ve yükleme makinesi Komatsu 430 TR5

8.2. Sandvik DX780 Kalay Delici Makina Performans Özellikleri

Açık ocaklarda ve taş ocaklarında kullanılır. Kullanım kolaylığı nedeni ile en çok tercih edilen modellerden biridir. Delme kapsama alanı 17,6 m² dir. 12 saat aralıksız delme işlemi yapabilir. Delebildikleri delik çapları 64-127 mm dir.

Sandvik DX780, kabin (F.O.P.S. ve R.O.P.S.) ve çubuk taşıma sistemi ile donatılmış, otomatik tahrikli, kendi kendine yeten, paletli bir sondaj kulesi olan hidrolik kaya delici bir makinadır.

DX780 için tipik uygulamalar yol kesimi, boru hattı delme ve temel sondajı ve orta boy ocaklarda üretim sondajıdır. Dolayısıyla DX780, çoğunlukla inşaat firmaları, maden ocağı ve taş ocakları tarafından kullanılır. DX780'nin diğer özellikleri ise şöyledir (Şekil 8.3).

Toplam ağırlık: 14800 kilo

Emme kapasitesi: 8,1 m³/dakika

Delik Çapı: 64 - 115 mm

Üretim kapasitesi: 1,2 Mt/yıl



Şekil 8.3. Geylan taş ocağında kullanılan delme ve patlatma makinesi Sandvik DX780

8.3. Nakliye Aracı Kamyonlar

Sahada kullanılan nakliye araçları man 380 tgs ile Mercedes axor 33x40 olmak üzere iki adet kamyon markası kullanılmaktadır. Bu kamyonlar ağır arazi şartlarına özel olarak üretilmiştir. Ağır yük taşımada en çok tercih edilen kamyonlardır (Şekil 8.4).



Şekil 8.4. Geylan taş ocağında bulunan nakliye araçları

Mercedes axor 33x40: Maden ocakları, dağ başındaki hafriyat işleri, hazır beton taşıma gibi durumlarda en çok tercih edilen kamyonlardandır. Türkiye'de üretilen ilk 400 BG inşaat araçları olan Axor 3340 tüm dünyaya ihraç edilmektedir. Mercedes firmasının Türkiye'de birçok noktada servisi olduğundan aracın bakımı ve herhangi bir arıza olduğunda yada yedek bir parça gerektiğinde bunları temin etmek kolaydır. Axor'un sağ ve sol camlarıyla yan aynaları elektrikli. Sürücü kabin içinden, kapılara yerleştirilmiş kumanda düğmeleriyle istediği gibi ayarlayabilir. Aynaların ısıtmalı oluşu, buğulanma ve buzlanma sorununu ortadan kaldırır. Sürücü tarafındaki aynaya ilave edilen geniş açılı ayna sayesinde, kör nokta riski neredeyse ortadan kaldırır. Aksor'un diğer performans özellikleri ise şöyledir.

Motor tipi: OM 457 LA EURO III

Motor hacmi: 11967 cm³

Motor gücü: 295 kW /401 BG@1900 d/d

Şasi: U profilden, takviyeli daralan merdiven şasi, E 500 TM, 289 x 70 mm, 9.5 mm et kalınlığı

Boş ağırlık: 8.870 kg

Dolu ağırlık: 26.000 kg

Yakıt sistemi: 300 lt yakıt deposu ve ısıtmalı su ayırıştırıcısı

Man tgs 100x380: Sağlam, güvenilir, çekiş açısından güçlü: Zorlu çekme ve inşaat işlerinde çok yönlü bir araç olarak MAN TGS, ağır yüklerdeki inanılmaz gücü ve üstün ekonomisi ile da ön plana çıkmaktadır. Farklı tahrik formülleri ile 18 ile 44 ton aralığındaki tüm talepleri karşılamaktadır. MAN TGS, tüm tekerleklerden çekişli kamyonların rekabet ortamında örnek kamyon niteliğindedir: İstendiğinde devreye sokulabilen veya sürekli tüm tekerleklerden çekiş sistemi ya da ağırlıktan tasarruf edilmesini sağlayan MAN HydroDrive ile MAN TGS dünya çapında arazi, ağır şantiye ve belediye taşıma araçları kategorilerinin hepsinde en tepede yer almaktadır.

