ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ BAZI AÇIK İŞLETMELERDE TEMEL FAALİYETLERİN İNCELENMESİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAYED ROHULLAH KAMİL

AĞUSTOS 2020

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ BAZI AÇIK İŞLETMELERDE TEMEL FAALİYETLERİN İNCELENMESİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sayed Rohullah KAMİL

DANIŞMAN: Doç. Dr. M. Erdinç BİLİR

ZONGULDAK

Ağustos 2020

KABUL:

Sayed Roullah KAMİL tarafından hazırlanan "Türkiye ve Dünyadaki Bazı Açık işletmelerde Temel Faaliyetlerin İncelenmesi" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle/oyçokluğuyla kabul edilmiştir. 04/08/2020

Danışman: Doç. Dr. M. Erdinç BİLİR .....
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

Üye **:** Prof. Dr. Melih GENİŞ .....
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÖZŞEN .....
Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. ..../..../20....

Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Sayed Rohullah KAMİL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ
BAZI AÇIK İŞLETMELERDE TEMEL FAALİYETLERİN İNCELENMESİ

Sayed Rohullah KAMİL

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. M. Erdinç BİLİR
Ağustos 2020, 133 sayfa

Ülkeler için sürdürülebilir bir kalkınmanın can damarı olan madencilikte, düzenli veya düzensiz bir maden yatağının işletme ve planlaması iki temel seçeneğe göre şekillenir. Bunlar; yerüstü (açık) veya yeraltı (kapalı) işletme yöntemleridir. Her iki yöntemin de birbirine göre üstün ve zayıf yönleri olmakla birlikte maden yatağı veya cevherin bulunduğu derinlik işletme yönteminin seçiminde belirleyici faktördür. Mostra veren veya sığ derinliklerde bulunan tüm işletilebilir cevherlerde açık işletme madenciliği uygulanır. Açık işletme üretimi maliyeti, yeraltı üretim maliyetine eşit oluncaya kadar açık işletme, ondan sonra yeraltı işletmesi uygulanır veya ocak terkedilir.

Üretim yöntemi, şev duraylılığı, delme-patlatma, makine parkı, nakliyat, su atımı (drenaj) gibi konular açık işletme madenciliğinin temel faaliyetlerini oluşturur. Bu tezin amacı, işletme sırasında gerçekleştirilen temel faaliyetler göz önünde bulundurularak açık işletme madenciliğinin genel bir değerlendirmesini yapmaktır. Bu kapsamda, Türkiye ve dünyadaki açık ocaklar işletmeleri dilimli, paralel kademeli ve konik çukur şeklinde sınıflandırılarak ele alınmıştır.

ÖZET (devam ediyor)

Türkiye'de 12 açık ocak işletmesi incelenmiştir. Bunlar; Tunçbilek, Bursa, Yeniköy, Afşin Elbistan ve Yatagan'da bulunan açık ocak linyit işletmeleri; Kırka, Emet, Bigadiç'de bulunan açık ocak bor işletmeleri, Murgul'da bulunan açık ocak bakır işletmesi; Himmetdede, Kışladağ ve Kaymaz'da bulunan açık ocak altın işletmesidir. Dünyada ise ABD, Avusturalya, Almanya Kanada ve Peru'daki açık ocak işletmeleri değerlendirilmiştir.

Dünya açık ocak madenciliğinde döner kepçeli ekskavatör ve dragline gibi yüksek kapasiteli ana iş makineleri kullanılmaktadır. Bunlar, 1970'li yıllardan beri Türkiye'de kullanılmakla birlikte kullanım ömürlerinin sonuna gelinmiştir. Dolayısıyla, yakın gelecekte açık işletme madenciliği açısından bir ilerlemeden çok gerileme olacağı beklenmektedir. Orta ve düşük kapasiteli hidrolik ekskavatör ve kamyonlardan oluşan makine parkına sahip yüklenici firmaların madencilik sektörüne hakim olacağı görüşü kuvvetlenmektedir.

2013-2017 yılları arasındaki mineral üretim miktarları ve Türkiye'nin dünyadaki yeri, açık işletme madenciliğindeki gerilemeyi destekler niteliktedir. 2017 yılında Türkiye'nin toplam mineral hammadde üretimi 126 milyon ton iken, Çin'in toplam mineral hammadde üretimi 4,2 milyar ton'dur. Türkiye, 2017 yılında Çin'in toplam mineral hammadde üretiminin 3.1'ini gerçekleştirebilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Açık işletme, üretim yöntemi, şev stabilitesi, makine parkı, jeoloji

Bilim Kodu: 607.01.03

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF BASIC ACTIVITIES ON SOME OPEN PIT MINES IN TURKEY AND THE WORLD

Sayed Rohullah KAMİL

Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mining Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. M. Erdinç BİLİR
August 2020, 133 pages

In mining, which is the lifeblood of sustainable development for countries, operation and planning of a regular or irregular mineral deposit is shaped according to two basic options. These are surface mining and underground mining. Although both methods have superior and weak points relative to each other, the depth of the ore deposit or ore is the determining factor in the selection of the operating method. Open pit mining is applied to all operable ores at the outcrop or shallow depths. Open pit mining is applied until the open pit mining cost is equal to underground production cost, then the underground pit is applied or the quarry is abandoned.

Topics such as production method, slope stability, drilling-blasting, machine park, haulage, water discharge (drainage) are the main activities of open pit mining. The purpose of this thesis is to make a general assessment of open pit mining, taking into account the main activities carried out during the operation. In this scope, surface mines in Turkey and the world, clasified as strip mining, terrace mining and open pit mining, are discussed.

ABSTRACT (continued)

Twelve surface mines in Turkey were examined. These are surface lignite mines located in Tunçbilek, Bursa, Yeniköy, Afşin Elbistan and Yatagan, surface boron mines in Kırka, Emet, Bigadiç, surface copper mine in Murgul, and surface gold mines located in Himmetdede, Kışladağ and Kaymaz. In the world, surface mines in the USA, Australia, Germany, Canada and Peru were evaluated.

High capacity main construction machines such as rotary bucket excavators and draglines are used in the open pit mining world. They have reached the end of their useful life, despite the use since the 1970's in Turkey. Therefore, it is expected that there will be a decline in the near future rather than an advance in terms of open pit mining. The view that contractors with machine park consisting of medium and low capacity hydraulic excavators and trucks will dominate the mining sector is strengthening.

Mineral production quantities of 2017 to 2013 and Turkey's place in the world is supported by the decline in open-pit mining. The total production of mineral raw materials Turkey and China in 2017, 126 million tons and 4.2 billion tons respectively. Turkey was able to make China's 3.1 of the total production of mineral raw materials in 2017.

Keywords: Open pit mine, production method, slope stability, machine park, geology

Science Code: 607.01.03

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezimin oluşumunda ve bu tez aşaması da dahil hayatımın tüm evrelerinde her zaman maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her türlü imkanlarını sağlayan Tez Danışmanım Doç. Dr. M. Erdinç BİLİR'e, kıymetli jüri hocalarım Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Melih GENİŞ'e ve Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÖZŞEN'e içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa
KABUL ... ii
ÖZET ... iii
ABSTRACT ... v
TEŞEKKÜR ... vii
İÇİNDEKİLER ... ix
ŞEKİLLER DİZİNİ ... xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ ... xvii
KISALTMALAR DİZİNİ ... xix

BÖLÜM 1 GİRİŞ ... 1

BÖLÜM 2 TÜRKİYE'DE AÇIK İŞLETME MADENCİLİĞİ ... 7

2.1 DİLİMLİ İŞLETME YÖNTEMİ ... 7
2.2 PARALEL KADEMELİ İŞLETME YÖNTEMİ ... 11

2.2.1 Tunçbilek Açık Ocak İşletmesi ... 12

2.2.1.1 Üretim Yöntemi ... 13
2.2.1.2 Jeoloji ... 16
2.2.1.3 Makine Parkı ... 18
2.2.1.4 Şev Stabilitesi ... 18
2.2.1.5 Drenaj ... 20

2.2.2 Bursa Linyit İşletmesi ... 21

2.2.2.1 Üretim Yöntemi ... 23
2.2.2.2 Jeoloji ... 23
2.2.2.3 Makine Parkı ... 25
2.2.2.4 Şev Stabilitesi ... 25
2.2.2.5 Drenaj ... 26

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

2.2.3 Yeniköy Linyit İşletmesi.....27

2.2.3.1 Üretim Yöntemi.....28
2.2.3.2 Jeolojisi.....30
2.2.3.3 Makine Parkı.....31
2.2.3.4 Şev Stabilitesi.....32
2.2.3.5 Drenaj.....33

2.2.4 Eti Maden Kırka Bor İşletmesi.....33

2.2.4.1 Üretim Yöntemi.....34
2.2.4.2 Jeolojisi.....38
2.2.4.3 Makine Parkı.....41
2.2.4.4 Şev Stabilitesi.....41
2.2.4.5 Drenaj.....42

2.2.5 Eti Maden Emet Bor İşletmesi.....43

2.2.5.1 Üretim Yöntemi.....44
2.2.5.2 Jeolojisi.....47
2.2.5.3 Makine Parkı.....48
2.2.5.4 Şev Stabilitesi.....48
2.2.5.5 Drenaj.....49

2.2.6 Eti Maden Bigadiç Bor İşletmesi.....50

2.2.6.1 Üretim Yöntemi.....51
2.2.6.2 Jeolojisi.....53
2.1.6.3 Makine Parkı.....55
2.2.6.4 Drenaj.....56

2.2.7 Eti Bakır Murgul İşletmesi.....56

2.2.7.1 Üretim Yöntemi.....58
2.2.7.2 Jeolojisi.....60
2.2.7.3 Makine Parkı.....61
2.2.7.4 Şev Stabilitesi.....62
2.2.7.5 Drenaj.....62

2.2.8 Afşin Elbistan Linyit İşletmesi.....62

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

2.2.8.1 Üretim Yöntemi 63
2.2.8.2 Jeolojisi 65
2.2.8.3 Makine Parkı 66
2.2.8.4 Şev Stabilitesi 67
2.2.8.5 Drenaj 68

2.2.9 Yatağan Linyit İşletmesi 69

2.2.9.1 Üretim Yöntemi 69
2.2.9.2 Jeolojisi 70
2.2.9.3 Makine Parkı 72
2.2.9.4 Şev Stabilitesi 72
2.2.9.5 Drenaj 72

2.3 KONİK ÇUKUR ŞEKLİNDEKİ İŞLETME YÖNTEMİ 73

2.3.1 Himmetdede Altın Madeni 74

2.3.1.1 Üretim Yöntemi 75
2.3.1.2 Jeolojisi 75
2.3.1.3 Makine Parkı 76
2.3.1.4 Şev Stabilitesi 77
2.3.1.5 Drenaj 77

2.3.2 Tüprag Kışladağ Altın Madeni 77

2.3.2.1 Üretim Yöntemi 78
2.3.2.2 Jeolojisi 81
2.3.2.3 Makine Parkı 82
2.3.2.4 Şev Stabilitesi 82
2.3.2.5 Drenaj 83

2.3.3 Kaymaz Altın Madeni 83

2.3.3.1 Üretim Yöntemi 84
2.3.3.2 Jeolojisi 85
2.3.3.3 Makine Parkı 86
2.3.3.4 Şev Stabilitesi 87
2.3.3.5 Drenaj 87

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

BÖLÜM 3 DÜNYADAKİ AÇIK İŞLETMELER 89

3.1 ALMANYA 89

3.1.1 Jeoloji 93
3.1.2 Makine Parkı 93

3.2 AVUSTURALYA 94
3.3 CHUQUİCAMATA (ŞİLİ) 97
3.4 DİAVİK MADENİ (KANADA) 99
3.4 AFGANİSTAN 100

BÖLÜM 4 TEMEL FAALİYETLERİN İRDELENMESİ VE DÜNYA MADENCİLİĞİNDE TÜRKİYE'NİN YERİ 105

4.1 TEMEL FAALİYETLERİN İRDELENMESİ 105

4.1.1 Üretim Yöntemi ve Makine Parkı 105
4.1.2 Jeoloji 107
4.1.3 Şev Stabilitesi 107
4.1.4 Drenaj 108
4.1.5 İşletme Faaliyetlerine Toplu Bakış 110

4.2 DÜNYA VE TÜRKİYE MİNERAL ÜRETİMİ 110

BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER 123

KAYNAKLAR 125
BİBLİYOGRAFYA 131
ÖZGEÇMİŞ 133

ŞEKİLLER DİZİNİ

No Sayfa

Şekil 1.1 Bingham Canyon açık işletmesi 2
Şekil 1.2 Çan ve Ege Linyit İşletmeleri genel görünüm....3
Şekil 1.3 Afşin Elbistan Linyitleri Kışlaköy sektörü 4
Şekil 1.4 Uşak ilindeki Kışladağ altın madeni....5
Şekil 2.1 Dilimli işletme yöntemi 7
Şekil 2.2 Dilimli işletme yönteminin uygulandığı panolar....8
Şekil 2.3 Dilimli işletme yönteminin değişik uygulama şekli 9
Şekil 2.4 Paralel kademeli işletme yöntemi....11
Şekil 2.5 GLİ Tunçbilek Linyit İşletmesi genel görünüm....12
Şekil 2.6 GLİ Tunçbilek Linyit İşletmesi imtiyaz sahası 13
Şekil 2.7 15 ve 25 m'lik deliklerde patlayıcının delik içindeki dağılımı 14
Şekil 2.8 Uzatılmış basamak yöntemi 15
Şekil 2.9 Tunçbilek bölgesi a) stratigrafik litolojisi b) kömür stampı....17
Şekil 2.10 Beke Panoları güneyinde dragline faaliyetleri 18
Şekil 2.11 Tunçbilek İşletmesinde basamak boyutları....20
Şekil 2.12 Ocaktaki suyun toplandığı drenaj gölü ve tulumba 21
Şekil 2.13 Bursa Linyitleri İşletmesi uydu görüntüsü....22
Şekil 2.14 Orhaneli kömür havzasının genelleştirilmiş stratigrafisi 24
Şekil 2.15 Orhaneli kömür havzası basitleştirilmiş jeolojik haritası....24
Şekil 2.16 Orhaneli kömür havzası şev kaymaları....26
Şekil 2.17 Yeniköy Linyit İşletmesi....27
Şekil 2.18 Yeniköy Linyitleri İşletmesi faaliyetleri....29
Şekil 2.19 Çalışma alanı civarının ölçeksiz stratigrafik dikme kolon kesiti....30
Şekil 2.20 Eti Maden Kırka Bor İşletmesi uydu görüntüsü....33
Şekil 2.21 Sarıkaya Açık Ocak işletmesi genel görünümü....35
Şekil 2.22 İşletmede kullanılan şeş-beş delik düzeni parametreleri....37
Şekil 2.23 Tek sıra delik düzeni....37
Şekil 2.24 Deliklerin doldurulması 38
Şekil 2.25 Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti 39
Şekil 2.26 Batı Anadolu Neojen havzalarında bor yataklarının dağılımı ve havzalara ait genelleştirilmiş stratigrafik kesitler....40
Şekil 2.27 Emet Bor İşletmeleri uydu görüntüsü....43
Şekil 2.28 İşletme sahasının stratigrafik kesiti....47
Şekil 2.29 Hisarcık Açık İşletmesi genel görünümü....49
Şekil 2.30 Bigadiç Bor İşletmesi uydu görüntüsü....50

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No Sayfa

Şekil 2.31 Simav Açık Ocağı genel görüntüsü 51
Şekil 2.32 Tülü Açık Ocağı genel görüntüsü 52
Şekil 2.33 Bigadiç bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti 54
Şekil 2.34 Simav Açık Ocağında sal sistemi 56
Şekil 2.35 Eti Bakır Murgul İşletmesi 57
Şekil 2.36 Afşin Elbistan İşletmesi uydu görüntüsü 63
Şekil 2.37 Döküm sahası ve dökücülerin görünümü. 65
Şekil 2.38 AEL'nin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti. 66
Şekil 2.39 Çöllolar sahası aktif–pasif kama türü kayma modeli 68
Şekil 2.40 Yatağan Linyit İşletmesinin uydu görüntüsü 70
Şekil 2.41 Muğla-Yatağan stratigrafik kesiti 71
Şekil 2.42 Yatağan-Bağkaya civarı jeoloji haritası 71
Şekil 2.43 Himmetdede altın madeni uydu görüntüsü 74
Şekil 2.44 Kışladağ altın madeni uydu görüntüsü 78
Şekil 2.45 Mevcut üretim patlatmalarında şeşbeş delik düzeni 79
Şekil 2.46 Mevcut üretim patlatmalarında şeşbeş düzen 79
Şekil 2.47 Ön kesme ve üretim patlatma deliklerinin izometrik görünümü 81
Şekil 2.48 Kaymaz altın madeni işletmesi uydu görüntüsü 84
Şekil 2.49 Sivrihisar ve çevresinin jeoloji haritası ve kesiti 86
Şekil 3.1 Garzweiler Açık Ocak Kömür Madeni konumu 89
Şekil 3.2 Döner kepçeli ekskavatör 90
Şekil 3.3 Çelik kortlu bant ve konveyör 91
Şekil 3.4 Bant hattı. 91
Şekil 3.5 Batı Avustralya'daki Kalgoorlie altın madeni 95
Şekil 3.6 Jelinbah Mine Sektörlerinin uydu görüntüsü 96
Şekil 3.7 Jelinbah açık ocak madeninden bir görünüm 97
Şekil 3.8 Chuquicamata, Şili'de açık bakır madeni 98
Şekil 3.9 Chuquicamata (Şili) uydu görüntüsü 99
Şekil 3.10 Kanada Diavik İşletmesi 100
Şekil 3.11 Afganistanın tektonik yapısı, ana bloklar ve faylar 101
Şekil 3.12 Afganistan'ın maden varlığı 102
Şekil 4.1 Şev yenilmesi örnekleri 109
Şekil 4.2 Türkiye'deki paralel kademeli ve konik çukur şeklindeki açık ocak işletmeleri 114
Şekil 4.3 2017 yılı toplam mineral üretiminde Dünyadaki ilk 20 ülke 116
Şekil 4.4 2013-2017 yıllları arasında Türkiye'nin toplam mineral üretimleri 117
Şekil 4.5 2013-2017 yıllları arasında Çin'in toplam mineral üretimleri 118
Şekil 4.6 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında krom üretimi 118
Şekil 4.7 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında bor üretimi 119
Şekil 4.8 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında diyatomit üretimi 119
Şekil 4.9 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında feldispat üretimi 120

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No Sayfa

Şekil 4.10 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında manyezit üretimi 120
Şekil 4.11 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında perlit üretimi 121
Şekil 4.12 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında linyit üretimi 121

ÇİZELGELER DİZİNİ

No Sayfa

Çizelge 2.1 Tunçbilek Linyit İşletmesi makine parkı 19
Çizelge 2.2 Bursa Linyit İşletmesi makine parkı 25
Çizelge 2.3 Yeniköy Linyit İşletmesi makine parkı. 32
Çizelge 2.4 Çok basamaklı şev düzenlemeleri ile ilgili olarak kullanılan değişkenler ve güvenlik katsayısı değerleri 32
Çizelge 2.5 Makine parkı 48
Çizelge 2.6 Simav Açık Ocağında damarlar 51
Çizelge 2.7 Tülü Açık Ocağında damarlar 53
Çizelge 2.8 Simav, Tülü, Acep Açık Ocaklarının makine parkları 55
Çizelge 2.9 Çakmakkaya ve Damar Ocaklarının makine parkları 61
Çizelge 2.10 AEL'nin makine parkı 67
Çizelge 2.11 Yeniköy Linyit İşletmesi makine parkı 72
Çizelge 2.12 Himmetdede Açık İşletmesinin makine parkı 76
Çizelge 2.13 Kışladağ Açık İşletmesinin makine parkı 82
Çizelge 3.1 Afganistan'da madenlerin bulunduğu şehirler 103
Çizelge 4.1 İşletmelerin temel faaliyetleri. 111
Çizelge 4.2 2017 yılı toplam mineral üretiminde Türkiye'nin dünyadaki yeri (ton) 115
Çizelge 4.3 2013 - 2017 yılları arasında Türkiye'nin mineral üretimi 117

KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

AEL : Afşin Elbistan Linyitleri

BLİ : Bursa Linyitleri İşletme Müdürlüğü

TEAŞ : Türkiye Elektrik Anonim Şirketi

TKİ : Türkiye Kömür İşletmeleri

BÖLÜM 1

GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca uygarlıkları şekillendiren temel sektörlerden biri olan madencilik, ekonominin diğer sektörlerine göre yüksek ilk yatırım maliyetleri nedeniyle çok daha yüksek bir risk faktörü taşır. Riski azaltmanın en temel yolu maden işletme ve planlama aşamasının bilimsel ve arazi verilerine dayanan gerçekçi tasarımına bağlıdır.

Düzenli (tabakalı, damar, mercek) veya düzensiz (saçınım, yığın) bir maden yatağının işletme ve planlaması iki temel seçeneğe göre şekillenir. Bunlar; yerüstü (açık) veya yeraltı (kapalı) işletme yöntemleridir. Heriki yöntemin de birbirine göre üstün ve zayıf yönleri olmakla birlikte maden yatağı veya cevherin bulunduğu derinlik işletme yönteminin seçiminde belirleyici faktördür.

Mostra veren veya sığ derinliklerde bulunan tüm işletilebilir cevherlerde ekonomik bir örtü kazı oranı sağlandığından açık işletme madenciliği uygulanır. Dragline, döner kepçeli ekskavatör (BWE), halatlı kollu veya hidrolik ekskavatör, delici, skreyper, riper buldozer, bant konveyör ve ağır kamyon gibi iş makinaları ile; emniyetli bir çalışma ortamı sağlamak için örtü tabakası ve cevherde paralel kademeler veya konik olarak oluşturulmuş basamaklarda; gevşetme (delme patlatma veya riperleme), kazı, yükleme işlemlerinin yapıldığı, cevheri alınan kısma direkt iç dökümün yapıldığı veya nakliye yolları vasıtasıyla örtü kazının taşınarak dış dökümün yapıldığı işletme faaliyetleri açık işletme yöntemi olarak tanımlanır.

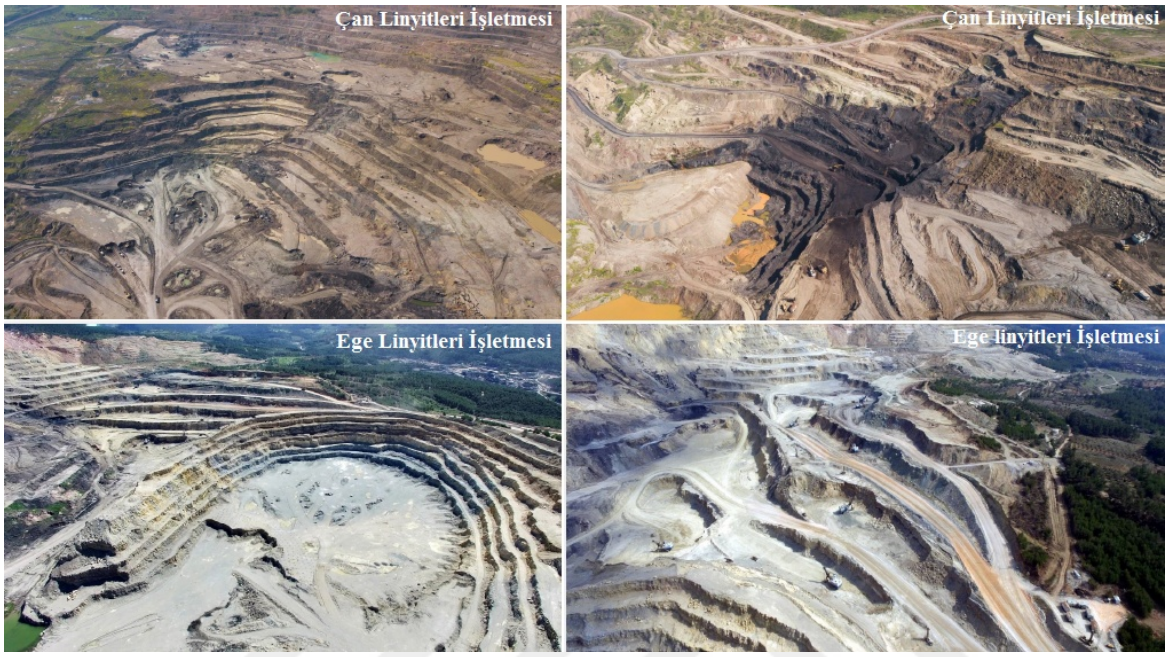
Mekanizasyondaki gelişmeler ve artan enerji ve hammadde ihtiyacı açık işletme derinliklerini arttırmıştır. 100 yılı aşkın bir süredir madencilik faaliyetlerini sürdüren ve bakır, altın, gümüş ve molibden üreten Bingham Canyon Açık İşletmesi (USA) 1,2 km derinliğe ulaşmıştır (Şekil 1.1). Şili'deki Chuquicamata Bakır İşletmesi'nin derinliği 850 m'yi aşmıştır. Yine, Şili'de bulunan Escondida Bakır İşletmesi 645 m derinliğinde, 3.9 km uzunluğunda ve 2.7 km genişliğidir. Konik çukur şeklindeki bu işletmeler günümüzde en derin üç işletmedir.



Şekil 1.1 Bingham Canyon açık işletmesi (URL-1).

Ülke kömür madenciliğinde yarım asrı aşkın bir süredir öncü bir kurulış olan Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) 2001 yılında Alpagut Dodurga Linyitleri İşletmesi (Dorduga – Çorum), Doğu Linyitleri İşletmesi (Aşkale -Erzurum), Oltu Linyitleri İşletmesi (Oltu – Erzurum), Güneydoğu Anadolu Asfaltit ve Linyitleri İşletmesi (Cizre – Şırnak), Çan Linyitleri İşletmesi (Çan – Çanakkale), Trakya Linyitleri İşletmesi (Saray – Tekirdağ), Keles Linyitleri İşletmesi (Keles – Bursa), Bursa Linyitleri İşletmesi (Orhaneli – Bursa), Ilgın Linyitleri İşletmesi (Ilgın – Konya), Seyitömer Linyitleri İşletmesi (Seyitömer – Kütahya), Garp Linyitleri İşletmesi (Tavşanlı – Kütahya), Ege Linyitleri İşletmesi (Soma – Manisa), Göynük Linyitleri İşletmesi (Göynük – Bolu), Güney Ege Linyitleri İşletmesi, (Yatağan – Muğla), Yeniköy Linyitleri İşletmesi, (Milas – Muğla) olmak üzere 16 işletmede yeraltı ve yersütü üretim faaliyetlerini gerçekleştirmiştir (TKİ 2001). 2017 yıl sonu itibarıyla bu işletmelerden üçü (Garp Linyitleri İşletmesi, Ege Linyitleri İşletmesi, Çan Linyitleri İşletmesi) kurum bünyesinde faaliyetine devam ederken (Şekil 1.2), bu işletmelerin dışındaki bazı işletmeler ile ilave olan işletmeler kontrol müdürlükleri haline gelmiştir (TKİ 2017). Bunlar; Silopi Kontrol Müdürlüğü (Silopi – Şırnak), Dodurga Kontrol Müdürlüğü, Keles Kontrol Müdürlüğü, Göynük Kontrol Müdürlüğü, Ilgın Kontrol Müdürlüğü, Saray Kontrol Müdürlüğü (Saray – Tekirdağ), Alpu Kontrol Müdürlüğü (Yenimahalle – Ankara) olmak üzere 7 adettir. Kontrol Müdürlükleri, rödovans karşılığı özel sektöre işlettirilen sahalardaki çalışmaları denetlemektedir. 2008 yılında 46 milyon ton tüvenan kömür üretiminin %82,4'ü açık işletme yöntemi ile elde edilirken, 2017 yılında 20,9 milyon ton tüvenan kömür

üretiminin %37,3'ü açık işletmelerden elde edilmiştir (TKİ 2017). Açık ocaklardaki üretim düşüşünün nedeni, işletme derinliğinin artması ve bazı işletmelerin özel sektöre devredilmesidir.

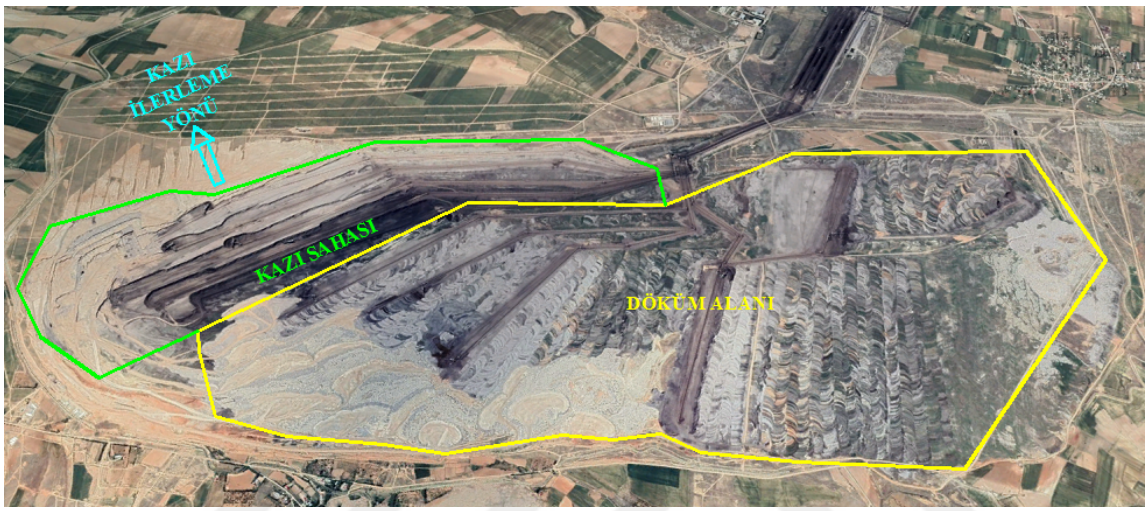


Şekil 1.2 Çan ve Ege Linyit İşletmeleri genel görünüm (TKİ 2017).

1980 – 1990 yılları arasında kepçe kapasiteleri 15 – 55 m^3 arasında değişen 9 adet dragline TKİ'ye bağlı açık işletmelerde kullanılarak yüksek üretim miktarlarına ulaşılması sağlanmıştır. Draglineların yanında halatlı kollu (elektrikli) ve hidrolik ekskavatörler, eklemli kollu yükleyiciler, ağır kamyonlar, deliciler, sondaj makinaları, buldozer, greyder, yol silindiri ve diğer yardımcı iş makinaların bulunması makina parklarını zenginleştirmiştir.

Afşin–Elbistan Havzası, düşük kalori değerine (1070 kcal/kg) rağmen Türkiye ekonomisi için katma değer oluşturan en büyük linyit yataklarına sahiptir (Şekil 1.3). 120 km^2'lik bir alanda üçü büyük olmak üzere 6 sektör bulunmaktadır (Yayla 2005). Kışlaköy (A), Çölollar (B) ve Afsin (C) üç ana sektör iken, diğerleri Kuşkayası (D), Elbistan (E ve F) sektörleridir. 580 milyon ton rezerve sahip olan Kışlaköy sektöründe işletme derinliginin kuzeyde daha düşük olması nedeniyle ilk kazı çalışmalarına Kışlaköy sektöründe başlanılmıştır. Ortalama linyit kalınlığı 40 m olmakla birlikte kalınlığın 80 m'ye ulaştığı kısımlar da bulunmaktadır. Döner kepçeli ekskavatör + band konveyör uygulamasının Türkiye'de tek olduğu işletmede,

kapasitesi 60.000 m^3/gün olan 6 döner kepçeli ekskavatör ile örtü tabakası ve kömür kazısı yapılarak, uzunluğu 45 km, genişliği 1800 mm ve hareket hızı 5,2 m/sn olan band konveyörlerle döküm sahasına nakledilmektedir. Döküm sahasında ise kapasitesi 5600 m^3/saat olan 5 dökücü bulunmaktadır. Afşin–Elbistan A ve B Termik Santrallerinin her ikisininde kurulu gücü 4x340 MW olup, 18,6 milyon ton/yıl santral için ve 1,4 milyon ton/yıl civar illerin yakıt ihtiyacı için toplam linyit üretimi 20 milyon ton/yıl olmaktadır.



Şekil 1.3 Afşin Elbistan Linyitleri Kışlaköy sektörü (URL-2).

Uşak ilinde bulunan ve 2006 yılı itibariyle işletilmeye başlanmış Kışladağ Altın Madeni'nde, delme ve patlatmanın yükleme ve taşıma yöntemleri ile birlikte kullanıldığı konvansiyonel açık işletme yöntemi uygulanmaktadır (Şekil 1.4). 10 m yükseklikteki basamaklarda delme ve patlatma gevşetme işlemi yapılmaktadır. Patlatma sonrası yükleyiciler ile kamyonlara yüklenen cevher ana kırıcıya taşınmaktadır. Ekonomik değeri olmayan kaya ise, yine aynı yöntem ile pasa sahasına taşınmaktadır Toplam cevherin yapılan son rezerv geliştirme çalışmaları ışığında yaklaşık 535,4 milyon ton, yıllık ortalama üretimin yaklaşık olarak 35 milyon ton, yıllık ortalama altın üretiminin ise 13 ton olması beklenmektedir. Cevherin ortalama tenörü altın (Au) için ortalama 0,66 gr/ton olarak; gümüş (Ag) için ise 1.5 gr/ton olarak belirlenmiştir (URL-3).

Üretim yöntemi, şev duraylılığı, delme-patlatma, makine parkı, nakliyat, su atımı (drenaj) gibi konular açık işletme madenciliğinin temel faaliyetlerini oluşturur. Bu tezin amacı, işletme sırasında gerçekleştirilen temel faaliyetler göz önünde bulundurularak açık işletme

madenciliğinin genel bir değerlendirmesini yapmak ve maden mühendisleri, öğrencileri ve araştırmacılarının Türkiye'deki açık işletme madenciliği konusunda yaralanabileceği bir oluşturmaktır. Bu kapsamda, Türkiye ve dünyadaki açık ocak işletmeleri dilimli, paralel kademeli ve konik çukur şeklinde sınıflandırılarak ele alınmıştır.



Şekil 1.4 Uşak ilindeki Kışladağ altın madeni (URL-3).

İkinci bölümde, Türkiye'deki 12 açık ocak işletmesi incelenmiştir. Bunlar; Tunçbilek, Bursa, Yeniköy, Afşin Elbistan ve Yatagan'da bulunan açık ocak linyit işletmeleri; Kırka, Emet, Bigadiç'de bulunan açık ocak bor işletmeleri, Murgul'da bulunan açık ocak bakır işletmesi; Himmetdede, Kışladağ ve Kaymaz'da bulunan açık ocak altın işletmesidir. Üçüncü bölümde; ABD, Avusturalya, Almanya Kanada ve Peru'daki açık ocak işletmeler değerlendirilmiştir. Dördüncü Türkiye'nin dünya madenciliğindeki yeri ortaya konulmuş, son bölümde ise Türkiye'deki açık işletme madenciliğinin durumu ile ilgili ulaşılan sonuçlar verilmiştir.

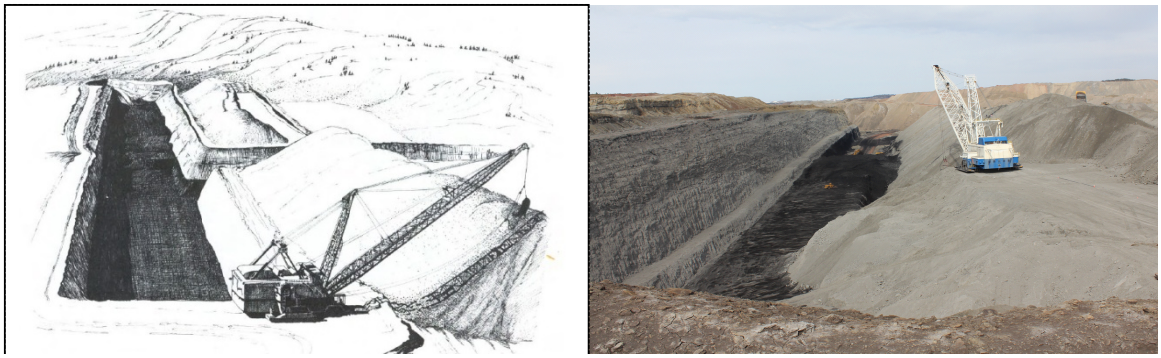
Türkiye'deki açık maden işletmeleri incelenirken, çoğunlukla tek bir kaynaktan tüm faaliyetler ile ilgili bilgilere ulaşılabilmiştir. Dünyadaki açık maden işletmeleri incelenirken, tek bir kaynaktan bir ya da iki faaliyete ilişkin bilgiler elde edilebilmiştir. İşletme ile ilgili bilgilerin toplanmasında, Google Earth, tez, makale, bildiri, rapor, staj defteri, bitirme ödevi ve diğer internet kaynaklarından yararlanılmıştır.

BÖLÜM 2

TÜRKİYE'DE AÇIK İŞLETME MADENCİLİĞİ

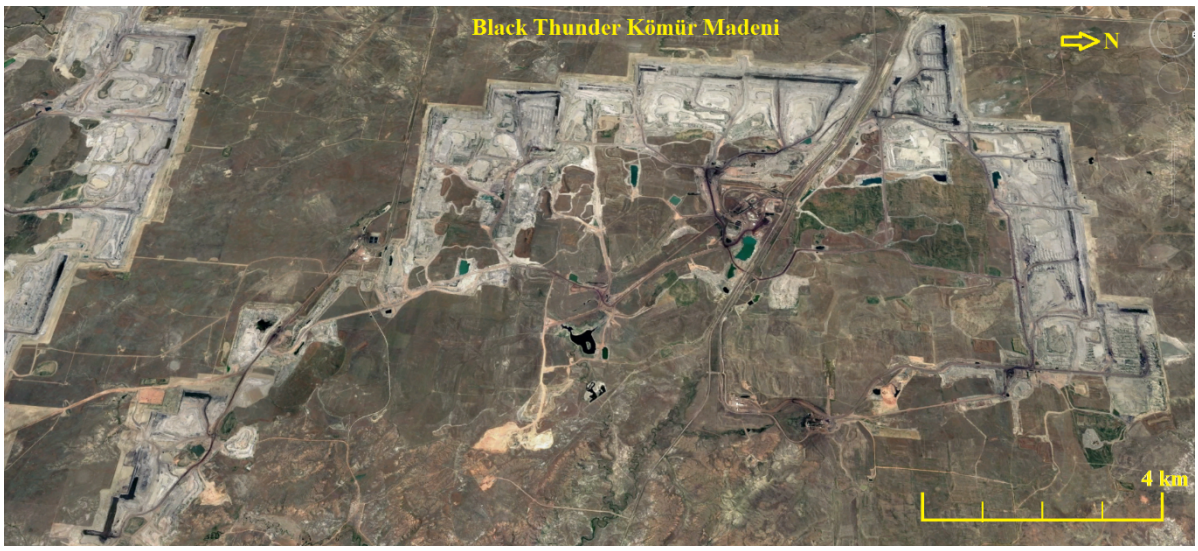
2.1 DİLİMLİ İŞLETME YÖNTEMİ

Açık işletme madenciliğinde dilimli işletme yöntemi, yüzey topoğrafyası ve maden yatağının nispeten yatay ve yüzeyden derinliği fazla olmayan koşullarda ve bir seri dilimlerle kazı yapılmasına uygun geniş bir alan olması durumunda ideal olarak uygulanan bir yöntemdir (Şekil 2.1). Nispeten ince örtü tabakası (maksimum 50 m aksi takdirde örtükazı oranı ve maliyetlerinde artış), düzenli ve sabit yüzey topoğrafyası ve kömür damarları (kömür damarı üzerindeki değişimin yataydan 20°'den fazla olmadığı – topoğrafya daha fazla değişebilir çünkü inceltme kazısı düzeltme için kullanılabilir – fakat uygulaması maliyetlidir), geniş rezerv alanları (yeterli maden ömrünün sağlanması ve tüm kredili sermaye geri ödemesinin karşılanması – tipik olarak 20 yıldan fazla maden ömrü için yıllık 4 - 14 milyon ton üretim) yöntem için elverişli koşullardır (Bullivant 1987). Dilimli işletme yönteminin yaygın olarak kullanıldığı ABD ve Avusturalya daki panoların uydu görüntüsü Şekil 2.2'de verilmektedir.

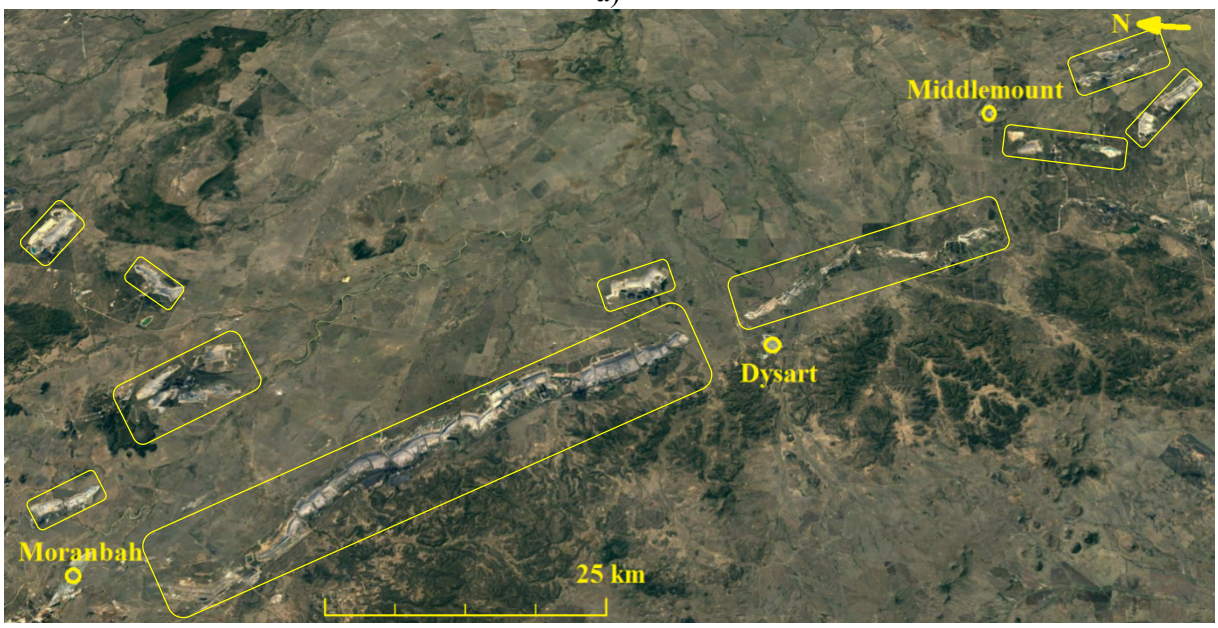


Şekil 2.1 Dilimli işletme yöntemi (Sopmpco 2007).

Esneklik, fayda ve kullanılabilirlikleri ve daha da önemlisi pasanın taşınmasındaki düşük işletme maliyetleri nedeniyle bu tür madencilik için yıllardır en iyi popüler makine yüyüyen draglinelardır. Draglinelar süreksiz kazı yapan ekskavatörler ile malzeme taşıyan araçların tipik



a)



b)

Şekil 2.2 Dilimli işletme yönteminin uygulandığı panolar (URL-4) a) ABD Wyoming eyaletindeki Powder River Havzası'nda bulunan ve dünyanın en büyük kömür yataklarından birini içeren Black Thunder Kömür Madeni, b) Avusturalya'da Moronbah, Dysart ve Middlemount yerleşim yerleri civarındaki.

bir birleşimidir. Çünkü, örtü tabakasını hem kazar hem de kamyon veya bant konveyör kullanmadan kazdığı örtü tabakasını boşaltır. Dragline 50 m veya daha geniş örtü tabakası veya döküm yığını basamağı üzerinde oturur ve örtü tabakası altındaki kömürü ortaya çıkarmak için yeni üretim şevi tarafında ve kendi önünde olan dilimi kazar ve eski üretim şevi tarafına veya döküm tarafındaki kömürü alınmış dilime boşaltır. Maksimum üretim verimi için 2 km üzerinde uzun bir dilim gereklidir. Böylece dragline boşta yürüme süresi azalır.

Dilimli işletme yöntemi damar eğimi ve doğrultusuna bağlı olarak 4 değişik şekilde uygulanır. Bunlar Şekil 2.3'de verilmektedir.



Şekil 2.3 Dilimli işletme yönteminin değişik uygulama şekli (Bullivant 1987).

Dragline'lar, kullanıldıkları ocaktaki birincil kazı aracı olduklarından diğer operasyonların hızı bu makinalara bağlıdır. Makine performansını şu faktörler etkileyebilmektedir; başlangıç çukuru kazısı, çok damarlı jeolojik yapı, ikincil dragline kullanımı, yatımlı damarlar ve çok derin kazı bunlar arasında sayılabilir. Temel dragline çalışma tekniği 45°-120° arasında dönüş açısı içeren yana döküm yöntemidir. Kazı, yataydan 30° - 60° arasında eğimli bir aynadan yapılmaktadır. Yeni şevin oluşturulması, kılavuz dilimin açılması ile gerçekleştirilmekte ve malzeme, kömürü alınmış bölüme ve dragline basamak şevine tırmanmayacak biçimde döküm gerçekleştirilir. Klavuz dilim açıldıktan sonra dragline basamak şevine olabildiğince yakın bir pozisyona alınır ve dilim kazısına başlamaktadır. Ancak kepçeyi, en yüksek dolma faktörünü elde edecek şekilde kontrol edebilmek, kazı aynasını biçimlendirmek ve boşaltma için en büyük uzanıma erişmek amacıyla sıklıkla pozisyon değiştirilmektedir. Kepçeyi doldurmak için uzun süre çalışma üretim oranını düşürmekte ve dolayısıyla enerji tüketimini arttırmaktadır. Kaldırma mesafesi ve dönüş açısı kısaltıldığında döngü süresi de kısalmaktadır. Dragline bulunduğu basamağın üzerindeki tabakalarda üstkazı yaptığında verim düşmekte ve makine yıpranmaktadır. Bu sebepten dolayı, dragline ile üst kazı tercih edilmemektedir (Erdem ve Duran 2017).

Dragline çalışmasında, tüm dilimde kazı öncesinde delme-patlatma yapmak istenmeyen bir durumdur. Kepçe kütlesi ve tasarımı ile çekme halatlarının açısal konumu, kepçenin kazı aynasına batma yeteneğini belirlemektedir. Kepçeye takılan dişler de dolma verimini artıracak biçimde batma kuvvetlerini yoğunlaştırmaktadır. Çekme halatları, hizmet ömrünü uzatmak amacıyla mümkün olduğunca kazı yüzeyine sürtünmemeli ve bükülmelerini önlemek için doldurma sırasında dönüşten kaçınılmalıdır. Boşaltma hareketi, dolu dönüş hareketinden hemen sonra gerçekleştirilmektedir. Bu noktada kepçe, dönüş ataletinin etkisi altında olduğundan, bir miktar ileriye savrulmakta ve malzeme çalışma yarıçapından uzağa boşaltılabilmektedir. Yürüyen dragline ile çalışma yapmak için çalışılacak zemin önceden bir dozer tarafından tesviye edilmektedir. Kepçe ile kazı hareketi sonucunda makine önünde toplanan malzeme bir yığın oluşturmaktadır. Çekme halatının bu yığına sürtünerek aşınmasını ve tabla ile üst yapı arasındaki harman dişlisi mekanizmasına temas etmesini engellemek için bu yığın, bir dozer tarafından düzenli aralıklarla temizlenmelidir.