İster asfalt yollarda isterse de yol tutuşun zayıf olduğu bozuk yollarda olsun, en ağır yükler bile MAN TGS tarafından emniyetli bir şekilde ve zamanında hedeflerine ulaştırılmaktadır. Gerekli olan dinamik özellikler, torku güçlü Common Rail motorlar tarafından sağlanmaktadır. Yeni nesil otomatikleştirilmiş MAN TipMatic vites sistemi sürücünün üzerinden yük kaldırmaktadır. Mükemmel lastik, motor ve şanzıman kombinasyonları sayesinde 8x8 tahrikli tüm tekerleklerden çekişli kamyon tipine kadar çok yönlü kullanım imkanı mevcuttur. Man tgs diğer özellikleri ise şöyledir.

Motor tipi: MAN D2676LF53 / Euro6c

Motor hacmi: 12,4 litre

Şanziman: MAN TipMatic 12+2 27 DD

Motor gücü: 460 PS - 1800 dev/dak

Yatık tankı kapasitesi: 60 litre

Azami yük: 18-41 ton

8.4. Kazı Yükleme Araçları Ekskavatörler

Geylan Taş Ocağında kazı ve yükleme aracı olarak iki marka ekskavatör kullanılmakta bunlar Hidromek 3000 ve Hundai 300'dür. Sahada kazı ve yükleme aracı olarak bu iki ekskavatör markası kullanılır (Şekil 8.5).



Şekil 8.5. Geylan taş ocağında bulunan kazı ve yükleme makineleri

Hidromek 300: Hidromek Operatörü" yaratma anlayışıyla oluşturulan seride operatörün ofisinde gibi konforlu ve rahat hissetmesi, makineyi kolaylıkla kullanma düşüncesi amaçlanmış ve buna göre hidromek operatörünün tüm makineyi daha rahat kumanda edebilmesi amacıyla kullanımdaki temel fonksiyonlar olan joystickler, ısıtmalı-havalı

süspansiyonlu koltuk ve kolçakları birbirlerinden bağımsız ayarlanabilir olarak tasarlanmıştır. Isuzu motor ve Kawasaki ana hidrolik pompa, elektronik kontrol ünitesi ile son derece uyumlu çalışır. Bu sayede her türlü saha şartları için farklı çalışma modları ile her depoda daha fazla iş sağlanır, daha fazla kar edilir. Hidromek ekskavatörlerin bomu ve armı ağır saha şartlarında maksimum performans ve uzun ömür kombinasyonu gözetilerek imal edilmiştir. Çeşitli uygulamalar için farklı arm ve kova konfigürasyonları mevcuttur. Ekskavatörün diğer performans özellikleri şunlardır.

Motor modeli: AH-6HK1X

Motor hacmi: 7790 cc

Motor gücü: 216 HP @ 1800 rpm

Hidrolik sistem tipi: Kapalı Merkezli Sistem

Standart Kova Kapasitesi: 1,5 m³

Bom Ölçüsü: 6,28 m

Hyundai 300: Türkiye Ekskavatör ve yükleyici pazarında iyi bir üne sahip olan hyunda Ekskavatör ve Yükleyiciler tüm dünyada tanınan yaygın servis ve yedek parça ağına sahip komponentlerle imal edilmektedir. Cummins, Mitsubishi, Toshiba, Rexroth, ZF, HHI, Nabco gibi dünyaca ünlü ve kaliteli markalar Hyundai İş Makinalarının dizel motor, ana pompa, yürüyüş motoru, valf bloğu ve şanzımanlarında kullanılmaktadır. Seri kule dönüşü ve operasyon hızı, yüksek manevra kabiliyeti, düşük ses, rahat kullanım, orjinal kırıcı hattı, bom güvenli kilitleme valfi, mazot dolum pompası, bilgisayarlı kontrol modülü ve arıza tespit sistemi, performansını artırırken makina sahiplerinin de kalite, sağlamlık, dayanıklılık ve düşük fiyat gereksinimlerine cevap vermektedir. Yeni hyundai yükleyicilerse Cummins Motor, ZF şanzıman, yüksek operasyon hızları ve seri yükleme boşaltma, rahat kullanım, üstün bilgisayarlı kontrol modülü, arıza takip sistemi, acil durum direksiyon pompası, klima ve kalorifer makinanın performansını artırmaktadır. Makinanın diğer performans özellikleri şunlardır.

Çalışma ağırlığı: 30.200 kg

Motor tipi: Cummins QSB6.7 - EU Stage IV / Tier 4 Final

Motor gücü: 180 kW / 242 hp @ 1950 rpm

Kova kapasitesi: 0,52 – 1,85 m³

Kazma gücü: 208,7 kN

8.5. Şaşı ve Geylan Ocaklarında Performans Artırması İle İlgili Maddeler

-Ağır iş makinalarının makinelerinin günlük, haftalık, aylık bakımları zamanında yapılmalı.

-Örnek vermek gerekirse kamyonların hava filtreleri temizlenmeli, yıllık bakımları yapılmalı, ekskavatörler yağlanmalı ve aşınan parçaları düzenli değiştirilmeli ve benzeri uygulamalar.

-Bu makineleri kullanan personelin eğitimli, tecrübeli aynı zamanda bilinçli olması gerekir.

-Uzman olmayan personele çalışıldığında performans düşer.

-Araçların dinlenmeye bırakılması, çalışanların konut ve beslenme olanaklarının sağlanması gerekmektedir eğer bu koşullar yerine getirilmez ise elaman ve iş makinalarında performans düşüklüğü yaşanır.

-Makine ekipmanların, yedek parçalarının çalışılan ocakta bulunması gerekir, herhangi bir arıza durumunda parçanın beklenmesi zaman kaybına neden olur.

-Çalışma şekli maksimum sevide tutulabilir ama aşırı ısınmaya ve yıpranmalara karşı makinalar dinlendirilmelidir.

-Piyasa koşullarından dolayı makineler tek vardiya çalıştırılır.

-Bingöl de iklim koşulları nedeniyle kış aylarında yasal olarak çalışılması yasaktır. Kış aylarında çalışılsa bile ekonomik değildir.



9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez, açık maden ocaklarında teknik ve daimi nezaretçi çalışmalarından sonra elde edilen bilgiler doğrultusunda anlatılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında Açık ocaklarda, gelişen teknoloji ile birlikte makine bağımlılığı, kapalı ocaklara göre daha fazla olduğu görülmüştür. İnsanoğlu, gelişen teknolojiyi hayatın her alanına olduğu gibi ağır işletmelerde de fayda sağladığı gözle görülür bir şekilde görülmektedir. Gelişen teknoloji ağır işletmelerde yükü her geçen gün daha da hafifletmektedir. Örneğin; kol gücüyle belki de aylar sürecektir bir harfiyat dökümünü bir ekskavatör saatler içinde yapabilir. Açık işletme madenciliğinde bu nedenle makinalara bağımlılık zorunlu bir hal almıştır. Bu tezde de makine seçiminde nelere dikkat edilmesi gerektiği, ne gibi faktörler göz önünde bulundurulacağından bahsedilmiştir. Makinelerin performansının değerlendirmesinden, performansının ne kadar önemli olduğundan bahsedilmiştir.

Bingöl ilinde son 15 yılda ne gibi gelişmeler olduğu anlatılmış, artan gelişmişlik ve büyüme ile şehirde yapılan konut sayısı ve hala uygulamada olan kentsel dönüşüm ile inşaat alanında büyümeye paralel olarak artan madencilik sektörü üzerinde durulmuştur. Bingöl ilinde açık ocaklarda kullanılan ağır iş makinelerinin teknik ve performans özelliklerinden bahsedilmiştir. Şehrin rakımı yüksek olduğundan ve akarsular barındırdığından birçok baraj ve hidroelektrik santrali mevcuttur. Bu tezde bu santrallerde kullanılan ağır iş makinelerinden de bahsedilmiş ve bu makinelerin işletme kârına olan katkıları anlatılmıştır.