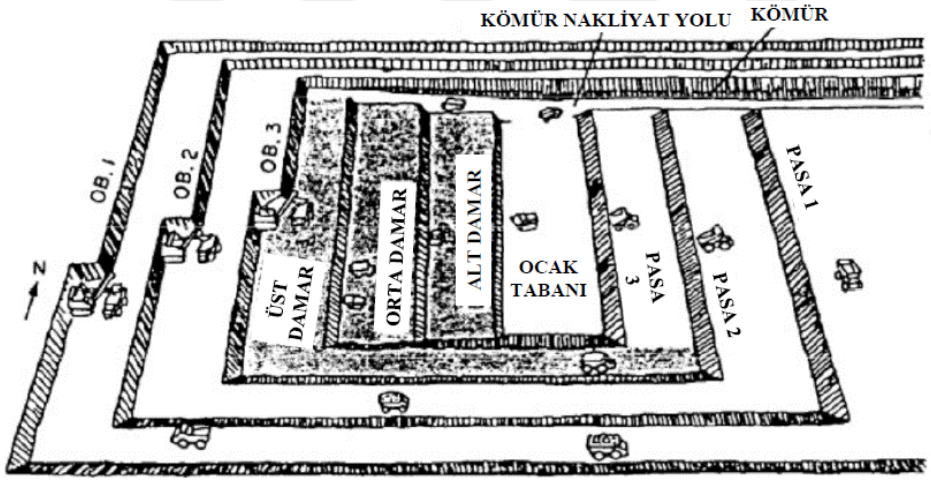
Dragline, dönüş hareketi sırasında oluşan dönüş momentine karşı koyabilmesi için tabla ve zemin arasında yeterli tutunma kuvveti sağlanmalıdır. Dragline yer değiştirmeden önce bu bölge bir dozer tarafından temizlenerek hazırlanmalıdır. Ayrıca, şev duraylılığı göz önünde tutularak dragline basamak kenarı ile kazı yüzeyinden belirli bir uzaklıkta çalıştırılmalıdır.

Operatör, kaldırma ve çekme halatlarını aynı anda çekerek kepçenin boom koluna tehlikeli biçimde yaklaşması ya da çarpmasını engelleyecek biçimde çalışmalıdır. Kepçe çarpmasa da boom, her iki ucundan uygulanan kuvvetler sonucunda yüksek eğilme kuvvetleri etkisi altında kalmaktadır. Benzer şekilde kepçe, kılavuz makarasına da tehlikeli biçimde çekilmemelidir. İstenmeyen bu durumları engellemek için operatörü uyarmak ya da enerjiyi kesmek üzere geliştirilmiş mekanik/elektrikli cihazlar bulunmaktadır. Dragline yapısal birimleri ile üzerindeki donanım düzenli olarak devriye tipi denetimler ile gözden geçirilmeli ve bakım-onarım faaliyetleri olabildiğince araç çalışıyorken yapılmalıdır. Genellikle dönüşümlü çalışmak, araç verimliliğini en üst düzeyde tutmak ya da yeniden imali için yeterli zaman sağlamak amacıyla iki kepçe bulundurulmaktadır (Erdem ve Duran 2017). Dragline genellikle elektirik enerjisi ile çalışmaktadır ve güç kablolarına sahiptir. Güç kablosu, çekmekepçe yürüyüşü ya da araç civarında çalışan hareketli diğer birimlerden kaynaklanabilecek hasarlara karşı her koşulda korunmalıdır (Erdem ve Duran 2017).

İncelenen işletmeler arasında dilimli işletme yöntemi sınıfına giren açık ocak işletmesi yoktur.

2.2 PARALEL KADEMELİ İŞLETME YÖNTEMİ

Paralel kademeli işletme yöntemi, kalın örtü tabakası, eğimli ve/veya faylı damar, ince arakesmeye sahip birden fazla damarın olduğu sahalarda uygulanır (Bullivant 1987). Damarın üzerindeki kalın örtü tabakası dragline kullanılmasına imkân vermez. Derin ve jeolojik olarak karmaşık maden yataklarında, halatlı veya hidrolik ekskavatörler, döner kepçeli ekskavatörler, skreyperler gibi diğer madencilik araçları örtü-kazı işlemini gerçekleştirirken, süreksiz (kamyon) veya sürekli (bant konveyör) taşıma sistemleri de örtü yığınının işletme çevresinden dolaşarak cevheri alınmış boşluğu doldurmasında kullanılır. Derin veya kalın, faylı, arakesmeli kömür damarına basamak veya kademeler oluşturarak ulaşılması gerektiğinde, bu tip araçlar en iyi tercihtir. Şekil 2.4 üst, orta ve alt olmak üzere 3 üretim basamağına bölünmüş kalın bir kömür damarı üzerindeki kalın örtü tabakasının üç basamak halinde ekskavatör kamyon ikilisi ile işletildiği tipik bir paralel kademeli işletme uygulamasını göstermektedir.



Şekil 2.4 Paralel kademeli işletme yöntemi (Bullivant 1987).

Kamyonlar ocak çevresinden dolaşarak işletilmiş olan boşluğa (döküm harmanına) örtü yığınlarını geri dökerler. Böylece, ocak ilerledikçe döküm sahası sürekli olarak geri doldurulur ve arazinin yeniden kullanılabilir duruma getirilmesi sağlanır. İşletmeye en üst basamaktan başlanır ve yeterli taban alanına ulaşılınca bir alt basamak oluşturulur. Yöntem bu şekilde en alt basamağa ve kömür alınıncaya kadar devam eder. Tüm ocak, bir uçtan bir uca sadece bir basamakta veya panoda değil tüm basamaklarda aynı anda çalışma yaparak ilerler.

Basamakların sayısı derinliğe ve kullanılan araçlara bağlı olmakla birlikte tipik basamak yüksekliği 10-15 m, sayısı ise 2-10 arasındadır.

Aşağıda paralel kademeli işletme sınıfına giren 12 açık ocak işletmesinin temel faaliyetleri incelenmektedir.

2.2.1 Tunçbilek Açık Ocak İşletmesi

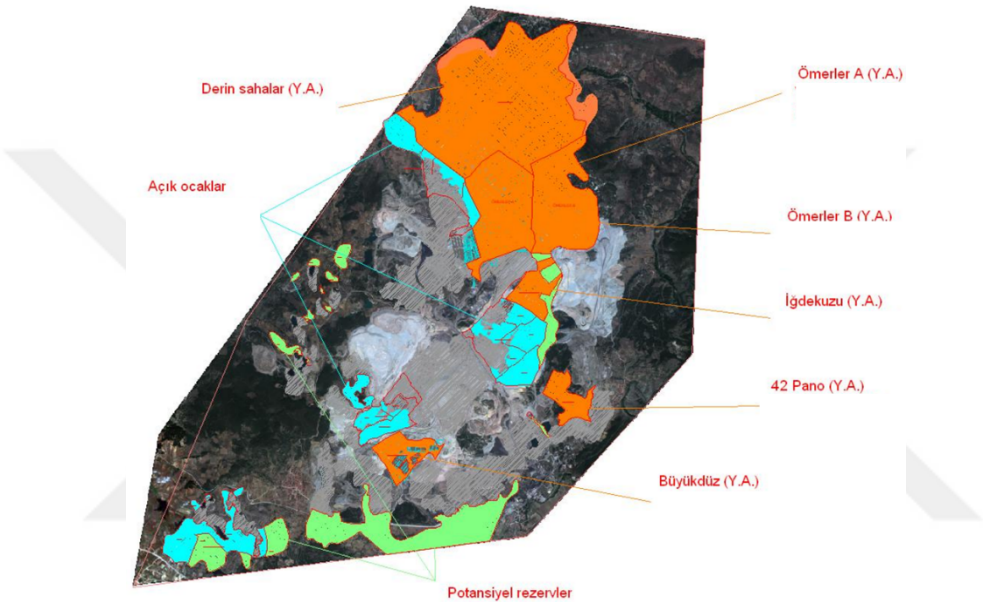
Tavşanlı-Domaniç karayolunda yeralan Tunçbilek bölgesi, Tavşanlı'ya 13 km, Kütahya Balıkesir' demiryoluna ise 11 km mesafededir. 1938 yılında Etibank bünyesinde Değirmisaz İşletmesi ile başlayan ilk linyit işletmeciliği, 1939 yılında Tunçbilek ve Soma İşletmelerinin faaliyete geçmesiyle devam etmiştir. 1940 yılında üç işletmenin birleşmesiyle Etibank'a bağlı olarak Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) kurulmuş, 1957 yılında ise GLİ Türliye Kömür İşletmesi (TKİ) bünyesine geçmiştir. GLİ Müessesesi, 1960 yılında Seyitömer Linyit Havzasının eklenmesiyle 4 işletmeye çıkmıştır. 1966 yılında rezervleri tükenen Değirmisaz Bölgesinin faaliyetine son verilmesi, Soma Bölgesinin 1978 yılında yeni kurulan Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ) müessesine devredilmesi ve 1990 yılında Seyitömer Bölgesinin müessese haline getirilip GLİ'den ayrılması ile Tunçbilek (Şekil 2.5), GLİ bünyesinde faaliyet gösteren tek bölge olarak kalmıştır (Aşkın 1999, Ünlü 2013).



Şekil 2.5 GLİ Tunçbilek Linyit İşletmesi genel görünüm (TKİ 2016).

2.2.1.1 Üretim Yöntemi

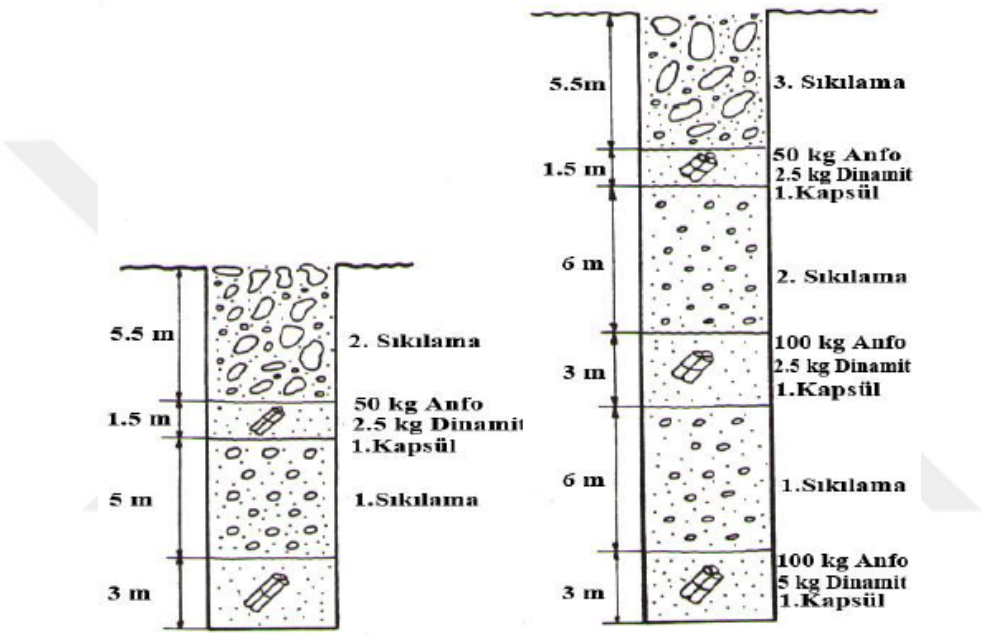
Yeraltı ve açık işletme yöntemlerinin birlikte uygulandığı işletmede açık işletme faaliyeti kömür üretimi ve örtü kazı olmak üzere iki şekilde sürdürülmektedir (Şekil 2.6). Örtü kazı, halatlı kollu ekskavatör-kamyon ve dragline'nın ayrı ayrı veya birlikte kullanılması ile gerçekleştirilirken, kömür üretimi hidrolik ekskavatör kamyon ikilisi ile yapılmaktadır (Aşkın 1999, Çınar 2005).



Şekil 2.6 GLİ Tunçbilek Linyit İşletmesi imtiyaz sahası (TKİ 2016).

Açık işletme faaliyeti, Hazırlık İşleri Başmühendisliği tarafından yürütülen marndan oluşan örtü tabakasının gevşetilmesi ile başlamaktadır. Bunun için önce delikler şeş beş düzende, 9 inch çapında, delikler arası mesafe 8 m, delik sıraları arası mesafe 8 m olacak şekilde delinmektedir. Ek delik uzunluğu delik boyunun % 10'udur. Kuru deliklerde teknik amonyum nitrat (ANFO), sulu deliklerde emülsiyon patlayıcılar kullanılmaktadır. Hazırlık İşleri Tesislerinde teknik amonyum nitratın %5,5-6 oranındaki mazotla karıştırılması ile elde edilen ANFO'nun deliklere doldurulmasında ANFO kamyonlarından yaralanılır. Özgül şarj sert formasyonlarda 180-200 gr/m^3, orta sert formasyonlarda 160-180 gr/m^3 civarındadır. Yemleyici olarak infilaklı fitil kullanılmaktadır. Ekskavatör ve 20 yd^3'lük dragline için 15 m'lik delik içinde taban ve kolon şarjı, 40 yd^3'lük dragline için 25 m'lik delik içinde bir taban şarjı iki kolon şarjı uygulanmaktadır (Şekil 2.7).

Ekskavatör ve dragline için kazıyı kolaylaştırmak amacıyla örtü tabakasının delme patlatma ile gevşetilmesinin ardından kömür üzerindeki örtü tabakası basamaklar şeklinde kazılmasına başlanır. Topoğrafyaya bağlı olarak örtü tabakası kalınlıkları değişmektedir. Dragline ve ekskavötör-kamyon ikilisinin birlikte kullanıldığı panolarda örtü tabakası kalınlığı önce ekskavatör kamyon ikilisiyle draglinenın çalışabileceği seviyeye kadar indirilmektedir. Sonrasında kömürün üzerinde kalmış olan ve dragline çalışma derinliğine uygun olan geriye kalan örtü tabakası alınmaktadır.

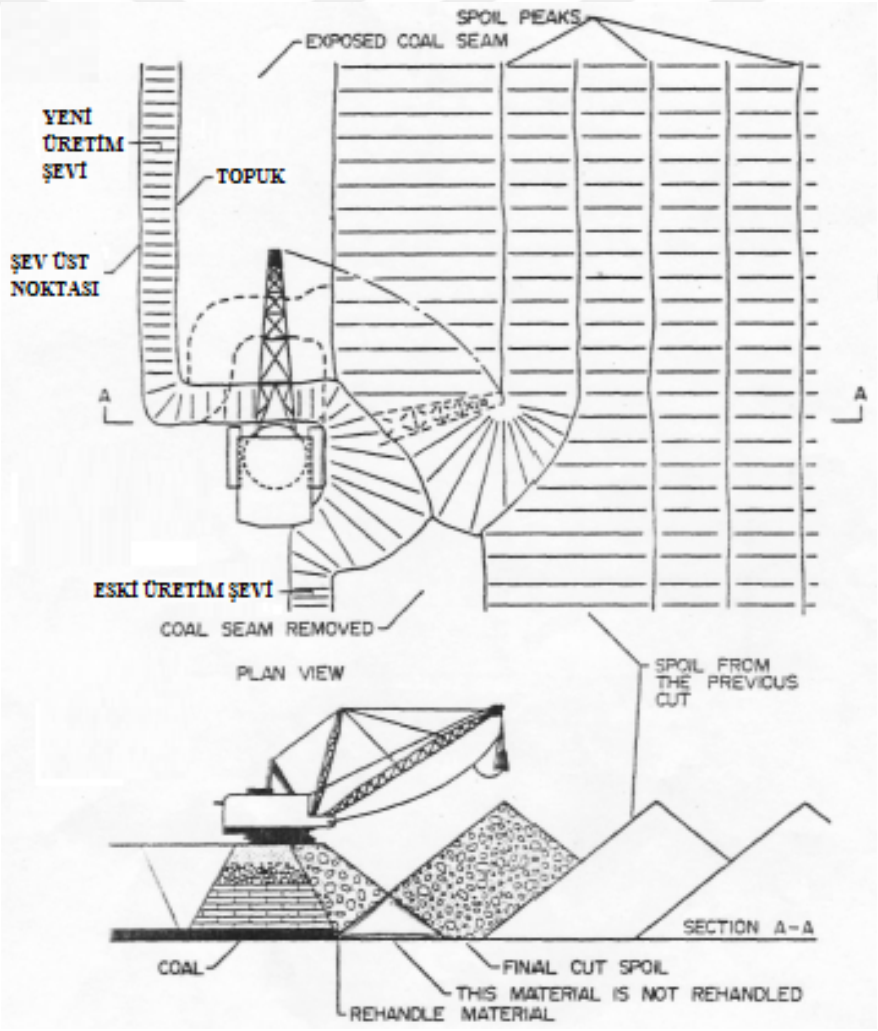


Şekil 2.7 15 ve 25 m'lik deliklerde patlayıcının delik içindeki dağılımı (Aşkın 1999).

Çalışması tamamlanmış olan Beke Panoda, 13 -134 m arasında değişen ve ortalama kalınlığı 70 m olan örtü tabakasının kömür üzerindeki 25 m'lik kalınlığı 40 yd^3'lük Marion dragline ile geriye kalan kısım ekskavatör kamyon ikilisi tarafından kazılmıştır. 36 Panoda, 40 -184 m arasında değişen ve ortalama kalınlığı 90 m olan örtü tabakasının kömür üzerindeki 15 m'lik kalınlığı 20 yd^3'lük Page dragline ile geriye kalan kısım ekskavatör kamyon ikilisi tarafından alınmıştır. Örtü tabakası kalınlığı 7 -122 m arasında değişen ve ortalama kalınlığı 70 m olan Ömerler Panoda ve örtü tabakası kalınlığı 15 -132 m arasında değişen ve ortalama kalınlığı 53 m olan Kuşpınar Panoda örtü kazının tamamı ekskavatör kamyon ikilisi tarafından yapılmıştır (Aşkın 1999).

Geniş bir kazı cephesi önününde kademeye dik olacak şekide konumlanan ekskavartörler 90°'lik dönüş açılarıyla iki taraflı veya tek taraflı olarak kamyonlara yükleme yapabilirler. Ekskavatörün arkasındaki manevracı kamyonların ekskavatöre yanaşmasını ve ayrılmasını idare ederek makinenin arkasındaki enerji kablosu ile ilgili problem yaşanmasına engel olur.

İşletmede dragline çalışma yöntemi olarak uzatılmış basamak yöntemi uygulanmaktadır (Şekil 2.8). Yöntem, anahtar kazı işleminden çıkan malzemenin eski üretim şevinin üzerine dökülerek dragline çalışma basamağının örtü yığına doğru uzatılmasına dayanır. Dragline anahtar kazı için yeni üretim şevlerine ilerletimli basamak kazısı için eski üretim şevlerine yanaşarak iki konumda çalıştığıdan dragline döküm kapasitesi bu şekilde arttırılır. Ancak, uzatılımış kısım için yeniden kazı (rehandle) işlemi gereklidir.



Şekil 2.8 Uzatılmış basamak yöntemi (Müftüoğlu 2010).

Ekskvatör ve dragline çalışılan sistemde ana ekipmanlar olmakla birlikte yükleyici dozer greyder arazöz (sulama arabası) yol silindiri gibi yardımcı ekipmanlarda vardır. Özellikle seri bir şekilde çalışan lastik tekerleki yükleyiciler kısa mesafelerdeki taşıma işlerinde kullanıldığı gibi ekskavatörlerin etrafına yükleme sırasında dökülen pasayı da temizler. Dozerler hem riperleme hem de özellikle draglinenın çalışma zemininin düzenlenmesinde önemli rol oynarlar. Greyder işletmede yolların açılması ve iyi bir şekilde tutulmasında, arazös yollarda oluşan tozun bastırılmasında etkin rol oynar.

Bu panoların çalışıldığı sırada işletme makina parkındaki 85 ve 65 short-ton'luk Wabco, Euclid, Caterpillar, Komatsu kamyonlar kazılan örtü tabakasını ortlama uzaklıklığı 2 km mesafedeki döküm sahasına taşımışlardır. Draglineler ise çalışma prensibi olarak kazılan malzemeyi daha önce çalışılmış ve kömürü alınmış dilime iç döküm yapmışlardır.

İşletmede iş makinelerinin enerji ihtiyacı TEAŞ Tunçbilek Termik Santrali'nden karşılanmaktadır (Aşkın 1999). Santralden 33 kW olarak çıkan enerji, nakil hatları ile önce ana dağıtım merkezine sonra panolardaki trafo merkezine ulaşır. Trafo merkezinde, makinelerin ihtiyacına göre 33 kW'dan 6 veya 3.3 kW'a düşürülür. Trafolardan çekilen hatlarla pano sınırına kadar götürülür ve bu hatlara ekskavatörlerin enerji kabloları bağlanır.

Mart ve Kasım ayları arasında hava koşulları nedeniyle çalışma yapılmayıp makinelerin yıllık bakımları yapılır.

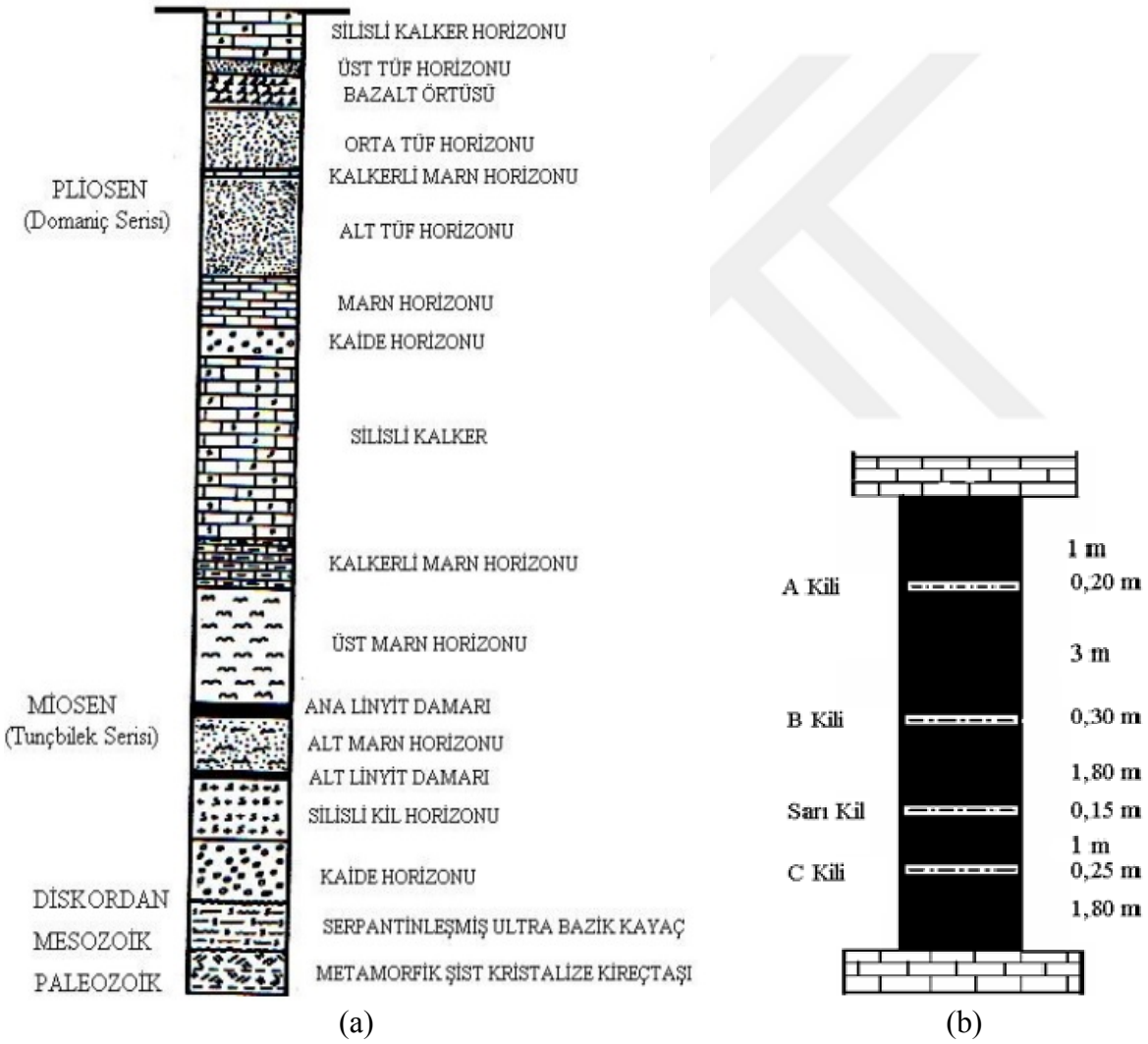
2.2.1.2 Jeoloji

Tunçbilek Havzasının temelinde Mesozoyik yaşlı ultrabazik kayaçlar (serpantin) bulunur (Aşkın 1999). Kömür damarlarının içinde oluştuğu Neojen sedimanları Tunçbilek Serisi ve Domaniç Serisi olarak ikiye ayrılır (Şekil 2.9.a). Temel üzerine Miosende çökelen Tunçbilek Serisi (Alt Seri) diskordanslı oturur. Alt seri üzerine ise Pliyosende çökelen Domaniç (Üst) Serisi gelir.

Tunçbilek Serisi, konglomera ve molozlar ile başlar ve aşağıdan yukarıya doğru Bazalt Horizonu, Killi Şist Horizonu, Alt Marn Horizonu, işletilmekte olan kömür damarı, Kalkerli Marn Horizonu ve Silisli Kalker Horizonu şeklinde devam eder. Alt seri tabakaları üst seri

tabakaları 15-20° eğime sahiptir. Domaniç Serisi moloz ile başlayarak yukarıya doğru Bazalt Horizonu, Marn Horizonu, Alt Tüf Horizonu, Kalkerli Marn Horizonu, Orta Tüf Horizonu, Bazaltik Lav Örtüsü ve Üst Tüf Horizonu şeklindedir. Üst seri tabakaları yataya çok yakın veya en fazla 10° eğimlidir. Yer yer oldukça eğimli ve dikleşmiş tabakalar görülür.

Tavan ve taban taşı marn olan linyit damarı, kalınlığı 15 – 30 cm arasında değişen ve yukarıdan aşağıya A – B – S – C olarak isimlendirilen dört adet arakesme ihtiva eder (Şekil 2.9.b). Bunlarla birlikte linyit damarının kalınlığı 4 – 12 m arasında değişir. Faylar normal atımlı olup, atımları 10-50 m arasındadır.



Şekil 2.9 Tunçbilek bölgesi a) stratigrafik litolojisi b) kömür stampı (Aşkın 1999).

2.2.1.3 Makine Parkı

TKİ bünyesindeki makine parkı güçlü işletmelerden biri olan Tunçbilek Açık İşletmesinde dünya madenciliğinin önemli ülkeleri sayılan ABD, Kanada, Avustyralya gibi ülkelerde yaygın olarak kullanılan iki adet dragline bulunmaktadır. Türkiyede'ki ilk dragline uygulaması 1970 yılında işletmenin makine parkına dahil edilen 20 yd³'lük Page 736 dragline ile başlamıştır (Şekil 2.10.a). 1977 yılında 40 yd³'lük Marion 7820 dragline alınması ile makine parkındaki dragline sayısı ikiye çıkmıştır (Şekil 2.10.b). 1980'li yılların ortalarında 40 yd³'lük 5 adet 10 yd³'lük 7 adet olmak üzere 12 adet önemli diğer bir makine olan halatlı kollu ekskavatörler (shovel) işletmenin makine parkına katılmıştır. 2016 itibarıyla işletmenin makine parkı Çizelge 2.1'de verilmektedir.



(a) (b)

Şekil 2.10 Beke Panoları güneyinde dragline faaliyetleri a) 20 yd³'lük Page 736 dragline, b) 40 yd³'lük Marion 7820 dragline (TKİ 2016).

2.2.1.4 Şev Stabilitesi

Açık işletmelerde temel amaç, mümkün olan en az kazı ile maksimum üretimim gerçekleştirilmesidir. Ancak bu amaca ulaşabilmenin yolu, kademeler halinde oluşturulmuş basamakların duraylı bir şekilde ayakta kalması veya diğer bir değişle kendi kendini tutmasına bağlıdır. Kazı, yükleme, delme-patlatma, manevra gibi işlerin güvenli bir şekilde yürütülebilmesi için her bir basamak genişliği, yüksekliği ve eğim açısı olan bir geometriye sahiptir. Bu boyutlar tüm basamaklar için düşünüldüğünde genel açısı kavramı ortaya çıkar. Basamak geometrisi, genel şev açısı ve kaya kütlesinin mekanik ve jeolojik özelliklerinden

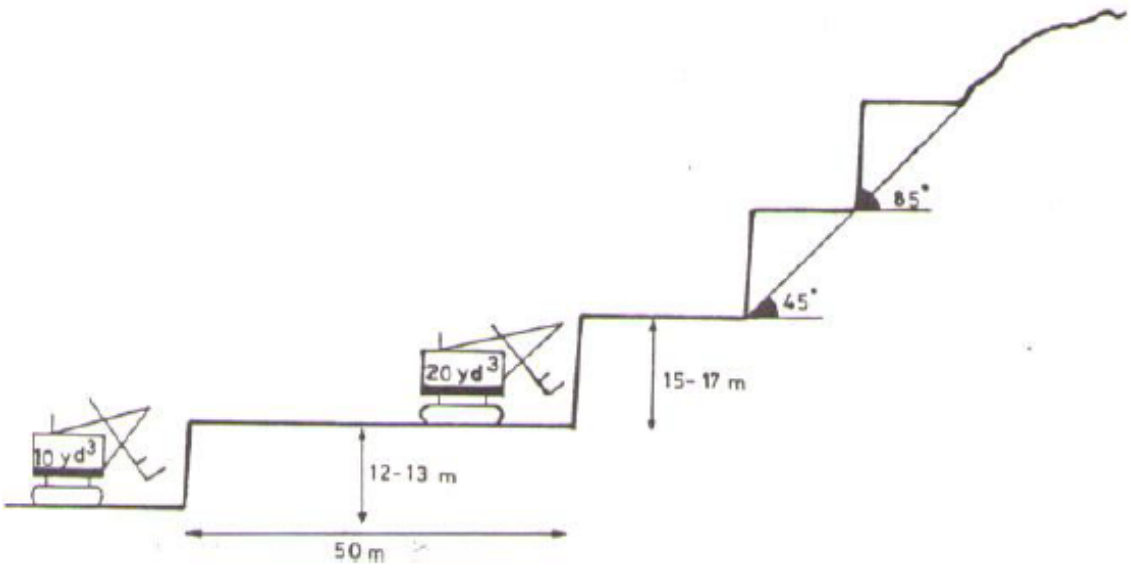
yola çıkılarak şevlerin duraylı olup olmadığına denetleyen emniyet katsayısına ulaşılır. Bu katsayının 1.3'den büyük olması şevlerin duraylı olduğunu ve işletme faaliyetlerinin güvenli bir şekilde yapılabileceğinin göstergesidir.

Çizelge 2.1 Tunçbilek Linyit İşletmesi makine parkı (TKİ 2016).

MAKINE EKIPMAN	MARKA	MODEL	KAPASITE	GUÇ	IMAL YILI	ADET
DRAGLİNE	MARİON	7820	40 Yd³	2600 HP	1977	1
	PAGE	736	20 Yd³	1500 HP	1969	1
HALATLI KOLLU EKS.	P&H	2300 XP	20 Yd³	2000 KVA	1987	5
	P&H	1900 AL	10 Yd³	750 HP	1986	7
HİDROLİK	KOMATSU	PC-1000-1	8 Yd³	542 HP	1993	1
	KOMATSU	PC-1100-6	6.5 Yd³	620 HP	1998	2
	HİTACHİ	EX 1200-5C-5D	6.5 Yd³	670 HP	2005-2007	4
	LIEBHERR	R9100	9,2 Yd³	757 HP	2013	1
	KOMATSU	PC-450	3,6 Yd³	350 HP	2007	1
	CATERPIL.	336 D	3 Yd³	350 HP	2009	1
YÜKLEYİCİ	CATERPIL.	992-K	13.5 Yd³	690 HP	2010	1
	KOMATSU	W 800-2	13,7 Yd³	789 HP	1998	3
	KOMATSU	W 800-3	13,7 Yd³	789 HP	2004	2
	VOLVO	BM-4400	1,9 M³	143 HP	1986	3
	KAWASAKİ	95ZV-II	5 M³		2011	1
GRAYDER	CHAMPİON	D-720	-	180 HP	1985	3
	VOLVO	G990	-	265 HP	2013	1
	CATERPİL.	16-H	-	272 HP	1997	3
	KOMATSU	GD-705	-	220 HP	1986	1
	VOLVO	G940	-	220 HP	2008	1
	CATERPİL.	14 M		272 HP	1998	1
DELİK MAKİNASI	ING.RAND	DM.50 XL-900	9 "	400 HP	1985	12
DOZER	KOMATSU	D-155 A-1		320 HP	1986	18
	KOMATSU	D-355 A-3		410 HP	1986	5
	KOMATSU	D-275 A-5		446 HP	2005	1
	CATERPİL.	D8-L		335 HP	1985	3
	CATERPİL.(L)	824-C		315 HP	1985	5
AĞIR KAMYON	WABCO	85/D	85 TON	860 HP	1985	44
	KOMATSU	630-E	170 TON	1800 HP	1998	10
SULAMA	WABCO	85/D	85 TON	860 HP	1985	7
	EUCLİD	R-85	85 TON	860 HP	1983	6
TREYLER	WABCO	75/B	120 TON	635 HP	1976	2

Basamak yüksekliği makinenin maksimum kazı yüksekliğine göre belirlendiğinden, Tunçbilek İşletmesinde, 10 ve 20 yd³'lük ekskavatörler için basamak yükseklikleri sırasıyla 12-13 m ve 15-17 m'dir (Şekil 2.11). Alt alta çalışan basamaklarda ise genişlik 50 m'dir. Dragline dilimlerinin kalınlığı ve genişliği, makine kapasitesi ile ilişkilidir. Marion dragline için ortalama dilim kalınlığı 25 m, genişliği ise 60-65 m'dir. Page dragline için dilim kalınlığı

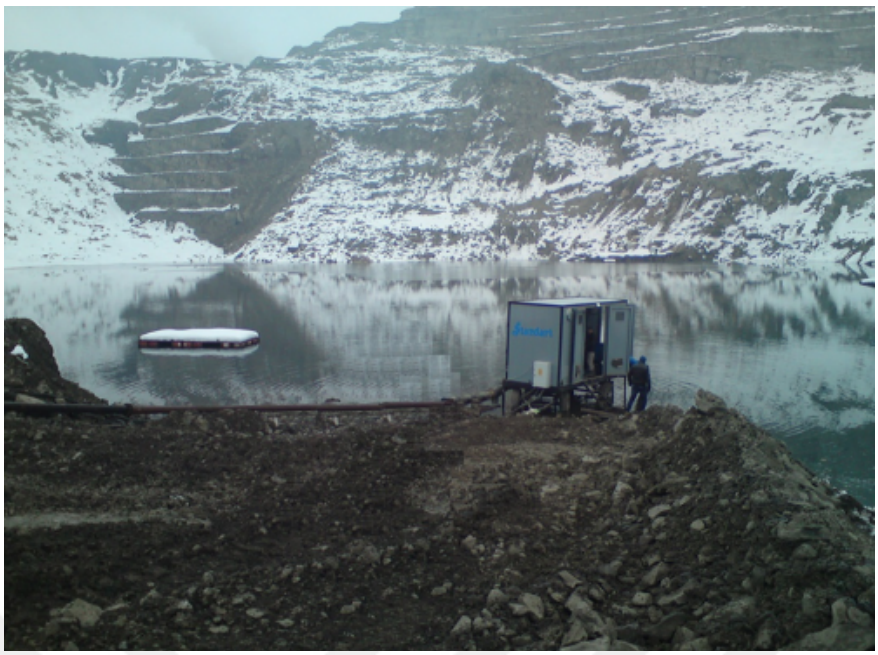
ortalama 15 m, genişliği ise 50-55 m'dir. Basamak açıları 80°-85° civarındadır. Genel şev açısı ise 45° olarak alınmaktadır (Aşkın 1999).



Şekil 2.11 Tunçbilek İşletmesinde basamak boyutları (Aşkın 1999).

2.2.1.5 Drenaj

İşletmede, Açık Ocak İstihsal Şube Müdürlüğü bünyesinde postabaşı, usta, tulumbacı, kaynakçı manevracı olarak çalışan 15 personeli olan tulumba servisi bulunmaktadır (TKİ 2016). Madencilik faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen ve ocak içinde toplanan suların toplanması ve saha dışına atılması ile görevlidirler. Ocakta biriken su kaynakları yağış ve yeraltı sularıdır. Bölgenin iklimsel özelliklerine bağlı olarak yağışlar, karasal iklim şartlarında, kış, ilkbahar ve sonbaharda görülür. Yıllık ortalama yağış miktarı 565 mm civarındadır. Yağışlar ağırlıklı olarak kış aylarında kar ve ilkbahar aylarında yağmur olarak gerçekleşir. Yağışlar açık ocak çalışmalarını etkileyen en önemli su kaynağını oluşturmaktadır. Açık ocak çalışmaları neticesinde yeraltı su seviyesine ulaşılması durumunda tabakalar içerisinde bulunan sular açığa çıkmaktadır. Ocak içerisine gelen sular, daha önceden kömürü alınmış ve çalışma alanının en derin noktası olan alanlarda toplanmaktadır (Şekil 2.12). Drenaj göllerinde toplanan bu sular tulumbalarla ocaktan uzaklaştırılmaktadır. Su atımı için kurulan boru hattının uzunluğu yaklaşık 15 km'ye ulaşmıştır. 70 ile 120 m^3/saat kapasiteleri olan 14 adet dizel motorlu tulumba ve 150 ile 500 m^3/saat kapasiteleri olan 13 adet elektrik motorlu tulumba ile yılda 8-9 milyon m^3 su atımı gerçekleştirilmektedir.

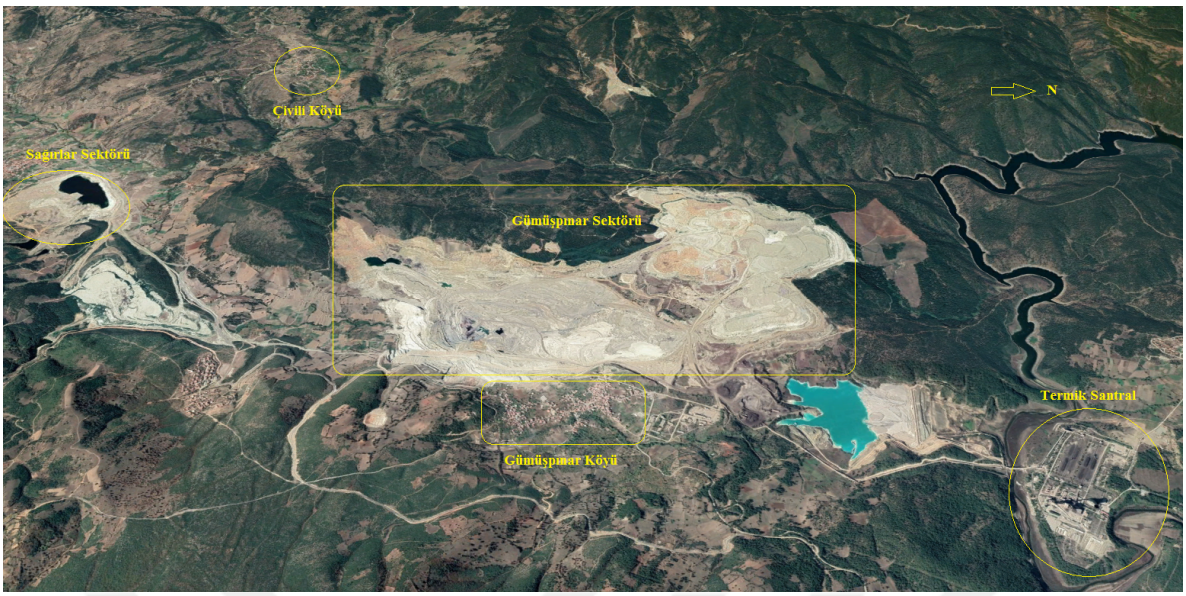


Şekil 2.12 Ocaktaki suyun toplandığı drenaj gölü ve tulumba (TKİ 2016).

2.2.2 Bursa Linyit İşletmesi

TKİ'ye bağlı üretim birimlerinden biri olan Bursa Linyitleri İşletme Müdürlüğü (BLİ), Gümüşpınar köyünde (Bursa/Orhaneli) bulunmaktadır. Orhaneli İlçesi ile Bursa Linyit İşletmesi arası yaklaşık olarak 25 km'dir. 10.01.1979'da işletme faaliyetlerine başlanmıştır. Bursa Linyit İşletme Müdürlüğü 2005 yılı verilerine göre toplamda 39,7 milyon ton rezerve sahiptir. Havzadan 2003 yılında yaklaşık olarak 940.000 ton ve 2004 yılında ise 700.000 ton kömür üretilmiştir. Çıkarılan kömürün çoğu Orhaneli ilçesi Gümüşpınar Köyünün kuzeyinde kurulu 1x210 MW termik santralda tüketilmektedir. Şekil 2.13'de Bursa Linyit İşletmesinin uydu görüntüsü gösterilmiştir (Yerin 2006).

Havzada ayrıntılı jeolojik araştırmaları 1960 yılında MTA tarafından başlamış olup, 1975 yılında kömür aramaya yönelik sondajlar bitmiştir. DSİ ve MTA tarafından yapılan 211 adet sondajda toplam 30.062,75 m ilerleme sağlanmış ve bu sondajlardan 143'ü işletilebilir linyit damarı kesmiştir (Gedik vd. 1987, Yerin'den 2006). 1979–1984 yılları arasında BLİ tarafından havzada 96 tane araştırma ve geliştirme sondajı yaptırılmıştır. BLİ sahasında üç ayrı sektör bulunur. Bunlar; Gümüşpınar, Sağırlar ve Çivili'dir (Yerin 2006).



Şekil 2.13 Bursa Linyitleri İşletmesi uydu görüntüsü (URL-5).

Gümüşpınar Bölümü, Bursa-Orhaneli karayolundaki Yürücekler köyü yol ayrımından yaklaşık 6 km uzaklıktadır. Gümüşpınar bölümündeki açık ocak işletmesinin görüntüsü Şekil 20'de verilmiştir. 2006 yılında bu sektörde rakım +500 m civarında olup, yaklaşık 23 milyon ton linyit rezervi bulunmaktadır.

Sağırlar Bölümü, Yürücekler köyü yol ayrımından Gümüşpınar-Dündar yönüne yaklaşık 12 km mesafededir. Yerin (2006) tarafından yapılan çalışma sırasında sektörde 4,5 milyon tonu yeraltı işletmesine, 1,5 milyon tonu açık işletmeye uygun 6 milyon ton civarında linyit kömürü bulunmaktadır. İşletmede, 1990 yılından sonra faaliyet durmuştur.

Çivili Bölümü, Yürücekler köyü yol ayrımından Gümüşpınar-Yenidanişment yönünde yaklaşık 10 km, Yenidanişment'ten de 2 km olmak üzere toplam 12 km uzunluğundadır. Yerin (2006) tarafından yapılan çalışma sırasında sektörde 8 milyon tonu yeraltı işletmesine, 2,5 milyon tonu açık işletmeye uygun toplam 10,5 milyon ton civarında kömür rezervi bulunmaktadır. Gümüşpınar ve Sağırlar sektörleri kalın ve tek damar oluşumuna sahipken, Çivili sektöründeki bazı sondajlarda birden çok damara, bazı sondajlarda ise tek damara rastlanmaktadır. Gümüşpınar, Sağırlar ve Çivili sektörlerinde ortalama damar kalınlığı sırasıyla 7,05 m, 3,36 m ve 3,36 m olarak belirlenmiştir. Gümüşpınar ve Sağırlar sektörlerinde tabaka eğimleri 6-10°, Çivili sektöründe ise 7-15° arasında değişmektedir (Gedik 1987, Yerin'den 2006).

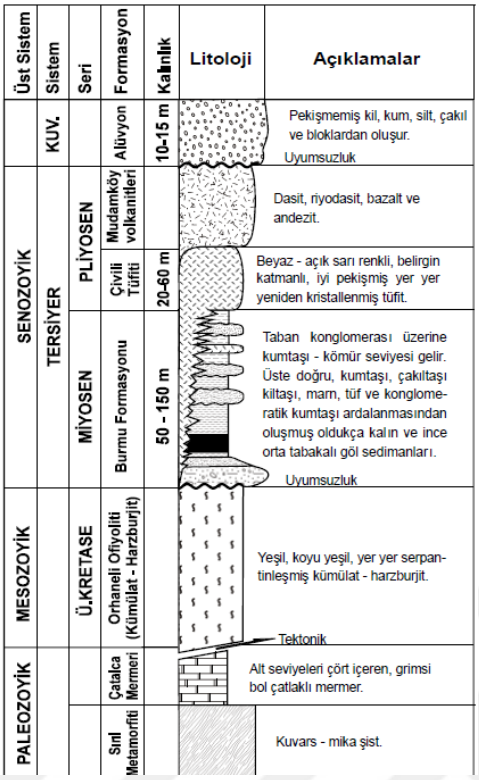
2.2.2.1 Üretim Yöntemi

İşletmedeki linyit üretimi, dekapaj ve kömür kazı nakliye olmak üzere iki aşamadan meydana gelen açık işletme yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. İşletmede dragline ve ekskavatör – kamyon ikilisi birlikte uygulanmaktadır. Kömürün üzerindeki örtü tabakası patlatılarak gevşetilmekte, daha sonra 10-15 yd^3 kapasiteli ekskavatörlerle 77 ton'luk kamyonlara yüklenip döküm sahalarına taşınmaktadır. Örtü tabakası, ekskavatör-kamyon ikilisiyle belirli bir seviyeye kadar inilmekte, kömür damarı üzerinde kalan kısım ise dragline ile alınıp iç döküm yapılmaktadır. Üzeri açılan kömür damarı Orhaneli'nin damar yapısının özelliği sebebiyle dragline ile üretim yapılmaktadır. Dragline ile dilim şeklinde alınan kömür ekskavatörler yardımı ile 77 ton'luk kamyonlara yüklenerek yaklaşık 4 km mesafedeki stok sahasına nakledilmekte ve stok sahasından Gümüşpınar'ın kuzeyinde kurulu olan 1x210 MW gücündeki termik santrale verilmektedir. Damar derinliğinin 150 m'ye ulaşması nedeniyle son zamanlarda meydana gelen şev kaymaları riskini azaltmaya yönelik olarak dragline ile uzun dilimler ile çalışmak yerine kısa dilimlerle çalışılması ve iç döküm yapılmasının uygun olacağı görüşü hakim olmuştur (Aktan 2016).