Ağır işletmelerde kullanılan makineler her geçen gün gelişen teknoloji ile daha fazla performans ile çalışmakta ve aynı zamanda daha az yakıt tüketen makineler üretilmektedir. Bundan dolayı gelişen teknoloji sürekli takip edilmeli eğer üretilen yeni bir makine var ise, bu yeni makinenin maliyeti hesaplandıktan sonra eski çalıştığımız makinadan daha kârlı ise eski makinelerin yerine yeni makine ile çalışılmalıdır. Örneğin; yakın gelecekte hibrit çalışan kamyonlar üretilecektir. Ülkemiz yakıt yönünden zengin bir

ülke olmadığı için bu kamyonların açık ocaklarda kullanılması yakıt kullanımında %20 - %25 kar sağlayacaktır. Belki de geçmişte üretim yapılması kâr açısından uygun olmayan sahalar gelişen teknoloji ile kârlı olacak ve üretim yapılacaktır.

Sonuç olarak bu tezde anlatmak istediğimiz konu gelişen teknoloji ışığında kullanılacak makinelerin ve insan gücünün maksimum şekilde faydalanması gerektiğini, bu bilgiler ışığında iş gücünün nasıl artırılabilirliğini ve maksimum karın nasıl elde edileceğini bulmak ve aktif olan ocakların veya yeni açılacak ocakların hem ülke ekonomisine fayda sağlaması açısından hem de öz kaynaklarımızı daha verimli kullanılması sağlaması açısından böyle bir çalışma gerçekleştirilmiştir.



KAYNAKLAR

Adıgüzel M (2010) DSİ işletmelerinde koruyucu bakım yöntemlerinin (Çukurova bölgesi) değerlendirmesi ve geliştirilmesi için öneriler. Yüksek lisans tezi, Çukurova üniversitesi fen bilimleri enstitüsü, Adana s. 24-29

Akkoyun Ö (2005) Delme-patlatma uygulamalarında verilerin saklanması ve kontrolünde kullanılacak bir bilgisayar yazılımının geliştirilmesi (2005). Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı, s.135-136

Anonim (2011) Bingöl ili madencilik potansiyeli profili, Fırat kalkınma ajansı, s. 20-27

Aşkın Y (1999) GLİ Tunçbilek işletmesinde uygulanan yöntemlerin ekonomik değerlendirmesi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s. 13-14

Atkinson, T (1971) Selection of open-pit excavating and loading equipment, Transactions Institution of Mining and Metallurgy 80: 103-129

Ateş, MG (2011) Dozer. İş makineleri mühendisleri birliği dergisi 32: 33-36

Balkabad MA (2015) Açık ocaklarda kullanılan delik delme makinelerinin performansını etkileyen parametrelerin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Çukurova üniversitesi fen bilimleri enstitüsü Adana, s.1-2

Coşgun M (2007) Kaya delicilerde toz toplayıcı, iş makinaları mühendisleri birliği dergisi, 15: 5-7

Coşgun M (2007) Delici makinalarda (rock drill), iş makinaları mühendisleri birliği dergisi 13: 15-19

Çelik A (2016) Bir kırma taş işletmesinde birim maliyeti etkileyen faaliyetlerin etki derecelerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Selçuk üniversitesi fen bilimleri enstitüsü maden mühendisliği anabilim dalı, Konya, s. 25-28

Dongyug W, Cheng G, Shuangxia P, Minjie Z, Xiao L (2009) Performance analysis of hydraulic excavator powertrain hybridization. Automation in Construction 3: 249-257

Durutürk YS (1994) T.D.Ç.İ. Divriği madenleri müessesesi açık işletmesinde kazılabilirlik tayini ve iş makinalarının performans çalışmaları. Yüksek lisans tezi, Cumhuriyet üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, maden mühendisliği anabilim dalı Sivas.