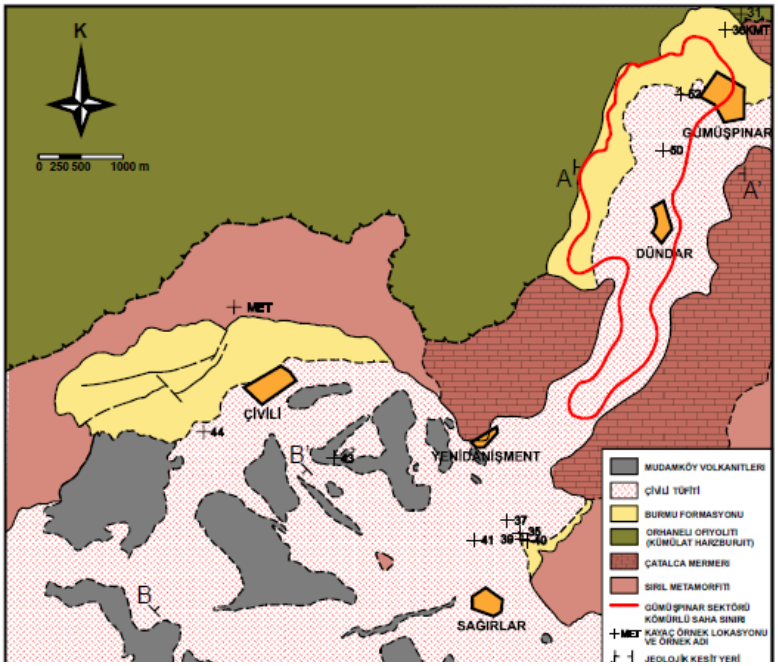
2.2.2.2 Jeoloji

Yerin (2006) yaptığı araştırmada havzanın temelinde sırasıyla Sırıl Metamorfiti ve Çatalca Mermeri şeklinde tanımlanan Paleozoik yaşlı metamorfik kayaçlar bulunduğunu bunların üzerine Üst Kretase yaşlı Orhaneli Ofiyoliti bindirme fayı ile geldiğini belirtmektedir (Emre 1986). Ofiyolitin üzerinde, içinde kömürlü seviyeler barındıran Miyosen yaşlı Burmu Formasyonu bulunur (Yalçınkaya ve Avşar 1980). Burmu Formasyonunun üzerinde sırasıyla, Pliyosen yaşlı Çivili Tüfiti ve dasit – andezit ve bazalt bileşimindeki lav akıntılarından oluşan Mudamköy Volkanitleri gelir (Yalçınkaya ve Avşar 1980). Kuvaterner yaşlı alüvyon oluşumlar gözlenen en genç birimlerdir. Şekil 2.14'de Orhaneli kömür havzası genelleştirilmiş stratigrafik kesiti, Şekil 2.15'de bölgenin basitleştirilmiş jeolojik haritası verilmektedir.

Linyitleri içeren Burmu Formasyonu'nun çökeldiği Orhaneli havzası, KD-GB eksen doğrultularında iki alt havzadan oluşmaktadır. İlk alt havza Gümüşpınar-Sağırlar doğrultusunda, diğer alt havza Çivili köyünden Güneybatıya doğru uzanan hat boyunca yerleşmiştir.



Şekil 2.14 Orhaneli kömür havzasının genelleştirilmiş stratigrafisi (Memikoğlu vd. 1976, Emre 1986, Yalçınkaya ve Avşar 1980, Yerin'den 2006).



Şekil 2.15 Orhaneli kömür havzası basitleştirilmiş jeolojik haritası (Kavuşan 1984, Emre 1986, Gedik vd. 1987, Yerin'den 2006).

Gümüşpınar, Sağırlar ve Çivili sektörleri açık işletme sahalarında ortalama örtü tabakası kalınlığı 88,65 m, 61,04 m ve 49,66 m'dir. Sağırlar köyünün doğusunda Burmu Formasyonu örtü tabakası yoğunluğu 2,4 ton/m^3 olan kumtaşıdır. Kömür damarı tavan kısmı daha masif tabanı ise daha arakesmelidir. Damarın ortalama eğimi 10°, yoğunluğu ise 1,4 ton/m^3'tür (Gedik 1987, Yerin'den 2006).

2.2.2.3 Makine Parkı

Zengin ve çeşitli bir makine parkına sahip olan işletmede dragline, elektrikli (halatlı kollu) ekskavatör ve ağır kamyon ön plana çıkan yüksek kapasiteli iş makineleridir (Çizelge 2.2). 2000-2006 yılları arasında ortalama 10,6 milyon m^3 /yıl örtü kazı (%50'si ihale ile) yapılmıştır yapılmıştır. Ortalama örtü kazı oranı ise 14,4 m^3/ton'dur.

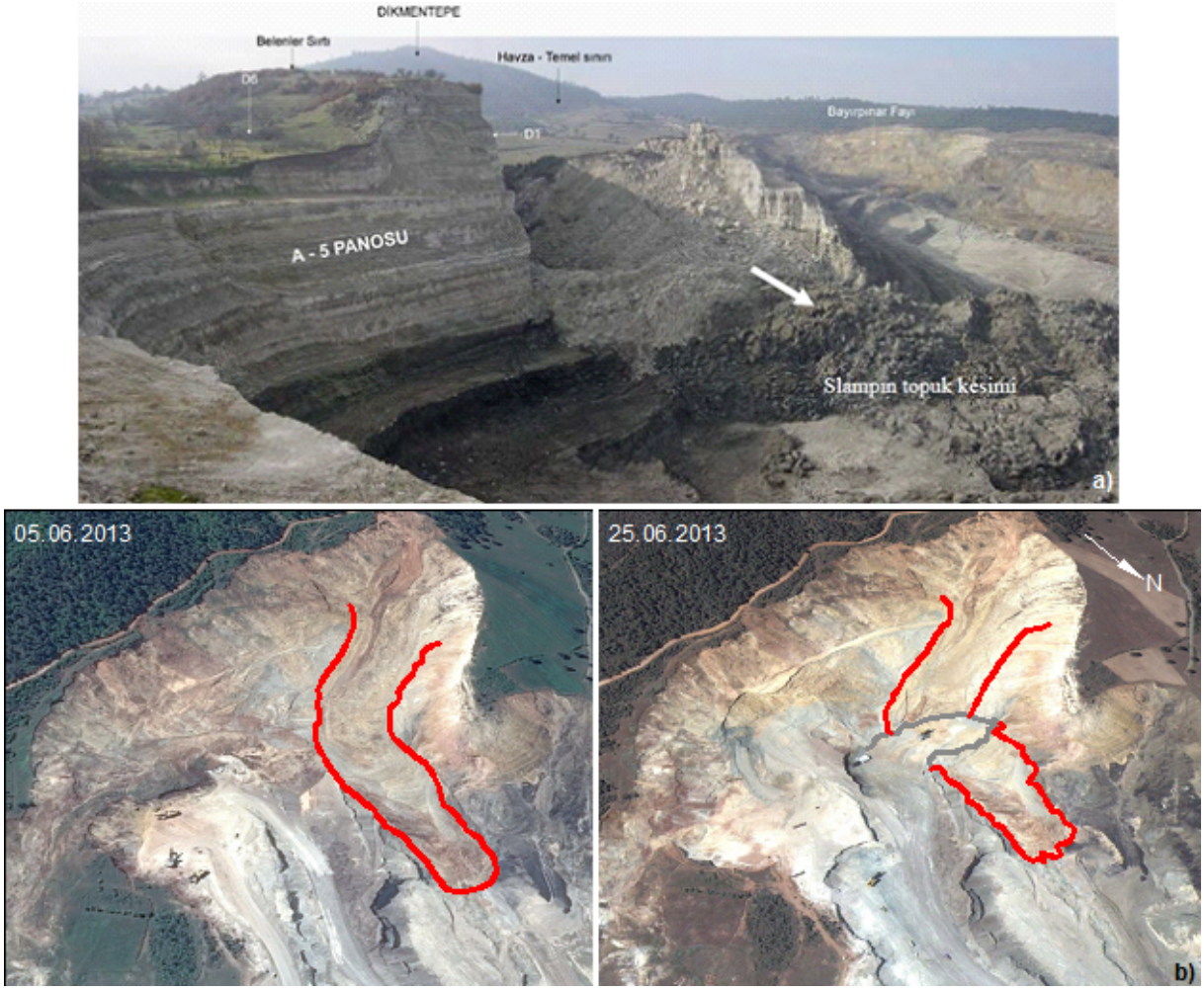
Çizelge 2.2 Bursa Linyit İşletmesi makine parkı (TKİ 2006, Köksal vd.'den 2017).

Makine Türü	Sayısı	Makine Türü	Sayısı	Makine Türü	Sayısı
Dragline	1	Delici	6	Greyder	5
Elektrikli Ekskavatör	7	Sondaj Makinası	1	Yükleyici	10
Hidrolik Ekskavatör	4	Buldozer	11	Yol Silindiri	1
Ağır Kamyon	50	Paydozer	2	Damperli Kamyon	10

2.2.2.4 Şev Stabilitesi

1979 yılında kömür üretimi faaliyetine başlamış olan Gümüşpınar açık ocağında önemli 5 şev kayması meydana gelmiştir. Sırasıyla; ocağın doğu tarafında 2004 yılında, güney tarafında (Dikmen Tepe) 2006 yılı sonunda (Şekil 2.16.a), yine doğu tarafındaki şevde 2009 ve 2012 yıllarında oluşmuştur (Aktan 2015). 2004 yılındaki şev kaymasında kayan kütle dekapaj faaliyeti ile kaldırılmış ve basamaklar yeniden oluşturulmuştur. Fakat Gümüşpınar köyünün kayma tehdidine karşı köyün batısındaki bölgede kömür alınmayarak topuk bırakılmıştır. 2016 itibarı ile mevcut dragline'nin konumlandığı 410 m kotu üstündeki 3 basamakta, genişlikler fazla tutularak şev açısı azaltılmıştır (Gökay vd. 2013, Aktan'dan 2015). Aydıngün (2019) yine A-5 panosunun güneyinde Eylül 2011'de kayma meydana geldiğini ve kayan

kütlenin kaldırılması faaliyetlerinin Haziran 2013'de hala devam ettiğini kayma mekanizmasında şişen zemin ve kayaçların rol oynadığını ifade etmektedir (Şekil 2.16.b).



Şekil 2.16 Orhaneli kömür havzası şev kaymaları a) 2006 yılı (ODTÜ 2007, Aktan 2015) b) 2011 yılı (Aydıngün 2019).

2.2.2.5 Drenaj

Sahadaki taban taşlarını kil, kumlu kil, bazı kısımlarını ise çakıllı killer ve killi konglomera oluşturmaktadır. Ayrıca, havzanın temelini oluşturan kireç taşları da pano bölümlerinde damara çok yakın bir yerde bulunmaktadır. Kilin su ile temasından kaynaklı meydana gelebilecek olumsuz etkiler göz önünde bulundurularak çalışma sahasının iyi planlanması gerekmektedir. Sahaya yakın bir yerden geçen Orhaneli Çayı ve yeraltı suları, su kaynaklı

problem oluşturduğundan, yeraltı sularının tespiti ile ilgili ayrıntılı hidrojeolojik incelemeler yapılmaktadır.

2.2.3 Yeniköy Linyit İşletmesi

1984 - 1993 yılları arasında "Milas İstihsal Başmühendisliği" olarak Güney Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi'ne bünyesinde iken 1993 yılında ayrılarak işletme müdürlüğü olarak, sonraki yıllarda ise sırasıyla; bölge müdürlüğü ve yeniden işletme müdürlüğü olarak faaliyetlerine devam etmiştir. Nisan 2004'de Güney Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi'ne bağlanan işletmenin merkezi ile Milas arasında mesafe 23 km'dir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 Yeniköy Linyit İşletmesi (TKİ 2012).

Ruhsatları TKİ'ye ait 22,1 bin hektarlık alana sahip işletmenin rezervi 250 milyon ton'dur ve bunun %12'si yeraltı üretimi ile alınabilecek durumdadır. Linyitin alt ısıl değeri 1860-4200 kcal/kg arasındadır. Üretilen kömürlerin çok büyük kısmı Yeniköy Termik Santrali (2x210 MW) ile Kemerköy Termik Santrali'ne (3x210 MW) verilmektedir. Tüm üretim açık

ocaklardan sağlanmakta, makine parkı yüksek kapasiteleri olan dragline, ekskavatör, ağır kamyon gibi iş makinalarından oluşmaktadır (TKİ 2012).

Bu alanda linyitin alt ısıl değeri 1650-2260 kcal/kg olan yaklaşık olarak % 50'si yeraltı işletmeciliği ile elde edilelebilecek toplam 299 milyon ton linyit rezervi bulunmaktadır. Üretilen kömürlerin tamamına yakını 2x210 MW gücündeki Kemerköy ve 2x210 MW gücündeki Yeniköy termik santrallerine verilmektedir.

2.2.3.1 Üretim Yöntemi

Açık ocaklarda işletme, kömür üretimi ve dekapaj olarak iki işlemde gerçekleşmektedir. Dekapajı gerçekleştirecek olan iş makineleri temin edilip devreye girmişlerdir. Eskihisarda kömürün üzerindeki tavan formasyonları marn, silt ve sert kalkerden olmuştur. Dolayısıyla örtü tabakasının patlayıcı madde ile gevşetilmesi gerekmektedir. Örtü tabakası kapasitesi 11 m^3 olan dört tane elektrikli ekskavatör ile kazılarak 77 ton'luk 40 damperli kamyonla ortalama mesafesi 2500 m olan toprak harmanına taşınmaktadır (Şekil 2.18). Kömür üstündeki 30 m örtü tabakası ise 50 m^3 kapasiteye sahip dragline çalışmalarına bırakılmaktadır. Yalnız kömür kalınlığının arttığı yerlerde dragline'a bırakılarak kademe yüksekliği yıllık üretilecek kömür ve draglinenin yıllık efektif kapasitesi hesaplanarak arttırılabilmektedir.

Dragline çalışması için ayrılan son örtü tabakası patlayıcı maddeler ile gevşetildikten sonra yatay dilimler haline dragline ile bir önceki kömürü boşaltılmış dilime aktarılacaktır. Bu şekilde son örtü tabakasının nakli bu bölüm için gerekmeyecektir. Bir ton kömür ile yapılan dekapaj ortalama 2,6 m^3 olarak yıllık ise ortalama 17,1 milyon m^3 dekapaj yapılmaktadır. Sonuç olarak üretimden sonra terk edilen alanlar ağaçlandırılarak çevreye kazandırılmaktadır. Şirket bünyesinde çalışan; 1 şantiye şefi, 6 vardiya mühendisi, 1 iş güvenliği uzmanı, 1 harita teknikeri, 1 muhasebe yardımcısı, 2 formenden oluşan 12 kişilik idari personel bulundurur. Bunların dışında 23 operatör, 58 şöför, 28 kişilik atölye bakım ekibi, 11 kişilik yemekhane ekibi 63 kişilik triyaj ekibi şirket bünyesinde çalışmaktadır.

İşletmede üretim 2 ocakta sürdürülmektedir. Hüsamlar Ocağı;

- Alan: 2.692.429,42 m^2
- Tahmin edilen tüvenan kömür rezervi; 12.500.000 ton



Şekil 2.18 Yeniköy Linyitleri İşletmesi faaliyetleri (TKİ 2012).

Belentepe Ocağı;

- Alan: 779.464,32 m^2
- Tahmin edilen tüvenan kömür rezervi: 3.500.000 ton
- Tahmin edilen ara kesme: 900.000 m^3

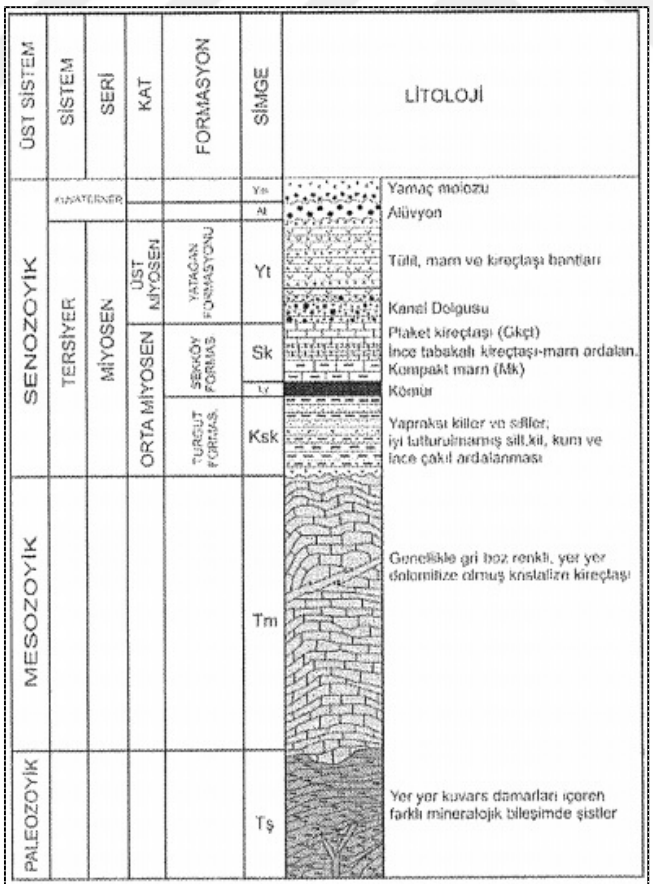
Ekskavatörle kazının yapılamadığı zeminlerde malzemeyi gevşetmek amacıyla patlama yapılır. Şiddetli patlamaların tercih edilmemesinin sebebi kömür ve ara kesmenin birbirine karışmasının engellenmek istenmesidir. Delik başına kullanılan malzeme miktarı;

- Dinamit: 0,5 kg
- Anfo: 50 kg

- Kablo: 25 ms ve 500 ms gecikmeli 1 adet
- Delik sayısı: 32
- Delik boyu: 6,5 m
- Delik çapı: 5 inç
- Dilim kalınlığı: 7 m
- Delikler arası mesafe: 8 m
- Basamak üstünde dilim kalınlığı: 4 m
- Sıkılama boyu=Delik boyu - h

2.2.3.2 Jeolojisi

Bölgenin civarının jeolojik yapısına bakıldığında; temelde Paleozoik yaşta kuvars damarları içeren şistler ve Mesozoik yaşta kristalize kireçtaşları oluşturmaktadır. Bunların üzerine Neojen yaşlı çökeller gelir. Bu birimler iki ana grupta toplayabilir (Şekil 2.19).



Şekil 2.19 Çalışma alanı civarının ölçeksiz stratigrafik dikme kolon kesiti (Engin 1999, Köksal vd.'den 2017).

Neojen öncesi formasyonlar;

Metamorfik Şistler: Paleozoik yaşta olup sahanın güneyinde yer alır. Kristalize Kireçtaşları: Mesozoik yaşta olup sahanın kuzeyinde, doğusunda ve batısında yayılım gösterirler.

Neojen formasyonları;

Sekköy Formasyonu: Sahadaki kömürlü formasyonu karakterize eder. Linyit horizonunun üzerinde marn-kireçtaşından oluşan örtü birimleri yer alır.

Çöküntü sahası olan havzada fay tektoniği gelişmiştir. Kenar fayları Neojen öncesinde var olup Neojenin doldurduğu çukurun oluşmasına neden olmuştur. Havzada metamorfik şistin ve mesozoik yaşlı kristalize kireçtaşlarının oluşumundan sonra Miyosen başlarına kadar deniz çekilmiş ve saha su üstünde kalmıştır (karasalllaşmış). Orta ve Üst Miyosen de mevcut çukurlukları yer yer konglomera ve daha çok kum, şist, kilden ibaret çökeller doldurmuştur. Bir süre sonra yeraltı su seviyesinin yükselmesi ile bataklıklar oluşmuştur. Bu bataklıktaki sık bitki örtüsü 30 m'ye varan kalınlıkta linyit oluşmasına neden olmuştur. Bitki örtüsünün az ve temiz, malzemenin çok olduğu yerlerde linyit kalınlığı azdır. Bataklıkların sonradan derinleşip göllerin meydana gelmesi ile ortamda bataklık bitkilerinin üzerine marnlardan oluşan örtü çökellerinin gelmesiyle havzada kömürleşme olayı devam etmiştir. Zamanla göller sığlaşmış yer yer kireçtaşı yapısı oluşmuştur. Daha sonra Pleistosende meydana gelen tektonik hareketler sonucunda sahada çeşitli kırıklar oluşmuş ve günümüze kadar devam eden erozyonlar ile bugünkü topoğrafya ortaya çıkmıştır (Engin 1999, Köksal vd.'den 2017).

2.2.3.3 Makine Parkı

Üretimin tamamı açık ocak işletmeciliği ile yapılmakta olup, üretim çalışmalarında dragline, ekskavatör ve ağır kamyon gibi büyük kapasiteli iş makinaları kullanılmaktadır (Çizelge 2.3). Üstü açılan kömürün kazı ve yüklenmesinde 2 tane 7,6 m^3 kapasiteli elektrikli (halatlı kollu) ekskavatör, kömür hazırlama tesisine nakliyesinde 16 tane 107 tonluk alttan boşaltmalı kamyon kullanılmaktadır.

2.2.3.4 Şev Stabilitesi

Çalışma alanında döküm yığını açısının 35° olması sebebiyle, çok basamaklı şev düzenlemelerindeki basamak şev açısı olarak bu değer göz önünde bulundurulmuştur. 10, 20 ve 30 m'lik şev yükseklikleri için yapılan çok basamaklı şev düzenlemeleriyle ilgili olarak kullanılan değişkenler Çizelge 2.4'de verilmiş olup, 3 farklı şev yüksekliği için gerçekleştirilen çok basamaklı şev düzenlemeleri için elde edilen genel şev açısı değerleri 19° civarındadır. (Karakul 2014, Köksal vd.'den 2017).

Çizelge 2.3 Yeniköy Linyit İşletmesi makine parkı.

Makine	Kapasite	Adet
Delici	23 cm (delik çapı)	2
Yürüyen Dragline	23 m^3	2
Elektrikli Ekskavatör	11 m^3	4
Damperli Kamyon	77 ton	40
Buldozer	320 BG	2
Paletli-Riperli Buldozer	410 BG	4
Paletli Buldozer	320 BG	8
Greyder	200 BG	4
Sulama Tankeri	-	-
Yağlama Kamyonu	10 ton	2
Elektrikli Ekskavatör	7,6 m^3	2
Dragline	50 m^3	2
Lastikli Tekerlekli Yükleyici	7,6 m^3	1
Alttan Boşaltmalı Kamyon	107 ton	16
Yardımcı Teçhizat	-	
Kanal Açma Makinası	-	1
Lastikli Tekerlekli Buldozer	320 BG	1
Greyder	200 BG	1

Çizelge 2.4 Çok basamaklı şev düzenlemeleri ile ilgili olarak kullanılan değişkenler ve güvenlik katsayısı değerleri (Karakul 2014, Köksal vd.'den 2017).

H (m)	N (adet)	H (m)	X (m)	D (m)	BŞA (°)	GŞA (°)
10	4	2.5	3.6	5	35	18.8
20	7	2.86	4.08	5	35	18.9
30	0	3	4.3	5	35	18.8

Burada; H: şev yüksekliği, D: basamak genişliği, H: basamak yüksekliği, X: basamağın yatay uzunluğu, BŞA: basamak şev açısı, GŞA: genel şev açısı, N: basamak sayısıdır.

2.2.3.5 Drenaj

Üretim sırasında sahada doğal yollarla biriken sular pompa yardımı ile tankerlere doldurulup bu tankerler yardımı ile ocak içeresindeki yollar sulanarak tozla mücadele edilir.

2.2.4 Eti Maden Kırka Bor İşletmesi

Kırka, Eskişehir ilinin Seyitgazi ilçesine bağlı bir bucaktır. Kuruluş tarihi kesin olmamakla birlikte, elde edilen bilgilere göre 1634 yıllarına dayanmaktadır. İç Anadolu bölgesinde bulunur. Kırka Bor İşletme Müdürlüğü ise, Eskişehir ilinin 70 km güneyindeki Kırka Mahallesinin 4,5 km batısında yer almaktadır (Şekil 2.20).



Şekil 2.20 Eti Maden Kırka Bor İşletmesi uydu görüntüsü (URL 6).

Dünyanın en büyük Boraks yatağı ve rezervinin büyük bir kısmını oluşturan Kırka Sarıkaya Boraks yatağı; 1950-1960 yılları arasında Türk vatandaşları tarafından bulunmuştur. 1962 yılında tüm ruhsatlar Türkiye'deki boraks yataklarına sahip olan, İngiliz Boraks Consolidated Ltd. şirketinin eline geçmiştir. Kırka sodyum tuzu yataklarından üç tanesinin işletme imtiyazı, 1968 yılından itibaren farklı tarihlerde Etibank'ın bünyesine geçirilmiştir. Bu zengin yatakları işletmek için gerekli proje çalışmalarına 1969 yılında başlanmış, 1970 yılında da tesislerin kurulmasına başlanmıştır. İşletme çalışan toplam işçi sayısı 1120, memur sayısı 230'dur. Çalışma sahasında bor madeni ve türevlerini barındıran işletmenin toplam kapasitesi 1.524.000 ton/yıl'dır.

2.2.4.1 Üretim Yöntemi

Cevher üzerindeki örtü tabaka kalınlığı 50 m, cevher kalınlığı ise bazı yerlerde 140 m'ye kadar çıkmakla birlikte ortalama 70 m'dir. Tinkal yatağının merkezi bölümünde kalınlık daha fazla olmakla birlikte, cevher yatağı mercek biçiminde bir morfolojiye sahiptir.

1970 yılı ile birlikte başlayan dekapaj faaliyetleri ile tüvenan cevher üretiminde "açık işletme yöntemi" uygulanmaktadır. Sarıkaya jeolojik formasyonu sınırları içinde bulunan Sarıkaya Açık Ocağında, kazı yöntemi olarak yukarıdan aşağıya doğru ters konik spiral basamak yöntemi uygulanmakta olup; kamyonların en alt kattaki cevhere ulaşımının sağlanabilmesi için cevher taşıma yolları spiral sistem veya geri dönümlü sistemde oluşturulmaktadır. Oluşturulan cevher basamaklarının yüksekliği 10+3 m, basamak genişliği ise 25 +5 m olarak değişmektedir.

Delme-patlatma işlemi ile gevşetilmiş olan cevher kayacının kazı işlemi ise hidrolik paletli ekskavatörlerle yapılmakta ve yükleme-taşıma için "hidrolik paletli ekskavatör + kamyon sistemi" uygulanmaktadır. Taban kazısı ve sonrasında düzeltme için dozer ve grayder kullanılmaktadır. Elektrikli ekskavatörlerin hareket kabiliyeti az olduğundan dolayı belirli bir bölgede çalıştırılmaktadır. Ayrıca işletme bünyesinde 7 adet kamyon bulunmaktadır. Tüvönan cevher üretimi; gerekli büyüklükte kapalı bir tüvönan cevher stok alanının bulunmaması, Tinkal cevher formasyonunda birleşik ve kompleks yapıda kil ve marn minerallerinin bulunması ve Tinkal cevherinin suda çözünürlüğünün çok yüksek olması sebebiyle, kar ve yağmur gibi dış etkenlere karşı maruz kalan cevherin kalitesini kaybetmesi gibi ciddi problemlerle karşılaşılmakta ve kilin nemi tutması nedeniyle tesislere beslemede çok ciddi

sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu sebeplerden ötürü açık ocakta üretim haftada 7 gün, 3 vardiya sistemiyle yılın tüm günlerinde yapılmakta olup, tesislerin günlük ihtiyacını karşılayacak şekilde, günlük olarak delme-patlatma işlemi yapılmaktadır. Yağışlı havalarda ise üst kotlardaki üretim basamaklarından düşük eğime sahip nakliye yolları kullanılarak üretimin sürekliliği sağlanmaktadır (Çalık 2016). Açık ocak genel şev açısı 15°'dir. Ancak heyelan tehlikesinin fazla olduğu yerlerde açık ocak genel şev açısı 13°'ye kadar düşürülmüştür. Bunu sağlayan parametreler aşağıda verilmiştir. Heyelan bölgeleri hem ocak içinde hem de ocak çevresinde yapılan arazi incelemelerinde, daha önceki yıllarda oluşan fosil heyelanlar ve işletme şartları dikkate alınarak belirlenir. Sarıkaya Açık Ocak İşletmesinin örnek bir görünümü Şekil 2.21'de gösterilmiştir. Basamak yüksekliği (h) 10 m, genişliği (w) 35 m, şev açısı (a) 60°'dir.



Şekil 2.21 Sarıkaya Açık Ocak işletmesi genel görünümü (Çalık 2016).

1970 yılından bu yana açık işletme olarak faaliyetlerine devam eden Sarıkaya boraks yatağında işletme faaliyetlerinde; daha önceden kaymamış yerlerde dekapaj şev açısının 30°, önceden kaymış malzemede 14° ve cevherde 30° alınmaktadır. Orta vadeli proje kapsamında dekapajda 14°, üretimde 19°lik geçici şev acısı ile çalışılmaktadır. Dekapaj faaliyetleri boyunca; dekapaj malzemesinin kaya mekaniği özellikleri sebebiyle, şevlerde kayma olması ihtimali bilinmekte ve madencilik çalışmaları bu tecrübe ve bilgiler ışığında sürdürülmektedir.

İşletmede günlük üretim ihtiyacına göre delme sistemi oluşturulduktan sonra, lağımlar tek sıra ya da şeş-beş delik düzeninde delinmektedir. İşletmede dilim kalınlığı ve delikler arası

uzaklık üretim ihtiyacına göre değişmektedir. Delik boyunun 1/3'ü kadar sıkılama yapılır. Delik boyu basamak yüksekliğine göre değişmekte olup, 10 m yüksekliğindeki bir basamak için 10,5 m delik delinir. Bunun sebebi, patlatma sonucunda en az miktarda tırnak bırakmaktır. Delik çapları, patlatma sonucunda elde edilen malzemenin tane boyutu ve basamak yüzeyinin düzgünlüğünü etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. İşletmede $6^{1/4}$" delik delebilen 2 adet Ingersoll-Rand marka DM-25 delici ile 4" delik delebilen Furukawa HCR-12 marka bir delici ile delme işlemleri yapılır. Üretimde yapılacak atımlarda atım parametreleri ve bir delikte kullanılacak patlayıcı madde miktarları

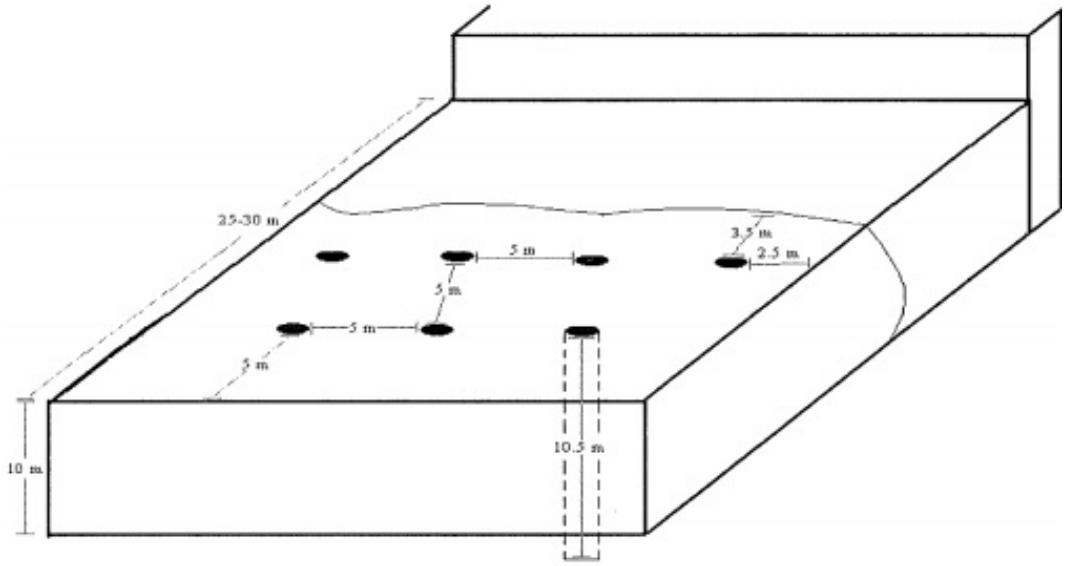
4 inç delik çapı için;

• Dilim kalınlığı: 4 m+0.5 m
• Delikler arası mesafe: 4,5+0,5 m
• Delik derinliği: 10+3 m + (0,5-1 m tırnak payı)
• ANFO: 50 kg
• Kapsüle duyarlı patlayıcı madde (dinamit): 2+0,5 kg
• Nonelectric (elektriksiz) kapsül: 2 adet

$6^{¼}$ inch delik çapı için;

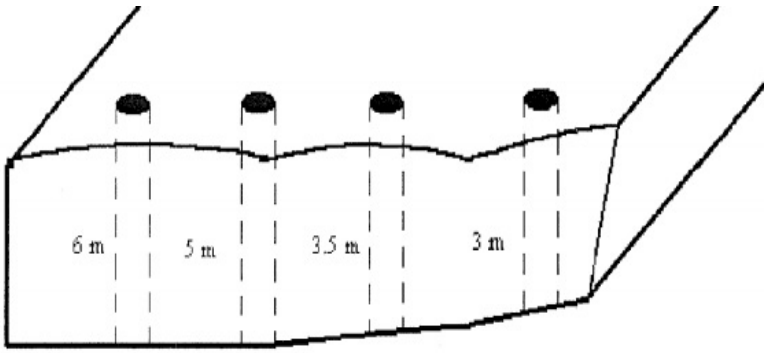
• Dilim kalınlığı: 5+0,5 m
• Delikler arası mesafe: 5,5+0,5 m
• Delik derinliği: 10+ 3 m+ (0,5-1 m tırnak payı)
• ANFO: 100 kg
• Kapsüle duyarlı patlayıcı madde (dinamit): 2+0,5 kg
• Nonelectric (elektriksiz) kapsül: 2 adet

Ocakta yapılan deneme atımları sonucunda en uygun dilim kalınlığının 4 m, delikler arası mesafenin 5 m olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak cevherin türü ve çeşidine göre dilim kalınlığı ile delikler arası mesafe değişebilmektedir. Delik geometrisi işi olarak ocakta iki çeşit yöntem vardır. Biri şeş-beş yöntemi, diğeri ise tek sıra yöntemidir. En yaygın olarak kullanılan şeş-beş delik düzenidir (Şekil 2.22).



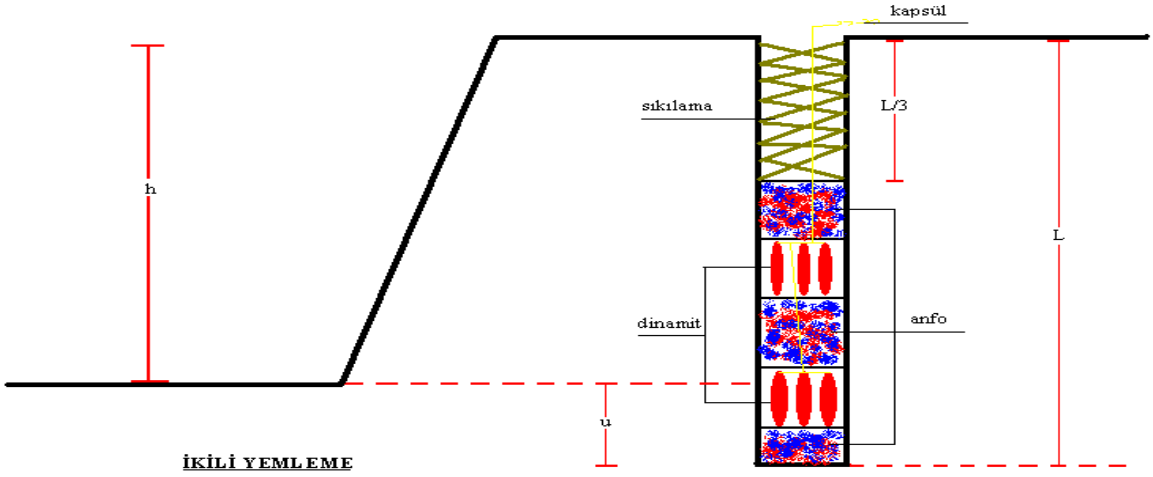
Şekil 2.22 İşletmede kullanılan şeş-beş delik düzeni parametreleri (Çalık 2016).

Delik yeri tespitinde, şerit metre, şakül vs. elemanlar kullanılırken, cevher tipine göre verilen dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe tam olarak uygulanmalıdır. Deliklerin tespit edilen yerde ve derinlikte delinmesi atımdan tam verim almak için titizlikle uygulanması gerekir. Tek sıra delik düzeni ise daha çok basamak düzeni için kullanılır. Yani, ayna yüzeyindeki bozuklukları düzeltmeyi amaçlar (Şekil 2.23).



Şekil 2.23 Tek sıra delik düzeni (Çalık 2016).

İşletmede patlayıcılar olarak anfo (amonyum nitrat-fuel oil), dinamit ve emülsiyon patlayıcılar kullanılmaktadır. Ucuzluğundan dolayı 1945'ten beri madencilikte en çok kullanılan patlayıcı anfodur. İşletme eski yıllarda patlayıcı olarak kullandığı anfoyu kendileri imal etmekteyken, günümüzde hazır anfo kullanılmaktadır. Şekil 2.24'de deliklerin doldurulması (yemlenmesi) gösterilmiştir.



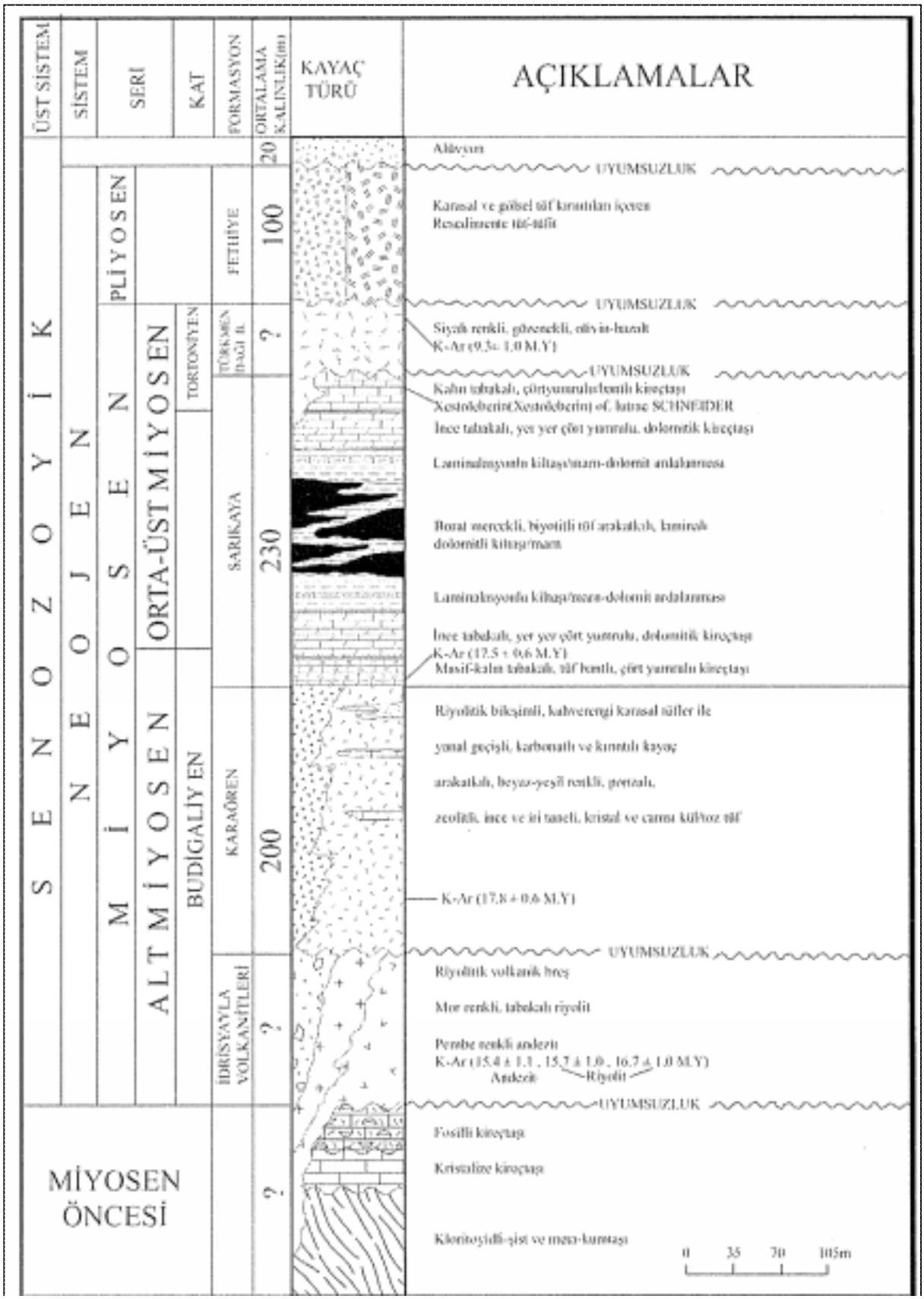
Şekil 2.24 Deliklerin doldurulması (Çalık 2016).

2.2.4.2 Jeolojisi

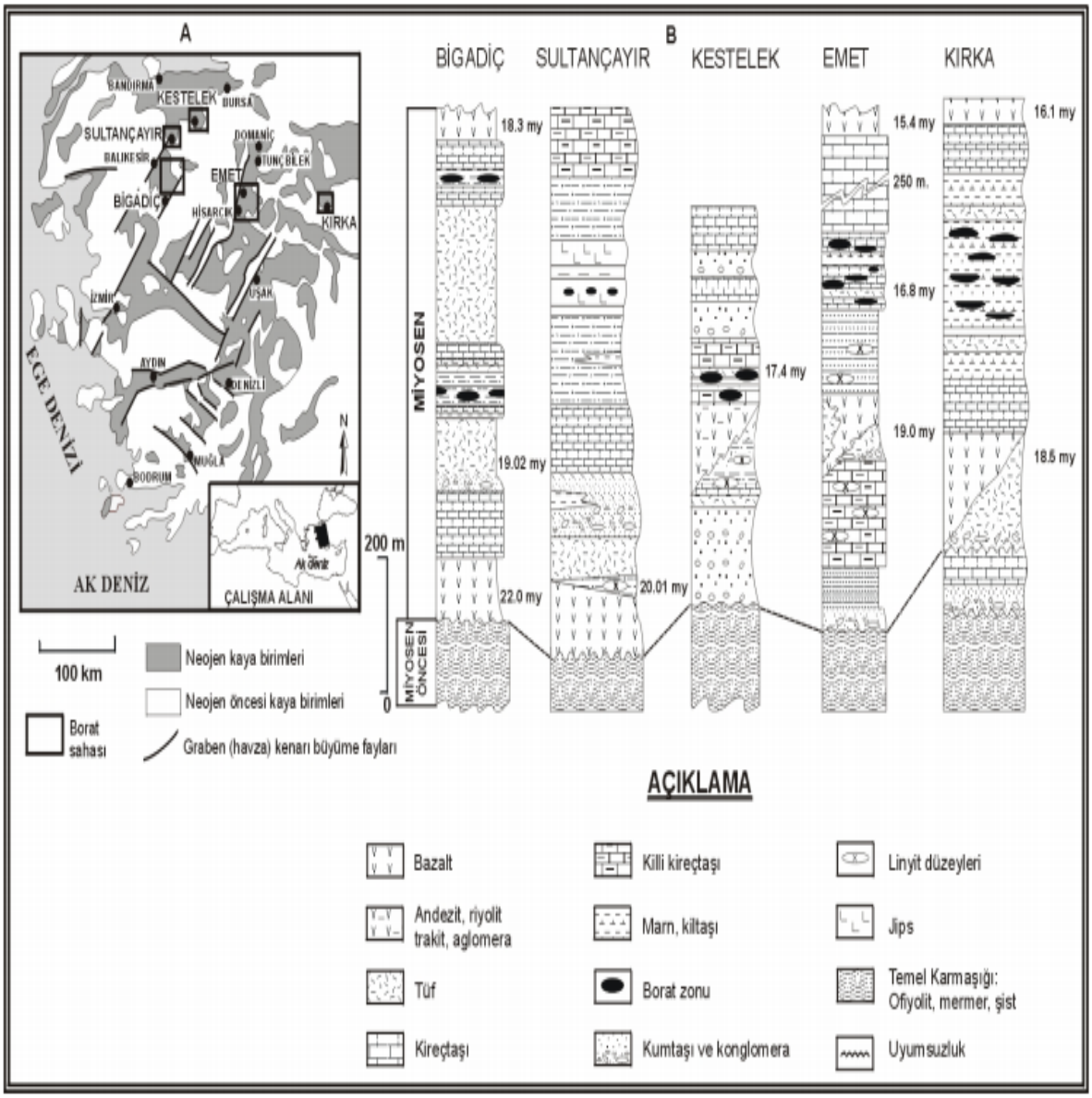
Kırka baseni ve yakın çevresinde, Miyosen öncesi temel kayaçlar (metamorfik, ofiyolit ve karbonatlar) ile Neojen yaşlı volkanik ve sedimanter birimler yer almaktadır (Şekil 2.25). Batı Anadolu Neojen havzalarında ki bor yataklarının dağılımı ve havzalara ait genelleştirilmiş stratigrafik kesitler Şekil 2.26'da gösterilmiştir. Neojen birimleri, İdrisyayla volkanitleri (andezit, riyolit ve volkanik breş), Karaören formasyonu (zeolitli tüfler), Sarıkaya formasyonu, Türkmendağı bazaltı ve Fetiye formasyonu (resedimante tüf) şeklinde beş litostratigrafik birime ayrılmıştır.

Üst Kalker Serisi: Kil-marn serisinin üstünde yer alan, 30-50 m arasında kalınlık gösteren örtü tavan kalkerlerinin alt seviyeleri genellikle yumuşak beyaz kitleler halindedir. Yumuşak mikrokristalin kalkerlerin üstünde beyaz silisli mikrokristalin kalkerler yer alır. Silis oluşumları ince bantçıklar veya şeritler halinde bulunur. Bu bantçıkların kalınlığı 20-100 cm arasında değişir. Yumuşak kalkerler silisli mikrokristalin kalkerler ile birlikte üst seviyelere doğru ardalanmalı olarak devam ederler.

Kil-Marn Serisi: Borat serisinin üstünde ince bir kil seviyesi ile başlar, daha sonra marnlı seviyelerle devam eder. Üst Seviyelere doğru kilin azalması nedeni ile killi marn üzerinden killi kalkere dönüşür. Bu seviyeye kil-marn serisi denilmiş olup, kalınlığı 20-35 m arasındadır.



Şekil 2.25 Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Çalık 2016).



Şekil 2.26 Batı Anadolu Neojen havzalarında bor yataklarının dağılımı ve havzalara ait genelleştirilmiş stratigrafik kesitler (Çalık 2016).

Borat Serisi: Bu seri marn-kil serisinin üstünde, genellikle muhtelif bor mineralleri ihtiva eden (üleksit, kolemanit gibi) killi bir seviye ile başlar. Bu killi seviyenin kalınlığı 3-5 m arasında değişmektedir. Bunun üzerinde esas borakslı seviye gelmektedir ki içinde yer yer ince marn-kil ve tüf arakatları bulunduran bu serinin kalınlığı 2-150 m arasında değişmektedir. Bu kısımda üç tip cevher gözlenmekte olup, bunları bantlı, breşik ve camsı masif oluşumlardır. Bu seviyede bulunan bor mineralleri; üleksit, kolemanit, kurnakovit ve inderittir. Kalınlıkları 5-20 m arasında olup üleksitçe yoğun killi yapılar daha yoğundur.

Marn-Kil Serisi: Taban kalkerinin hemen üstünde kalkerli marn olarak başlar, üst seviyelere doğru kil yüzdesi artar, killi marnlara geçiş gösterir. Kil yüzdesinin üst tarafa doğru artmasından dolayı yatakların dibinde bulunan bu kayaç serisine marn-kil serisi denilmekte olup kalınlığı 25-35 m arasında değişmektedir

Alt Kalker Serisi: Gözenekli bir yapıya sahip olup yer yer az miktarda silis oluşumları içerir. Renkleri krem ve gri arasında değişir. Gözeneklerde kalsit, opal, kalsedeon oluşumlardır. Taban kalkerleri üst seviyelere doğru kalın levhalar halinde devam eder. Yapılan sondajlarla bu seri geçilememiş ancak içinde çok kısa ilerlemeler kaydedilmiştir. Kaya Boğazı denilen mevkide mostra verirler. Alt kalker serisi Miyosen'de oluşmuşken genç alüvyonlar, resedimante tüfit, kil-marn serisi, borat serisi ve marn-kil serisi Pliyosen'de oluşmuştur (Çalık 2016, Köksal vd.'den 2017).

2.2.4.3 Makine Parkı

İşletmede üretim delme patlatma yöntemi ile yapılmaktadır. Delme patlatma işlemleri sonucunda oluşan yığınlardan yükleme elektrikli ekskavatör, hidrolik ekskavatör ve loader yardımıyla yapılmaktadır. Taban kazısı ve düzeltme için dozer ve grayder kullanılmaktadır. Elektrikli ekskavatör hareket kabiliyetinin az olmasından dolayı belirli bir bölgede çalıştırılmaktadır.

2.2.4.4 Şev Stabilitesi

Örtü tabakasının cinsi ve kalınlığı bölgeye göre değişiklik göstermektedir. İşletmede 1975 yılında oluşan ve Kertil Heyelanı olarak isimlendirilen malzemenin kaldırılması ve bundan sonra gerçekleşebilecek heyelan oluşumuna meydan vermeden çalışmaların sürdürülmesi amacıyla, 1988 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi ile Açık Ocak Heyelan ve Şev Etüdü çalışması başlatılarak 1991 yılında sonuçlandırılmıştır.

Sahada, kaya şevlerinin duyarlılığı açısından cevherli zonda herhangi bir problem bulunmamaktadır. Yatağın tektonik ve jeolojik özellikleri nedeniyle, geçici genel şev açıları; dekapajda 12°-20°, üretimde 18°-20° arasında uygulanacak olup, açık ocağın batı tarafında nihai genel şev açıları üretim ve dekapajda 20°, doğu yönünde ise 30° olmaktadır. 1970 yılından bu yana süre gelen açık işletme olarak faaliyet gösteren Sarıkaya boraks yatağında

işletme faaliyetlerinde; daha önceden kaymamış yerlerde dekapaj şev açısının 30°, önceden kaymış malzemede 14° ve cevherde 30° alınmaktadır. Dekapaj faaliyetleri boyunca; dekapaj malzemesinin kaya mekanik özellikleri sebebiyle, şevlerde kayma ihtimalinin bilinmekte olup madencilik faaliyetleri bu tecrübe ve bilgiler ışığında sürdürülmektedir (Çalık 2016).

2.2.4.5 Drenaj

Ocakta su drenajı, yeraltı ve yüzey sularının drenajı, olarak iki bölümde ele alınır. Yeraltı suları çıkış yerinden itibaren belirlenmiş olup, cevhere kadar açık kanallardan, cevherden sonra borulara alınarak ocak tabanına getirilmektedir. Ocakta, yeraltı su geliri az olmasına rağmen, bu su cevher basamaklarını eriterek tahribata yol açtığından şev stabilitesi açısından önemli olduğundan bu yöntem uygulanmaktadır. Yeraltı sularının kil kontaklarında biriktirilmeden, serbestçe akmasının sağlanması, dekapaj malzemesinin duraylılığı açısından da önem arz etmektedir. Yeraltı su geliri yaz ve kış aylarında çok önemli bir farklılık göstermeyip, yıllık yeraltı su geliri 500 m^3 dolaylarındadır.

Açık İşletmenin yer aldığı Kırka bölgesinin yıllık ortalama yağış miktarı 430 mm'dir. Ocak alanının yaklaşık olarak 2 km^2 olduğu ve yağışın 1/3'nün yüzey suyu olarak ocaktan drene edileceği varsayılarak yılda 300.000 m^3 yüzey suyunun pompalanacağı belirlenmiştir.

Yeraltı sularında özellikle yaz aylarında buharlaşma dikkate alınarak ihmal edildiğinde ocağın güvenliği açısından, yağışın daha çok bahar aylarında olduğu göz önünde bulundurularak suyun tehlike oluşturmaması için 100 m^3/h kapasiteli su drenaj hattının oluşturulması gerekmektedir. Mevcut durumda; 150 m^3/h kapasiteli, 132 kW'lık çok kademeli santrifüj drenaj pompası ile ocak dibinde biriken su drene edilmektedir. Yağışlarla birlikte gelen ve bunun dışında arazide görülen 1-2 lt/dk debili kaynakların su gelirleri, açık ocak bölgesinin en düşük kotuna direne edilerek buradan pompa ile konsantratör tesisinde yıkama suyu olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, fabrika birimlerinde meydana gelen fazla zayıf çözeltinin değerlendirilip tekrar olarak sisteme kazandırılması amacı ile 2014 yılı ağustos ayında faaliyete geçen bir çökeltme havuzu bulunmaktadır. Bu çökeltme havuzu yedekli olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Bir bölümü dolan havuz kristallenmesi için bekletilmekte ve gelecek olan zayıf çözelti diğer bölüme aktarılmaktadır (Çalık 2016).

2.2.5 Eti Maden Emet Bor İşletmesi

Emet Bor İşletme Müdürlüğünün faaliyet gösterdiği bor havzasındaki kolemanit cevheri 1956 yılında MTA jeoloğu J. Gawlik tarafından bölgede linyit kömürü aramaları yapılırken kolemanit cevheri yatakları bulunmuştur. İlk tespit edilen yatak Hisarcık bölgesindedir. MTA tarafından Etibank'a devredilen sahalarda 12.07.1958 tarihinde Hisarcık yakınlarında kurulan "Etibank Emet Kolemanit Madeni İşletmesi Müessesesi Müdürlüğü" adıyla faaliyetini sürdürmüştür. Daha sonraki yıllarda kurumun yeniden yapılanması ile bor işletmeleri Ankara Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağı İşletme Müdürlükleri şeklinde yapılandırılıştır (Kalkan, 2012).

Emet Bor İşletme Müdürlüğü, Kütahya ilinin güney batısındaki Emet ilçesinde kurulmuş olup, Kütahya ili merkezine 100 km uzaklıktadır. İşletmeler ve ocakların uydu görüntüsü Şekil 2.27'de gösterilmektedir.



Şekil 2.27 Emet Bor İşletmeleri uydu görüntüsü (URL-7).

MTA tarafından Etibank'a devredilen sahalar; güneyde Hisarcık'a 4 km mesafedeki Hamamköy ile kuzeyde Emet'e 4 km mesafedeki Espey bölgesini içine almaktadır. Espey bölgesinin 1 km kuzeybatısında yer alan Killik mevkiinde 1957 yılında özel sektörce madencilik faaliyetlerine başlanmış ve 1979 yılındaki devleştirmeye kadar sürmüştür. Espey Bölgesindeki Etibank tarafından yapılan sondajlı aramalar sonucunda 1969 yılında yeraltı üretim metodu ile üretim faaliyetlerine başlanmıştır. 1979 yılında özel sektörden devir alınan

Yeni Espey Ocağı ile birlikte yeraltı işletmesi olarak sürdürülen üretim faaliyetleri 1990 yılında açık işletmeye döndürülmüştür (Kalkan, 2012).

2.2.5.1 Üretim Yöntemi

Ocaklar da dekapaj işlemi ve üretim delme-patlatma ile yapılmaktadır. İki ocağında üretim şekli aynı olup Espey açık ocağında delik uzunluğu 8 m ve delik sayısı 35 olarak artış göstermektedir. Patlatmanın amacı cevheri gevşetmektir. Büyük çapta patlatma yapılmamaktadır. Nakliyat ise ekskavatör ile kazıp kamyon ile taşıma ile sağlanmaktadır. Aşağıda Hisarcık açık ocağında yapılan etütler verilmiştir. Kamyon Etüdü: Nakliyatta gerekli olan kamyon sayısının belirlenmesi için yapılan hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

- Kamyon dalma süresi (t_1): 205 sn
- Ekskavatör periyodu = 30 sn
- Kamyon 12 kepçe ile doluyor (30×12 = 360 sn)
- Ekskavatör yanında manevra süresi (t_2): 25 sn
- Siloya geri manevra ve boşaltma süresi (t_3): 90 sn
- Dolu kamyonun hızı = 20 km/saat
- Taşıma kapasitesi: 2,6 km
- Dolu kamyon taşıma süresi (t_4): (2,6 km ×3600 sn/saat)/ (16 km/saat) = 585 sn
- Boş kamyon hızı: 30 km/saat
- Dönüş mesafesi: 2,6 km
- Boş kamyon dönüş süresi (t_5): (2,6 km×3600 sn/saat)/ (30 km/saat) = 323 sn
- Toplam tur süresi = $t_1+t_2+t_3+t_4+t_5$
- T:205+25+90+585+323
- T: 1227 sn: 20 dk 52 sn
- Q_e: Ekskavatörün 1 saatte yaptığı iş
- Q_k: Kamyonun 1 saatte yaptığı iş
- F_1: Cevherin kabarma faktörü (1,39)
- F_2: Kepçe dolma faktörü (0,8)
- F_3: İşletme faktörü (0,75)
- V: Kepçe hacmi (3,3 m^3)
- A: Kamyon sayısı

- T: Periyot süresi

Kamyonun kasa kapasitesi: 40 ton

- $Q_e = (3,3 \times 0,8 \times 0,75) / (1,39 \times 30) = 177\ m^3/saat$
- Q_e:$177\ m^3/saat \times 2,3\ ton/m^3 = 407\ ton/saat$
- $3600/1277 = 2,93 = 3\ tur/saat$
- Q_k: $3 \times 40 = 120\ ton/saat$ (bir kamyonun saatte taşıdığı yük)
- $A = Q_e/Q_e = 407/120 = 3,39 \cong 3$

Hesaplamalara göre 3 kamyon gerekmektedir. Fakat günlük üretimi ve olağanüstü durumları karşılayabilmek için yedek 1 kamyon daha bulunması gerekmektedir. Bu nedenle ocakta 4 kamyon bulunmaktadır (Kalkan, 2012).

Delme Patlatma Etüdü: Atım yapılacak yerdeki formasyon dikkate alınarak, yetkililer tarafından delikler arası mesafe ve dilim kalınlığı tespit edilir. Toplam delik sayısı kadar şeş-beş düzeninde işaret konulur. Daha sonra delici makine (Ingersal-Rand DW-23) delmeye başlar. Aşağıda bir delik delme için geçen süre hesaplanmıştır.

- Delicinin manevra süresi: 130 sn
- Hazırlık ve kule kaldırma: 20 sn
- Kule indirme süresi: 15 sn
- Delme süresi: 900 sn
- Toplam süre: 1065 sn: 17 dk 45 sn

Patlatma Etüdü: Delme sonrasında delikler, Hisarcık Bölgesi genel stampında görülen 1. kalite 2. zon (taban) cevheri ve taban cevheri altında mevcut bulunan kil ve marn formasyonunu kesmiştir. Jeolojik formasyon orta sertlikte olup, yapısal jeoloji olarak süreksizlikler görülmektedir. Su problemi ile karşılaşılmamıştır.

Servis mühendisleri tarafından 1 delik için kullanılacak patlayıcı madde miktarı aşağıdaki hesaplamalara göre hesaplanır

- Delik alanı: $(\pi \times d^2)/4$
- π: 3,14
- D: Delik çapı: 15,24 cm
- Anfonun özkütlesi: 0,8 gr/cm^3
- Delik alanı: (3,14× (15,24)2)/4 = 182,3 cm^2
- 0,8 gr/cm^3×182,3 cm^2 = 145,86 gr/cm = 14,59 kg/m
- Delikte kullanılan anfo miktarı 25 kg ise
- 25/14,59 = 1,7 m (tüm deliklerde anfo ile sarj edilecek delik yüksekliği)
- Delik çapı: 6 inç: 152,4 mm
- Delik uzunluğu: 6 m
- Delik sayısı: 20 adet
- Delik düzeni: şeş-beş
- Delikler arası mesafe: 5 m
- Dilim kalınlığı: 5,75 m

İşletmede üretimin temel mantığını patlatma oluşturmaktadır. Hisarcık açık ocakta kullanılan patlayıcılar aşağıda verilmiştir.

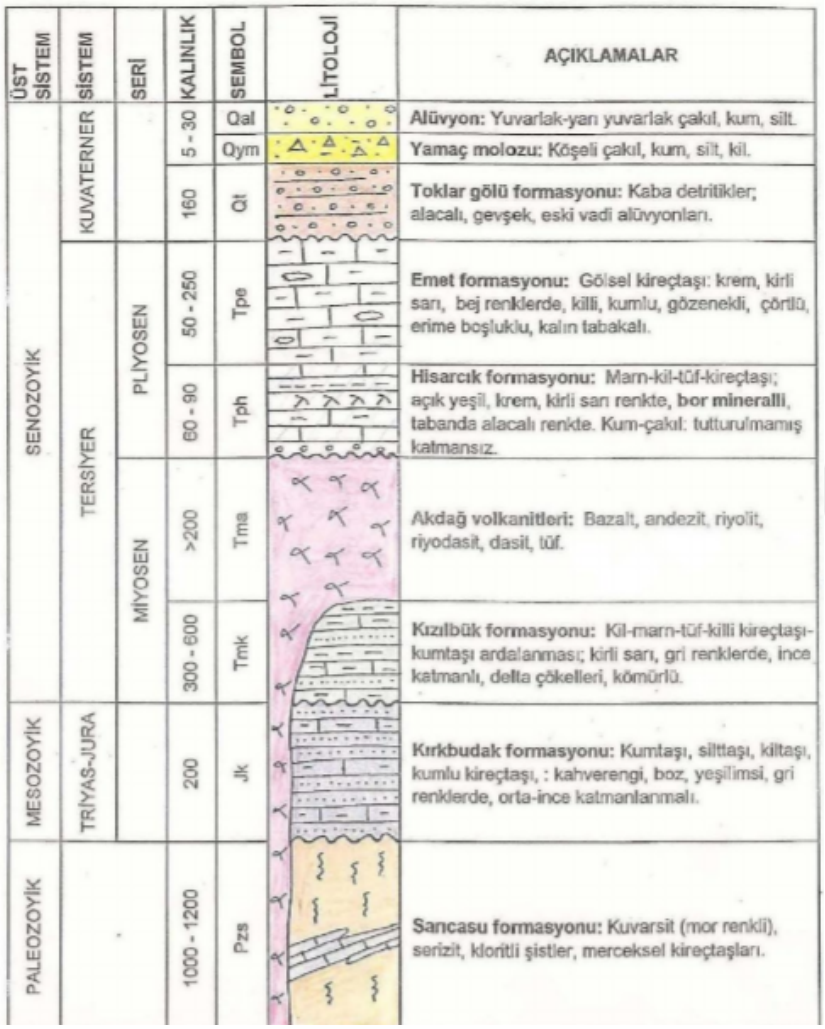
Orica-Anfo: Anfo, prill poroz amonyum nitrat ile motorinin oksijen dengesi gözetilerek karıştırılması ile elde edilir. Tam proses kontrolü altında %93,0 AN, %5,7 motorin oranında hazırlanan anfo kuru deliklerde kullanılabilen bir patlayıcıdır. Kullanılan amonyum nitrat yüksek porozite, yüksek mazot emme ve muhafaza etme özelliğine sahiptir. Stoklamada en az 6 ay mazotu bünyesinde tutar.

Powergel Süper 600: Çok yumuşak ve yumuşak formasyonlar için tasarlanmış, sulu deliklerde, itme ve kırma kuvveti maksimize edilmiş, kapsüle duyarlı patlayıcılar ile patlatılan yüksek performanslı bir patlayıcıdır.

Powergel Magnum (kapsüle duyarlı emülsiyon patlayıcı): Powergel Magnum kapsüle duyarlı yüksek güçte emülsiyon patlayıcıdır. Bu sayede yüksek toplam enerjinin değil, aynı zamanda süper öteleme performansı ve etkin kaya kırma için, maksimum toplam kullanılabilir enerjiyi açığa çıkarmasının bir fonksiyonudur (Kalkan, 2012).

2.2.5.2 Jeolojisi

Kütahya İlinin içerisinde yer aldığı İçbatı Anadolu Bölgesinde Paleozoik, Mesozoik ve Senozoik üst sistemlerinin değişik dönemlerine ait jeolojik birimler bulunmaktadır (Şekil 2.28). Kütahya ve çevresinde en eski kayaçlar Devoniyen yaşlı gnays, muhtelif çeşit şist ve mermerlerdir. Bu serinin üzerinde fosilli orta Permiyen kalkerleri diskordans olarak gelir. Mesozoik, yerleşme yaşı Üst Kretase olan ultramafik kayalarla temsil edilmiştir.



Şekil 2.28 İşletme sahasının stratigrafik kesiti (Köksal vd. 2017).

Genellikle peridodit ve piroksenit bileşiminde olan ofiyolitik kütle bölgede allokyon birliği temsil eder. Yer yer tamamen serpantinleşmiş durumda olan bu kayaçlar bölgede masif ultramafikler halinde olup Murat Dağı civarında karmaşık bir durumda değişik litolojili kayaçları içinde bulundurur. Ultramafik kayaçlar üzerinde ise çoğu silisleşmiş,

karbonatlaşmış ve limonitleşmiş bir örtü kayaç görülmektedir. Tersiyer, temel kayaçlar üzerinde diskordans olarak bulunan Miyosen ve Pliyosen yaşlı sedimanter kayaçlarla temsil edilmiştir. Miyosen, genellikle flüviyal karakterli, kaba taneli ve ince taneli detritiklerden ibarettir. Miyosen detritikleri üst seviyelere doğru tüf katkıları içerir, nihayet tüf ve aglomeralardan ibaret bir volkanik kuşak Miyoseni Pliyosenden ayırır. Arada hafif açısal bir diskordans tespit edilmiştir. Pliyosen marn ve kireçtaşları ile temsil edilir. Daha üstte yer alan ve geniş yayılım gösteren gevşek konglomeralar Orta Pliyosen'den daha genç bir yaştadır (Köksal vd. 2017).

2.2.5.3 Makine Parkı

Üretimde 20 ile 25 tonluk 4 adet kamyon kullanılmaktadır. Dekapajda ise 12 adet 40 ile 50 tonluk kamyonlar kullanılmaktadır. Üretimde 1 adet, dekapajda ise 2 adet delici kullanılmaktadır. Makine parkı Çizelge 2.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.5 Makine parkı (Kılıç 2015, Köksal vd.'den 2017).

Makine	Kapasite	Adet
Ekskavatör	8 ton	4
Yükleyici	7.5 ton	2
Greyder		1
Riperli dozer	6	1
Delici		2
Kamyon	20-25 ton	4
Kamyon	40-50 ton	12

2.2.5.4 Şev Stabilitesi

Hisarcık Açık İşletmesinde cevher tabakalı yapı göstermektedir. Dekapaj 110 m ve cevher kalınlığı 25-30 m arasındadır. Hisarcık yatağının jeolojojik yapısı ilk başta 32 m kireçtaşı, ara ara kil tabakaları ve tekrar 30 m kireçtaşı bulunmaktadır. Genel şev açısı 19-24°, basamak şev açısı 67-*72*°, basamak yüksekliği üretim için 6-8 m, dekapaj için 10 m ve basamak genişliği 20-25 m olan açık işletme ocağıdır. Ocak 13 tane dekapaj basamağı ve 5 tane üretim basamağı olmak üzere toplam 18 basamaktan oluşmaktadır (Şekil 2.29).



Şekil 2.29 Hisarcık Açık İşletmesi genel görünümü.

Genel şev açısı 19-24^{o}, basamak şev açısı 67-72^{o}, basamak yüksekliği üretim için 6-8 m, dekapaj için 10 m ve basamak genişliği 20-25 m olan açık işletme ocağıdır. Ocak 13 tane dekapaj basamağı ve 5 tane üretim basamağı olmak üzere toplam 18 basamaktan oluşmaktadır (Yazıcı, 2016). Espey açık ocağı ise 9 basamaktan oluşmaktadır. Bu ocaktaki genel şev açısı 41^{o} iken basamak şev açısı ise 82^{o}'dir.

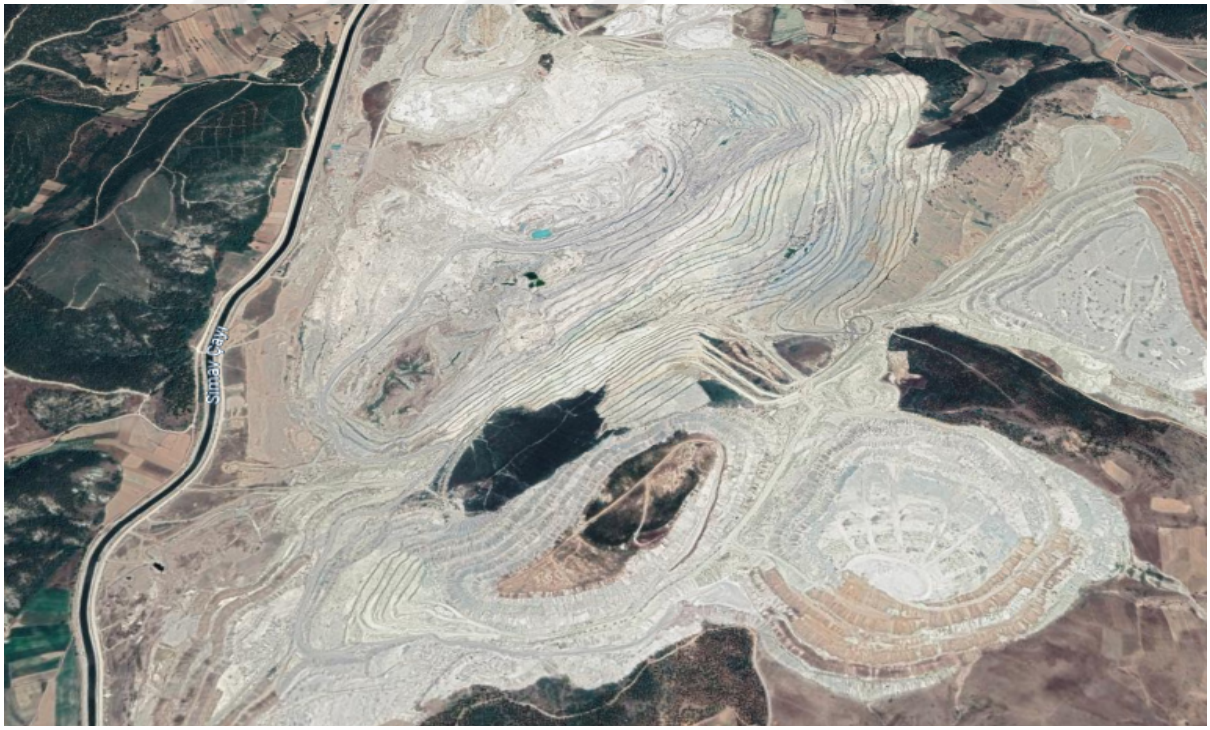
2.2.5.5 Drenaj

Bölgede bulunan en önemli akarsuyu, Koca Çay'dır. Koca Çay güneyden kuzeye doğru akmaktır. Doğu ve batıdan yan kollar ile beslenmektedir ve işletmenin güneyinde yer almaktadır. Yıllık ortalama yağış 49 cm ve max yağış 68 cm'tür. Bölgedeki cevherin rezerv miktarının büyük bir kısmı yeraltı su seviyesinin üstünde yer almaktadır. Açık Ocak içerisinde sadece yer üstü suları gelmektedir. Su miktarı mevsimlere bağlı olarak 0,5 lt/sn ile 1 lt/sn arasında değişmektedir. İşletmede halen su problemi yoktur. Sahada biriken sular su motorları kullanılarak işletme civarındaki akarsuya nakledilmektedir. İşletmede iki adet havuz

bulunmaktadır. Havuzlarda birbirine aktarım yapmak için 90 kW gücünde pompalar ve havuzdan işletme dışına aktarım için ise 33 kW'lik güce sahip pompalar kullanılmaktadır (Köksal 2015).

2.2.6 Eti Maden Bigadiç Bor İşletmesi

Bigadiç Bor İşletmesinde 2009 yılı verileri ile 570 milyon ton kolemanit ve 49 ton üleksit olmak üzere toplamda 619 milyon ton maden rezervi tespit edilmiştir. Yıllık üretimin yaklaşık 1 milyon ton olacağı ön görüsüyle 600 yıllık rezerv bulunduğu düşünülmektedir. Bigadiç Bor İşletmesinde Tülü, Acep ve Simav adlarında üç adet açık ocak bulunmaktadır. Bu ocakların uydu görüntüleri Şekil 2.30'da gösterilmektedir. Simay ocağındaki dekapaj ve cevher çıkartımı ihale usulü ile özel şirketlere verilmiştir. Türkiye'nin yüzölçümü bakımından en büyük açık bor madeni ocağıdır. Buradan üleksit ve ağırlıklı olarak kolemanit çıkartılmaktadır. Tülü ve Acep ocağında üretim devlet eli yapılmakta olup, Acep ocağında dekapaj ve zaman zaman cevher çıkartımı yapılmaktadır. Tülü ocağında şu anda herhangi bir faaliyet bulunmamaktadır (Köksal 2015, Köksal vd.'den 2017).



Şekil 2.30 Bigadiç Bor İşletmesi uydu görüntüsü (URL-8).

2.2.6.1 Üretim Yöntemi

Simav Açık Ocağında bor rezervlerinin açık işletme proje çalışmaları 1977 yılının Nisan ayında tamamlanmıştır ve yapılan 200.000 ton/yıl kapasiteli Simav açık işletme projesi doğrultusunda, 14.08.1998 tarihinde dekapaj faaliyetlerine başlanmıştır. Simav Açık Ocağının 2015 yılındaki genel görüntüsü Şekil 2.31'de gösterilmiştir. Bölgede; dekapaj miktarı 218 milyon m^3, kolemanit miktarı 20 milyon 520 bin ton, üleksit miktarı 7 milyon 600 bin ton, itfa oranı 7.75 m^3/ton olarak bulunmuştur. Şu an ki itfa oranı ise 10,57 m^3/ton'dur. Kolemanit ve üleksit damar kalınlıkları Çizelge 2.6'da gösterilmektedir.



Şekil 2.31 Simav Açık Ocağı genel görüntüsü (URL-9).

Çizelge 2.6 Simav Açık Ocağında damarlar (Köksal 2015).

Damar Numarası	Cevher İçeriği	Damar Kalınlığı (m)
1	Kolemanit	2 – 4
2	Kolemanit	4 – 5
3	Kolemanit + Üleksit	5 – 10
4	Üleksit	3 – 5

Kamyonlar ocağın en az üç bölgesinden ekskavatörler aracılığıyla yüklenir. Daha sonra yaklaşık 4600 m uzunluğunda ve eğimi %3-4 olan yolda ilerleyerek dekapaj sahasına ulaşır ve boşaltma yapar (Köksal 2015, Köksal vd.'den 2017).

Tülü Açık Ocağı 1976 yılında Etibank'a devredilmiştir. İlk yıllarda (1976-1977) kapalı ocak yöntemiyle çalışılmıştır. Daha sonra açık işletme olarak çalışılmaya başlanmıştır. Çalışmakta olan ocağın görünümü Şekil 2.32'de gösterilmektedir.



Şekil 2.32 Tülü Açık Ocağı genel görüntüsü (URL-10).

İşletmenin alt boratlı birim içerisinde açılmış tek ocağı olan Tülü açık ocağında ortalama örtü tabakası kalınlığı 70 m olup, cevher zonu kalınlığı 27 m ve net cevher kalınlığı 17 m'dir. Genel doğrultuları 30° Kuzey-Doğu, eğimleri 7°-20° Güney-Doğu olan bu damarlar üstten alta doğru aşağıdaki gibi sıralanırlar. Çizelge 2.7'de cevher zonlarının damar kalınlıkları gösterilmiştir (Köksal, 2015).

Basamak yüksekliği 10 m, basamak genişliği 15-25 m, basamak şev açısı 50°-70°, genel şev açısı batıda 20°-25°, doğuda ise tüflerin bulunması nedeniyle 30° kabul edilmiştir. Çalışma esnasında sahanın en az iki farklı noktasından yüklenen kamyonlar, ekskavatörler aracılığıyla 4-5 kepçede dolmaktadırlar (Köksal 2015).

Çizelge 2.7 Tülü Açık Ocağında damarlar (Köksal 2015).

Damar Numarası	Cevher İçeriği	Damar Kalınlığı (m)
1	Kolemanit	0,75
2	Kolemanit	3,00
3	Kristal Kolemanit + Üleksit	10,5 – 12.5
4	Kolemanit	0,75

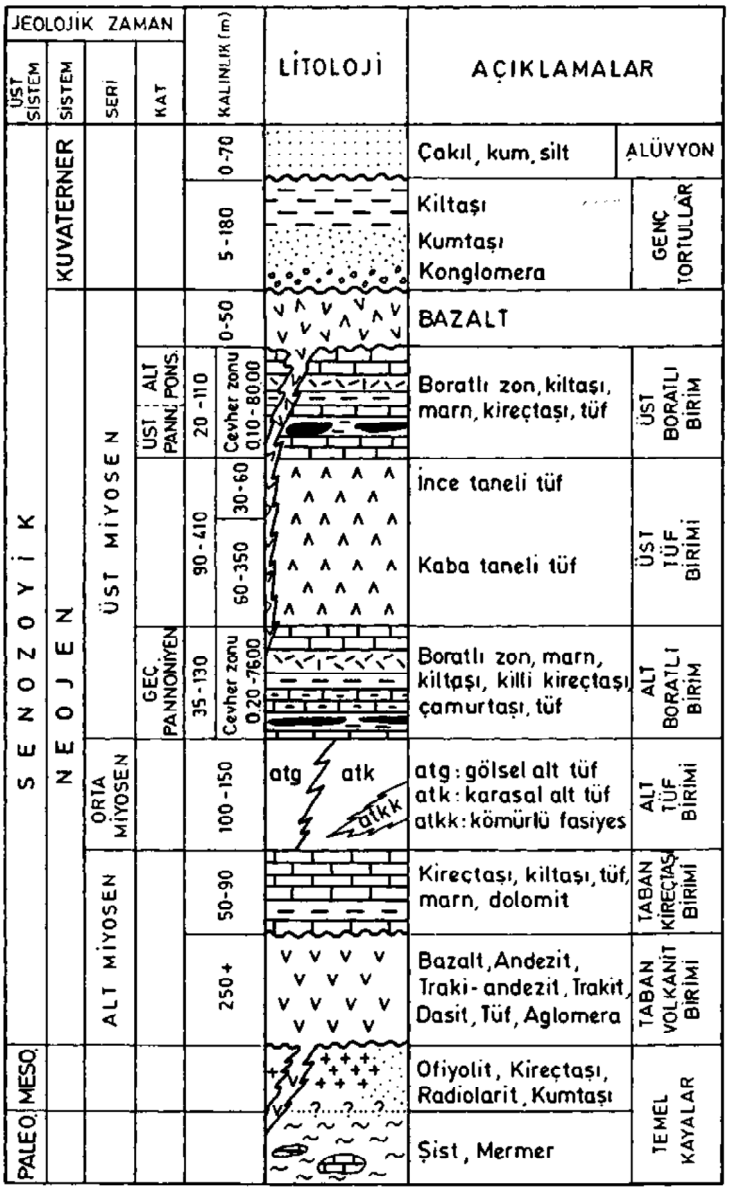
Acep Açık Ocağı; basamak genişliği 20-40 m, basamak yüksekliği 10 m, genel şev açıları heyelan bölgesinde 12 -15°, diğer bölgelerde 20°-22° olarak esas alınmıştır. Basamak şev açısı tüm bölgelerde 50°-70° olarak alınmıştır. Acep Açık İşletmesi çalışma alanı yaklaşık 30 hektar'lık bir alanı kapsamaktadır. Ocağın nihai şekli takriben elips şeklinde olup eni-boyu yaklaşık 1400 x 900 m civarındadır.

Cevher ve dekapaj malzemesi yumuşak olduğundan, genellikle ekskavatör kepçeleriyle basamaklardan cevher ve dekapaj malzemesi yüklenebilmektedir. Bu genel durumun mümkün olmadığı zamanlarda patlatma uygulaması yapılmaktadır (Köksal 2015).

2.2.6.2 Jeolojisi

Bigadiç bor yatakları kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanan, birbirinden kalın tüf birimiyle ayrılmış iki zon halinde oluşmuştur. Havza doğu ve batıda yoğun volkanikler, kuzeybatı da taban kompleksleri ile sınırlanmıştır. Bigadiç volkan-sedimanter Neojen sedimanterleri, yoğun taban birimi katmanlarıyla sınırlanmış birkaç bağımsız veya birbirine bağlı yataklanmıştır. Bigadiç bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti Şekil 2.33'de verilmektedir. Bu havzalar aynı zamanda kuzeydoğu-güneybatı istikametinde yayılırlar ve Neojenin ilk devrelerinde oluşmuşlardır. Neojen sedimanterlerinin kalınlığındaki varyasyonlar, bağımsız veya birbirine bağımlı göllerdeki oluşumu yansıtmaktadır. Bor yataklarını içeren sedimanterler normal bir şekilde kıvrımlı ve faylıdır. Neojen serisinin kalınlığı toplam olarak 1200 m'yi aşar. Alt ve üst boratlı zonların kalınlıkları sırasıyla 35-130 ve 20-110 m'dir. Boratlı sedimanter formasyonlar kuzeydoğu-güney batı istikametinde uzanır. Dalımları; kontak, kıvrım ve faylara bağlı olarak 200-600 arasında değişir. Boratlı damarların yeraltı yayılımı sondaj ve yüzeye yayılmış kayaçlardan faydalanarak tahmin edilmiştir. Bigadiç çevresinde Neojen volkanik sedimanter kayaçlar kuzeydoğu-güneybatı

istikametinde uzanan birkaç küçük simetrik senklinal ve antiklinal şeklinde bulunurlar. Bor yatakları ve birlikteki sedimanterler üst boratların oluşmasından sonra meydana gelen kuzeybatı-güneydoğu ve kuzeydoğu-güneybatı istikametindeki faylarla yer değiştirmişler. Hakim faylar eğim atımlı normal faylar olup dalımları 400 ile 900 m arasında değişir.



Şekil 2.33 Bigadiç bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Köksal 2015).

Bölgedeki taban kompleksleri Ön Miyosen'de meydana gelen fay ve yer değiştirmelerle blok faylara maruz kalmıştır. Taban sedimanter formasyonunun bu sonucunda Miosen sedimanterleri yataklanmıştır. Taban sedimanterlerinin gelişmesine katkıda bulunan büyük

ölçekli faylar, aynı zamanda boratlı yatakların oluşması sırasında hidrotermal zengin bor solüsyonuna kanal görevi yapmıştır. Tabandaki sonraki faylar boratlı zonları denkleştirmiş ve fay zonlarında bazı boratları altere ederek ikincil kalsite dönüştürmüştür. Mevcut travertenlerdeki termal kaynaklar, bölgenin kuzeydoğusunda aktiftir ve muhtemelen boratlı sığ göllerin varlığı sırasındaki yoğun volkanik ve tektonik aktivitelerle muhtemelen ilişkili olduğu zamanlarda borat yatakları için önemli bir bor getiri kaynağı olmuştur (Köksal 2015).

2.1.6.3 Makine Parkı

Dekapaj ve cevher çıkartma işleminde ekskavatör-kamyon-ikilisi kullanılmaktadır. Ocakların makine parkı Çizelge 2.8'de verilmiştir.

Çizelge 2.8 Simav**,** Tülü, Acep Açık Ocaklarının makine parkları (Köksal 2015).

Simav Açık Ocağı		
Makine	Kapasite	Adet
Hidrolik Ekskavatör	4,8-6,8 m^3	11
Yükleyici	3 m^3	3
Dozer	-	2
Greyder	-	2
Delici	6 inç	2
Kamyon	24,5-28 m^3	60
Tülü Açık Ocağı		
Makine	Kapasite	Adet
Hidrolik Ekskavatör	3,5-5,8 m^3	4
Dozer	-	2
Greyder	-	1
Delici	6 inç	1
Kamyon	41 ton	27
Acep Açık Ocağı		
Makine	Kapasite	Adet
Hidrolik Ekskavatör	2,8 m^3	1
Yükleyici	2,2-5,4 m^3	5
Dozer	-	3
Greyder	-	2
Delici	4-6 inç	2
Kamyon	30 ton	7

2.2.6.4 Drenaj

Yeraltı suları, Simav açık ocağı'nın en önemli sorunlarından biridir. Simav Açık İşletme Başmühendisliği tarafından tasarlanan proje sonucunda, şu an +30 kotunda sal sistemiyle su atımı yapılmaktadır (Şekil 2.34). Suyun +30 kotundan +22, +20 kotuna kadar derinleştiği hesaplanmaktadır. Su atımı gücü 200 kW olan motorlarla 100-150 m^3/saat randımanlı olarak yapılmaktadır. Uzaklaştırılan yeraltı suları yol sulamalarında ve konsantratör tesisinde kullanılmaktadır.



Şekil 2.34 Simav Açık Ocağında sal sistemi (Köksal 2015).

Tülü Açık Ocağı'nda projenin aksamamasına yönelik drenaj uygulamaları yapılmaktadır. Ocakta +70 kotunda 165 kW'lık ve 55 kW'lık su pompalarıyla su atımı yapılmaktadır. Acep Açık Ocağı'nda yağışlar genellikle yağmur şeklinde olmaktadır ve yıllık yağış ortalaması 609 mm'dir. Bölgede yağışla gelen su için pompayla su atımı yapılmaktadır.

2.2.7 Eti Bakır Murgul İşletmesi

ETİ Bakır A.Ş. tarafından Doğu Karadeniz Bölgesi, Artvin İli, Murgul ilçesi, sınırları içerisinde, 201200149 ruhsat numaralı, 1504,30 hektarlık sahanın, 54,2 hektarlık kısmında Bakır ocağı işletmesi açılmıştır. İşletme sahasını uydu görüntüsü Şekil 2.35'de gösterilmiştir. İşletme alanı, Murgul-Artvin karayoluna yaklaşık 2,5 km mesafede yer almaktadır.



a)



b)

Şekil 2.35 Eti Bakır Murgul İşletmesi a) uydu görüntüsü (URL-11) b) Damar Ocağı (Eti Bakır, 2014, Köksal vd.'den 2017).

Eti Bakır Murgul İşletmesi delme-patlatma yöntemiyle basamaklar şeklinde işletilmektedir. Sahadaki çalışma öncesinde, bitkisel toprak sıyrılarak arazi ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere geçici olarak depolanmaktadır. Bitkisel toprak sıyrılmasını takiben cevher üzerindeki örtü tabakası içerisinde bulunan kayaların sertlik durumuna göre gevşetme patlatmaları, hidrolik kırıcı uç yardımıyla kırma işlemleri ve yumuşak zeminlerde, doğrudan alınmak suretiyle alınmaktadır. Sahada yıllık 6.000 ton üretim yapılmaktadır. Proje kapsamında yılda 10 ay, ayda 25 gün, günde 10 saat çalışılmaktadır. Görünür rezerv; sahada 32,63 hektarlık bulgu 1 yıl içerisinde toplam 25,835 m^2 alanda ortalama 1 m kalınlığında bulunan %1,5 Cu

içeren 67,171 ton görünür bakır rezervi tespit edilmiştir. Muhtemel rezerv; sahada öngörülen yaklaşık 14.716.700 m alanda 0,5 m kalınlığında ortalama %0,28 Cu içeren toplamda 1.913.171 ton düşük tenörlü muhtemel bakır rezervi olduğu tahmin edilmektedir.

2.2.7.1 Üretim Yöntemi

Cevher üretimi delme-patlatma yöntemiyle basamaklar halinde yapılmaktadır. Üretimin yapıldığı açık işletme yaklaşık 800-1000 m kotunda yer alır. Bitkisel toprak içerisindeki yumuşak kayalar yükleyici kullanılarak doğrudan kazılır. Sağlam kaya birimleri ise kazı öncesi patlatma yapılarak gevşetilir ve alınır. İşletme sahasından kaldırılacak malzemenin gevşek ve zayıf mukavemetli kaya olanları doğrudan veya hidrolik kırıcı uçla yerinden sökülür. Sert olanlar ise patlatma işlemiyle gevşetildikten sonra, yükleyicilerle kaldırılmaktadır.

Çalışma alanında oluşturulan basamakların genel şev açısı 55°, basamak şev açısı 70° olarak belirlenmiştir. Basamakların genişliği 6-8 m ve yüksekliği 10-12 m olarak alınmakta, ancak cevherleşmenin ve formasyonun durumuna uygun olarak bazı kısımlarda bu değerler değişmektedir. Ulaşım rampaları 12 m genişliğinde ve %10-12 eğimde oluşturulmaktadır. Patlatılarak ana kütleden ayrılan malzeme, ekskavatör yardımıyla ocak içine alınarak kamyonlara yüklenmekte ve yakın çevrede bulunan kırma-eleme tesislerine tüvanan halde nakledilmektedir. Ocaktan çıkan büyük bloklar ise, hidrolik kırıcı vasıtasıyla kırılarak küçültülür ve nakledilir. Sahadan üretilmekte olan bakır için yapılan arama ve etüt faaliyetleri sonucunda cevher zonunun %60'ı satılabilir cevher miktarıdır (ETİ Bakır 2014, Köksal vd.'den 2017). Üretim yapılırken formasyonun yumuşak yapısından dolayı sadece gevşetme amaçlı patlatma yapılmaktadır. Gevşetme patlatmalarında az mikarda patlayıcı madde kullanılır ve aşağıda verilen maddeler şeklinde yapılır.

- İlk olarak sahada delici makinelerin rahat çalışabileceği şekilde tesviye çalışmaları yapmak gerekmektedir.
- Delik yerleri ölçülerek işaretlenmekte ve deliğin delinmesi sağlanmalıdır.
- Delik boyları tabandan aynı seviyede olacak şekilde delinmelidir.

Uygun çapta delinmeyen deliklerden dolayı ihtiyaçtan fazla patlayıcı madde kullanmak zorunda kalınmaktadır ve istenilen sonuç alınamamaktadır. Basamak yüksekliği göz önüne

alınarak delik çapı belirlendiğinde, delik çapı basamak yüksekliğinin %0,5-1'i arasında olması gerekmektedir. Patayıcı madde olarak ANFO kullanılır. Yemleme dinamiti olarak da jelatinit dinamit veya yeni nasil emülsiyon dinamitleri kullanılır. Patlatma tasarım parametreleri aşağıdaki gibi seçilmektedir.

- Delik çapı: 115 mm
- Basamak yüksekliği: 10-12 m
- Delik aralığı: 3 m
- Dilim kalınlığı: 3 m

Patlatmanın yaratacağı ses ve sarsıntı etkisini en aza indirmek ve verimli bir patlatma işlemi yapabilmek amacıyla infilaklı fitil ateşleme sisteminde gecikme elamanı olarak role kullanılmaktadır.

İşletme yöntemi bölümünde belirlenen basamak boyutlandırılmasına göre delik geometrisi planlanmıştır.

- H = Basamak yüksekliği (12 m)
- D = Delik çapı (115 m)
- V = Dilim kalınlığı (3 m)
- E = Delikler arası mesafe (3 m)

Delik boyu basamak tabanından 1 m daha fazla delinmektedir. Delik boyu

L = 12 + 1 = 13 m

olarak hesaplanmıştır. Bir delik ateşlemesiyle gevşetilecek malzeme hacmi = 3 m x 3 m x 12 m = 108 m^{3}'tür. Bu sayede bir deliğin ateşlenmesi ile elde edilecek malzeme miktarı 108 m^{3}'tür. Bir delikte doldurulacak patlayıcı madde miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Delik boyunun dilim kalınlığı kadar olan bölümü sıkılama malzemesi geri kalan kısmı ise patlayıcı madde ile doldurulacaktır (Eti Bakır 2013).

- Q = Patlatıcı madde miktarı, (ton)
- A= Delik alanı (0,01 m^{2})

- L = Delik uzunluğu (13 m)
- S = Sıkılama boyu (3 m)
- Y = Patlayıcı madde yoğunluğu, (0,82 ton/m^3)
- n = Delik sayısı (1 adet)

Q = (n) x (L-S) x Ax Y = (1) x (14-3) x 0,01 x 0,82 = 0,0902 ton kg cinsinden ise bir delikte 90 kg ANFO kullanılacaktır. Ancak yapılacak patlatmalar üretim amaçlı değil yalnız gevşetme amaçlı olduğu için delik başına 36 kg ANFO kullanılacaktır. Karışımın patlatılması için Emülite tipi dinamit kullanılacaktır. Yemleme olarak 0,4 kg dinamit ve gecikme elemanı dahil 1 adet kapsül kullanılacaktır. Hesaplanan bu sonuçlara göre ocakta birim m^3 malzeme elde etmek için gerekli patlayıcı madde miktarı,

- Anfo = 36 kg/108 m^3 = 0,34 kg/m^3
- Dinamit = 0,4 kg/108 m^3 = 0,0038 kg/m^3
- Kapsül = 1 adet /108 m^3 = 0,01 adet/m^3

2.2.7.2 Jeolojisi

Ruhsat sahasının bulunduğu bölge Doğu Karadeniz cevher kuşağı içinde yer almaktadır ve sahada Kretase yaşlı volkanik, sedimanter intruzif kayaçlar yüzeylemektedir. Sahada yaygın olarak tüf, bazalt, andezitik dayklar ile sedimenter kayaçlar bulunmaktadır. Ruhsat sahasında belirlenen cevherin Kuroko tipi Volkanojenik massif sülfit tipte olduğu ve Murgul ve Çayeli gibi tanımlanmış cevher oluşumlarının volkanik seri içerisinde geliştiği belirlenmiştir.

Maden sahasında görülen başlıca kayaç tipleri; en altta üst Kretase yaşlı dasit ve dasitik tüf-breşlerdir. Sahanın temel formasyonunu teşkil eden bu seri sahada geniş alanlar kapsamaktadır. Bu seri üzerine Üst Kretase yaşlı bazalt, andezit lavları ve andezitik tüf-breşler gelmektedir. Ayrıca bu seri içinde ara katkı olarak kireçtaşı, kumtaşı bantları mevcuttur. Sahada tüm bu serileri kesen Eosen yaşlı diyabaz daykları yayılım sunar. Başköy maden yatağı KD yönünde uzunlamasına ve dar bir alanda, faylarla sınırlandırılmış bir temelde gelişmiş olup tavan kaya serisi tarafından örtülmüştür. Tavan kayaçları karakteristik lapilli tüf ile dereceli olarak kırmızı-pembe hematitik tüflü, çamurtaşı, kumtaşı serisi ve ince çörtlü mikritik kireçtaşı ara tabakalarından oluşmuştur. Sahada hakim kıvrımlanma yönleri KD-GB'dır. Kıvrımlanmalar dom yapısı meydana getirirler. Ruhsat alanında yaygın olarak silisleşme, kaolinleşme ve az

miktarda kloritleşme görülmektedir. Bu alterasyon cinsleri cevherleşme ile direkt ilgilidirler.

Cevherleşme: Ruhsat alanında cevherleşme dasit ve dasitik tüf serileri içinde subvolkanik hidrotermal kökenli olarak meydana gelmiş masif tiptedir. Ayrıca stokwork (ağsal) ve saçınımlı (dissemine) tiplere geçişler görülmektedir. Hakim cevher minerlleri pirit ve kalkopirittir. Az miktarda sfalerit ve galenit görülmüştür.

Cu içeren oksitli cevherli zon 250 m uzunluğunda, 30-80 m genişliğinde ve 1-15 m kalınlığındadır. Cevherli zonun boyutları kesin olarak ortaya konulamamıştır. Arama ve rezerv geliştirme çalışmalarına devam edilmesi düşünülmektedir. Mineralizasyon zonlarında; çoğunlukla pirit, limonit, götit görülmektedir. Dasitik tüf birimleri içerisinde kontak zonları boyunca izlenebilen mümkün cevherleşmenin yanı sıra yine dasitik tüf-breşler içinde seyrek halde yer yer dissemine (saçınımlı) ve ince damarcıklar halinde pirit, kalkopirit, sfalerit ve galen mineralizasyonları görülmektedir (ETİ Bakır 2013, Köksal vd.'den 2017).

2.2.7.3 Makine Parkı

İşletmede, Çakmakkaya ve Damar ocaklarında değişik kepçe kapasitelerine sahip toplam 12 ekskavatör, toplam 45 adet 15 ve 35 ton kapasiteli kamyon, 8 adet buldozer, 5 adet greyder ve 5 m^3 kapasiteli 4 adet yükleyici bulunmaktadır. Makine parkının ayrıntıları Çizelge 2.9'da verilmektedir.

Çizelge 2.9 Çakmakkaya ve Damar Ocaklarının makine parkları (Eti Bakır 2013).

Makine	Kapasitesi	Çakmakkaya Ocağı (adet)	Damar Ocağı (Adet)
Ekskavatör	5 m^3	4	-
Ekskavatör	3,5 m^3	3	-
Ekskavatör	2,5 m^3	-	5
Kamyon	35 ton	25	4
Kamyon	15 ton	-	16
Buldozer	-	4	4
Greyder	-	3	2
Yükleyici	5 m^3	3	1

2.2.7.4 Şev Stabilitesi

Çalışma alanında oluşturulacak basamakların genel şev açısı 55°, basamak şev açısı 70° olarak alınmıştır. Basamakların genişliği 6-8 m ve yüksekliği 10-12 m olarak alınmış, ancak cevherleşmenin ve formasyonun durumuna uygun olarak bazı kısımlarda bu değerler değiştirilecektir. Ulaşım rampaları 12 m genişliğinde ve %10-12 eğimde olacaktır (Eti Bakır, 2013).

2.2.7.5 Drenaj

Maden sahasında volkanik ve genel olarak geçirimsiz birimler yer almaktadır. Dolayısıyla yeraltı suyu beklenmemektedir. Ayrıca sahanın yakın çevresinde herhangi bir yeraltı suyu kuyusuna rastlanmamıştır. İşletme yakınlarındaki Lepiskür Deresine şu ana kadar 70 milyon m^3 özelleştirme öncesi olmak üzere toplam 82 milyon m^3 pasa depolaması gerçekleştirildiği ifade edilmiştir. Gerek Lepiskür Deresi, gerek yağışlar ve proses atığından kaynaklı olarak 2008 yılı Nisan ayında yaşanan taşkın felaket düzeylerine ulaşmış olup, pasa yığınları Kabaca Dereye ulaşarak Murgul'a kadar taşınmış olduğu ifade edilmiştir. Söz konusu kaymayı engellemek üzere Lepiskür Deresinin Kabaca Dereye bağlandığı noktaya yapılmış olan topuk yapısı bu durumu engellemeye yetmemiş olduğu görülmüştür. Söz konusu olayın tekrar yaşanmaması için Lepiskür Deresine gelen akış yapılan bir derivasyon tüneli ile Kabaca Deresine ulaştırılmakta olup, ayrıca bir temiz su barajı bu amaçla inşa edilmiştir (Karaca ve Özbebek, 2008).

2.2.8 Afşin Elbistan Linyit İşletmesi

9 milyar ton'luk linyit rezervinin 3,2 milyon ton'luk kısmını oluşturan Afşin Elbistan havzasını Türkiye en büyük linyit havzasıdır. Havza, Kahramanmaraş iline bağlı Afşin ve Elbistan ilçeleri arasında 120 km^2'lik bir alana yayılmaktadır. Türkiye linyit rezervinin %45'ine sahip olmasına rağmen kömürün kalorifik değeri düşük ve nem oranı yüksek olduğu için en uygun değerlendirme yolu elektrik enerjisi üretiminde kullanılmasıdır. Afşin Elbistan işletmesinin uydu görüntüsü Şekil 2.36'de gösterilmektedir.



Şekil 2.36 Afşin Elbistan İşletmesi uydu görüntüsü (URL-12).

2.2.8.1 Üretim Yöntemi

Kazı sahası 6 basamaktan oluşmuş olup, ilk 2 basamakta genelde dekapaj kazısı yapılmakla birlikte kömür tabakasının pozisyonuna göre az da olsa kömür kazısı da yapılmaktadır. Üçüncü basamakta kömür ve toprak kazılmakta ve diğer basamaklar ise kömür kazısı yapılmaktadır.

- 1. basamak; Döner kepçeli ekskavatör ile kazılan malzeme (dekapaj) nebati toprak stabilize malzeme kil ve kırmızı kildir. Kazıcı makinenin kazamadığı veya kapasitesini düşüren sert formasyonlar delme patlama yapılarak gevşetilmektedir. Basamak yüksekliği 17-18 m arasındadır. Bu basamakta toplam bant uzunluğu 4097 m olan 11, 12, 13, 14 nolu bant yolları bulunmaktadır.

- 2. basamak; Bu basamakta seçimli kazı yapılmaktadır. Dekapaj malzemesi kırmızı killi toprak, marn, silt, sert kil taşı, konglomera ve kumtaşı içermektedir. Kömür kazıldığın da dağıtım merkezi, kömür stok sahasın, dekapaj malzemesini ise döküm sahasına gönderilmektedir. Basamak yüksekliği 18-25 m arasındadır. Delme patlatma işleri bu

basamakta yapılmaktadır. Bu basamakta toplam bant uzunluğu 2677 m olup 21, 22, 23 nolu bant konveyörler bulunmaktadır. Bu basamağın eğim açısı 85°-87° arasındadır.

- 3. basamak; Bu basamaktaki döner kepçeli ekskavatörün dekapaj malzemesi gidya, mavi kil ve kum taşından meydana gelmiştir. Yer yer kömür de elde edilmektedir. Kazı zorluğu yoktur. Gidya yapışkan ve plastik yapıya sahip olduğu için konveyöre yapışabilir. Bunun önlemek için V silgiler kullanılır. Basamağın yüksekliği 20-25 m civarındadır. Üçüncü basamak 31, 32, 33, nolu bant yollarına sahip ve toplam bant uzunlukları 3945 m'dir. Bu basamağın eğimi 85°'dir.

- 4. basamak; Bu basamakta kazı zorluğu meydana gelmez. Kazılan alan linyit, gidya ve mavi kilden oluşmaktadır. Gidya ve mavi kil kömür sahasına gönderilir. Basamağın yüksekliği 22-25 m civarındadır. Bu basamakta 41, 42, 43 nolu bantlar çalışmakta ve bantların toplam uzunluğu 3643 m olup basamağın eğimi 84°-86° arasında değişmektedir.

- 5. basamak; Bu basamakta tamamen kömür kazısı yapılmaktadır. Kömürün içinde bulunan ara kesmeler eğer fazla ise seçimli kazı yapılmaktadır. Çıkarılan toprak ve kil döküm sahasına gönderilmektedir. Basamağın yüksekliği 25-30 m civarındadır. Bu basamakta 51, 52, 53 nolu bantlar çalışmakta ve bantların toplam uzunluğu 3192 m olup basamağın eğim açısı 85°'dir.

- 6. basamak; Bu basamak ocağın en alt kısmıdır. Su havuzu bulunur. Bu havuzda biriken sular su pompaları yardımıyla ocak dışına atılmaktadır. Delme patlatma işlemi kazılan örtü tabakasının yumuşak olmasından dolayı bu basamakta yapılmamaktadır. Bu basamak 61, 62, 63, 64 nolu bant yollarını içermektedir. Bu bantların toplam uzunluğu 6282 m'dir. Tamamen kömür kazısı yapılmaktadır. Döküm sahasında 5 basamak vardır. Bu basamakların hepsinde dökücü makine çalışmaktadır. Dökücü makine döküm sahasının durumuna göre basamağın bir ucundan diğer ucuna ileri geri hareket yaparak döküm malzemesini boşaltır (Şekil 2.37). Makinenin maksimum yaptığı tepeleme yüksekliği 30 m'dir. Ayrıca döküm sahasının emniyeti açısından en fazla tepeleme yüksekliği 25 m'dir.



Şekil 2.37 Döküm sahası ve dökücülerin görünümü.

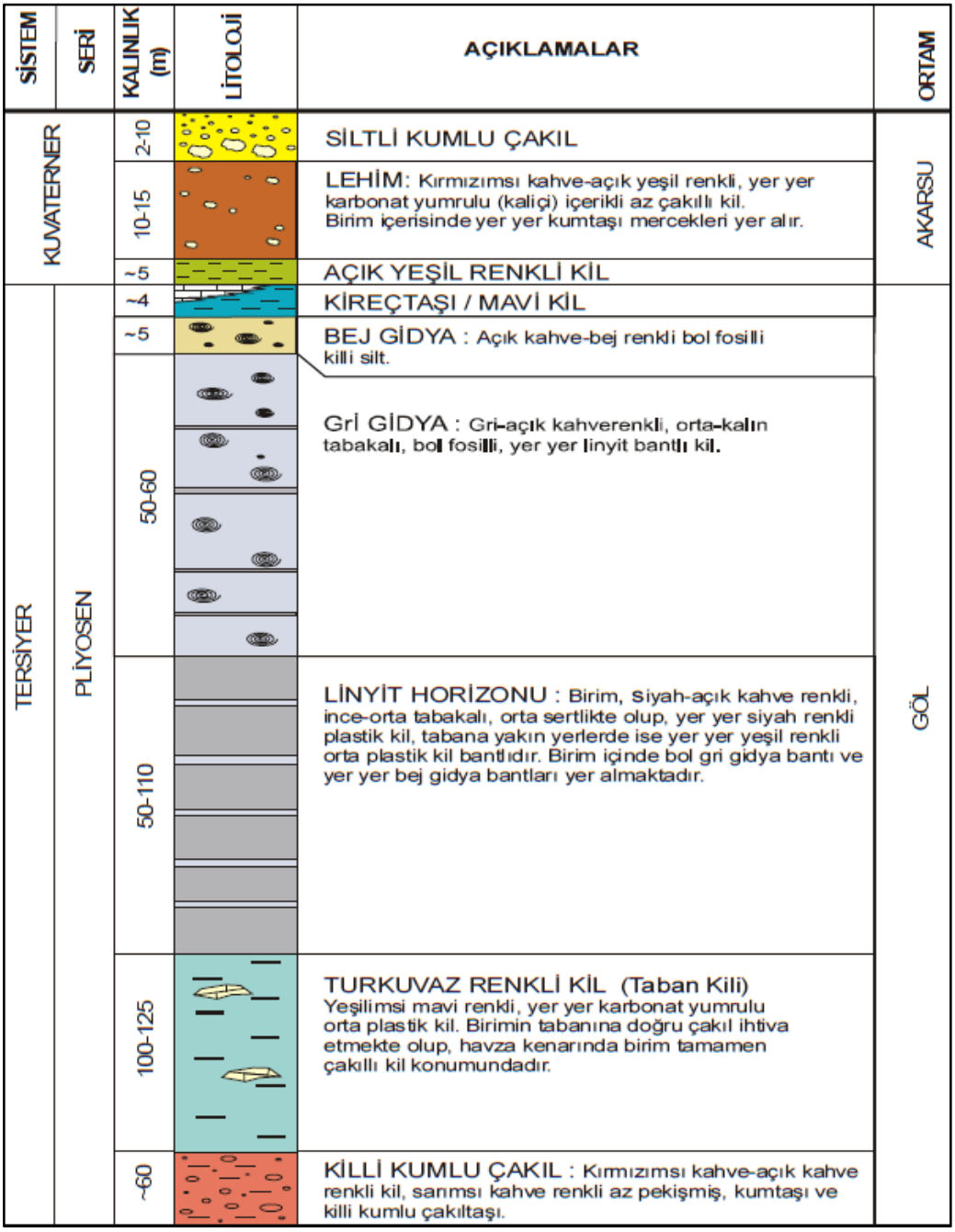
Döner kepçeli ekskavatörlerle dekapaj kazısı işlemlerine 1981 yılında başlanmıştır. İlk kömür 1984 yılında çıkarılmış ve 2012 yılı sonuna kadar toplum dekapaj 886,6 milyon m^3 ve kömür üretimi 334,4 milyon ton olmuştur. Kazı işlemlerinin başlangıcından beri ortalama dekapaj oranı 2,83 olarak gerçekleşmiştir.

2.2.8.2 Jeolojisi

Kışlaköy sektöründe, Pliyosen - Pliyostesen yaşlı gölsel çökellerle Kuvaterner yaşlı akarsu ve yamaç molozu ürünü olan litolojik birimler yer almaktadır. Neojen birimleri alttan üste doğru; kırmızı kahve renkli killi–kumlu–çakıllı birim, turkuvaz renkli taban kili, linyit horizonu, gri gidya, bej gidya ve kireç taşlarıdır. Kuvaterner yaşlı birimler akarsu çökeli doğusunda çoğunlukla yamaç molozu çökelleri şeklinde yer almaktadır. İşletmeye ait genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit (Şekil 2.38).

2.2.8.3 Makine Parkı

İşletmedeki en önemli makine döner kepçeli ekskavatördür. Çark çapı 12,5 m ve üzerinde 20 adet kova bulunmakta, bunlardan 10 tanesi ön kesicili, 10 tanesi ise dolu kova olarak çalışır. Her bir kova 1,7 m^3 malzeme alır ve dakikada 44 dönüş yapar. Çizelge 2.10'da AEL'nin makine parkı verilmektedir.



Şekil 2.38 AEL'nin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.

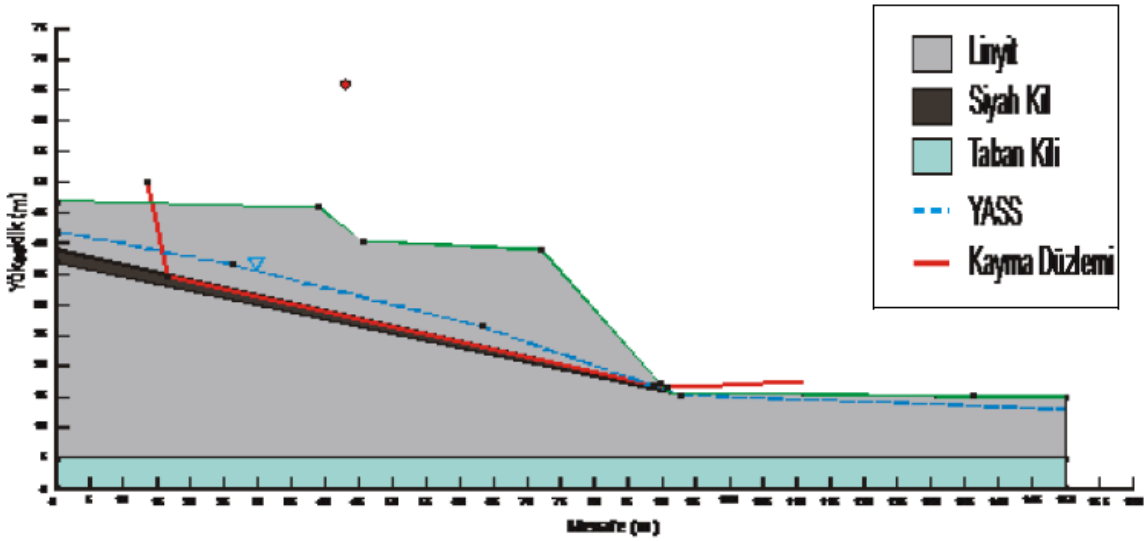
Çizelge 2.10 AEL'nin makine parkı (Bilir 2016).

Makine	Kapasite	Adet
Döner kepçeli ekskavatör	3.000 m^3/saat	6
Dökücü	5.600 m^3/saat	5
Stok sahası kömür dökücü	5.600 ton/saat	2
Stok sahası kül dökücü	3.050 ton/saat	3
Stok sahası kömür kazıcı	2.500 ton/saat	1
Stok sahası kül kazıcı	1.200 ton/saat	1
Bant konveyör sistemi	5.600 m^3/saat	75 km

2.2.8.4 Şev Stabilitesi

İşletmenin Çöllolar sahasının batı şevinde 6 Şubat 2011'de doğu şevide ise 10 Şubat 2011'de iki önmeli kayma ile karşılaşılmıştır. İlk kaymanın, iki veya daha fazla yüzey üzerinde oluşan kayma olarak tanımlanan aktif–pasif kama türü kayma ileri sürülmüştür (TMMOB JMO 2011). Bu kaymada ilk yüzeyin kömür horizonu içindeki katmanlaşmaya paralel gelişen çok zayıf dayanınıma sahip siyah killer, diğer (arka) yüzeyi ise süreksizlik meydana getirmiştir. Bu tür kayma mekanizmasında önce düşük kesme mukavemetli altta olan ilk yüzeyde başlayan hareket, daha sonra linyit içindeki süreksizlik veya fay gibi zayıf zondan koparak ileri doğru ötelenmesi ile tamamlanır Şekil (2.39).

Doğu'daki ikinci kaymanın modeli yakın inceleme yapılamadığı için ttamemen ortaya konulamamıştır. Yine de kaymayı gören işçiler en altta bulunan linyitli seviyede gürültülü bir toz bulutunun ardından stteki kısmın kaydığını ifade etmişlerdir. 50 milyon m^3'ten fazla malzemenin (uzunluğu 1100 m ve genişliği 550 m) geniş bir alana yayıldığı doğu şevinde yükseklik 140 m'dir. Şev tepesindeki kopma aynasının hilal şeklinde olması dairesel kaymayı düşündürdüyse de, ilk hareketin zayıf nitelikte de olsa kaya özelliği taşıyan kömür tabanında olması ve dairesel kaymanın zeminlerde gelişeceğinden dolayı bu olasılığın düşük olduğu görüşü hakim olmuştur. Yüksek bir ihtimalle kömür horizonu içinde aktif-pasif kama tipi kayma oluşmuş, hemen ardından ön tarafın boşalması sebebiyle üstte bulunan, zemin özelliğindeki lehim ve gidya biriminde dairesel kayma gelişmiştir. Kayma sonrasında kopma yüzeyi ile kayan malzeme arasında yüksek oranda suyun biriktiği ve kayan malzemede inceleme yapıldığı sırada dahi su geldiği kurtarma ekipleri tarafından belirtilmiştir.



Şekil 2.39 Çöllolar sahası aktif–pasif kama türü kayma modeli (TMMOB JMO 2011).

Batı şevinin bazı bölümlerinde basamak yüksekliklerinin 35 m'den fazla olduğu, basamak eğiminin 55° veya daha fazla olduğu, genişliklerinin dar bırakıldığı tespit edilmiştir. Diğer yandan, işletmenin yakınında akan Hurman Çayı'nin sürekli olarak yeraltısuyunu beslediği ve şevlerde su miktarını arttırdığı belirtilmektedir. Yeraltısuyunun uzaklaştırılmasına yönelik kuyular bulunmakla birlikte çalışan işçiler, kuyu sayısının yeterli olmadığını ve her zaman kuyuların çalışmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, kaymadan çok önce şev tepesinde ve basamaklar üstünde gerilme çatlakları oluştuğunu ve bu çatlakların sürekli kül ile doldurulduğunu da belirtmişlerdir. Kaymadan bir gün önce de batı şevinde meydana gelen gerilme çatlağının kül ile doldurulup kapatıldığı, ancak bir gün içinde dolguda 20 cm'lik oturma oluştuğu iddia edilmekle birlikte, bu durum hareketin hızlandığı ve her an kaymanın gerçekleşebileceği şeklinde yorumlanmıştır. Kömüre paralel, yüksek plastisiteli çok düşük dayanıma sahip kil bantlarının eğimleri, havza ortasında 0-2°, kenarlarda ve havza içinde bulunan fayların yakınlarında ve antiklinal ve senklinal kesimlerindede 10°'ye çıkabilmektedir. Bu bantlar zayıf yüzeyler oluşturmakta ve eğimileri ocak içine doğru olduğunda, çok yüksek kayma riski meydana getirmektedir.

2.2.8.5 Drenaj

Büyük su rezervlerine sahip karstik bölgelerdeki yeraltı su seviyesini düşürmek için 1983 yılından beri kuyu çalışmaları yapılmaktadır. İşletme KG doğrultusunda yer alan kalıcı şev

üzerinde mevcut durumda 47 adet derinliği 200-250 m arasında değişen karstik kuyu çalışmaktadır. Bu kuyulardan ortalama aylık 4.400.000 m^3 su drene edilmektedir. İşletmenin GD doğrultusunda yer alan bölgede asıl amaç gidya akiferinin su seviyesini azaltmaktır. Bu bölge de 60 cm çapındaki orta derinliği 80-100 m arasında değişen sirkülasyon yöntemi ile açılmış 50 adet kuyu bulunmaktadır. İşletmede iki büyük kanal açılmıştır. Bu kanal doğu ve batı kanalları olarak adlandırılmıştır. Doğu çevre kanalı yüzey suları ile karstik kuyulardan pompalanan suları taşırken batı çevre kanalı yine yüzey sularını ve üst Akifer ve gidya kuyularından pompalanan suları taşımaktadır. Ocağın en alt kısmında yüzey sularının toplandığı su havuzu bulunur ve buradan da pompalar yardımıyla su ocak dışına atılmaktadır (Köksal vd. 2017).

2.2.9 Yatağan Linyit İşletmesi

Muğla havzasındaki sondaj çalışmalarına 1956 yılında Eskihisar'da yapılan sondajlar ile başlanmıştır. 1970'li yılların başına kadar devam eden çalışmalar neticesinde Muğla havzasındaki kömür rezervleri keşfedilmiştir. Tespit edilen Muğla bölgesindeki kömürün ısıl değerinin zayıf olması sebebi ile bu yakıtın termik santrallerde kullanılmasına karar verilmiştir.

Muğla ilinde 421,955 milyon ton çıkarılabilir kömür rezervi mevcutta bulunmaktadır. Bu rezervin 330,955 milyon tonu, açık işletme yöntemi ile elde edilebilecek durumdadır. Çalışılmakta olan açık işletme sahasının uydu görüntüsü Şekil 2.40'da gösterilmiştir. Günümüzde de çalışmalarını sürdürmekte olan açık ocak sahalarında kalan kömür rezervi yaklaşık 51.000.000 ton olup, termik santralin maksimum on yılık kömür ihtiyacını karşılayabilecektir.

2.2.9.1 Üretim Yöntemi

Üretim yöntemi olarak ekskavatör-kamyon ve dragline uygulanmaktadır. Örtü kalınlığının 15-30 m olarak değiştiği bölgelerde dragline ile kazı yapılmaktadır. Dilim genişliğinin 70-80 m olduğu yerde dragline ile çalışılmaktadır. Dragline, iç döküm yapmakta ve döküm sahası olarak ise tamamen iç döküm bölgeleri kullanılmaktadır (Arıkan 2016). Kademe yüksekliği 12 m ve genişliğinin 100 m olduğu yerlerde ekskavatör-kamyon ile çalışılmaktadır. Ekskavatör-kamyon yöntemi işletmede daha avantaj yaratmaktadır. Çift taraflı yükleme

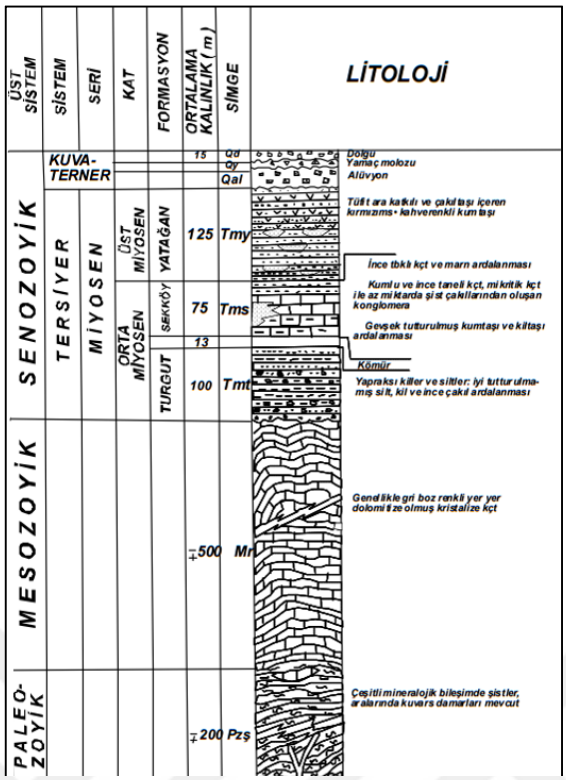
sayesinde ekskavatörün daha az beklemesi ile iş veriminin arttırılması sağlanmaktadır. Bununla birlikte iş verimini arttırmanın diğer bir yolu da ekskavatörün dönüş açılarının en az düzeyde tutulmasıdır. Yıllık üretim kapasitesi 3,5 milyon ton'dur. Yıllık 3,5 milyon ton üretim kapasitesini meydana getirebilmek için yapılacak örtü kazı 14.350.600 m^3'dür. İşletmedeki toplam örtü miktarı 322.445.000 m^3, örtü kazı oranı 4,1 m^3/ton'dur. İşletmenin maden kısmında toplam çalışan sayısı 358 kişidir.



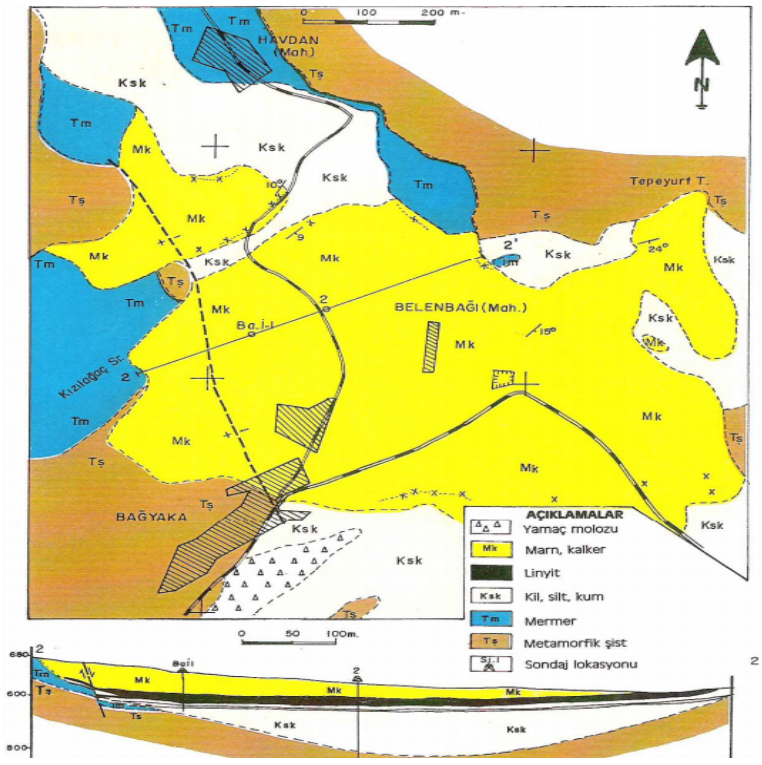
Şekil 2.40 Yatağan Linyit İşletmesinin uydu görüntüsü (URL-13).

2.2.9.2 Jeolojisi

Bölgedeki kayaçlar Mesozoik ve Paleozoyik yaşlı birimlerdir. Onun üzerine diskordans ile Alt-Orta ve Üst Miyosen yaşlı birimler ve tüm istif Kuvaterner birimlerle örtülmektedir (Şekil 2.41). Bu formasyon ismini bölgenin kuzey doğusundaki yatağından almıştır. Alt bölgesinde sarı renkli kumtaşı ve kiltaşları ile Sekköy Formasyonunun marnları, üst böglesinde iri taneli alüvyol sedimanları yer alır. Havzada yayılım sunan linyit oluşumları Orta Miyosen yaşlı Turgut ve Sekköy Formasyonları geçişinde ortalama 10-13 m'lik bir seviyede (horizon) bulunmaktadır (Şekil 2.42). Havzanın orta kesimlerinde ise kalın, gri renkli kil ve kireçtaşı katmanları bulunur (Querol et al. 1999). Formasyonun üst bölgelerinde zengin memeli fosil topluluklarına dayanarak Turoliyen (Üst Miyosen) yaşı verilmiştir (Aşar 2006).



Şekil 2.41 Muğla-Yatağan stratigrafik kesiti (Engin, 1999; Babayiğit'ten, 2012).



Şekil 2.42 Yatağan-Bağkaya civarı jeoloji haritası (Gökmen vd. 1993).

2.2.9.3 Makine Parkı

İşletmedeki en önemli makine dragline'dır. Dragline sis hariç tüm hava koşullarında çalışabilmektedir. Boom uzunluğu 99 m ve erişme mesafesi ise 88 m'dir. 49 m derinliğine kadar kazı imkanı vardır ve 42 m yüksekliğinde döküm yapabilme imkanına sahiptir. İşletmedeki makine parkı Çizelge 2.11'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.11 Yatağan Linyit İşletmesi makine parkı (Arıkan 2016).

Makine	Kapasite	Adet
Dragline	50 m^3	1
Dragline	23 m^3	1
E. Ekskavatör PH 1900 AL	8 m^3	2
E. Ekskavatör PH 2100 BL	12 m^3	9
H. Ekskavatör Komatsu PC 450	2,7 m^3	1
H. Ekskavatör Liebherr P9100	7 m^3	1
H. Ekskavatör OK RH 40 E	4,5 m^3	1
H. Ekskavatör Komatsu PC 400	2 m^3	1
H. Ekskavatör Hitachi 670	4 m^3	1
Yükleyiciler	1,8- 9 m^3	5
Toprak ve kömür kamyonları	85-150 ton	77

2.2.9.4 Şev Stabilitesi

Yatağan havzasında 1990 yılı sonunda karayolunu da tehdit eden bir heyelan meydana gelmiştir. 10. dragline panosunda oluşan bu heyelanı tetikleyen nedenin yeraltı suyu olduğu saptanmıştır. 1991 yılında ise 12. dragline panosunda heyelan meydana gelmiştir.

2.2.9.5 Drenaj

Havzada 1974-1975 yıllarında yapılmış olan sondajlı etütler sonucunda önemli olabilecek yeraltı suyuna rastlanmadığı rapor edilmiştir. Fakat 1990 ve 1991 yıllarında iki önemli yeraltı suyundan kaynaklanan problem yaşanmıştır. Panoların içinde patlamış olan suyun debisi ilk

sefer 15 lt/sn ve ikinci seferde ise 75 lt/sn olarak saptanmıştır. Yüksek debiye sahip olan bu suyun karstik boşluklardan geldiği tahmin edilmektedir. Bu sular bulunduğu noktadan borular yardımıyla drenaj kanalına verilmiştir.

2.3 KONİK ÇUKUR ŞEKLİNDEKİ İŞLETME YÖNTEMİ

Konik çukur şeklindeki açık işletme yöntemi, maden yatağının şekil ve boyutuna bağlı olarak herhangi bir şekilde olabilirse de, baca şekilli (pipe-shaped), damar, dik eğimde tabakalı veya düzensiz olarak tanımlanabilecek yataklarda koni şeklinde kazının uygulandığı geleneksel bir yöntemdir. Altın, elmas, bakır, krom, kurşun gibi metalik cevher yatakları bu yöntemle işletilir. Kazı halatlı kollu ekskavatör veya hidrolik ekskavatörler ile yapılır. Cevher ve pasanın her ikisi de kamyonlar ile taşınır. Çoğunlukla delme patlatma uygulanır (Bullivant 1987). Ekskavatör kamyon ikilisi, diğer sistemlere göre genelde daha pahalı olmakla birlikte, arazi topoğrafyasına uyum sağlayabilmesi, patlatılarak gevşetilmesi koşuluyla sert ve büyük parçalı malzeme kazısında kullanılabilmesi, uygulamanın kolay olması, kamyonlardan bir veya birkaçının noksan veya arızalanarak devre dışı kalması durumlarında uygulamaya devam edilebilmesi, panolar arası yer değiştirmenin kolay olması gibi önemli üstünlükler sağlamaktadır (Parlak 1993).

Ocak tasarımında basamak ve şev geometrisi şev duraylığı açısından önemlidir. Yüzeyden derinlere inildikçe basamak sayısı ve yüzeydeki açıklık genişliği artmaya başlar. Basamak yükseklikleri 9 - 15 m arasındadır. 2 - 4 basamakta bir güvenlik açısından 9 - 12 m genişliğinde bir emniyet basamağı bırakılır. Genel şev açısının azalması kazının güvenli bir şekilde yapılmasını sağlarken, gerekenden daha fazla örtü-kazının yapılmasına neden olarak maliyetler üzerinde olumsuz etki yapar. Genel şev açısının artması halinde ise tam tersi durum söz konusu olup örtü-kazı miktarı azalırken şev duraylığı da azalır. Cevherleşmenin derinlere doğru devam etmesi durumunda ekonomik kazı sınırının aşıldığı noktada yeraltı işletme yöntemine geçilebilir ya da ocak terkedilir.

Bu yöntemde ocağı tehdit eden unsurlardan birisi de yağışlar ve yeraltı suyu nedeniyle ocak içine gelen sudur. Hem şev duraylığını hem de kazı ve taşıma faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyebilir. Suyun birikmesi drenaj önlemleri ve su atımı ile önlenir.

Uygulanan bu yöntemde işletme içinde içdöküm imkanı olmadığından pasanın yüzeyde ocak dışındaki döküm sahasına taşınması gereklidir. Ocak derinleştikçe artan örtü-kazı oranına ve kabarma/sıkışma faktörüne bağlı olarak daha geniş döküm sahasına ihtiyaç vardır. Bu durum yeterli döküm alanı olmaması durumunda büyük sorundur. Döküm sahası altında rezerv bulunması, bitki örtüsü, tarıma elverişli arazi, topoğrafya, sahanın heyelan ve su baskını gibi tehlikeler altında olması, kamulaştırma gibi faktörler diğer yöntemlere nazaran döküm sahasının seçiminde öne çıkan kritik öneme sahip faktörlerdir (Kuşcu 1997). Döküm sahasının ocağa mümkün olduğunca yakın seçilmesi, yol uzunluğunu azaltacağından nakliye masraflarının azalmasına neden olur. Kamyonlar dolu vaziyette eğim yukarı, boş olarak da eğim aşağı hareket ederler. Yol eğimlerini düşürmek için yollar spiral veya zigzag şeklindedir. Yol eğimleri ise % 8 - 10 (4,5° - 6°) arasındadır.

2.3.1 Himmetdede Altın Madeni

Koza Altın İşletmeleri A.Ş. tarafından, Kayseri ili, Kocasinan ilçesi, Himmetdede Beldesi sınırları içerisinde, açık ocak yöntemi kullanarak altın cevheri üretimi yapılmaktadır. Şekil 2.43'de Himetdede Açık Ocağının uydu görüntüsü verilmektedir.



Şekil 2.43 Himmetdede altın madeni uydu görüntüsü (URL-14).

Himmetdede Altın Madeni keşif aşamasından altın üretimine kadar olan tüm safhaları ile Koza personeli tarafından geliştirilmiş ve üretime alınmış bir projedir. İnşaat çalışmaları 2013 Mart ayında başlamış olup, üretime Ocak 2015'de başlanmıştır. Koza Altın İşletmeleri yığın liçi ile üretim yapan ilk işletmedir. Ortalama örtü kazı oranı da l/l,6 olup yıllık ortalama 6 milyon ton cevher üretilmektedir. Açık ocak işletmesi taşeron kullanmadan Koza tarafından gerçekleştirilen ilk ocaktır.

2.3.1.1 Üretim Yöntemi

İşletme sahasında çıkarılacak olan cevher damarlarının yüzeye yakın olması, cevher tenörünün düşük olması, cevher/pasa oranın yüksek olması nedenleri ile üretim yöntemi olarak açık ocak yöntemi seçilmişitir. İşletmede üç vardiya olarak çalışılmaktadır. Planlanan açık ocak sahalarında, bitkisel üst toprak sıyrılarak kapama ve rehabilitasyon sürecinde kullanılmak üzere işletme sahası içerisinde yer alan bitkisel toprak depolama alanlarında depolanmaktadır. Üst toprağın kaybını en aza indirmek için uygun sıyırma, taşıma, depolama ve koruma teknikleri kullanılmaktadır.

Açık ocak yöntemi ile üretilen cevher, uygun boyuta getirilmesi amacıyla kırma-eleme tesisine, ekonomik olmayan kayaç ise EOK depolama sahasına nakledilir. Mevcut maden planlarına göre ocak sahasından çıkarılacak yaklaşık 50,58 milyon ton EOK malzemesinin bir kısmı, işletmesi tamamlanan ocakların geri dolgusunda kullanılacaktır. Artan kısmı ise 21.706.000 m^3 kapasiteye sahip EOK depolama sahasında depolanacaktır. EOK depolama sahasının nihai yüksekliği 120 m olarak planlanmaktadır.

2.3.1.2 Jeolojisi

Bölgede temeli, Kırşehir masifi olarak tamamlanan, Paleozoik yaşlı metamorfik kayaçlar ile Üst Kretase yerleşim yaşlı ofiyolitik kayaçlar ve bunları kesen Senoniyen yaşlı plutonik kayalar oluşturur. Çökel kayaçlar, Alt-Orta Eosen yaşlı karasal çakıltaşlarından oluşan Baraklı Formasyonu ve bunlarla yanal ve düşey geçişli sığ denizel çamurtaşı, kumtaşı ve kireç taşlarından oluşan Çayraz formasyonu ile temsil edilir. Bunların üzerinde yer alan İncik formasyonu ise, Üst Eosen - Alt Miyosen yaş aralığında çökelmiş olup, evaporitli karasal çakıl taşı, kumtaşı ve çamur taşı ardalanmasından oluşur. Daha üstte Orta Miyosen yaşlı Tekgözköprü volkaniti olarak adlandırılan bazik lav ve piroklastikler yer alır. Bunlar sırasıyla,

volkanit ara seviyeli, karasal çökellerinden oluşan Ürgüp Formasyonu ve Üst Miyosen yaşlı, çok sayıda çıkış merkezli andezittik volkanitler, dasitik domlar ve bazaltik Lav akıntıları üzerler. Bu birimler bölgenin orta kesimlerinde yer alan Üst Pliyosen yaşlı İncesu İgnimbiriti tarafından üzerlenir. İgnimbiritler yer yer çok ince gölsel kiltaşı ve kireç taşından oluşan Kışladağ Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Tüm bu birimleri Kuvaterner yaşlı alüvyon, yamaç molozu ve travertenler üzerler. Sahanın temelini oluşturan metamorfik seri çok kıvrımlı ve kırıklıdır. Kıvrım eksenleri genel olarak D-B yönünde, itilmeler ise kuzeye doğrudur. Alanın doğusunda ve batısında yer alan Kurşunlu Dağ ve Küpeli Dağ dolaylarında, asimetrik antiklinal gözlenir. Eosen yaşlı Baraklı, Çayraz ve Arzılar birimlerinde aşırı derecede kıvrımlanma ve faylanma görülmemekle birlikte, bu sedimanlarda yer yer kayma yapılarna (ufak, devrik antiklinal ve senklinal) rastlanır (Koza, 2013).

2.3.1.3 Makine Parkı

İşletmede genellikle kamyon-ekskavatör ikilisi ile yükleme ve taşıma işlemi yapılırken yükleyici yardımcı makine olarak kullanılır. İşletmede bulunan makineler Çizelge 2.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.12 Himmetdede Açık İşletmesinin makine parkı (Koza 2013, Köksal vd.'den 2017).

Makine	Adet
Hidrolik	4
Kırıcılı Ekskavatör	1
Dozer	2
Grayder	2
Yükleyici	2
Bakım aracı	1
Sulama aracı	1
Kamyon	16
4*4 Pick up	10
Silindir	1
Fargo	1

2.3.1.4 Şev Stabilitesi

Ocaklara ait genel şev açıları ocak içerisindeki jeoteknik sondajlar sonucunda yapılan stabilite analizlerine göre belirlenmiştir. Basamak yüksekliği 20 m, basamak genişliği her 20 m'de bir 5 m, basamak açıları ise 60°'dir.

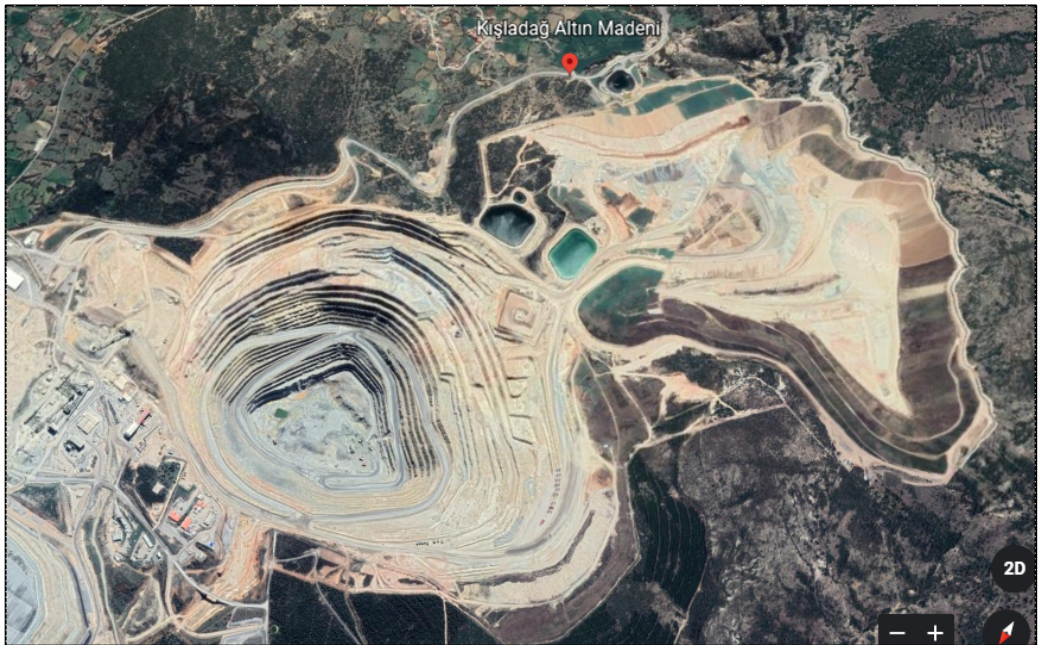
2.3.1.5 Drenaj

Himmetdede havzasında göl olmayıp, havza civarında iki adet baraj vardır. Bunlardan biri havza içerisinde yer alan Fehimli Barajı, diğeri ise Kızılırmak'ın havzaya girişinde yer alan Yamula Barajı'dir. Havzada yer alan en önemli yüzey suyu, havzayı güneyinde doğu-batı yönünde kat eden Kızılırmak Nehri'dir. Kızılırmak Nehri, güneyde Sarımsaklı Deresi'ni de alarak batıdan havzanın dışına çıkar. Bunun dışında, havzada irili ufaklı pek çok akarsu bulunmaktadır. Himmetdede havzasının hidrojeolojik özelliklerini belirlemek amacıyla havza genelinde DSİ, İller Bankası ve Köy Hizmetleri tarafından açılan kuyulara ait loglar ve havzada yayılım gösteren formasyonlar incelenmiştir. Himmetdede havzasında yeraltı suyu taşıyan litolojiler 6 ana başlık altında toplanmaktadır. Bunlar, mermerler (Bozçaldağ ve Gümüşler formasyonları), tüfler (Tabar ve İncesu İgnimbirit üyeleri), kireçtaşları ve kalker (Kışladağ ve İncik formasyonları, Kozaklı kireçtaşı üyesi), volkanitler (Tekgözköprü volkanitleri), kırıntılı birimler (Kışladağ, Ürgüp ve İncik formasyonları) ve alüvyondur. 2010 yılında da 3 adet ve 2011 yılında 4 adet olmak üzere toplam 7 adet yeraltı suyu gözlem kuyusu açılmıştır. Ayrıca 2013 yılında 3 adet ilave yeraltı suyu gözlem kuyusu daha açılmıştır. Bütün bu çalışmalarla birlikte açık ocağın güvenli şartlar altında çalışabilmesi için susuzlaştırma çalışmaları yapılmış ve bu kapsamda da yeraltı suyu gözlem kuyuları açılmıştır (Köksal vd. 2017).

2.3.2 Tüprag Kışladağ Altın Madeni

Kışladağ Altın Madeni Uşak ili, Ulubey ve Eşme ilçeleri sınırında, Gümüşkol köyü yakınlarında yer almaktadır. İşletmenin uydu görüntüsü Şekil 2.44'de gösterilmiştir. Kışladağ altın madeni sahasındaki açık ocak madencilik faaliyetleri 2006 yılında başlamıştır. Madende 2006 ve 2012 (Aralık ayı sonu itibarı ile) yılları arasındaki dönemde, toplamda 64,7 milyon ton civarında cevher ve 80,6 milyon ton civarında EOK üretilmiştir. İşletmeye paralel olarak Kışladağ açık ocağında, arama sondajları ile tespit edilen yeni rezerv alanlarından ekonomik

olarak faydalanabilmek amacı ile projede 2012 yılı sonrasında yeni bir kapasite artışı planlanmıştır. Bu doğrultuda yapılan rezerv geliştirme çalışmalarına göre, 2012 yılında ulaşılan yıllık 12,5 milyon ton cevher üretim kapasitesinin yıllık ortalama 35 milyon tona çıkarılması (2015 yılı itibarı ile) hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, cevher üretim hızının günde 30.000-95.000 ton arasında ve ekonomik olmayan kaya üretiminin ise günlük 30.000-300.000 ton arasında değişeceği öngörülmektedir. Madencilik faaliyetlerinin yılda 365 gün boyunca gerçekleştirileceği kapasite artışı projesi için 17 yıllık bir ekonomik ömür (2013-2029) öngörülmektedir.

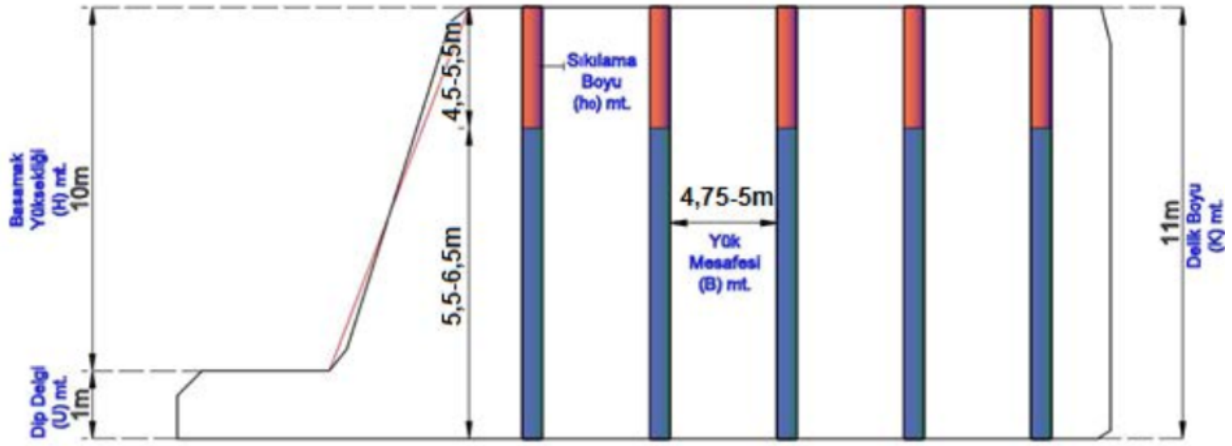


Şekil 2.44 Kışladağ altın madeni uydu görüntüsü (URL-17).

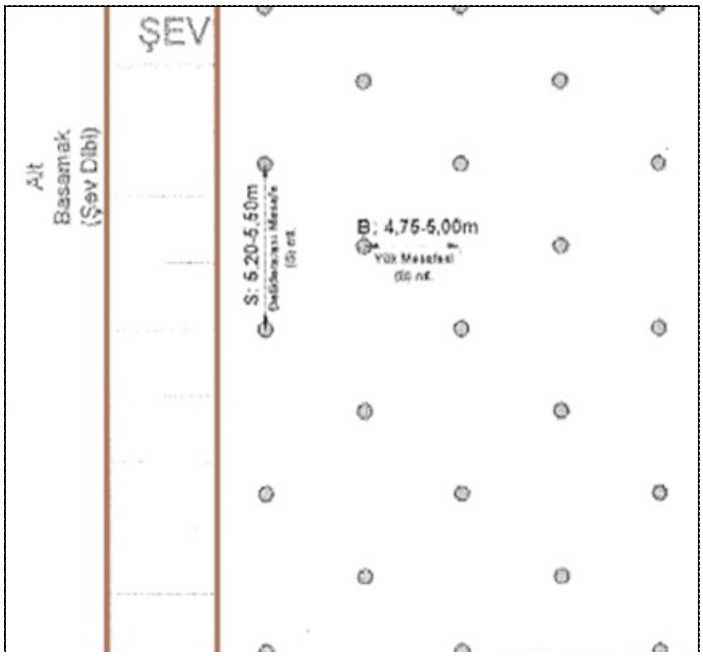
2.3.2.1 Üretim Yöntemi

2006 yılında beri işletmede olan Kışladağ altın madenin temel işletme yöntemlerinde kapasite artışına bağlı bir değişiklik olmamıştır. Patlatma ile kayanın kırılması, açık ocak madencilik çalışmalarında büyük önem taşıyan bir faaliyettir. Açık ocak madenciliğinde örtü tabakasını oluşturan kayaçlar ve cevher yükleme ve taşımaya uygun boyutların elde edilebilmesi amacıyla çoğunlukla patlatma işlemiyle gevşetilir. Gevşetilen örtü kazı malzemesi ekskavatör ile kamyonlara yüklenmektedir. Cevher ve ekonomik olmayan kayaçlar için mevcut durumda uygulanan üretim patlatmalarında delikler, belirlenen poligonlar içerisine delikler arası mesafe 5,2-5,5 m arasında ve yük mesafeleri arasında olacak şekilde 4,75-5,00 m arasında

olacak şekilde şaşırtmalı (şeş-beş) düzende uygulanmaktadır. Açık ocak koşullarına göre delikler arası mesafe 4-6 m arasında ve yük mesafeleri 3,5-6 m arasında değişebilecektir. Üretim patlatmalarında uygulanan örnek delik düzeni Şekil 2.45'de, şaşırtmalı patlatma delik düzeni ise Şekil 2.46'da gösterilmektedir. Kışladağ Altın Madeni sahasında uygulanan şaşırtmalı patlatma düzeninde patlatma delikleri için sıkılama boyu kayaç özellikleri düşünülerek 4,5-5,5 m arasında alınmaktadır.



Şekil 2.45 Mevcut üretim patlatmalarında şeşbeş delik düzeni (Tüprag 2013).

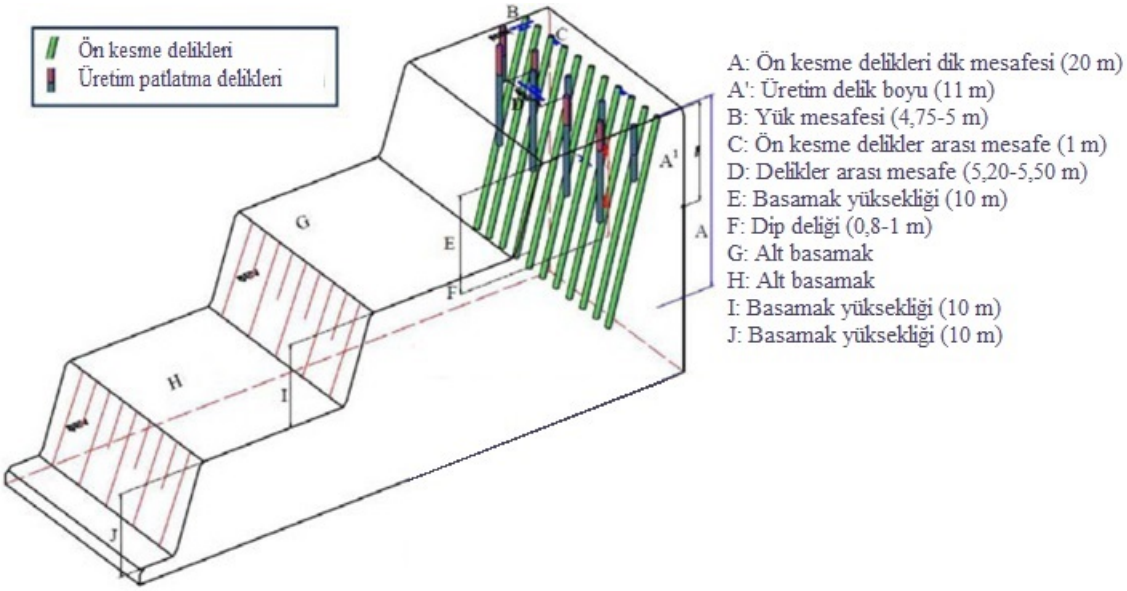


Şekil 2.46 Mevcut üretim patlatmalarında şeşbeş düzen (Tüprag 2013, Köksal vd.'den 2017).

Genel olarak patlatmalarda, birim zamanda maksimum bir delik patlatılmaktadır. Vibrasyon kontrolü amacıyla her patlatma deliğinin ayrı zamanlarda patlatılabilmesi için, mevcut uygulamalarda delikler arası geçişlerde 25 ms; sıralar arası geçişlerde 42 ms; delik içlerinde ise 500 ms'lik gecikmeler kullanılmaktadır. Delikler ve sıralar arasındaki uygun gecikme miktarları kapsüller ile sağlanırken, delik dibinde yemlemeyi ateşlemek amacıyla gecikmeli dip kapsüller kullanılmaktadır. Bazı özel patlatmalarda ara sıkılama yöntemi uygulanabilecek veya birden fazla delik aynı anda patlatılabilecektir. Ara sıkılama yönteminin uygulanması durumunda bir delikteki patlayıcı miktarı bölümlere ayrılarak farklı gecikmelerde patlatılmaktadır.

Genel patlatma uygulamaları sonucu oluşan vibrasyon ve hava şoku değerlerini azaltmak ve aynı zamanda patlatma verimini arttırmak amacıyla deliklerin ateşlenmesinde elektriksiz (nonel) kapsüller kullanılmaktadır. Açık ocak üretim patlatmalar genellikle 10 m'lik basamak boyu kullanılarak gerçekleştirilecektir. Ancak bu patlatmalara ek olarak, açık ocak içerisinde rampa oluşturulması ve yeraltı suyunun toplanması amacıyla inşa edilecek su toplama yapıları (sump) için özel patlatma çalışmalarında uygulanacak olan delik boyu yüksekliği 3-25 m aralığında değişebilecektir. Madende şimdiye kadar yapılan araştırmalar ve edilen tecrübelere göre kullanılan patlayıcı madde miktarı 0,10 ile 0,25 kg/ton olarak belirlenmiştir (Tüprag, 2013). Ocak içerisinde normal üretim patlatmalarının dışında oluşturulacak basamakların şev stabilitesinin arttırılması amacıyla ön kesme patlatmaları da yapılmaktadır. Ön kesme patlatmaları, normal üretim patlatmalarıyla birlikte veya ayrı olarak yapılabilmektedir. Tek sıra halinde patlatılan ön kesme deliklerinin çapı mevcut uygulamalarda 95 mm olup delikler arası mesafe 1 m, yük mesafeleri ise 2,5-3,0 m arasında uygulanmaktadır. Delikler arası mesafe ilerleyen dönemlerde, 0,5 m ile 1,5 m arasında değişebilir. Ön kesme patlamalarında işletme koşullarına bağlı olarak delik içerisinde infilaklı fitil ve kapsüle duyarlı patlayıcılar kullanılmaktadır. Mevcut patlama faaliyetlerinde gerçekleştirilen ön kesme ve üretim patlatmalarına ait basamak delik düzeni Şekil 2.47'de gösterilmiştir.

Kışladağ Altın Madeni'nde 2005 ile 2012 yılları arasında yapılan açık ocak patlatmalarında, birim patlayıcı miktarının, açık ocak içinde değişen zemin ve kayaç özelliklerine göre 0,10 kg/ton ile 0,22 kg/ton arasında değiştiği görülmektedir. Mevcut üretim patlatması uygulamalanrında bir delikte kullanılan patlayıcı miktarı 80 kg ile 95 kg (Cevher için 80-85 kg, EOK için 90-95 kg) arasında değişmektedir.



Şekil 2.47 Ön kesme ve üretim patlatma deliklerinin izometrik görünümü (Tüprag 2013, Köksal vd.'den 2017).

2.3.2.2 Jeolojisi

Proje alanının topoğrafyası, birbirleri ile tatlı eğimleri olan ve yükseltileri deniz seviyesinden 600 m yükseklikte bulunan vadi tabanları ile deniz seviyesinden 1.300 m yükseklikte olan tepelerden oluşmaktadır. Bu topoğrafya, tabandaki metamorfik kayaçlar ile bu kayaçların üstünü örten ve birbirleriyle yanal geçişler gösteren gölsel kireçtaşları ve volkanik kayaçların meydana getirdiği platonun aşınması sonucu oluşmuştur. Topoğrafik olarak daha yüksek kesimler genelde volkanik kaya oluşumlarıyla temsil edilmektedir.

Proje alanının yerel morfolojisinde, oldukça iyi korunmuş olan ve uydu görüntülerinde kolaylıkla seçilebilen Kışladağ volkanik karmaşığı en belirgin yapıdır. Bu yapı yaklaşık olarak kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda bulunan iki volkan konisinden oluşmaktadır. Proje bölgesinin tabanını oluşturan temel kayaç, Ege Bölgesinin de ana kayacını oluşturan Menderes kristalen masifinin kuzeydoğu uzantısıdır.

Proje alanında yüzeylenen jeolojik birimler, yaşlıdan gence doğru Eşme Formasyonu, Beydağı Volkanikleri, Sokulum Kayaçları, Ulubey Formasyonu, Asartepe Formasyonu ve Kuvaterner birimlerdir.

Sahada cevherleşme esas olarak altın için olmuştur. Altının yanında çok zayıf bir gümüş cevherleşmesi bulunmaktadır ve gümüş, altın ile beraber az miktarda yan ürün olarak alınabilmektedir. Bunun dışında ekonomik değeri olmayan fakat sistemde jeokimyasal anomali seviyesinde bulunan, yer yer kalkosit, kalkopirit, galena, sfalerit gibi bakır, kurşun, çinko mineralleri yanında eser miktarda molibdenit de görülmektedir.

Kışladağ Altın Madeni sahası, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'na göre 2. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Proje alanı, bölgede tektonik olarak aktif olan Gediz grabeni ile Büyük Menderes Grabeni'nin etki alanı içinde kalmaktadır (Tüprag 2013).

2.3.2.3 Makine Parkı

Yükleme 12-37 m^3'lük kepçe kapasiteli ekskavatörlerle, taşıma ise 150 ve 220 ton'luk kaya kamyonları ve taşeron firmanın 30-40 ton'luk kamyonları ile yapılmaktadır (Çizelge 2.13).

Çizelge 2.13 Kışladağ Açık İşletmesinin makine parkı (Tüprag 2013).

Makine	Adet
Cevher ve EOK taşıma kamyonları	66
Dozer	8
Greyder	8
Tekerlekli yükleyici	2
Tekerlekli dozer	7
Ekskavatör	7
Delme makinesi	11
Su kamyonu	7
Yakıt kamyonu	2

2.3.2.4 Şev Stabilitesi

Mevcut açık ocak, 10-20 m yüksekliğinde basamaklar (etkin basamak yüksekliği) oluşturulacak şekilde planlamıştır. Oksitli ve sillfürlü kayalardaki kaya kütle kalitesi, 20 m basamak ayna yüksekliğinin uygun olduğunu göstermektedir. 20 m basamak yüksekliği tüm ocak için kullanılacak olsa da çıkarılan cevher miktarının optimizasyonu için 10 m'lik basamaklar da gerekmesi halinde tasarıma eklenebilecektir. Açık ocaktaki basamak

genişlikleri genel olarak 6,5-8,5 m olarak tasarlanmştır. Tutma basamak genişlikleri 6,5 m'ye kadar inebilirken (B-KB ve G-GB sektorlerinde), jeoteknik basamak genişlikleri genellikle 22 m genişlikte olacaktır. Tutma basamak genişlikleri 10-20 m yükseklikteki basamak aynasından olası döküntüleri tutabilecek genişliktedir. Jeoteknik basamaklar, her 3-5 basamakta bir (60-80-100 m yükseklik) yerleştirilmiş olup tüm ocak duraylılığı ile uygun ve basamakların döküntülerini toplayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Basamak ayna (şev) açısı kaya özelliklerine göre belirlenmiştir. Tüm sektörlerde oksitli kayalar için 65°, sülfürlü kayalar için 70°'dir. Açık ocakta genel şev açısı sağlanması amacı ile ocak tasarımında 2-3 rampa kesişimi ve 4-5 jeoteknik basamak bulunmaktadır. Rampa tasarım parametreleri aşağdaki şekildedir:

- iki yönlü trafik ve %10 eğim için: 26,3-45 m aralığında
- tek yölü trafik için en az 14 m genişlikte

Basamak genişliklerindeki farklılıklar, basamak ayna açısındaki degişiklikler ve rampaların yapılandırılması da göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Genel şev açısı sektörlere göre değişmekte olup, 41,3 ile 46,5° arasındadır (Tüprag 2013).

2.3.2.5 Drenaj

Maden çalışma alanları ve üniteler etrafında mevcut olan faaliyet kapsamında kuşaklama kanalları ile kontrol edilemeyen ve tesis içerisine girerek söz konusu alanlarla temas eden sular, drenaj kanalları vasıtası ile toplanmaktadır. Bu şekilde kontrol altına alınan temas suları, işletme içerinde yer alan su toplama ve çökeltme havuzlarına iletilecektir. Tesiste 11 adet çökeltme havuzu ve 2 adet temiz su toplama havuzu bulunmaktadır. Havuzlarda toplam sular, tesis içindeki endüstriyel atıksu arıtma tesislerinde arıtılacaktır. Arıtılan suyun, proseste tekrar kullanımı öncelikli seçenek olup bu suyun deşarj edilmesi gerekir (Tüprag 2013, Köksal vd.'den 2017).

2.3.3 Kaymaz Altın Madeni

Kaymaz altın madeni ülkemizde Eskişehir'in Sivrihisar İlçesi kaymaz beldesindedir. Bu maden Topkaya ve Damdamca sahalarında bulunmaktadır. Damdamca Proja sahasının mevcut üniteleri cevher hazırlama ve zenginleştirme üniteleri, atık depolama tesisi, açık ocak,

pasa depolama sahası ve yardımcı ünitelerden oluşmaktadır. Topkaya proje sahası ise sadece açık ocaktan oluşmaktadır. Damdamca proje sahasını yeri olarak Kaymaz'ın 2 km doğusunda ve Karakaya Köyün 'nün 1,5 km batısında yer almaktadır. Topkaya proje sahası ise Karakaya Köyü'nün 530 m güneyinde yer almaktadır (Şekil 2.48).

Kaymaz altın madeni 2011 yılının sonunda inşaatı tamamlanarak devreye girmiştir. Tesisin ilk tasarım kapasitesi 55 ton cevher/saat olmakla beraber 2013 yılının son çeyreğinde toplam kapasitesi 100 ton cevher/saat çıkarılmıştır. Kaymaz Altın Madeninde üretim açık ocak üretim yöntemi ile yapılmaktadır. Üretilen cevher işletme içinde bulunan tesise beslenmektedir. Karakaya Ocağı 2013 yılında, Damdamca Açık Ocağı ise 2011 yılında üretime başlamıştır.



Şekil 2.48 Kaymaz altın madeni işletmesi uydu görüntüsü (URL-16).

Kaymaz altın madeninde işletme çalışmaları Damdamca Açık Ocak ile cevher hazırlama ve zenginleşme tesisi bünyesinde sürdürülmekte olup, işletmede 215 Koza personeli ve 213 taşeron personeli olmak üzere 428 kişi istihdam edilmektedir (Koza 2014).

2.3.3.1 Üretim Yöntemi

Açık ocak işletmeciliğinde sırası ile arazinin hazırlanması, bitkisel toprağın sıyrılması ve depolanması, ocak basamakların tasarımı, patlatma, yükleme-taşıma ve boşaltma

aşamalarından oluşmaktadır. Patlatma işlemi sonucunda 102 mm çap ve 5,2 m boyutunda delikler açılmaktadır. İki delik arası mesafe 3,2 m, delik sıraları arası mesafe ise 2.8 m olacak şekilde patlatma grubu oluşturulur.

Her bir deliğe 16 kg emülsiyon veya anfo tipi patlayıcı maddeleri konularak bu patlayıcıların patlatması için ise mili saniye gecikmeli tetikleyici kapsüller deliklere yerleştirilip deliğin 2.8 m'sinde sıkılama malzemesi olan kireç taşından mıcır malzeme eklenmektedir. Her biri bağımsız bir şekilde patlayacğı için sadace 16 kg'lık patlayıcı etkisi olacaktır. Alınan teknik önlemler sayesinde (kireçtaşı sıkılama ve patlatma grubunun ıslatılması) tozlanma ve kaya fırlamasının en aza indirilmesi sağlanmıştır. Patlatma sonucu gevşetilen yan kayaç ve cevher kamyonlar yardım ile döküm sahasına ya da cevher stok sahasına taşınarak boşaltılmaktadır.

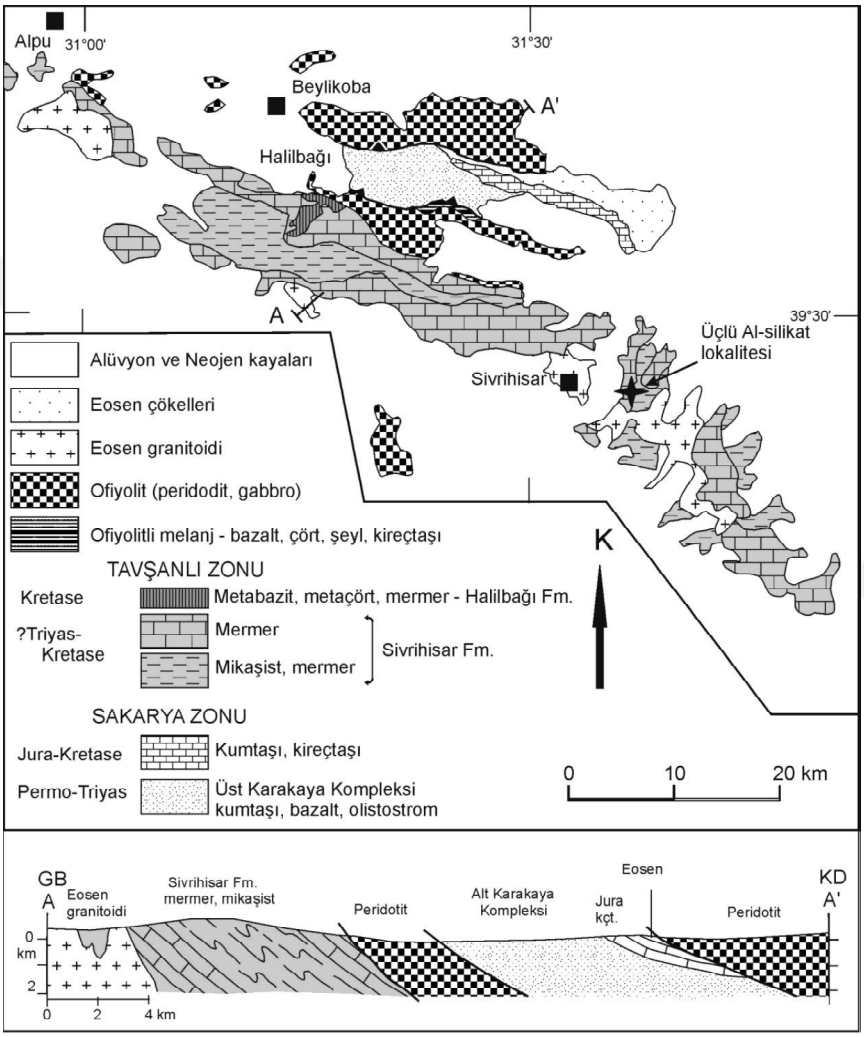
2.3.3.2 Jeolojisi

Kaymaz bölgesindeki cevherleşme şekli genel olarak lisvenit tipi, sedimanter kayaçlar ile Karakaya granitinin kontağında gelişmiş olan silisleşmiş serpantin damarları şeklindedir. Cevher yatağı olarak belirlenmiş dört farklı konum bulunmaktadır. Bunlar Damdamca Tepe, Main zone, Mermerlik ve Kızılağıl bölgeleridir.

Kaymaz-Sivrihisar bölgesi Anatolid-Torid Bloku'nun kuzey tarafındaki Tavşanlı zonu üzerinde yer alır. Anatolid-Torid bloğu daha kuzey tarafındaki Sakarya zonundan İzmir-Ankara kenedi ile ayrılır. Anatolid-Torid Bloku'nun kuzey ucu geç Kretase'de bir okyanus içi dalma batma zonuna girip yüksek basınç ve düşük sıcaklık koşullarında deforme olmuş ve metamorfizma geçirmiştir. Neo-Tetis Okyanusu'nun kuzey koluna ait ofiyolitli melanj ve/veya ofiyolit kütleleri tektonik dokanaklarla bu kayalarda yer edinerek üzerine oturmuştur. Melanjı oluşturan birimler düşük sıcaklıklarda bir başlangıç mavişist metamorfizması geçirmiştir. Tüm birimler bu bölgede geç Mesozoyikten erken Tersiyer'e kadar devam eden intrüzif aktivitenin etkisiyle oluşan granitik sokulumlar tarafından kesilir. Maastrihtiyen ve Paleosen'de bir tekonik dilim şeklinde yüzeye çıkan birimler Tavşanlı Zonunun doğu bölgelerinde erken Eosen yaşlı denizel kireçtaşları ile örtülüdür. Eosen sonrası tamamı ile karasallaşan alanda oluşan çukurluklar akarsu-göl çökelleri ile kaplanmıştır (Şekil 2.49).

Kaymaz bölgesinde Geç Paleozoyik-Palezozoyik yaşlı Sivrihisar Formasyonun'nun mermer ve şiştleri taban kayalarını meydana getirir. Sivrihisar Formasyonu'nu Karakaya Serpantini

üzerlemektedir TÜPRAG tarafından yapılan sondajlar sonucunda kalınlığın 100 m'den fazla olduğu tespit edilmiştir. Karakaya Graniti bu belirtilen iki üniteyi keserek yerleşmiştir. Lensoidal bir yapı oluşturan granit doğu-batı yönünde 5 km ve kuzey-güney yönünde ise 2 km uzanır. Yüzlek veren granit, sığ derinlikteki daha geniş yayılımlı bir intrüzifin küçük bir parçasıdır. Karakaya Granit'nin sokulumu daha çok granit kütlesinin güney kenarı boyunca Sivrihisar Formasyonu'nda yoğun bir deformasyona yol açmıştır.



Şekil 2.49 Sivrihisar ve çevresinin jeoloji haritası ve kesiti (Okay 2009, Köksal vd.'den 2017).

2.3.3.3 Makine Parkı

Açık ocak işletmesinde kullanılmakta olan makine ve ekipmanlar; patlatma deliklerinin açılması amaçlı olarak kullanılacak delik delme makinesi, malzemenin yerinden sökülerek

alınıp ve yükleme amaçlı olarak kepçe, cevher ve pasanın kamyonlara yüklenmesi amaçlı olarak kullanılmakta olan loader, yolların bakım ve onarımı için silindir ve greyder, malzeme taşınması için kamyon ve sahada toz oluşumunun engellenmesi için kullanılmakta olan sulama kamyonlarından oluşmaktadır.

2.3.3.4 Şev Stabilitesi

Açık ocaklarda genellikle basamak yüksekliği 20 m, basamak genişlikleri 5 m, genel şev açıları 37-42° civarında olmaktadır. Basamak yükseklikleri bazı yerlerde güvenlik katsayılarının sağlanması amacıyla 10-15 m olarak yapılmıştır. Ocak içi yol genişlikleri kamyonların daha rahat gidiş gelişlerini sağlaması için 15 m olarak belirlenmiştir. Açık ocaklarda üretim sonucunda cevherin yanında ekonomik değeri olmayan kaya (pasa) malzemesi ortaya çıkmaktadır. Açık ocaklardan çıkarılan pasa, her bir sahada yeri belirlenen pasa depo alanına depolanacaktır. Depolama işlemi sırasında pasa sahasında her 25 m dökümde 10 m'ik basamaklar oluşturulur. Pasa depolama sahasının şev açıları 28-30° arasında değişmektedir.

2.3.3.5 Drenaj

İşletme yeri, Yukarı Sakarya Havzası'nın kuzey bölgelerinde, Porsuk Nehri Havzası ile Yukarı Sakarya Havzası'nın ayrıldığı hattan birkaç kilometre uzağında yer almaktadır. İşletme alanı havza sınırında yer aldığı için yüzey drenaj fazla gelişememiştir. Yüzey drenajı işletme sahasında sadece, meydana gelen ani yağışlar sonucunda süreksiz dere yataklarındaki akımlarla temsil edilir. Proje alanının yakın çevresinde herhangi bir sulak alan veya doğal göl bulunmamaktadır. İşletme alanı civarındaki tek drenaj olan Eskiören deresi sahadaki süreksiz deredir. Damdamca sahasında gözlem amaçlı olarak 6 kuyuda ve 1 su temin kuyusunda haftalık periyotlarda su seviyesi ölçümü yapılmaktadır. Damdamca bölgesine en yakın yeraltı suyu kuyusu yaklaşık 3 km güney batıda açılmıştır.

Açık ocakların taban kotları yeraltı su seviyesinin altında kalmasından dolayı ocağa yeraltı suyu girişi meydana gelmektedir. Bu koşullarda açık ocak tabanında toplanan yeraltı suyu uygun bir biçimde arıtıldıktan sonra alıcı ortama deşarj edilmektedir. Maden sahasında akışa geçen yağmur suları ise inşa edilen su deposuna verilmektedir. Bu sular gerektiği durumlarda açık ocak içerisinde toz bastırma amacıyla sulamada veya atık depolama tesisine verilerek

proseste kullanılabilmektedir. Bunlarla birlikte pasa sahalarında işletme süresince pasa sahası akış aşağısında sızıntı sularının askıdaki katı maddelerin çökeltilmesi sağlanacak şekilde kontrolü ve düzenli olarak izlenmesi sağlanacak ve sızıntı suyu kalitesi uygunluğu kontrol edilecektir.

BÖLÜM 3

DÜNYADAKİ AÇIK İŞLETMELER

Türkiye'nin yerinin anlaşılması açısından bu bölümde Dünyada açık ocak madencliğinin önde gelen ABD, Almanya, Kanada, Avusturalya ve Perudaki açık ocak işletmeleri ele alınmıştır.

3.1 ALMANYA

Garzweiler Açık Ocak Linyit Madeni, RWE tarafından bölgede işletilen 3 ocaktan birisidir ve üretim kapasitesi 40 Mton/yıl linyit kömürü olan bölgenin en büyük maden işletmelerinden birisidir (Şekil 3.1). Açık Ocak Linyit Madeni, Düsseldorf havalimanına yaklaşık 44 km uzaklıkta, olup Almanya'nın kuzey Westfalya eyaletinde bulunmaktadır.



Şekil 3.1 Garzweiler Açık Ocak Kömür Madeni konumu.

Havzadaki rezervin 350 yıl yetecek kadar olmasına rağmen, politik belirsizliklerden nedeniyle üretim planlaması 2050 yılına kadar yapılmıştır. Linyit kömürü, 3 ayrı damardan meydana gelmektedir.

Toplam kalınlığı 40-55 m arasında değişmekte olan linyit yüzeyden itibaren 40 - 210 m derinlikliğe ulaşmaktadır. Linyit kömürü yerinde ort. % 60 nem, 1300 kcal ısıl değeri ve % 1-2 sülfür içeriği bulunmaktadır. Yılda 40 Mton linyit üretimi için ortalama 140 m³ üst örtü kazısı yapılmaktadır. Üretilen linyit kömürünün tümü Termik Santrallerde elektrik üretimi için yakıt olarak kullanılmaktadır. Üst örtü kazısından çıkan pasa iç döküm yapılmakta, bir kısmı da rekültüvasyon çalışmalarında kullanılmaktadır. Garzweiler Açık Ocak Linyit İşletmesi'nde üretim, süerekli bir sistem olarak bilinen döner kepçeli ekskavatör + bant konveyör + dökücü işletme yöntemi ile yapılmaktadır (Şekil 3.2). Döner kepçeli ekskavatör ile kazılan üst örtü veya linyit band konveyörler ile döküm sahasına veya stok sahasına nakledilmektedir. Stok sahasına gönderilen linyit, harmanlarak termik santrallere gönderilmek amacıyla, yine band konveyör aracılığı ile yükleme istasyonlarına gönderilip ve buradan da raylı sistem aracılığı ile termik santrallerin silolarına gönderilmektedir. Linyit sevkiyatı gerçekleştirilen raylı sistemde, her biri 14 adet vagondan oluşan katarlar kullanılmaktadır. Her biri 100 ton taşıma kapasitesine sahip olan vagonlar 1 dakika gibi kısa sürede yükleme işlemi yapılmaktadır.



Şekil 3.2 Döner kepçeli ekskavatör.

İşletme sahasında üst örtü ve linyit kazısını gerçekleştirmek için 6 adet döner kepçeli ekskavatör, döküm işlemini gerçekleştirmek için 6 adet dökücü çalışmaktadır. Döner Kepçeli Ekskavatörlerin 2 adedi 100.000,00 m³/gün 4 adedi ise 240.000,00 m³/gün kazı kapasitesine sahiptir. Kazılan malzemelerin nakledildiği bantlar ise, 2.8 m genişliğinde ve çelik kortlu özelliktedir (Şekil 3.3). Hızı 27 km/h olan bu bantların maden sahasındaki toplam uzunluğu yaklaşık 100 km'dir. Her bir bant ünitesi 5 km olup birbirlerine bağlantıları yapılarak çalıştırılmakta ve yıl içerisinde bu bantlar kazıya bağlı olarak 5 kez ötelenmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.3 Çelik kortlu bant ve konveyör.



Şekil 3.4 Bant hattı.

Termik santraller 1000+600+300 MW kapasiteli olup bu santrallerden 300 MW lık ünitesi ömrü dolduğundan dolayı kapatılmıştır. Santrallerin net çevrim verimi 1000 MW'lık ünitede % 46, 600 MW'lık ünitede ise % 32 olmaktadır. Yeni yapımı devam eden 2*1000 MW'lık santral 4 yıl sonra devreye alınarak çevresel faktörleri ve maliyeti düşürmesi planlanmaktadır. Santralde ort. 30K ton/gün kömür tüketilmektedir. Buna bağlı olarak 1 kWh enerji üretmek için 0.800 kg kömür tüketilmekte olup bu rakam yeni yapılan santralde 0.820 kg kömür olarak hesaplanmıştır. Santralden bırakılan su buharının bir kısmı ısınmada bir kısmı ise seracılıkta kullanılarak yıllık 6000 ton domates üretimi sağlanmaktadır (AİFTİGR 2017).

Federal Almanya Cumhuriyeti'nin Rhein Havzası'nda çalışılmakta olan linyit açık işletmeleri, bu açık işletmelerde kullanılan maden makinaları, kömürü alınmış maden sahalarının düzenlenmesi ve bu sahalardan yeniden yararlanılması anlatılmaktadır. Avrupa'nın sahip olduğu 157 milyar ton tutarındaki linyit kömürü rezevinin 60 milyar tonu Federal-Almanya Cumhuriyeti sınırları içerisindedir. Federal Almanya Cumhuriyeti sınırları içerisinde bulunan bu rezervin 55 milyar tonu aşağı Rhein Havzasında bulunmaktadır.

Önceleri ise, linyit yalnız briket yapımında kullanılıyordu. Sonrasında linyitten elektrik enerjisi üretilmesine başlanılmıştır. İlk açık işletme çalışmaları Ville merkezinde başlamıştır. Burada kömürün maksimum kalınlığı 100 m'yi bulduğundan ve örtü tabakası ise çok ince olduğundan bu kısım 1950 yılı başlarında bitmiş ve sonradan kuzeye doğru kömürün daha derinlerde olduğu kısımlara girilmiştir. 1950 yılında 200 maden daha derinlerde bulunan linyitlerin de açık işletme yöntemi ile işletilmesine karar verilmiştir. Kömür işletme derinliğinin artması, birçok ekonomik ve teknik güçlükleri beraberinde getirmiştir. Kömür işletme derinliğinin artması daha fazla miktarda yeraltı suyu çıkartımı yapılmasına ve örtü tabakası/kömür tabakası oranının artmasına neden olmuştur. 1950 yılında, Rhein Havzasında 12 maden şirketi 23 ayrı maden sahasında açık işletme çalışmalarını sürdürüyorlardı, oysaki bugün Rhein Havzasında Rheinbraun firmasının çalıştığı yalnız 5 adet açık maden ocağı vardır. Rhein Havzasında, Rheinbraun firmasının dışında, yıllık üretimi 0,5 milyon ton dolayında olan bir tek şirket açık işletme çalışması yapmaktadır. 1975 yılında Rhein Havzasında Rheinbraun firması tarafından 107,4 milyon ton linyit kömürü üretilmiştir. Üretilen linyit kömürünün % 85'i termik santrallarda elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Önceleri üretilen linyit kömürünün önemli bir kısmı briket yapımına kullanılmış ve 1956 yılında, briket üretimi 15,2 milyon ton ile rekor bir düzeye erişmiştir. Bu nedenle 1956 yılından sonra briket üretiminde bir azaltma yapmak zorunluluğunda kalınmış

ve bunun sonucu üretilen linyit kömürünün büyük bir kısmı termik santrallarda kullanılmaya başlanmıştır (Aksu 1977).

3.1.1 Jeoloji

Bu havza Köln, Aachen, Düsseldorf şehirlerinin oluşturdukları üçgen üzerinde yaklaşık 2500 km^2 yüz ölçümünde bir alana yayılmaktadır. Havzada Tersiyer zamanının Oligosen ve Miosen epoklarında oluşmuş 3 kömür damarı vardır. Alt Kömür Daman Grubu: İşletilmeye uygun olmayan ince damarların bulunduğu Köln Grubunu oluşturmaktadır. Orta (Ana) Kömür Daman Grubu: Ville formasyonunu oluşturmaktadır. Frimmersdorf Ve Fortuna - Garsdorf açık işletmelerinin bulunduğu kısımlara karşı gelmektedir. Üst Kömür Daman Grubu: İnden-Zukunft açik işletmelerinin bulunduğu alanları kapsar. Rhein linyitlerinin ortalama özellikleri şöyledir: Nem miktarı % 50-60, Kül içeriği % 2-8, Kalorifik değeri 1700-2500 cal/kg'dır (Aksu 1977).

3.1.2 Makine Parkı

Rheinbraun firmasının açık linyit işletmeleri ve bu işletmelerde kullanılan maden makinaları beş işletmede farklı makineleri kullanılmaktadır.

3.1.2.1 Ville işletmesi

Havzanın güneyindedir. Burada linyit üretimine 100 yıl önce başlanılmıştır. Bugün işletilecek pek az linyit kalmıştır. Bu nedenle kazıcı olarak bager çeynier kullanılmaktadır. Taşıma işlemi 900 mm ray açıklığı olan demiryolu üzerinde vagonlar ile yapılmaktadır. Kalan kömür bittikten sonra bu araçlar servisten kaldırılacaktır.

3.1.2.1 Frechen İşletmesi

Bu ocak 3 ayrı şirketin işlettiği birkaç açık işletmenin birleştirilmesi ile 25 yıl önce işletmeye açılmıştır. Ocak modern ekskavatörler ve günlük kapasiteleri 110. 000 m^3 olan spreaderlerle (gezer aktarıcı) donatılmıştır. İşletmenin, donatımlarından bazıları halen kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak günlük kapasitesi 25000 m^3 olan zincirli bageri gösterebiliriz. Bu ocakta taşıma işlemleri bant konveyörlerle yapılmaktadır.

3.1.2.3 Fortuna Garsdorf İşletmesi

Şu anda Fortuna - Garsdorf ocağı Rheinbraun firmasının en verimli işletmesidlr. 1976 yılı başlarında günlük kapasiteleri 200.000 m^3 ve 240.000 m^3 olan ekskavatörler, spreaderler (gezer aktarıcı) ve bant konveyörlerie takviye edilmiş olup, bir kısım donatımın montajına da devam edilmektedir.

3.1.2.4 Frimersdorf İşletmesi

Frimmersdorf işletmesi Frimmersdorf Güney ve Frimmersdorf - Batı olarak iki parçaya ayrılmıştır. Her iki madende de döner kepçeli, günlük kapasiteleri 40.000 ile 110.000 m3 arasında değişen ekskavatörler ile günlük kapasiteleri 100.000 ile 150.000 m^3 olan spreaderler (dökücüler) kullanılmaktadır. Kömür ve örtü malzemesi üst basamaklarda standart tekerlek açıklığı olan vagonlarla taşınmaktadır. Aşağı basamaklarda ve tüm dolgu basamaklarında ise taşıma işlemi bant konveyörlerle yapılmaktadır. Bütün işletmelerdeki bant konveyörlerin dağıtım merkezlerinde öyle bir düzen geliştirilmiştir ki; kazı esnasında ekskavatörün kazdığı malzemenin cinsinin değişmesi halinde, ekskavatör tarafından banta yüklenen malzeme 3 dakika gibi kısa bir zamanda, otomatik olarak, istenilen döküm veya stok sahasına gönderilebilmektedir. İşletmelerde kazı, dolgu ve taşıma İşleri uzaktan kumandalı merkezi kontrol sistemi ile elektronik olarak yönetilmektedir. 1983 yılından itibaren her iki maden Garzweiler - South, Garzweiler - North olarak çalışmalarına devam edecekler ve yıllık 45 milyon ton kömür üreteceklerdir.

3.1.2.5 Zukunft İnden İşletmesi

Bu işletmelerde 60.000 ve 100.000 m^3 günlük kapasiteli ekskavatörler ve dökücüler kullanılmakta olup, taşıma bant konveyörlerle yapılmaktadır (Aksu 1977).

3.2 AVUSTURALYA

Avustralya, madencilik endüstrisi açısından dünyanın en büyük maden ülkelerinden bir tanesi olup, teknoloji ve istihdam açısından ilk sırada yer aldığı da söylenebilir. Metal madenleri

genel olarak batı ve güneyde, kömür madenleri ise doğuda yer almaktadır. Avustralya ihracatının yaklaşık %55'ini madencilik ürünleri oluşturmaktadır. Avustralya dünyada; boksit, kurşun üretiminde ilk sırada, demir, alüminyum, manganez üretiminde ikinci, altın (Şekil 3.5), nikel, uranyum ve linyit üretiminde ise üçüncü sırada yer almaktadır. Avusturalya aynı zamanda dünya madencilik sektörüne yön veren ülkelerin başında gelmektedir. Bir diğer önemli husus ise dünyadaki madenlerin %60'ı Avusturalya'da üretilen madencilik ile ilgili bilgisayar yazılımlarını kullanmaktadır (ATİR 2015).



Şekil 3.5 Batı Avustralya'daki Kalgoorlie altın madeni (ATİR 2015).

Son yıllarda madencilikte yaşanan dünya genelindeki duraklama Avustralya'da da etkisini göstermeye başlamıştır. Buna göre dünyanın en büyük demir madeni ihracatçısı Avustralya'da geliştirilen maden ve enerji projelerinin değeri yüzde 10 düşerek 240 milyar Avustralya dolarına (219 milyar dolar) gerilemiş ve ülkenin maden sektöründeki yükselişte zirvenin kaydedilmiş olduğunu göstermiştir. Avustralya Kaynak ve Enerji Ekonomisi Ofisi, yatırımdaki sert düşüşün, tamamlanan projelerin rekor yükseğe çıkması ve geçtiğimiz 10 yıldaki en düşük yeni proje değeri döneminde kaydedilen 2 rekorun sonucu olduğunu söylemiştir. BHP Billiton Ltd. ve Rio Tinto Group'un da aralarında olduğu maden şirketleri, istihdam kesintisine gitmeye başlamışlardır.

3.2.1 Jelinbah Kömür Madeni işletmesi

22 Haziran 2015'de bir açık ocak kömür madeni olan Queensland eyaletinde bulunan Mackay yakınlarındaki Jelinbah Mine'a teknik ziyaret gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6). 1989 yılında kurulan işletilmeye başlanan Jelinbah Central'da o tarihte 200 bin ton üretim yapılırken; 2014 yılında 5 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6 Jelinbah Maden ocaklarının Sektörlerinin uydu görüntüsü (ATİR 2015).

PCI (Power of Coal Injection) karakterli olup; çelik üretiminde kullanılmaktadır. Koktan daha verimli bulunduğundan, çelik üreticilerince tercih edilmektedir. Kuruluşundan bu zamana kadar 75 milyon ton kömür ihraç edilmiştir. Ucuz maliyetlerle çalışmalarını sürdürmektedirler. Kuruluşundan itibaren aynı maden sahipleri tarafından işletilmektedir (Jason-Anglo). 30 yıllık bir maden ömrü öngörülmekttedir. Yönetimin bir kısmı işletmeden bir kısmı ise Brisbane'den yapılmaktadır. 2001 yılında üretime başlanan Jelinbah Plains olarak bilinen Lake Vermont ocağında ise 8 milyon ton kömür üretilmektedir (Şekil 3.7). Üretim operasyonları farklı firmalar tarafından yapılmaktadır. Black Water nehrine yakın olan ocaktan üretilen kömür 280 km uzaklıktaki limana sevk edilmektedir. Maden sahasının uzunluğu 70 km'dir. Sahada 3 damar bulunmaktadır. Jellinbah merkezde şirket kendisi çalışmaktadır. Diğer bölümde (Jelinbah Plains) ise alt işveren çalıştırmaktadırlar. Dünyanın en büyük taş kömürü üreticilerinden biri olan Avustralya, yüksek kaliteli rezerv bakımından da önemli bir yere sahiptir. MCA (Minerals Council of Australia - Avustralya Mineral

Konseyi) verilerine göre, 61 milyar ton kömür rezervi bulunmakta olup yılda 500 milyon tondan fazla üretimle 2012 yılı verilerine göre dünyadaki toplam üretimin %7,5'luk kısmı burada gerçekleştirilmiştir. Örtü kazı oranı 9 m^3/ton'dur. 250 metre yukarı çıkınca artmaktadır. 350 t/h kapasiteli kırıcıların bulunduğu bir kömür hazırlama tesisi bulunmaktadır. Kömürün %40'ı lavvardan geçmektedir.



Şekil 3.7 Jelinbah açık ocak madeninden bir görünüm (ATİR 2015).

Açık ocak, çok geniş bir Alana yayılmış olup, topografik ölçümler için özel bir ölçüm helikopteri kullanılmaktadır. Ocaktaki bir çok ekipman ve iş makinaları yerinde görülmüş, lavvar tesisi de ziyaret edilmiştir. Ocaktaki en büyük problemlerden birisi tozdur. Mevsim sıcaklarının 35-40 derece ve üzerine çıktığında yüksek sıcaklıktan dolayı sık sık sulama yapılması gerekmekte ve oluşan toz bir şekilde önlenmeye çalışılmaktadır. Altta CAT 7750 tipi ağır iş kamyonu görülmektedir (ATİR 2015).

3.3 ŞİLİ (CHUQUİCAMATA)

Chuquicamata, dünyanın en büyük açık ocaklı bakır madeni Şili'de bulunur. And Dağı'nda deniz seviyesinden 2849 m yüksekliktedir (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9). Benzersiz maden Şili ulusal bakır şirketinin mülkiyetindedir ve işletilmektedir. Chuquicamata kraterinin en geniş yeri 4300 m ve en dar yeri 3000 m'dir. Çukurun derinliği 850 m'dir. Gelişimi yaklaşık yüz yıl önce 1915'de başladı.

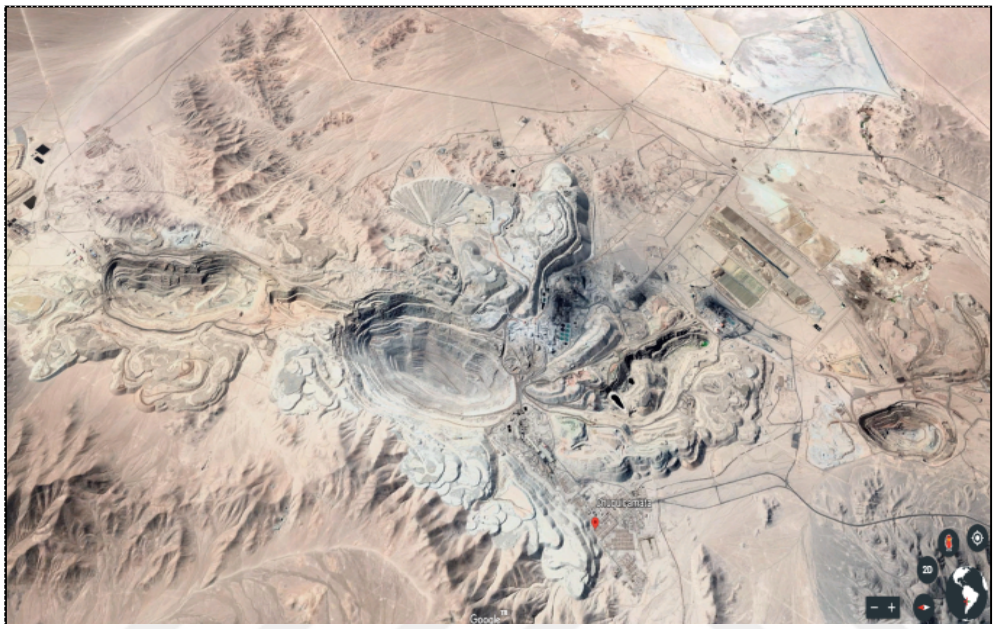


Şekil 3.8 Chuquicamata, Şili'de açık bakır madeni (URL-17).

1912'de ABD firması Guggenheim Bros madeni alır. Bir yıl sonrasında ilk çalışmalar başlatılır ve 1915 ilkbaharında Chuquicamata, elektroliz kazanımlı bakırın üretimine başlar. 1923'de Guggenheim Bros. madeni Anaconda Copper Mining Company'ye transfer eder. 11 Temmuz 1971'deki anayasa reformu ile bakır üretimi devletleştirilir ve maden günümüze değin devlet enstitüsü Codelco tarafından ekonomiye kazandırılır. Günlük 180.000 ton % 1,5 oranında bakır içerikli kayaçtan, yaklaşık 2.500 ton yüksek kaliteli bakır elde edilir. Günümüzde yıllık 600.000 ton bakır çıkarılmaktadır. Maden yaklaşık 4.300 m uzunluğunda, 3.000 m genişliğinde 850 m derinliğindedir. Bu yaklaşık 13 km² bir alana ve teorik olarak hacimsel 11 km³'e denk gelir. Gelecek yıllarda madenin 1,3 km'ye kadar derinleştirilmesi planlanmaktadır. Statik problemler ve tam madenden geçen tektonik yer hareketleri, daha büyük bir derinliğe ulaşılmasına engel olur.

Yaklaşık 22.000 işçi madende çalışır. Maden, olasılıkla yakında Chuquicamata şehir bölgesine ulaşacaktır. Bakır kazanımı sırasında ortaya çıkan toz, birçok hastalığın sebebidir (tipik akciğer hastalıkları, astım ve birkaç kanser çeşidi). Şili, uluslararası çevre antlaşmalarının içinde buluduğundan, insanların sağlık risklerinin azaltılması için, bölge halkının 2007 yılına kadar Calama şehrine yerleştirilmesi gerekmektedir. Eğer 2012 yılına kadar yüzeydeki bakır tükenirse, üretime yeraltında devam edilecektir. Bakır üretimi bölgede

çevre kontaminasyonuna en büyük etkendir. Arsenik ve diğer zehirli kimyasalları içeren atık sular, on yıllar boyunca hemen çöle boşaltılmış ve doğayı kontamine etmiştir. Çölde su yetersiz derecede mevcut olduğundan ve çok pahalı bir şekilde karşılandığından, günümüzde bu atık suyun bir bölümü yeniden işlenir ve dolaylı olarak kullanılır (URL-20).



Şekil 3.9 Chuquicamata (Şili) uydu görüntüsü (URL-18).

3.4 KANADA (DİAVİK MADENİ)

Diavik Ocağı, Büyük Köle Gölü yakınlarındaki adalarda bulunur ve dünyanın en genç madenlerinden biridir (Şekil 3.10). 1992'de yapılan çalışma sırasında adalarda ilk elmas bulunmasından dolayı elmas madenciliği için kullanılmaktadır. Ocak 2001'den beri geliştirilen kendi sanayi altyapısına sahiptir. Gerçek elmas madenciliği 2003'ten beri yapılmaktadır. Uzmanlara göre, toplam üretim 16-20 yıl sürecek. Diavik ocağı, son yıllarda dünyanın en pahalı endüstriyel projelerinden biri haline geldi. Yakın çevrede geniş bir havaalanı ve bir takım altyapı unsurları inşa edilmiştir. Şu anda, taş ocağı üç kimberletik boru kümesidir. Her yıl yaklaşık 1600 kg elmas temin etmektedirler. Madende 700'den fazla kişi çalışıyor, en modern ve fonksiyonel ekipman bu iş için kullanılır. Elmas üretimi şiddetli hava koşullarında taşınması gerektiği için projeye büyük mali katkılar yapılmıştır. Kışın gelişi ile maden karla kaplıdır ve yollar ve havaalanı pistleri buz ile kaplıdır. Bu, iş yükünde belirgin

bir azalmaya yol açar. Birkaç yıl önce Diavik ocağı'nın yanında bazı yeraltı madenlerinin gelişimi başladı. Bu madenlerin varlığı daha kazançlı bir şekilde çalışma olanağı yaratır.



Şekil 3.10 Kanada Diavik İşletmesi (URL-19)

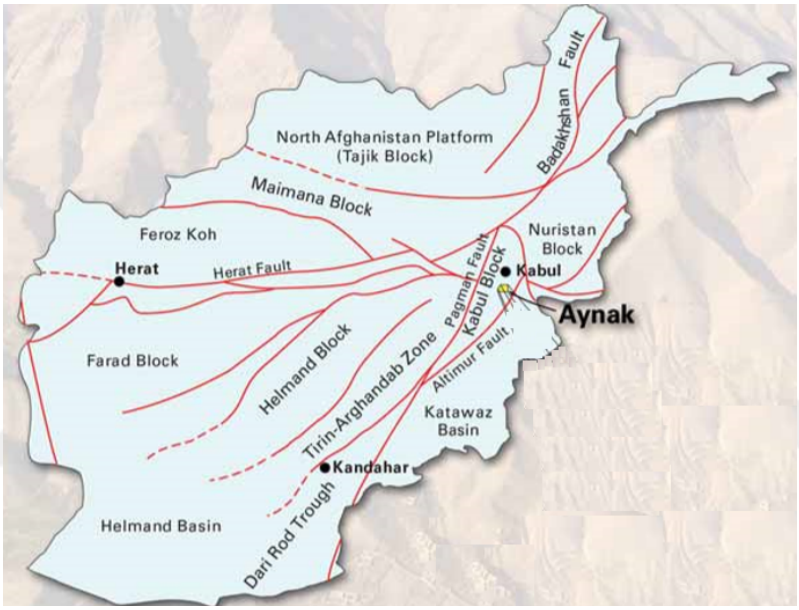
Diavik ocağı, son yıllarda dünyanın en pahalı endüstriyel projelerinden biri haline geldi. Yakın çevrede geniş bir havaalanı ve bir takım altyapı unsurları inşa edilmiştir. Şu anda, taş ocağı üç kimberletik boru kümesidir. Her yıl yaklaşık 1600 kg elmas temin etmektedirler. Madende 700'den fazla kişi çalışıyor, en modern ve fonksiyonel ekipman bu iş için kullanılır.

Elmas üretimi şiddetli hava koşullarında taşınması gerektiği için projeye büyük mali katkılar yapılmıştır. Kışın gelişi ile maden karla kaplıdır ve yollar ve havaalanı pistleri buz ile kaplıdır. Bu, iş yükünde belirgin bir azalmaya yol açar. Birkaç yıl önce Diavik ocağı'nın yanında bazı yeraltı madenlerinin gelişimi başladı. Bu madenlerin varlığı daha kazançlı bir şekilde çalışma olanağı yaratır (URL-19).

3.4 AFGANİSTAN

Afganistan en doğu ucunda Çin, batıda İran, doğuda ve güneyde Pakistan, kuzeydoğuda Türkmenistan kuzeyde ise Özbekistan ve Tacikistan ile sınırlanmış ve 647.500 km^2'lik alanda dağ ve çöl ovaları bulunan bir ülkedir.

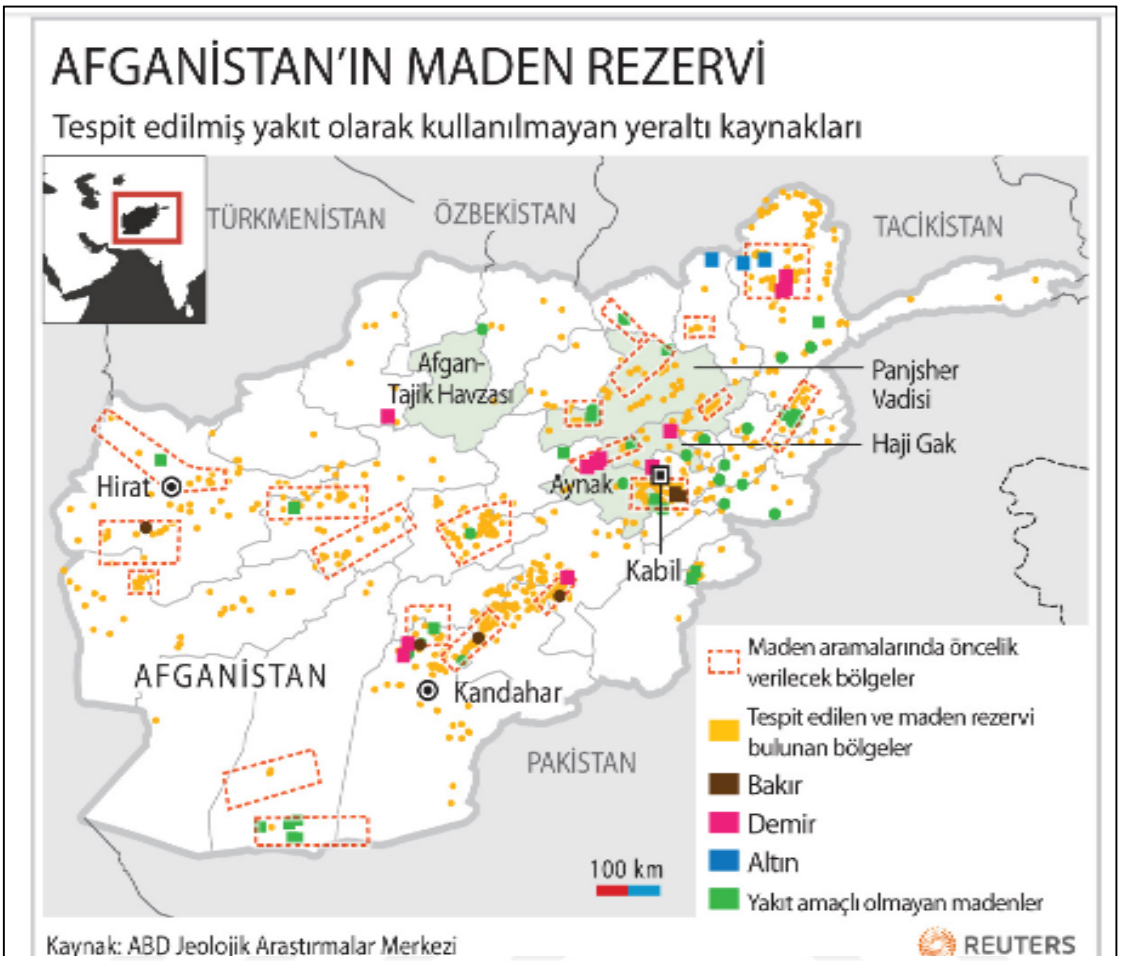
Afganistan'da çok uzun yıllardan beri devam eden iç savaş günümüzde de halen sürmektedir. Bu nedenle, sanayi ve madencilik alt yapısı bulunmamaktadır. Çok karmaşık bir jeolojik geçmişi olan Afganistan zengin maden kaynaklarını sahiptir (Şekil 3.11, URL-24). Yabancı ülkelerin (ABD, Çin, Rusya) jeolojik araştırmaları sonucunda, 1400 çeşit mineral (barit, kromit, kömür, bakır, altın, demir cevheri, kurşun, doğal gaz, petrol, değerli ve yarı değerli taşlar, tuz, kükürt, talk, çinko) ve cevher tespit edilmiştir. Şekil 3.12'de ülkedeki maden varlığı, tespit edilen ve maden rezervi bulunan bölgeler ve maden aramaları da öncelik verilecek bölgeler gösterilmektedir.



Şekil 3.11 Afganistanın tektonik yapısı, ana bloklar ve faylar (URL-24).

Mevcut ve yeni bulunan rezervlerin işletebilmesi için madencilik endüstrisinin kurulmasının uzun yıllar alacağı beklenmektedir. Savaşın sona ermesi ve zengin maden kaynaklarının işletmeye açılması ile birlikte Afganistanın dünya'da öne gelen madencilik merkezlerinde biri olacağı tahmin edilmektedir.

ABD Jeoloji Araştırmalar Merkezine göre, Afganistan'ın petrol ve gazının değeri 222,892,350,000 dolar ve Afganistan madenlerinin değeri 908,948,000,000 dolardır. Afganistan'da demir madenleri çok önemli bir yere sahiptir. Bu ülkedeki en ünlü demir madenlerinden biri 1.8 milyar ton demir içeren Hacığak demir madenidir. Gazni, Badakhshan, Kandahar ve Takhar'ın dört Zarkashan bölgesinde altın madenleri vardır.



Şekil 3.12 Afganistan'ın maden varlığı (URL-25).

Kromit madenleri, Hesarak Logro'da ve Gazni'nin Zana Han bölgesinde ve diğer bölgelerde bulunmaktadır. Heratın sekiz lokasyonunda kurşun ve çinko madenleri ve ayrıca "beyaz ve renkli" mermer madenleri bulunmaktadır. Ayrıca Helmand ilinde Khanshin madeni, Namaksar, Herat, Kunar ve Takhar'da titanyum, lityum madeni, 100 yerde demir madenleri, 12 yerde bakır, Zabul ilinde alüminyum madeni ve bu ülkede gümüş, magnezyum ve kalay madenleri bulunuyor. Ayrıca florit ve alçı taşı madenleri vardır. Ghorband'da barut, Mazar-e-Sharif'te çimento hammadde madenleri bulunmaktadır. Çizelge 3.1'de maden kaynaklarının bulunduğu yerler verilmektedir (URL-26).

Savaşın sona ermesi halinde Afganistanda'ki el değmemiş zengin maden varlığının ekonomiye kazandırılması için yeraltı işletmeciğinden daha çok açık ocak madenciliğinin tercih edileceği tahmin edilmektedir.

Çizelge 3.1 Afganistan'da madenlerin bulunduğu şehirler (URL-26).

Şehir	*Maden*	Şehir	*Maden*
Bedehşan	*Altın*	Bağlan	*Kil, alçı*
Belh	*Yağ*	Kunduz	*Celestite*
Bamyan	*Demir*	Logar	*Bakır*
Daykundi	*Kalay*	Nangarhar	*Manyezit, talk*
Farah	*Bakır, lityum*	Nimroz	*Lityum*
Gazne	*Lityum*	Nuristan	*Pegmatitler*
Ghor	*Kurşun, çinko*	Pençşir	*Zümrüt*
Helmand	*Uranyum*	Paktika	*Altın, petrol*
Herat	*Bakır, kireçtaşı*	Samangan	*Kömür*
Cüzcan	*Petrol, gaz*	Saripol	*Bakır*
Kabul	*Değerli taşlar*	Tahar	*Altın*
Kandahar	*Bakır, çimento*	Uruzgan	*Florit*
Kapisa	*Bakır*	Zabul	*Altın, bakır*

BÖLÜM 4

TEMEL FAALİYETLERİN İRDELENMESİ VE DÜNYA MADENCİLİĞİNDE TÜRKİYE'NİN YERİ

Üretim yöntemi, jeoloji, makine parkı, şev stabilitesi ve drenaj gibi temel açık işletme faaliyetlerinin irdelenmesinin ardından, maden üretiminde dünya ve Türkiye'nin konumu aşağıda açıklanmaktadır.

4.1 TEMEL FAALİYETLERİN İRDELENMESİ

4.1.1 Üretim Yöntemi ve Makine Parkı

Dünya açık işletme madenciliğinde sürekli ve süreksiz olarak tanımlanan iki sistem uygulanmaktadır. Yumuşak örtü tabakası ve yüksek rezerve sahip olan sahalarda kazı, yükleme ve nakliyatın kesintisiz olarak yapıldığı sürekli üretim sistemi tercih edilir. Bu sistemde yaygın olarak kullanılan kazı makinesi döner kepçeli ekskavatörler olup, zincirli ekskavatör ve (sürekli kazıcı) contunious miner diğer kazı makinalardır. Taşıma, bant ve aktarıcı konveyör ile boşaltma ise dökücüler ile gerçekleştirilerek sistemin sürekli olması sağlanır. Bir bant köprüsü ile veya cross-pit aktarıcıyla döküm sahasına iç döküm yapma ikanı bulunmaktadır. 240.000 m^3 (yerinde)/gün kapasite değerlerine ulaşıldığı Almanya başta olmak üzere Kanada, Hindistan, Rusya, İspanya, Yunanistan, Endonezya, ABD, Türkiye döner kepçeli ekskavatör- bant konveyörün ana iş makinası olduğu paralele kademli işletme yönteminin uygulandığı ülkelerdir. Dayanımı yüksek kayaçlar veya arakesmeler için kovalarda özel kesici uçların kullanılması veya riperleme veya patlatma ile gevşetme yapılması, yapışmaya neden olan killi birimlere karşı kovalarda zincir tertibatının kullanılması gibi verimi arttırmaya yönelik uygulamalarla problemlere çözümler geliştirilmiştir. TOBB (2007) gerekli önlemlerin alınmasıyla, Rusya'da -40°C'de, İspanya'da 2.040 mm/yıl yağış ve çamurda, Almanya'da yaklaşık 500 m ocak derinlikte döner kepçeli ekskavatörlerin başarıyla kullanılabildiğini belirtmektedir.

Sistem bir bütün olarak çalıştığından, örneğin, aktarma konveyöründe yaşanan bir problem nedeniyle tüm sistemin durması söz konusu olabilmektedir. İlk yatırım masraflarının süreksiz sistemlere göre yüksek olması diğer bir olumsuz yönüdür.

Birim maliyetin oldukça düşük olduğu döner kepçeli ekskavatör - bant konveyör sistemi daha önceki bölümde ayrıntılı olarak tanıtılan ve uygulama koşullarını sağlayan Afşin Elbistan Linyitleri'nde 1984 yılından beri uygulanmaktadır. Bu sistemin Türkiye'de yaygın olarak kullanılmamasının nedeni yatağın yapısıyla olduğu kadar işletmelerin teknik ve mali yeterliliği ile de ilgilidir TOBB (2007).

İş makinelerinin çok çeşitli olduğu süreksiz sistemde, ana makina dragline olmakla birlikte, halatlı kollu (elektrikli) ve hidrolik ekskavatör, ağır kamyon ve yükleyiciler bulunmaktadır. Dünyada ekskavatör kapasiteleri 70 yd^3'e, dragline kapasiteleri 220 yd^3'e, pasa taşıyan kamyonların kapasitesi ise 350 short ton'a ulaşmıştır. Dragline uygulaması örtü kalınlığının ince, damarın yatay ve rezervinde fazla olduğu (dilimli işletme yöntemi) ABD, Avustralya ve Güney Afrika yaygındır. Parlak Örtü tabakası kalınlığı ve damar sayısının artması durumunda, damarın üzerindeki örtünün bir kısmı dragline ile geri kalan kısmı ekskavatör kamyon ikilisi ile alındığı paralel kademeli işletme yöntemi uygulanır. Metalik cevherlerin üretilmesinde uygulanan konik çukur şeklindeki açık ocaklarda paşanın dış döküm yapılması gerektiğinden ağır kamyonlar ile halatlı kollu ve/veya hidrolik ekskavatör kullanılır.

Türkiye'de 1970 – 1988 yılları arasında 8'i TKİ bünyesinde, 1'i özel olan ve kepçe kapasiteleri 20 -70 yd^3 arasında değişen 9 adet dragline 8 işletmede kullanılmaya başlanmıştır. TKİ'nin çeşitli üretim bölgelerinde kepçe kapasiteleri 1-20 yd^3 arasında değişen ekskavatörler (elektrikli ve hidrolik), 0,7–10,3 m^3 arasında değişen yükleyiciler ve 35-170 short ton kapasiteli, çeşitli markada çok sayıda kamyon çalışmaktadır. Özel sektörde kullanılan iş makineleri büyük bir çoğunluğu düşük kapasitelidir. EÜAŞ'ne bağlı Sivas-Kangal'da 25 yd^3'lük ekskavatör de mevcuttur (TOBB 2007).

Üretim yöntemlerinde kullanılan ana makinelerin yanında gevşetme deliklerinin açılması için gerekli olan delici; riperleme, düzeltme, küreme, yığın yapma için dozer; yükleme ve kısa mesafelerde taşıma işleri için lastik tekerlekli yükleyici, yol yapımı için greyder ve silindir, bakım, yağlama ve Anfo kamyonları ve su tankerinden oluşan yardımcı araçlara da ihtiyaç vardır.

Üretim yöntemi ile makine parkının kurulması birbiriyle çok yakından ilgilidir. Damar ve örtü tabakası özelliklerine uygun olmayan üretim yöntemi ve makine seçimi kazı makinelerinin nakliye araçlarını beklemesine veya bunun tersi bir uyumsuzluğun ortaya çıkmasına ve birim maliyetlerin yükselmesine neden olacaktır. Üretim yöntemine göre makine parkı kurulduktan sonra geriye dönüş mümkün değildir. Skreyperler hariç yukarıda sıralanan tüm iş makinelerinin Türkiye'de kullanımı söz konusudur Özellikle büyük işletmelerin makine parkının oluşturulması için büyük ilk yatırıma gereksinim vardır. Türkiye'de bu maliyetleri kendi öz sermayesi ile karşılayabilecek şirket sayısı azdır.

4.1.2 Jeoloji

sahası jeolojisinin çok iyi bir şekilde bilinmesi ve tanınması ile çok yakından ilgilidir. Madencilik faaliyetlerinin sürdüğü yerkabuğu başlıca iki jeolojik birimden oluşur. Bu birimlerden biri zemin diğeri ise kayaçtır. Maden, jeoloji, inşaat, jeodezi, jeofizik disiplinlilerini kapsayan yerbilimleri ile ilgili mühendisler zemin ve kayaçların davranışlarını kestirmek ve ona göre tasarım yapmak zorundadırlar. Yerbilimleri mühendislerinin çalışma sahaları ince daneli ve/veya iri daneli zeminlerden, magmatik, metamorfik veya sedimanter kökenli ve süreksiz veya sürekli kayaçlardan, kuru olan veya su içeren zemin veya kayalardan ve tüm bunların sayısız kombinasyonlarından biri olabilir. Hatta, aynı çalışma sahasında bu ortamlardan birkaçı ile karşılaşabilir. Proje tamamlama sürecinde bile bu ortamlardaki zemin ve/veya kayaçlar farklı davranışlar içinde bulunabilir. Bu nedenle, yerbilimleri mühendislerinin içinde veya üstünde çalışacağı ortamı tanımlayabilmek ve yorumlayabilmek, problemleri çözüm bulabilmek için çok iyi jeoloji bilgisine sahip olmalıdır. Açık işletme madenciliğinde jeolojik araştırmalar, ocağın planlama aşamasında başlar ve işletme ömrü boyunca önemini hiç kaybetmeden devam eder. Kazılabilirlik, makine parkının oluşturulması, delme-patlatma, şev stabilitesi, drenaj gibi temel faaliyetlerin ekonomik ve güvenli olarak sürdürülmesi çalışma sahası jeolojisinin çok iyi bir şekilde bilinmesi ve tanınması ile çok yakından ilgilidir.

4.1.3 Şev Stabilitesi

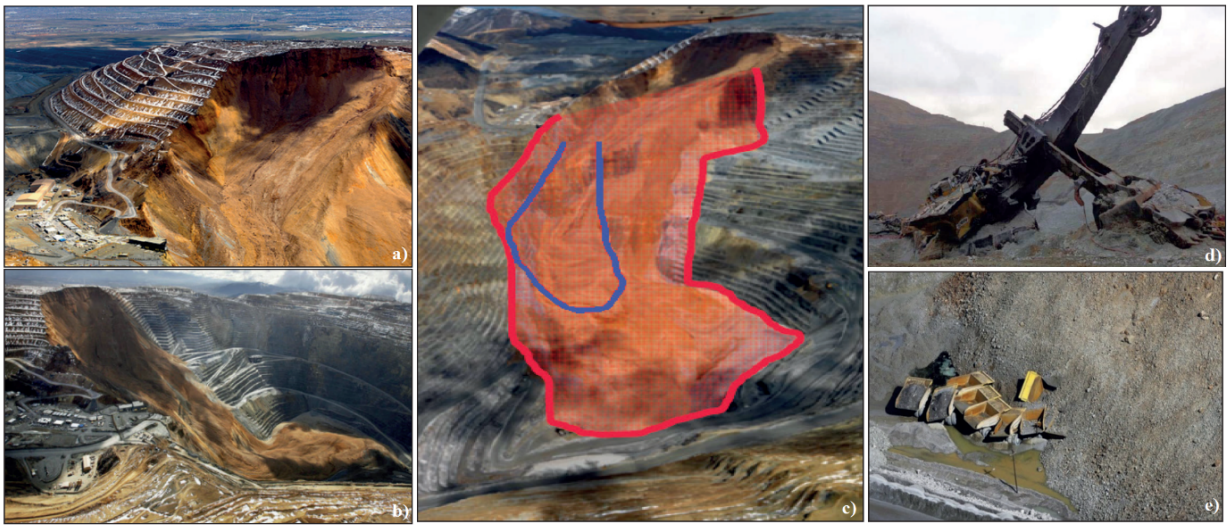
Şev duraysızlıkları hemen hemen tüm açık işletmelerde görülen ve işletmedeki güvenli çalışma ortamını tehdit eden konudur. Açık işletmelerde örtü tabakasının kazılması sonucunda bozulan dengenin tekrar oluşturulması kazı sahasına basamak şekli verilmesi ile

sağlanır. Her bir basamak biri düz, diğeri eğimli olmak üzere iki yüzeye sahiptir. İşletme çukurunun gelişmesine bağlı olarak basamak sayıları da artar. Kısa dönemde her bir basamağın duraylılığı, uzun dönemde ise tüm basamakların duraylılığı önemlidir. Tek bir basamağın duraylılığı, basamağın genişliğine, yüksekliğine ve eğimine bağlı iken tüm basamakların oluşturduğu şevin duraylılığı genel şev eğimine bağlıdır. Bu değerler, işletmenin planlama aşamasında 1.3'ün üzerinde bir güvenlik katsayısını sağlayacak şekilde belirlenir. Süreksizlikler ile yüzey ve yeraltısularının çok büyük rol oynadığı şev kaymaları, güvenlik katsayısının 1'in altına düşmesi ile düzlemsel, kama, dairesel ve blok devrilmesi şeklinde gerçekleşir. Üretim şevlerinde daha çok düzlemsel ve kama şeklinde kaymalar gelişirken döküm yığınlarında meydana gelen kaymalar daireseldir. Kayma sonucunda işletme faaliyetlerine ara verilmesi veya durdurulması söz konusu olabileceği gibi mal ve can kayıpları ile karşılaşıldığı vakalar vardır. Nisan 2013'de ard arda iki kaymanın peş peşe geliştiği ve kaymanın beklenmesine rağmen halatlı kollu ve kamyonların kayan malzeme altında kaldığı Bingham Canyon açık işletmesindeki şev yenilmesi (Yıldız 2017) ve Afşin Elbistan Çöllolar Sahasında 6 ve 10 Şubat tarihlerinde meydana gelen ve mal kaybının yanınıda can kaybına da neden olan iki kayma (TMMOB JMO 2011) bu vakaların en çarpıcı iki örneğidir (Şekil 4.1).

Şev hareketlerinin izlenmesinde basamak üzerindeki veya şev yüzeylerindeki gerilme çatlaklarından yararlanılabiliniyorsa da, Total Station, Multi Total Station, Yersel ve Hava Lidarları gibi ölçüm cihazları; kamera entegreli uçak ve insansız hava araçları, InSAR, uydu görüntüleri gibi uzaktan algılama ve fotogrametri bileşenleri; gerilme çatlaklarının eşit zaman aralıklarında verniyer çelik şerit veya "extensiometer" ile ölçülmesi, kayma anında kayalardan çıkan seslerin frekansının akustik yöntem ve cihazlarla ölçülmesi ve böylece kayma hızının tayini etmek mümkündür (Akar 2019). Genel şev açısının düşürülmesi, drenaj ve kaya saplaması uygulamaları ise şev kaymalarına karşı alınacak önlemler olarak sıralanabilir.

4.1.4 Drenaj

Açık işletme faaliyetleri atmosferik koşullar altında yürütüldüğünden yağışlarla ve/veya işletmenin yeraltı su seviyesi altında çalışması ile gelen sular işletme çukurunda toplanır. Biriken bu suların kontrol altına alınması, işletme sahasından uzaklaştırılması, işletmenin yeraltı su seviyesi altında çalışmalarını sürdürmesi şev stabilitesi ve kazı faaliyeti açısından son derece önemlidir.



a) Bingham Canyon Açık İşletmesi (Yıldız 2017).



b) Afşin Elbistan Linyitleri (URL-20).

Şekil 4.1 Şev yenilmesi örnekleri.

Bazı işletmeler yağışların etkili olduğu kış aylarında, kazı alanında karşılaşılan güçlükler nedeniyle faaliyetlerine ara vererek, bu süreçte makine-ekipmanın tamir bakım işlerini yapmaktadırlar. Kaya kütlesine sızan su, şev ve basamaklarda gerilme çatlakları veya kayaç gözeneklerini doldurarak su basıncı oluşturur ve süreksilik düzlemlerinde kaymaya oluşturan

kuvvetlerin artması neden olur. Piyezometrik ölçümlerle belirlenebilen su basıncını düşürmenin en etkili yolu sondaj kuyuları, galerileri ve delikleri ile dranaj yapmaktır. Örneğin, Afşin Elbistan Linyitleri 1984 yılında kömür üretimine başlamadan önce 3 yıl boyunca yüksek su tutma kapasitesine ve düşük geçirgenliğe sahip gidyada çapı 1 m olan ve karstik kireçtaşların içerdiği suyu almak için 75 cm çaplı kuyular ile drenaj yapılmıştır (URL-21).

4.1.5 İşletme Faaliyetlerine Toplu Bakış

Türkiye'de incelenen 12 işletmenin toplu olarak birarada değerlendirilmesi için temel faaliyetler özetlenerek Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Ayrıca, işletme yöntemine göre yapılan sınıflandırma da Şekil 4.2'de görüldüğü gibi Türkiye haritasına yansıtılarak görselleştirilmiştir. Dilimli işletme yöntemine göre çalışan işletme olmadığı için haritada paralel kademeli ve konik çukur şeklindeki işletmeler görülmektedir.

4.2 DÜNYA VE TÜRKİYE MİNERAL ÜRETİMİ

Türkiye ve dünyadaki madenciliğin durumunu incelemek için 2019 yılında yayınlanan World Mining Data verileri incelenmiştir. WMD (2019), mineral hammaddeleri 5 grupta sınıflandırarak 2013 ile 2017 yılları arasında dünyadaki ülkelerin üretim miktarlarını vermektedir. Sınıflandırılan 5 grup, demir ve demir alaşımlı metaller (demir, krom, kobalt, manganez, molibden, nikel, niyobyum, tantal, titanyum, tungsten, vanadyum), demir olmayan metaller (alüminyum, antimon, arsenik, boksit, berilyum, bizmut, kadmiyum, bakır, galyum, germanyum, indiyum, kurşun, lityum, civa, nadir toprak mineralleri, renyum, selenyum, tellür, kalay, çinko), değerli metaller (altın, platin grubu metaller (paladyum, platin, rodyum), gümüş), endüstriyel mineraller (asbest, barit, bentonit, bor mineralleri, elmas, diyatomit, feldspat, kalsiyum floriti, grafit, jips ve anhidrit, kaolin, manyezit, perlit, fosfatlar, potas, tuz, sülfür, talk, vermikülit, zirkon) ve mineral yakıtlardır (buhar kömür (antrasit ve bitümlü kömür dahil), kok kömürü, linyit, doğal gaz, ham petrol, petrol kumları, petrol şeylleri, uranyum).

Dünya maden üretimi 1985 yılında 9.6 milyar ton, 2000 yılında 11.3 milyar ton ve 2017 yılında 17.2 milyar ton olarak gerçekleşmiştir. 2017 yılında Çin, ABD, Rusya, Avusturalya ve Hindistan Dünyanın en büyük 5 maden üreticisi konumunda olup, üretimin % 57'sini, geriye kalan 156 ülke ise % 43'ünü gerçekleştirmektedir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.3). Çin, 31 farklı

Çizelge 4.1 İşletmelerin temel faaliyetleri.

İşletme	Üretim Yöntemi	Jeolojisi (aşağıdan yukarı)	Makine Parkı	Şev Geometrisi / Stabilitesi	Drenaj
Tunçbilek Açık Ocak İşletmesi	HKE + AK, D/L (2 adet)	Bazalt Horizonu, Killi Şist Horizonu, Alt Marn Horizonu, kömür damarı, Kalkerli Marn Horizonu ve Silisli Kalker Horizonu	HE, yükleyici, greyder, delici, dozer, arazöz, treyler	BY (HKE): 12-13 m (10 yd³'); 15-17 m (20 yd³') BY –BG (D/L): 25 m – 60 m (Marion); 15 m – 50 (Page) BE: 65-70°; GŞA: 45°	Drenaj gölleri – tulumba - , su atımı için 15 km boru hattı
Bursa Linyit İşletmesi	HKE + AK, D/L	Burmu Formasyonu (taban konglomerası; kumtaşı-kömür; kumtaşı-çakıltaşı-kiltaşı-marn-tüf-kumtaşı ardalanması)	HE, yükleyici, greyder, delici, dozer, paydozer, silindir, kamyon	2004-2016 yılları arasında işletmede ve köy yolunda şev kaymaları, şişen kayaçlar	Orhaneli Çayı ve yeraltı suları nedeniyle su problemi, hidrolojik etüd
Yeniköy Linyit İşletmesi	HKE + AK, D/L	Şist, kristalize krçt, silt-kil-kum-ince çakıl ard., killer ve siltler, kömür, kompakt marn, krçt-marn ard., plaket krçt, kanal dolgusu, marn ve krçt bantları, alüvyon	Delici, riper dozer, yükleyici, greyder, dozer kanal açma makinası, sulama tankeri, yağlama kamyonu	Döküm yığını şev açısı: 35° Genel şev açısı: 19°	Biriken sular pompalar ile tankerlere doldurulur ve tozla mücadele de kullanılır
Eti Maden Kırka Bor İşletmesi	HE + kamyon	Alt kalker serisi, Marn-kil serisi, Borat serisi, Kil-marn serisi, Üst kalker serisi	Elektrikli ekskavatör, loader, dozer, greyder	Kertil heyelanı, kaymamış yerlerde dekapaj şev açısı 30°, önceden kaymış malzemede 14° ve cevherde 30°	Yeraltı Drenajı (yıllık yeraltı su geliri 500 m^3), yüzey suyu drenajı (300.000 m^3)

Kısaltmalar: Dragline (D/L), Döner Kepçeli Ekskavatör (BWE), Halatlı Kollu Ekskavatör (HKE), Hidrolik Ekskavatör (HE), Ağır Kamyon (AK), F: Formasyon, Ardalanma (ard.), Kireçtaşı (Krçt), BY: Basamak Yüksekliği, BG: Basamak Genişliği, BE: Basamak Eğimi, GŞA: Genel Şev Açısı

Çizelge 4.1 (devam ediyor).

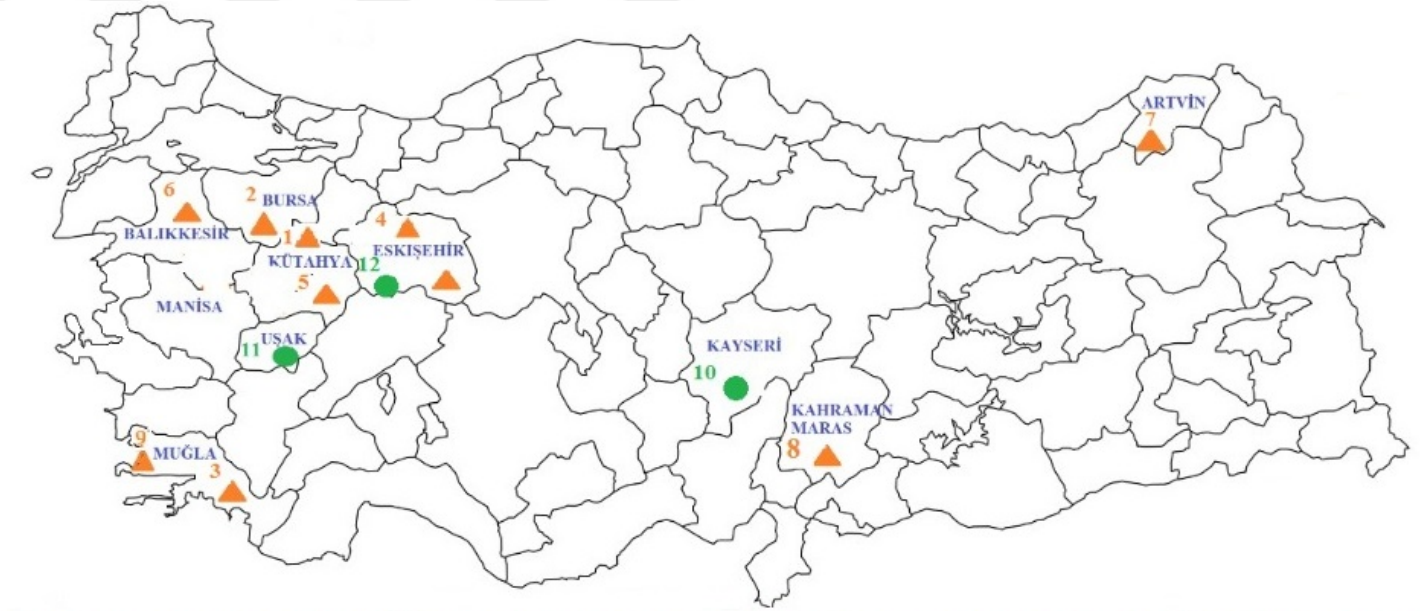
İşletme	Üretim Yöntemi	Jeolojisi (aşağıdan yukarı)	Makine Parkı	Şev Geometrisi / Stabilitesi	Drenaj
Eti Maden Emet Bor İşletmesi	Ekskavatör + kamyon	Sancasu F., Kırkbudak F., Kızılbük F., Akdağ volkanitleri, Hisarcık F., Emet F., Toklar Gölü F., Yamaç molozu, Alüvyon	Delici, yükleyici, greyder, riper dozer	18 basamak (13 basamak örtü kazı, 5 basamak üretim) GŞA: 19-24°, BE: 67-72°, BY: 6-8 m (üretim), 10 m (örtükazı), BG: 20-25 m	İşletme yeraltı su seviyesi üstünde, Yüzey su geliri (mevsime göre 0,5-1 lt/sn)
Eti Maden Bigadiç Bor İşletmesi	HE + kamyon	Temel kayalar, taban volkanit birimi, taban krçt birimi, alt tüf birimi, alt boratlı birim, üst tüf birimi, üst boratlı birim, bazalt, genç tortullar	Delici, yükleyici, greyder, riper dozer	-	En önemli sorun, sal sistemi ile su atımı (100-150 m^3/saat)
Eti Bakır Murgul İşletmesi	HE + kamyon	Üst Kretase yaşlı dasit ve dasitik tüf-breşler, Üst Kretase yaşlı bazalt, andezit lavları ve andezitik tüf-breşler, tüflü, çamurtaşı, kumtaşı serisi ve ince çörtlü mikritik kireçtaşı ara tabakaları	Hidrolik kırıcı, delici, yükleyici, buldozer, greyder	BY: 10-12 m BG: 6-8 m BE: 70° GŞA: 55°	Yeraltı suyu sorun değil, Lepiskür Deresi taşkını, kaymaya karşı topuk önlemi
Afşin Elbistan Linyit İşletmesi	BWE + band konveyör	Killi kumlu çakıl, Turkuaz kil, linyit horizonu, gidya, krçt, mavi kil, yeşil kil, lehim, siltli kumlu çakıl	Aktarıcılar, dökücüler	Zayıf kil bantları, faylar 2011 yılında Çöllolar Sahasında meydana gelen can ve mal kaybına neden olan büyük kayma	Büyük su rezervine sahip karstik bölgeler, derinliği 80-250 m arasında değişen geniş çaplı çok sayıda kuyu

Kısaltmalar: Dragline (D/L), Döner Kepçeli Ekskavatör (BWE), Halatlı Kollu Ekskavatör (HKE), Hidrolik Ekskavatör (HE), Ağır Kamyon (AK), F: Formasyon, Ardalanma (ard.), Kireçtaşı (Krçt), BY: Basamak Yüksekliği, BG: Basamak Genişliği, BE: Basamak Eğimi, GŞA: Genel Şev Açısı

Çizelge 4.1 (devam ediyor).

İşletme	Üretim Yöntemi	Jeolojisi (aşağıdan yukarı)	Makine Parkı	Şev Geometrisi / Stabilitesi	Drenaj
Yatağan Linyit İşletmesi	D/L, HKE + AK	Kumtaşı damarlı şist, kristalize kumtaşı, silt-kil-ince çakıl ard., kömür, kumtaşı-kiltaşı ard., konglomera, kireçtaşı marn ard., kumtaşı, alüvyon, yamaç molozu, dolgu	HE, Yükleyici	1990 yılında yeraltı suyunun neden olduğu 10. D/L panosu heyelanı, 1991 yılında meydana gelen 12. D/L panosu heyelanı	Heyelana neden olan ve pano içinde patlayan yeraltı suyu geliri (15 lt/sn ve ise 75 lt/sn), Borularla drenaj kanalına iletilmesi
Himmetdede Altın Madeni	HE + K	Kırşehir masifi olarak tamamlanan, Paleozoik yaşlı metamorfik kayaçlar ile Üst Kretase yerleşim yaşlı ofiyolitik kayaçlar ve bunları kesen Senoniyen yaşlı plutonik kayalar oluşturur	Kırıcı ekskavatör, yükleyici, dozer, delici, greyder, silindir, bakım ve sulama araçları	BY: 20 m, BE: 60°	Yeraltı suyu taşıyan litolojiler: mermer, tüfler kireçtaşları ve kalker, volkanitler, kırıntılı birimler, alüvyon. Susuzlaştırma çalışmaları (10 adet yeraltısuyu gözlem kuyusu)
Tüprag Kışladağ Altın Madeni	Ekskavatör kamyon	Yaşlıdan gence doğru Eşme Formasyonu, Beydağı Volkanikleri, Sokulum Kayaçları, Ulubey Formasyonu, Asartepe Formasyonu, Kuvaterner birimler	Yükleyici, dozer, delici, greyder, su ve yakıt kamyonu	BY: 10-20 m, BG: 6,5-8,5 m BE: 65-70°	Kuşaklama ve drenaj kanalları, çökeltme ve temiz su toplama havuzları
Kaymaz Altın Madeni	Kepçe + kamyon	Lisvenit tipi, sedimanter kayaçlar ile Karakaya granitinin kontağında gelişmiş olan silisleşmiş serpantin damarları	Loader, kamyon, delici, silindir, greyder, arazöz	BY: 20 m, BG: 5 m Genel şev açısı 37-42° Pasa şev açısı 28-30°	Gözlem amaçlı 6 kuyuda haftalık su seviyesi ölçümü

Kısaltmalar: Dragline (D/L), Döner Kepçeli Ekskavatör (BWE), Halatlı Kollu Ekskavatör (HKE), Hidrolik Ekskavatör (HE), Ağır Kamyon (AK), F: Formasyon, Ardalanma (ard.), Kireçtaşı (Krçt), BY: Basamak Yüksekliği, BG: Basamak Genişliği, BE: Basamak Eğimi, GŞA: Genel Şev Açısı



▲ PARALEL KADEMELİ İŞLETMELER

1 Tunçbilek Açık Ocak İşletmesi
2 Bursa Linyit İşletmesi
3 Yeniköy Linyit İşletmesi
4 Eti Maden Kırka Bor İşletmesi
5 Eti Maden Emet Bor İşletmesi
6 Eti Maden Bigadiç Bor İşletmesi
7 Eti Bakır Murgul Işletmesi
8 Afşin Elbistan Linyit İşletmesi
9 YatağanLinyit İşletmesi

● KONİK ÇUKUR ŞEKLİNDEKİ İŞLETMELER

10 Himmetdede Altın Madeni
11 Tüprag Kışladağ Altın Maden
12 Kaymaz Altın Madeni

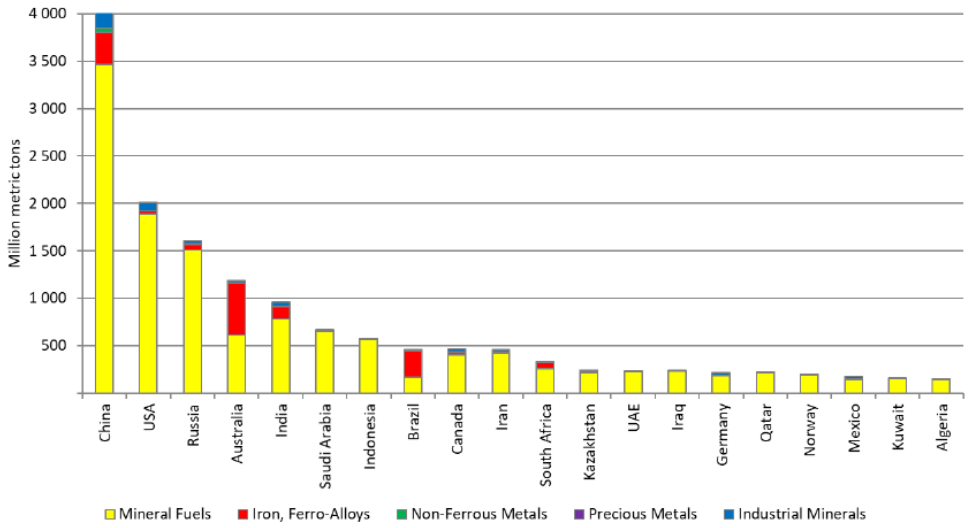
Şekil 4.2 Türkiye'deki paralel kademeli ve konik çukur şeklindeki açık ocak işletmeleri.

mineral hammadde çeşidi ile dünyanın en büyük üreticisidir. Bunlar; 4 demir ve demir alaşımlı metal (molibden, titanyum, tungsten, vanadyum), 14 demir olmayan metal (alüminyum, antimon, arsenik, bizmut, kadmiyum, galyum, germanyum, indiyum, kurşun, cıva, nadir toprakelementleri, kalay, tellür, çinko), 1 değerli metal (altın), 10 endüstriyel mineral (barit, bentonit, kalsiyum floriti, grafit, jips, kaolin, manyezit, fosfat, tuz, talk), 2 mineral yakıttır (buhar kömürü, koklaşabilir taş kömürü).

Pil teknolojisinin anahtar emtiaları olan lityumda en büyük üç üretici Avusturalya, Şili, ve Arjantin; manganezde en büyük üç üretici Güney Afrika, Avusturalya, ve Çin; kobaltta en büyük üç üretici Kongo, Çin ve Kanada; grafitte en büyük üç üretici Çin Brezilya, ve Kuzey Kore'dir.

Çizelge 4.2 2017 yılı toplam mineral üretiminde Türkiye'nin dünyadaki yeri (ton) (WMD 2019).

Ülke	Toplam	Demir Alaşımlı Metaller	Demir Olmayan Metaller	Değerli Metaller	Endüstriyel Minerallar	Mineral-Yakıtlar
Çin	4.107.911.005	336.034.420	42.037.634	3.928	192.251.700	3.468.566.323
ABD	2.013.644.488	30.121.340	3.093.279	1.271	91.394.000	1.888.682.498
Rusya	1.610.817.380	59.885.306	4.758.067	1.684	32.035.383	1.506.036.940
Avusturalya	1.271.899.033	552.248.614	3.728.548	1.415	17.868.765	608.631.102
Hindistan	984.418.011	127.260.800	4.376.355	560	47.683.319	782.784.296
S. Arabistan	673.751.592	266.800	843.725	15	13.919.332	653.715.720
Endonezya	568.394.297	1.090.350	931.169	334	3.735.080	560.903.984
Brezilya	496.158.227	275.313.425	1.366.127	131	17.559.421	163.796.623
Kanada	463.817.702	27.689.535	4.178.189	597	32.549.703	399.399.678
İran	461.378.245	22.045.675	878.284	57	23.231.029	414.418.690
G. Afrika	323.676.748	62.153.807	860.781	429	2.933.682	257.728.049
Kazakistan	243.746.697	14.259.095	1.224.883	1.127	5.958.909	217.456.588
Bir. Arap E.	231.811.690	0	2.533.000	0	4.600.000	224.678.690
Irak	231.089.210	0	0	0	1.280.000	229.809.210
Almanya	219.052.926	75.100	551.450	0	34.426.327	184.000.049
Katar	216.950.600	0	620.000	0	2.000.000	214.330.600
Norveç	191.911.230	1.231.090	1.253.416	0	197.491	189.229.233
Meksika	173.819.242	7.253.015	1.658.919	5.942	19.562.339	145.339.027
Kuveyt	148.976.600	0	0	0	623.800	148.352.800
Cezair	147.301.248	268.400	350	0	3.086.298	143.946.200
Venezuela	145.072.208	4.615.000	136.000	8	1.380.000	138.699.200
Kolombiya	142.003.737	361.236	9.356	56	1.117.949	140.512.740
Polonya	140.828.443	720	508.512	1.291	6.932.480	133.385.440
Nigerya	135.170.050	13.655	52.940	7	121.234	134.982.214
Türkiye	**126.405.053**	**7.924.640**	**612.030**	**174**	**35.366.936**	**80.782.129**
Toplam	17.503.813.487	1.638.969.957	98.814.709	30.220	791.073.427	14.663.716.408



Şekil 4.3 2017 yılı toplam mineral üretiminde Dünyadaki ilk 20 ülke (WMD 2019).

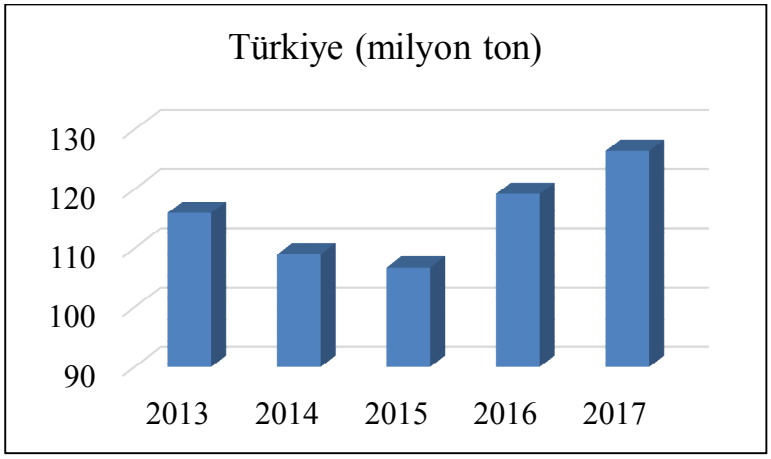
Türkiye 2017 yılında 31 farklı mineral hammadde üretimi ile 161 ülke arasında 25. sırada yeralmaktadır (Çizelge 4.3). Türkiye, 6 demir ve demir alaşımlı metal (demir, krom, mangan, molibden, nikel, titanyum), 6 demir olmayan metal (alüminyum, antimon, boksit, bakır, kurşun, çinko), 2 değerli metal (altın, gümüş), 17 endüstriyel mineral (barit, bentonit, bor, diyatomit, feldspat, kalsiyum floriti, grafit, jips, kaolin, manyezit, perlit, fosfat, tuz, kükürt, talk, vermükülit, zirkon), 5 mineral yakıt (buhar kömürü, koklaşabilir taş kömürü, linyit, doğal gaz ve petrol) üretimi gerçekleştirmiştir. Şekil 4.4 incelendiğinde 2013 – 2017 yılları arasında Türkiye'de toplam mineral hammadde üretimi 109 ile 126 milyon ton arasında değişmiş olup 2013 yılından 2015 yılına düşüş, 2015 yılından 2017 yılına artış şeklinde iç bükey bir eğilim göstermiştir. Çin'in toplam mineral hammadde üretimi 2013 yılında 4.6 milyar ton ve 2017 yılında 4,2 milyar ton olarak gerçekleşerek sürekli bir düşüş eğilimine olmuştur (Şekil 4.5). Türkiye 2013 yılında Çin'in % 2,5'i, 2017 yılında ise %3,1'i kadar üretim yapmıştır.

2017 yılında demir ve demir alaşımlı metal sınıfında Çin dünya üretiminin % 20,5'ini Türkiye ise % 0,48'ini, demir olmayan metal sınıfında Çin dünya üretiminin % 42,54'ünü Türkiye ise % 0,62'sini, değerli mineral sınıfında Çin dünya üretiminin % 13'ünü Türkiye ise % 0,58'ini, endüstiyel mineral sınıfında Çin dünya üretiminin % 24,3'ünü Türkiye ise % 4,47'sini, mineral yakıt sınıfında Çin dünya üretiminin % 23,65'ini Türkiye ise % 0,55'ini gerçekleşmiştir. Türkiye'nin en yüksek üretimi endüstriyel hammaddeler grubunda olmuştur. Türkiye'de 2017 yılında gerçekleşen üretim 2016 yılında gerçekleşene göre % 6, 2013 yılında gerçekleşene göre % 9 oranında artış göstermiştir.

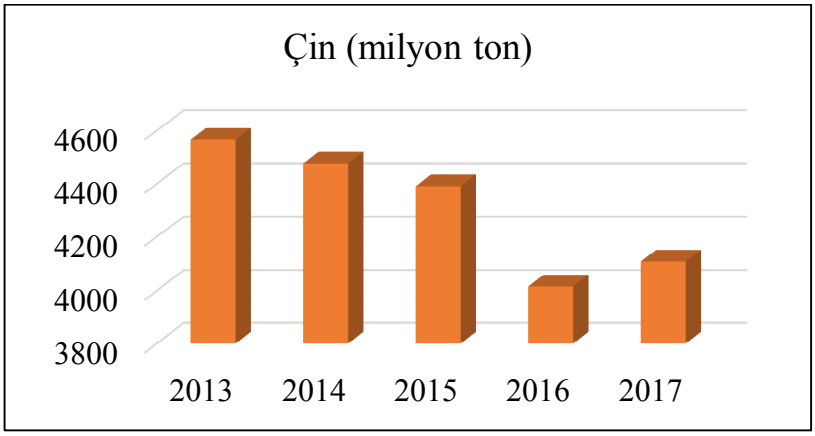
Çizelge 4.3 2013 - 2017 yılları arasında Türkiye'nin mineral üretimi (WMD 2019).

		2013	2014	2015	2016	2017	Değişim (%) 13/17	Değişim (%) 16/17
Demir	(t)	5.239.500	7.251.200	4.734.200	4.353.700	6.095.400	16,34	40,01
Krom	(t)	1.865.900	1.806.600	1.464.330	1.070.030	1.779.900	-4,61	66,34
Mangan	(t)	68.800	52.500	30.500	16.400	27.300	-60,32	66,46
Molibden	(t)	620	0	1.335	0	900	45,16	
Nikel	(t)	1.080	3.030	8.640	9.340	14.770	1267,59	58,14
Titanyum	(t)	4.750	4.750	4.750	4.750	6.370	34,11	34,11
Alüminyüm	(t)	42.200	30.400	45.900	50.000	82.000	94,31	64
Antimon	(t)	4.180	3.070	1.950	2.750	4.840	15,79	76
Boksit	(t)	795.562	1.091.442	1.050.000	989.156	1.719.144	116,09	73,8
Bakır	(t)	120.500	96.300	108.000	107.300	85.200	-29,29	-20,6
Kurşun	(t)	65.630	94.900	75.900	64.300	74.990	14,26	16,63
Çinko	(t)	200.000	211.500	173.600	201.500	365.000	82,5	81,14
Altın	(kg)	33.980	31.260	27.800	24.030	23.090	-32,05	-3,91
Gümüş	(kg)	189.600	183.880	190.550	174.180	151.490	-20,1	-13,03
Barit	(t)	736.316	203.984	655.943	321.239	292.447	-60,28	-8,96
Bentonite	(t)	731.936	1.098.817	3.134.911	1.744.912	1.481.617	102,42	-15,09
Bor	(t)	2.000.000	1.870.000	1.840.000	1.831.000	2.025.000	1,25	10,60
Diyatomit	(t)	84.571	61.884	86.656	61.722	169.584	100,52	174,75
Felspat	(t)	13.764.126	7.960.844	10.422.766	9.475.819	10.273.573	-25,36	8,42
Kalsiyum Floriti	(t)	3.874	4.271	6.238	10.339	20.150	420,13	94,89
Grafit	(t)	28.740	3.850	0	0	4.000	-86,08	
Jips	(t)	9.790.097	9.051.158	8.638.715	10.124.221	10.223.112	4,42	0,98
Kaolin	(t)	1.168.441	2.032.103	1.887.302	1.283.260	1.362.799	16,63	6,20
Manyezit	(t)	2.597.465	2.377.157	3.335.258	3.258.445	1.694.071	-34,78	-48,01
Perlit	(t)	1.075.949	897.125	843.242	1.066.251	606.231	-43,66	-43,14
Fosfat	(t)	153.000	181.200	214.000	231.800	0	-100	-100
Tuz	(t)	5.613.506	5.331.412	6.257.320	5.328.256	6.644.552	18,37	24,7
Kükürt	(t)	112.700	98.800	78.600	78.000	92.500	-17,92	18,59
Talk	(t)	103.004	114.414	182.362	203.214	474.482	360,64	133,49
Vermikülit	(t)	1.604	716	425	1.050	1.618	0,87	54,1
Zirkon	(t)	0	1.100	1.500	500	1.200		140
Buhar Kömürü	(t)	2.050.000	1.803.000	1.525.000	2.070.000	1.869.000	-8,83	-9,71
Kok. Kömür	(t)	817.000	861.000	767.000	695.000	675.000	-17,38	-288
Linyit	(t)	63.816.100	61.500.000	56.349.700	71.691.000	75.395.000	18,14	5,17
Doğal Gaz	(Mil. m^3)	562	502	399	382	364	-35,23	-4,71
Petrol	(t)	2.398.454	2.455.893	2.515.662	2.571.928	2.551.929	6,4	-78
Toplam		115.905.429	108.956.235	106.761.124	119.222.980	126.405.053		

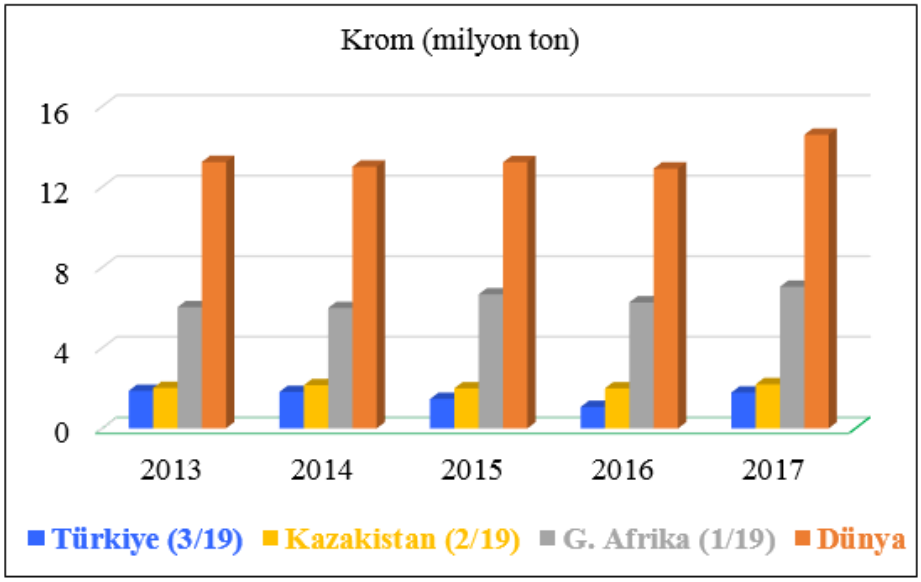
Türkiye'nin dünya sıralamasında ilk üçe girdiği mineraller ise krom, bor, diyatomit, feldispat, manyezit, perlit ve linyittir (Şekil 4.6 - Şekil 4.12). Pil teknolojisinde kullanılan lityum, kobalt ve grafitte üretimi yoktur.



Şekil 4.4 2013-2017 yıllları arasında Türkiye'nin toplam mineral üretimleri (WMD 2019).

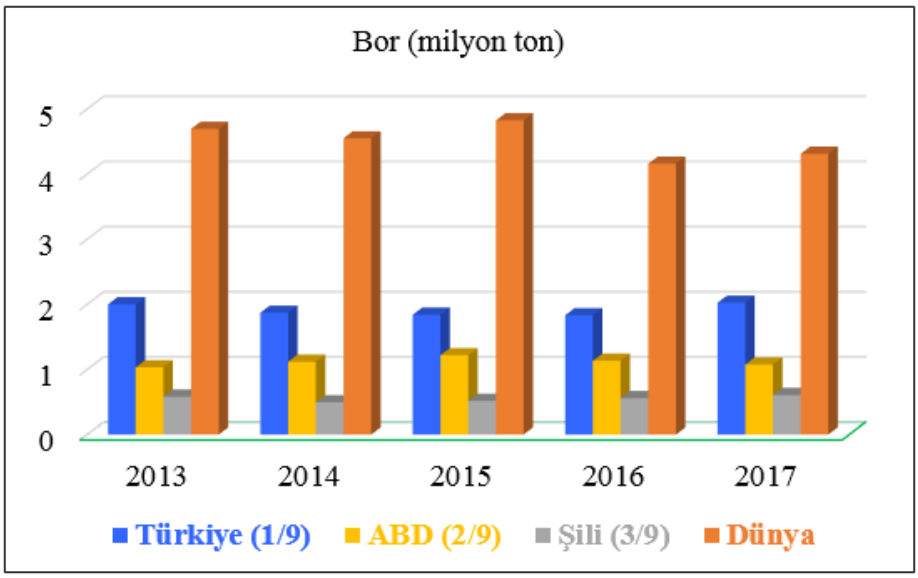


Şekil 4.5 2013-2017 yıllları arasında Çin'in toplam mineral üretimleri (WMD 2019).



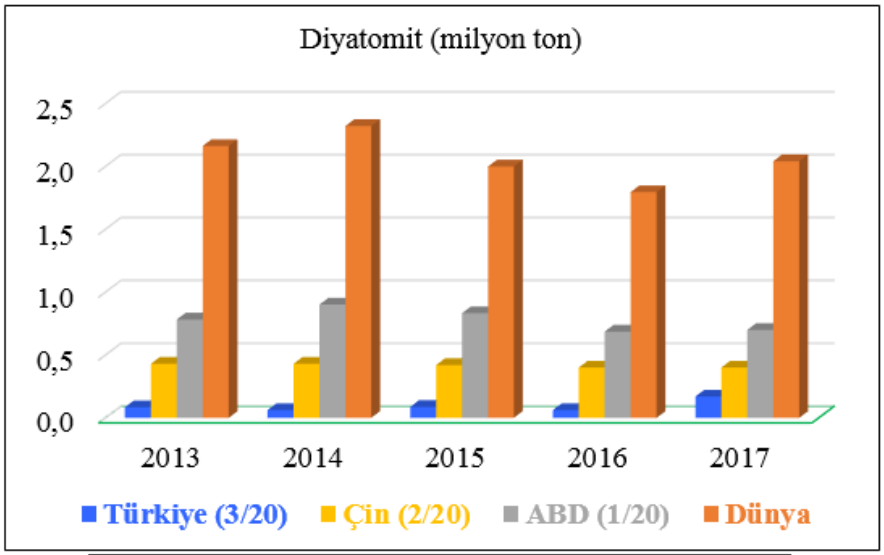
Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Türkiye (3/19)	1,9	1,8	1,5	1,1	1,8
Kazakistan (2/19)	2,0	2,1	2,0	2,0	2,2
G. Afrika (1/19)	6,0	6,0	6,7	6,3	7,0
Dünya	13,2	13,0	13,2	12,9	14,6

Şekil 4.6 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında krom üretimi (WMD 2019).



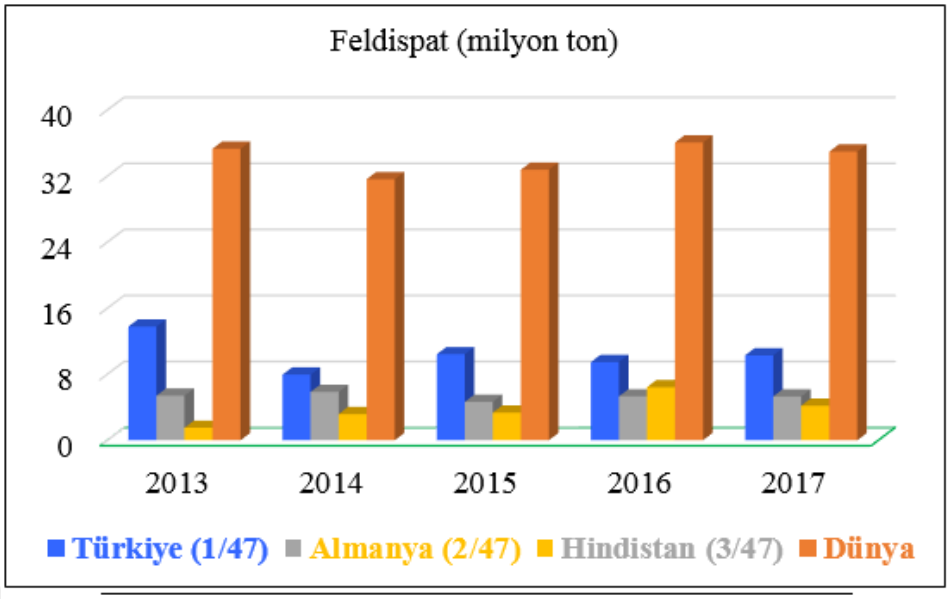
Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Türkiye (1/9)	2,00	1,87	1,84	1,83	2,03
ABD (2/9)	1,03	1,12	1,22	1,13	1,08
Şili (3/9)	0,58	0,50	0,52	0,56	0,61
Dünya	4.69	4.55	4.82	4.16	4.31

Şekil 4.7 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında bor üretimi (WMD 2019).



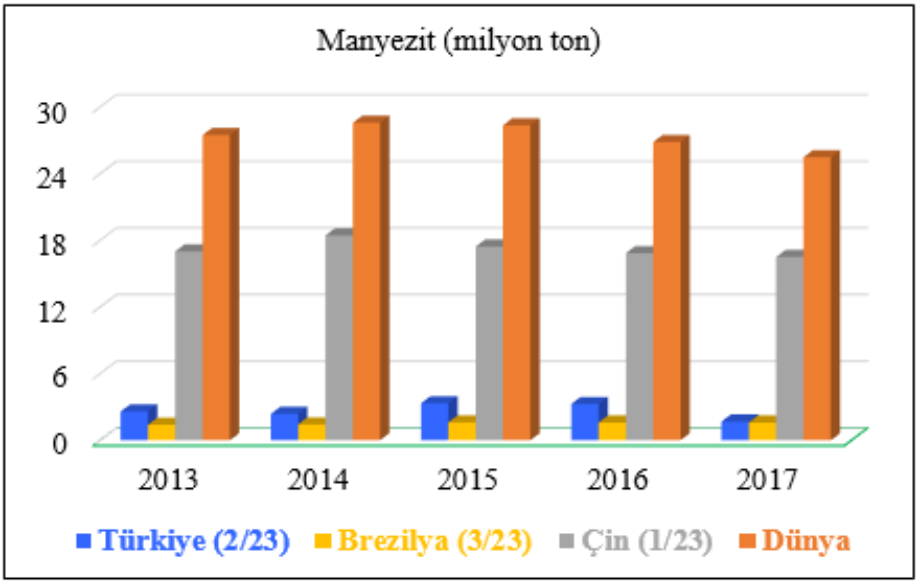
Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Türkiye (3/20)	0,08	0,06	0,09	0,06	0,17
Çin (2/20)	0,43	0,43	0,42	0,40	0,40
ABD (1/20)	0,78	0,90	0,83	0,69	0,70
Dünya	2,16	2,32	2,00	1,80	2,04

Şekil 4.8 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında diyatomit üretimi (WMD 2019).



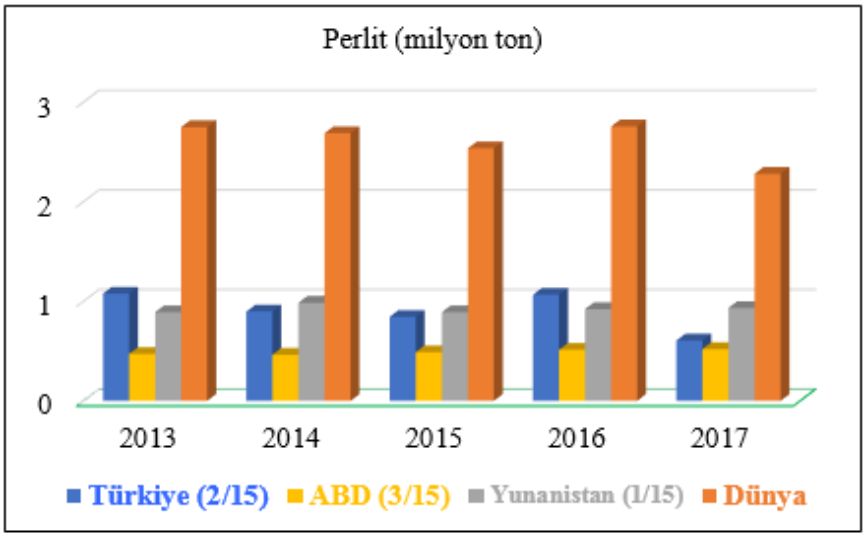
Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Türkiye (1/47)	13,76	7,96	10,42	9,48	10,27
Almanya (2/47)	5,40	5,85	4,65	5,32	5,30
Hindistan (3/47)	1,51	3,17	3,34	6,43	4,19
Dünya	35,31	31,62	32,76	36,07	34,97

Şekil 4.9 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında feldispat üretimi (WMD 2019).



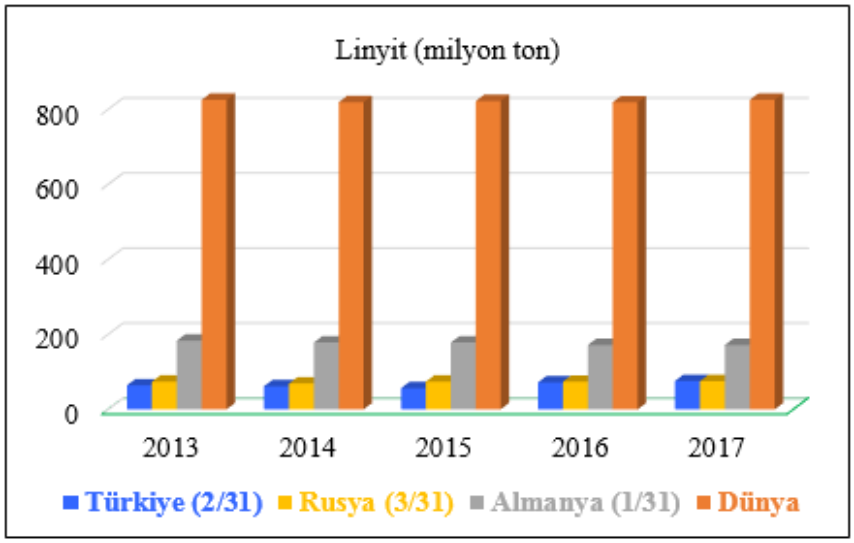
Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Türkiye (2/23)	2,60	2,38	3,34	3,26	1,69
Brezilya (3/23	1,39	1,42	1,62	1,60	1,60
Çin (1/23)	17,00	18,43	17,44	16,84	16,50
Dünya	27,48	28,58	28,34	26,85	25,47

Şekil 4.10 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında manyezit üretimi (WMD 2019).



Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Türkiye (2/15)	1,08	0,90	0,84	1,07	0,61
ABD (3/15)	0,47	0,46	0,49	0,51	0,52
Yunanistan (1/	0,89	0,99	0,89	0,92	0,93
Dünya	2,75	2,69	2,54	2,76	2,28

Şekil 4.11 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında perlit üretimi (WMD 2019).



Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Türkiye (2/31)	63,8	61,5	56,3	71,7	75,4
Rusya (3/31)	73,7	68,9	73,6	73,5	74,9
Almanya (1/31)	183,0	178,2	178,1	171,6	171,3
Dünya	856,6	818,9	822,0	818,5	828,9

Şekil 4.12 Türkiye ve dünyada 2013 - 2017 yılları arasında linyit üretimi (WMD 2019).

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında Türkiye ve dünyadaki açık işletme temel faaliyetleri üretim yöntemi, jeoloji, makine parkı, şev stabilitesi ve drenaj açılarından incelenmiş ve mineral hammadde üretiminde Türkiye'nin dünyadaki konumu ortaya konulmuştur. Tez çalışmasında ulaşılan sonuçlar ve öneriler aşağıda sıralanmıştır.

Dünya açık ocak madenciliğindeki işletmelerin makine parkında mevcut olan döner kepçeli ekskavatör ve dragline gibi ana iş makineleri, 1970'li yıllardan beri Türkiye'de kullanılmaktadır. Dragline uygulamaları 8 işletmede 9 adet olarak sürdürülürken, döner kepçe uygulaması sadece Afşin Elbistan Linyitleri ile sınırlı kalmıştır. Yüksek kapasiteli bu iş makinalarının Türkiye'ye getirilmesinde bir kamu kuruluşu olan TKİ öncülük etmiştir. Bu iş makinelerinin kullanılmaya başlamasından beri 40-50 yıl geçmiş olması nedeniyle kullanım ömürlerinin sonuna yaklaşılmış hatta Türkiye'de ilk kez 1970 yılında Tunçbilek'de kullanılan 20 yd^3'lük Page dragline hurda olarak satılmıştır. Bundan sonraki süreçte yaşanacak sık arızalar, yedek parça temini açısından yurtdışına bağımlı bu iş makinelerinin tamir ve bakımlarının uzun sürmesine neden olacağı ve makinelerin servis dışı kalarak iş kaybına yol açacağı beklenmelidir. Dolayısıyla, yakın gelecekte açık işletme madenciliği açısından bir ilerlemeden çok gerileme olacağını söylemek yanlış değildir. Günümüz Türkiye'sinde, orta ve düşük kapasiteli hidrolik ekskavatör ve kamyonlardan oluşan makine parkına sahip yüklenici firma anlayışı ile açık işletme madenciliğinin sürdürüleceği görüşü kuvvetlenmektedir. Kamunun madencilik sektöründeki payının azalarak özel şirketlerden ihale yoluyla hizmet satın alması, yüksek kapasiteli iş makinalarının montaj ve demontaj süresinin çok uzun olması gibi etmenler bu şekildeki anlayışın daha da süreceğini göstermektedir. Çok fazla geçmişi ve deneyimi olmayan yüklenici firma şeklindeki açık işletme madenciliğinin tercih edilmesinin nedeni, makine parkının hızlı bir şekilde hareket kabiliyetidir. Bu şekilde, ülkenin her tarafında iş yapabilme kabiliyetine ve anlayışına sahip bir madencilik kültürünün geliştiği görülmektedir.

Türkiye'nin 2013-2017 yılları arasındaki mineral üretim miktarları ve dünyadaki yeri, madenciliğin zayıf durumunu dolayısıyla yukarıda değinilen açık işletme madenciliğindeki gerilemeyi destekler niteliktedir.

Çin'in birinci olduğu 2017 yılı verilerine göre, dünyada (161 ülke arasında) 25. sırada yer alan Türkiye, 31 farklı mineral hammadde üretimi gerçekleştirmiştir. En yüksek üretim endüstriyel hammaddeler grubunda olurken pil teknolojisinde kullanılan lityum, kobalt ve grafitte üretim yoktur. Türkiye'nin dünya sıralamasında ilk üçe girdiği mineraller ise krom, bor, diyatomit, feldispat, manyezit, perlit ve linyittir.

2017 yılında demir ve demir alaşımlı metal sınıfında Çin dünya üretiminin % 20,5'ini Türkiye ise % 0,48'ini, demir olmayan metal sınıfında Çin dünya üretiminin % 42,54'ünü Türkiye ise % 0,62'sini, değerli mineral sınıfında Çin dünya üretiminin % 13'ünü Türkiye ise % 0,58'ini, endüstriyel mineral sınıfında Çin dünya üretiminin % 24,3'ünü Türkiye ise % 4,47'sini, mineral yakıt sınıfında Çin dünya üretiminin % 23,65'ini Türkiye ise % 0,55'ini gerçekleşmiştir. Bu değerler madencilik politikalarının yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir.

Ekonomiye sağladığı katkıları açık olan madencilik sektörüne yurt içi yatırımcıların ilgisi yoksa sektör, modern madencilik teknolojilerini getirebilecek yurtdışı yatırımcılara açılmalıdır. Enerji ve metal madenciliğinde bir projenin aramadan üretime geçinceye kadar en az 15-20 yıl süreye ve ciddi sermayeye ihtiyaç vardır. Bu nedenle, yatırım ortamının hem yerli hemde yabancı yatırımcılar için güvenilir, öngörülebilir, şeffaf olması ivedilikle sağlanmalıdır.

Son yıllarda maden arama faaliyetlerine yönelik yapılan çabalar olumlu olmakla birlikte geç kalınmış bir harekettir, arama faaliyetlerine hız verilmelidir. Üniversitelerin Maden Mühendisliği Bölümleri'nin kamu ve özel kuruluşlarla tam bir işbirliği ve uyum içinde olması sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

AİFTİGR (2017) *Almanya İsveç Finlandiye Teknik İnceleme* Gezisi Raporu, 2017, 5 s.

Akar S N (2019) Afşin-Elbistan Linyitleri Kışlaköy Açık Maden İşletmesindeki Şev Kaymalarının ve Heyelanların Gb-Insar ile İzlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 77 s.

Aksoy O (2016) Yeraltı Kaynakları Dergisi. *MT Bilimsel*, 9: 2146-9431

Aksu Ö (1977) Rhein Linyit Kömürü Havzası ve Açık İşletme Teknolojisinde Yeni Gelişmeler. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 16(1): 34-22.

Aktan M (2015) Sağırlar ve Çivili (Bursa-Orhaneli) Kömür Sahaları Kaynak Kestrimi, *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 104 s.

Arıkan H (2016) *Muğla Yatağan Açık İşletme Kömür Madenciliği*, BEÜ Maden Mühendisliği Öğrenci Staj Raporu, Zonguldak.

Aşkın Y (1999) G.L.İ. Tunçbilek İşletmesinde Uygulanan Yöntemlerin Ekonomik Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana, 16 s.

ATİR (2015) *Avustralya Teknik İnceleme*, Faaliyet Rapor, Ankara, 2016, 80 s.

Aydıngün E (2019) TKİ Bursa-Orhaneli Linyit İşletmesi'ndeki Kayaçların Şişme Davranışının İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 119 s.

Babayiğit E (2012) Kömür Damarı İçi Patlatma Kaynaklı Kanal Dalgalarının ve Çevresel Etkilerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, s. 17-19.

Biçer İ (2011) GLİ Tunçbilek Kömürlerinde Kendiliğinden Yanmanın Sıkışma Etkisine Bağlı Olarak İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi,* Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, 35 s.

Bilir M E (2016) *Açık İşletme Ders Notu*. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Maden Mühendisliği, 33 s.

Bullivant D (1987) Current Surface Mining Techniques. Journal for the Transportation of Materials in Bulk, December 1987, *Surface Mining Methods*, 7(6):827-833.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Çalık Z C (2016) *Eti Maden Kırka Bor İşletme Müdürlüğü*, BEÜ Maden Mühendisliği Öğrenci Staj Raporu, Zonguldak.

Çınar İ (2005) Madencilikte Gürültü Analizi, Modellenmesi ve Haritalanması, *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 155 s.

Erdem B ve Duran Z (2017) *Temel Madencilik Bilgileri* (Ed: **Aksoy C,** Kömürlü E, Yaman), ISBN: 978-605-64724-1-1, Mayeb, Ankara, 80-1056.**Eti Bakır,** (2014) ETİ BAKIR A.Ş. Murgul İşletmeleri, 8 Haziran 2017 tarihinde http://www.etibakir.com.tr/ adresinden erişildi.

Gharehoghlani A (2014) Afşin-Elbistan Linyitleri Kışlaköy Açık İşletmesinin Bilgisayar Yardımıyla Kazı Ve Üretim Planlaması, *Yüksek Lisans Tezi,* Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, 13 s.

Keskin M O (2008) Şev Dizaynı Ve Şev Stabilite Analizleri. *Doktora Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, 34 s.**Köksal A** (2017) Dünyadaki Metalik Ve Kömür Açık İşletmeciliği Uygulamaları. *Diploma Tezi*, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Ana Bilim Dalı, 16-18-25-30-83-117 s.

Köksal A A (2015*) Eti Maden Bigadiç Bor İşletmesi*, BEÜ Maden Mühendisliği Öğrenci Staj Raporu, Zonguldak

Köksal A A Genç E ve Kutay K (2017) Dünyadaki Metalik Ve Kömür Açık İşletmeciliği Uygulamaları. *Diploma Tezi*, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Ana Bilim Dalı, 16-18-25-30-83-117 s.

Kurtuluş E (2014) *Afşin Elbistan Açık İşletme Kömür Madenciliği*, BEÜ Maden Mühendisliği Öğrenci Staj Raporu, Zonguldak

Kuşçu Ş (1997) *Madenlerde Ölçme ve Plan*, Filiz Kitabevi, İstanbul

Madencilik Türkiye (2016) *Madencilikte Peru ve Türkiye* Örneği, İstanbul, 55 s.

Müftüoğlu Y V (2010) *Açık İşletme Ders Notları*, BEÜ Maden Mühendisliği, Zonguldak

Parlak T (1993) *Kömür açık işletmeciliği*, TKİ Genel Müdürlüğü Yayını, 206 s.

SOPMPCO (2007) Strategic open pit mine planning course outline, *Antofagasta-chile*, 2007, 513 s.

TKİ (2012**)** *Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu*, *Faaliyet Rapor*, Ankara, 2018, 41 s.

TKİ (2016) GLİ *Açık Ocak İstihsal Şube Müdürlüğü Bilgilendirme Sunusu*, Türkiye Kömür İşletmeleri, Ankara, 49 s.

TKİ (2016) *Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu*, *Faaliyet Rapor*, Ankar, 2018, 36-41-53 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

TKİ (2017) *Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Faaliyet Rapor*, Ankara, 2018, 46-50 s.

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası (2011) *Afşin Elbistan Çöllolar Açık Ocağı Heyelenları İnceleme Komisyonu Raporu*, 19 s.

TOBB (2007) *Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği*, Türkiye Madencilik Sektör Raporu, TOBB Yayın Sıra No: 2008/77, s. 29-31.

URL-1<*https://www.tripadvisor.com.tr/Attraction_Review-g56934-d591647-Reviews-Bingham_Canyon_Open_Pit_Copper_Mine-Bingham_Canyon_Utah.html#photos;aggregationId=&albumid=&filter=7&ff=399316334* >, Google Earth, Görüntü tarihi: 04.15.2020, Ziyaret tarihi: 12.07.2020.

URL2<*https://earth.google.com/web/search/3Af%c5%9fin+Elbistan+Linyitleri+K%c4%b1%c5%9flak%c3%b6y+sekt%c3%b6r%c3%bc+/@38.33909977,37.08192631,1192.0993476a,10590.53120442d,35y,-178.17778554h,21.45334865t,-0r/data=CigiJgokCZu7LQqrGzVAEZa7LQqrGzXAGZj4rX6ktD7AIXpkCYPZt2DA*>, Google Earth, Görüntü tarihi: 05.15.2020, Ziyaret tarihi: 14.07.2020.

URL-3 < *https://www.birgun.net/haber/maden-usak-in-4-te-1-ini-yok-etti-288983UŞALK*>, Google Earth, Görüntü tarihi: 09.15.2020, Ziyaret tarihi: 16.07.2020.

URL-4 Google Earth, Görüntü tarihi: 05.15.2020, Ziyaret tarihi: 13.07.2020.

URL-5<
https://earth.google.com/web/search/BURSA+%c4%b0%c5%9eLETME+G%c3%96M%c3%9c%c5%9e+PINAR/@39.91802305,28.86537095,515.84709076a,8914.80354525d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCfd6vq6XwERAEYGI5Ptp6UNAGXvaRtTddj5AIVxUjwc05DpA>, Google Earth, Görüntü tarihi: 11.15.2020, Ziyaret tarihi: 17.07.2020.

URL-6
<*https://earth.google.com/web/search/Eti+Maden+K%c4%b1rka+Bor+%c4%b0%c5%9fletmesi/@39.29333605,30.50947399,1056.32437725a,4090.82922829d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCfwSv6ft-ENAEaxFxX4U8kNAGb9VUjGm7zxAIWH7X7VryzxA* >, Google Earth, Görüntü tarihi: 12.15.2020, Ziyaret tarihi: 18.07.2020.

URL-7<
https://earth.google.com/web/search/Emet+Bor+%c4%b0%c5%9fletmeleri+/@39.24410055,29.32420018,1172.39970497a,26906.63998319d,35y,5.46549882h,28.15893179t,0r/data=CigiJgokCS5xVf5fwkNAEYPu7k0toUNAGT5GDc4ghj1AIR58YgiW1zxA>, Google Earth, Görüntü tarihi: 14.15.2020, Ziyaret tarihi: 19.07.2020.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

URL-8

<https://earth.google.com/web/search/Bigadi%c3%a7+Bor+%c4%b0%c5%9fletmesi+/@39.46096947,28.14798981,264.0567447a,6561.92771153d,35y,-0.00051554h,0.71197072t,0r/data=CigiJgokCYG9C35MsENAEYrPxYxblENAGTuyLNPhjz1AIY0RgvXdDj1A>, Google Earth, Görüntü tarihi: 17.15.2020, Ziyaret tarihi: 21.07.2020.

URL-9

<https://earth.google.com/web/search/Simav+A%c3%a7%c4%b1k+Oca%c4%9f%c4%b1+/@39.06118711,29.00414118,934.29751225a,2620.15770398d,35y,-22.85456122h,56.42751277t,0r/data=CigiJgokCX1rJqB-vUNAEQlgnKqJuENAGWjwDmP1MjxAIbvzV-fPGDxASİMAV >, Google Earth, Görüntü tarihi: 19.15.2020, Ziyaret tarihi: 24.07.2020.

URL-10 < https://tr.foursquare.com/v/t%C3%BCl%C3%BC-a%C3%A7%C4%B1k-oca%C4%9F%C4%B1/51ee54df498e585f2d65ee73?openPhotoId=5ce78e601acf11002c440b53>, Google, Görüntü tarihi: 21.15.2020, Ziyaret tarihi: 24.07.2020.

URL-11 <

https://earth.google.com/web/search/Eti+Bak%c4%b1r+Murgul+%c4%b0%c5%9fletmesi+/@41.25444845,41.58614665,1042.95083156a,5217.28688692d,35y,-0h,0t,0r/data=CigiJgokCV_6Z8tikkNAEX8M30grhkNAGaxKYhMbCj1AIUwGpUW_5jxA >, Google Görüntü tarihi: 21.15.2020, Ziyaret tarihi: 24.07.2020.

URL-12 < https://earth.google.com/web/search/%c3%87o%c4%9fulhan,+Af%c5%9fin-Elbistan+A+Termik+Santrali,+Af%c5%9fin%2fKahramanmara%c5%9f,+T%c3%bcrkiye/@38.35821375,37.0455546,1213.61460303a,22554.62108977d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCTe2A0LXokRAEffMGqBLnkRAGbJ0oq0o0URAIUH0UQflxERA>, Google Earth, Görüntü tarihi: 23.15.2020, Ziyaret tarihi: 25.07.2020.

URL-13<

https://earth.google.com/web/search/Yata%c4%9fan+Linyit+%c4%b0%c5%9fletmesinin+/@37.32869627,28.05244314,572.12947914a,6971.62608306d,35y,-78.88512707h,38.19719458t,0r/data=CigiJgokCWOUmjx4NkNAEbYDgDAzJUNAGe9XIbgunEJAIQQON796b0JA >, Google Earth, Görüntü tarihi: 24.15.2020, Ziyaret tarihi: 25.07.2020.

URL-14

<https://earth.google.com/web/search/42Himmetdede+alt%c4%b1n+madeni+/@38.94602053,35.06080925,1231.1959405a,2053.0380047d,35y,1.923591h,43.37654653t,0r/data=CigiJgokCVpDNlnDuEJAEak8kn5TnUJAGVk0f2YsTzxAIW0cQRAEwztA >, Google Earth, Görüntü tarihi: 26.15.2020, Ziyaret tarihi: 25.07.2020.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

URL-15<
https://earth.google.com/web/search/K%c4%b1%c5%9flada%c4%9f+alt%c4%b1n+madeni+/@38.48401481,29.14157824,995.30771627a,4410.87256624d,35y,163.98980883h,30.74194419t,0r/data=CigiJgokCUcsETk6fUNAERpDObjqeENAGU8KhI4CjUFAIXWLfTTngkFA >, Google Earth, Görüntü tarihi: 27.15.2020, Ziyaret tarihi: 26.07.2020.

URL-16<
https://earth.google.com/web/search/ESK%c4%b0%c5%9eEH%c4%b0R+A%c3%87IK+%c4%b0%c5%9eLETME+KAYMAZ+ALTIN+MADEN%c4%b0+/@39.51442867,31.21846444,1047.31075121a,3900.05162664d,35y,-88.93913403h,23.83782485t,0r/data=CigiJgokCa626ORX1kNAEaFFFxhZu0NAGexzzud-RT9AIf0C-1YeBz9A >, Google Earth, Görüntü tarihi: 27.15.2020, Ziyaret tarihi: 26.07.2020.

URL-17 <
https://earth.google.com/web/search/8Chuquicamata,+%c5%9eili%27dea%c3%a7%c4%b1k+/@-22.29720741,-68.92040586,2973.89528734a,4739.87951625d,35y,122.5993553h,45.0239676t,0r/data=CooBGmASWgolMHg5NmFjNzU2ODcwNzQ1N2I5OjB4NDk2YzU1MTFlYmVkNjdhZBmqKck6HE82wCEBIg4jzjpRwCofOCBDaHVxdWljYW1hdGEsIMWeaWxpIERlIEHDp8SxaxgCIAEiJgokCaWXmUhmeUNAEWTClNbsd0NAGQnJzrJ4iUFAIZhijIKghUFA >, Google Earth, Görüntü tarihi: 26.15.2020, Ziyaret tarihi: 27.07.2020.

URL-18
<https://earth.google.com/web/search/8Chuquicamata,+%c5%9eili%27dea%c3%a7%c4%b1k+/@-22.29720741,-68.92040586,2973.89528734a,4739.87951625d,35y,122.5993553h,45.0239676t,0r/data=CooBGmASWgolMHg5NmFjNzU2ODcwNzQ1N2I5OjB4NDk2YzU1MTFlYmVkNjdhZBmqKck6HE82wCEBIg4jzjpRwCofOCBDaHVxdWljYW1hdGEsIMWeaWxpIERlIEHDp8SxaxgCIAEiJgokCaWXmUhmeUNAEWTClNbsd0NAGQnJzrJ4iUFAIZhijIKghUFA>, Google Earth, Görüntü tarihi: 26.15.2020, Ziyaret tarihi: 27.07.2020.

URL-19<
https://www.google.com/search?q=10Kanada+Diavik+%C4%B0%C5%9Fletmesi+&tbm=isch&ved=2ahUKEwip8KOriu7qAhVP3hoKHW1RBgMQ2-cCegQIABAA&oq=10Kanada+Diavik+%C4%B0%C5%9Fletmesi+&gs_lcp=CgNpbWcQA1DypwtY8qcLYIGrC2gAcAB4AIABgwGIAYMBkgEDMC4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=bx8fX-n8Fc-8a-2imRg&bih=876&biw=1777#imgrc=uYzXrKp6uZ18xM>, Google Earth, Görüntü tarihi: 26.15.2020, Ziyaret tarihi: 27.07.2020.

URL-20 *<http://www.imghaber.com/cezayi-24-taksit-yaptilar-3558.html*, Ziyaret tarihi: 28.07.2020.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

URL-21 https://sendika63.org/2012/02/tmmob-afsin-elbistan-heyelan-raporu-63060/, Ziyaret tarihi: 28.07.2020.

Ünlü S (2013) *GLİ Tunçbilek Müessesesi Linyit Üretimi*, İTÜ Maden Mühendisliği Öğrenci *Staj Raporu*, İstanbul

Yerin Ü O (2006) Orhaneli Kömürlerinin Mineralojisi, Petrografisi ve Element İçeriği, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*.

Yıldız N (2017) *Açık işletmelerde toprak kayması,* Madencilik Bülteni, s. 42-48.

BİBLİYOGRAFYA

Aşar Z İ (2006) *İleri Teknoloji Elementlerinin (Ga-Ge-Se-Te) Bazı Kömür Yataklarındaki Konsantrasyonlarının Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, s. 21-28.

Emre H (1986) *Orhaneli Ofiyolitinin Jeolojisi ve Petrolojisi*, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 165 s.

Engin H (1999) *Muğla-Yatağan Linyitlerinin Jeolojisi ve Jeokimyası*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 114 s.

Gedik N Uçaklı B Ergun S Altuğ C Ve Akdoğan M (1987) *Orhaneli Bölgesi Kömür Üretim Projesi Raporu*, TKİ-MLİ, s. 13-18.

Kavuşan G (1984) *Geologie Der Jungtertiären Braunkohlenbecken Von Burmu-Çivili-Sağırlar, Harmancik und Keles (Nordwest-Anatolien)*, Dissertation, Üniv. Bonn, 147 p.

Koza Altın İşletmesi (2013) Himmetdede Altın Madeni Kapasite Artırımı Projesi: Çed Raporu, Golder Associates Müh. Müş. Ltd. Şti. Ankara

Gökay M K Özkan İ Özşen H Doğan K ve Mesutoğlu M (2013) TKİ-GLİ-BLİ Gümüşpınar Sektörü Açık Ocağında Gerçekleştirilen Saha Çalısmaları, Konya: Selçuk Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü.

Gökmen V Memikoglu O Daglı M Öz D ve Tuncalı E (1993) *Türkiye linyit Envanteri*, MTA Genel Müdürlügü Yayınları, 356 s.

Memikoğlu O Engin O Has F ve Işıganer T (1976) Bursa Orhaneli Kömür Yatağı Fizibilite Araştırması, MTA raporu, 19s

ODTÜ Maden Jeoloji Mühendisliği Bölümleri, (2007) TKİ Orhaneli İşletmesi Açık Ocakları Dikmentepe Civarında Şev Tasarımı Yapılması, ODTÜ, Ankara.

Querol X Alastuey A Plana F Lopez-Soler A Tuncali E Toprak S Ocakoglu F ve Koker A. (1999) *Coal geology and coal quality of the Miocene Mugla basin, southwestern Anatolia, Turkey*. International Journal of Coal Geology 41, s. 311-332.

Yalçınkaya S ve Avşar P Ö (1980) Mustafa Kemalpaşa (Bursa) ve dolayının jeolojisi, MTA Rapor No: 6717

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Afganistan'nın Kabul şehrinde doğdu. İlk, orta ve lise öğretimini Kabul'da tamamladı. 2014 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesinin Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2018 yılında aynı fakülteden Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2015 yılında Anadolu Üniversitesi Açık Öğretiminde Uluslararası İlişkiler Bölümü'ne kayıt oldu. 2020 Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Bölümü'nden mezun oldu. 2018 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Ana bilim Dalı'nda 2018'de Yüksek lisans öğretimine başladı. Halen aynı yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

E-posta: sayedrohullahkamil@yahoo.com