Demirel, N (2009) Çekme-kepçe performansını etkileyen operasyonel faktörler. Türkiye 2. Maden Makinaları Sempozyumu. Kütahya 267-276

Dişlitaş S, Yanmaz H, Bülbül MA (2011) Arkadan devrilmeli damperli araçların iki eksenli eğim açılarının ölçülerek sürücüyeye kullanım kolaylığının sağlanması. Hitit üniversitesi bilimsel araştırma, proje no. CMY01.10.001, s. 1-2

Erdem B (1994) Örtü kazı ekipmanlarının kazı gücü bazında sınıflandırılması, Hacettepe üniversitesi yerbilimleri uygulama ve araştırma merkezi bülteni

Eskikaya Ş (1986) İş makinelerinin verimlilik analizi. Türkiye madencilik bilim ve Teknolojileri 8. Kongresi İstanbul, 178

Eklind, M (2010) Rock drillability. Atlas Copco, Executive Press, Richardson, Texas.

Felipe O (2014) The Mining Rate in Open Pit Mine Planning, A thesis submitted for the degree of Master of Philosophy at The University of Queensland in 2014 School of Mechanical and Mining Engineering, s. 11-12

MEGEP (2006) Motorlu araçlar teknolojisi paletli yürüyüş sistemi. T.C. Mili Eğitim Bakanlığı

URL-1; [http://www. http://acacia.com.tr/acik-ocak.php](http://www.acacia.com.tr/acik-ocak.php) (erişim tarihi. 4.04.2018)

URL-2;<http://www.haber7.com/guncel/haber/2474427-elon-musk-elektrikli-kamyon-tesla-semi-trucki-tanitti-ozellikleri-fiyati> (erişim tarihi 4.04.2018)

Köse H ve Mallı T (2012) Açık işletme üretim sistemleri. Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Eğitim Semineri İstanbul

Karaman S (2003) Performance analysis of drilling machines using rock modulus ratio. the Journal of The South African Institute of mining and metallurgy 515-516

Küçüköglü M (2002) Açık maden işletmeciliğinde makine uygulamaları, iş makinaları mühendisleri dergisi 4: 5-7

Kun S (2014) Açık işletmelerde yaygın kullanılan ağır iş makinalarının teknik ve performans incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü İzmir.

Yılmaz K (2015) Divriği a kafa demir madeni işletmesinde delme patlatma geometrisi ve sonuçlarının analizi ile iyileştirme imkânlarının araştırılması. yüksek lisans tezi Cumhuriyet üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü Sivas s. 1-2

Koçak Ö (2006) Kazılabilirlik tayini ve örtü-kazı verimlilik değerlendirmesi bir açık işletme örneği. Yüksek lisans tezi, Hacettepe üniversitesi fen bilimleri enstitüsü, maden mühendisliği anabilim dalı, Ankara, s 26-28

Köse H, Şimşir F, Onargan T, Yalçın E, Konak G, Kızıl MS, açık işletme tekniği, D.E.Ü. mühendislik fakültesi yayınları İzmir 2001

Nasuf E ve Kırmalı C (1993) Açık işletmelerde bilgisayar destekli kamyon sevk ve atama sistemleri ve dünyadaki uygulamaları. Madencilik 2: 6-10

Özbay İ (2013) Doğaltaş madenciliğinde kullanılan ağır iş makineleri. Bitirme Projesi, DEÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

Rodion A (2015) Master of science in mining engineering, evaluation of hydraulic excavator and rope shovel major maintenance costs in operation, department of civil and environmental engineering university of Alberta s.11-13

Uz B 1990 Mineraller Kristallografi- mineraloji. İ.T.Ü.Maden Fak. Kurtiş matbaası. P.5

Yıldız R ve KÖSE H, (2003) Açık İşletmelerde Delik Delme Metotları Ve Delici Makineler , Kümes AS, Kütahya

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Bingöl’de doğdu. İlk ve ortaokulu Bingöl’de, liseyi Bingöl Rekabet Kurumu Lisesi’nde tamamladı. 2008 yılında İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği bölümüne başladı ve 2012 yılında mezun oldu. 2013 yılında, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Mekanik anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı.